

## IMPACTO DAS VARIAÇÕES DE BRILHO E CONTRASTE NA IDENTIFICAÇÃO DE PONTOS CEFALOMÉTRICOS REALIZADA POR SOFTWARE COM INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

**Palavras-chave:** brilho e contraste; pontos cefalométricos; software; IA; Cfaz

**Autores (as):**

Aluna: Bruna Noguerol Bombo – FOP/UNICAMP

Coorientadora: Msc. Thaísa Pinheiro Silva – FOP/UNICAMP

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Deborah Queiroz de Freitas França – FOP/UNICAMP

### INTRODUÇÃO E OBJETIVOS:

A introdução da Inteligência Artificial (IA) na Odontologia tem diminuído a necessidade de intervenção humana em tarefas como a identificação de pontos cefalométricos, proporcionando maior rapidez e acurácia nas imagens. No entanto, para garantir precisão e reprodutibilidade, é crucial que os softwares de IA sejam treinados com variações das mesmas imagens, abrangendo diferentes níveis de brilho e contraste. O mercado odontológico oferece diversos aparelhos para aquisição de telerradiografias cefalométricas laterais, cada um com configurações de exposição distintas que produzem imagens com variações significativas de brilho e contraste. Essas variações tornam a identificação dos pontos cefalométricos mais subjetiva. Assim, o objetivo neste trabalho foi avaliar a acurácia e reprodutibilidade do software Cfaz (Cfaz, Minas Gerais, Brasil) diante de diferentes ajustes de brilho e contraste.

### METODOLOGIA:

Foram selecionadas 30 telerradiografias cefalométricas laterais, obtidas no aparelho Orthophos XG 5/Ceph (Dentsply Sirona, York, PA). Imagens de indivíduos com assimetrias faciais, edentulismo ou estruturas metálicas, como aparelhos ortodônticos e implantes, foram excluídas. As imagens, armazenadas em formato JPEG com resolução de 1360 x 1840 pixels e 600 dpi, foram ajustadas em brilho e contraste usando o Adobe Photoshop 7.0 (Nascimento et al., 2018). Cinco ajustes foram realizados: (A1) -30% de brilho e +30% de contraste; (A2) -15% de brilho e +15% de contraste; (A3) imagem original, sem ajustes; (A4) +15% de brilho e -15% de contraste; e (A5) +30% de brilho e -30% de contraste, totalizando 150 imagens avaliadas (Figura 1).



**Figura 1** - Telerradiografias cefalométricas laterais e seus respectivos ajustes de brilho e contraste (A1) - 30% de brilho e +30% de contraste; (A2) -15% de brilho e +15% de contraste; (A3) imagem original, sem ajustes; (A4) +15% de brilho e -15% de contraste; e (A5) +30% de brilho e -30% de contraste.

A identificação inicial dos pontos cefalométricos foi realizada por dois examinadores (Índice de Correlação Inter-classes 0.999) utilizando o software RadioCef Studio 3 (RadioMemory, MG, Brasil) sem auxílio de IA. Foram selecionados 20 pontos cefalométricos (Básio (Ba), Espinha Nasal Posterior (ENP), Espinha Nasal Anterior (ENA), Mentoniano (Me), Násio (Na), Orbital (Or), Pogônio (Pog), Pório (Po), Subespinhal (A), Supramentoniano (B), Násio Linha (Na'), Pogônio Linha (Pog'), Supramentoniano Linha

(B'), Lábio Inferior (LI), Lábio Superior (LS), Subespinhal Linha (A'), Subnasal (Sn), Mentoniano Linha (Me'), Glabela (Gla) e Ponta do Nariz (Pn)), digitalmente identificados nas 30 imagens originais do grupo A3 (sem ajuste de brilho e contraste). As imagens (A1, A2, A3, A4 e A5) foram inseridas na plataforma online do software com IA CFaz.. Ao selecionar "Traçado Automático", o software realizou automaticamente a identificação dos pontos cefalométricos. Todas as 150 imagens foram identificadas, e armazenadas em formato JPEG, 520x584 pixels.

Os valores das coordenadas para cada ponto de todas as 210 imagens (30 imagens x 2 examinadores + 150 imagens x 1 software de IA) foram avaliados no software Image J (National Institutes of Health, Bethesda, MD, EUA). Os valores das coordenadas X (abscissa) e Y (ordenada) foram registrados posicionando o cursor sobre o ponto cefalométrico. O erro radial médio (ERM) foi calculado seguindo a equação:  $MRE^2 = x^2 + y^2$ , onde x e y representam as coordenadas x e y (Silva et al., 2024). A média dos valores obtidos pelos dois examinadores foi utilizada como referência para avaliar a performance da IA. Os dados foram testados quanto à normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk. A análise de variância (ANOVA one-way) com o teste post-hoc de Dunnett foi utilizada para comparar os valores encontrados pelo software de IA com o padrão de referência. Índice de Correlação intra-classe (ICC) foi utilizado para análise da reprodutibilidade do software.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Valores de ICC de 0,99 para o eixo X e 1,00 para o eixo Y indicam que o software estudado apresenta uma excelente reprodutibilidade. A Tabela 1 apresenta os valores médios da diferença entre o padrão de referência e o software com IA para os diferentes protocolos de ajuste de brilho e contraste (A1-A5). A ANOVA indicou que os pontos ANS, Subespinhal, Pogônio L, Supramentoniano L, Lábio Inferior, Lábio Superior, Subnasal, Mentoniano L, Ponta do Nariz e Glabela marcados pela IA apresentaram diferenças significativas em relação à marcação dos avaliadores no ajuste A1. Nas imagens A3, o software mostrou acurácia na sua performance, sem qualquer diferença significativa, exceto para o ponto Supramentoniano, que mostrou diferenças em ambos os eixos. Nos ajustes de brilho e contraste de A2 a A5, não houve diferenças estatísticas para nenhum dos pontos, exceto para o ponto Mentoniano L, que mostrou diferenças significativas em todos os ajustes em ao menos um eixo.

No geral, o Software Cfaz apresentou uma boa acurácia e reprodutibilidade na identificação dos pontos cefalométricos escolhidos nas variações feitas de brilho de contraste, principalmente nos grupos A2, A3, A4 e A5, indicando uma boa aplicação clínica. Há ainda algumas imprecisões na identificação dos pontos em A1, devido ao menor brilho (- 30%) e maior contraste (+30%), o que indica que tal variação não é compatível para uma aplicação clínica.

Tabela 2 – Erro Radial Médio (mm) da diferença entre as coordenadas estipuladas pelos avaliadores e pelo software, de acordo com os pontos, e variação de brilho e contraste

Ponto	Varição	ERM
Basio	A1	0.09
	A2	0.11
	A3	0.08
	A4	0.14
	A5	0.16
ENP	A1	0.17
	A2	0.18
	A3	0.19
	A4	0.20
	A5	0.20
ENA	A1	1.00*

	A2	0.04
	A3	0.05
	A4	0.17
	A5	0.18
Mentoniano	A1	0.34
	A2	0.32
	A3	0.35
	A4	0.31
	A5	0.32
Nasio	A1	0.27
	A2	0.04
	A3	0.04
	A4	0.04
	A5	0.06
Orbital	A1	0.20
	A2	0.32
	A3	0.32
	A4	0.37
	A5	0.39
Pogonio	A1	0.21
	A2	0.18
	A3	0.16
	A4	0.24
	A5	0.26
Porio	A1	0.19
	A2	0.15
	A3	0.19
	A4	0.18
	A5	0.18
Subespinhal	A1	0.51*
	A2	0.07
	A3	0.17
	A4	0.21
	A5	0.20
Supramentoniano	A1	0.81*
	A2	0.94*
	A3	0.83*
	A4	0.94*
	A5	0.82*
Nasio_L	A1	0.62*
	A2	0.07
	A3	0.01
	A4	0.04
	A5	1.26
Pogonio_L	A1	0.94*
	A2	0.24
	A3	0.28
	A4	0.33
	A5	0.34

	A1	1.37*
	A2	0.03
Supramentoniano_L	A3	0.11
	A4	0.10
	A5	0.09
	A1	1.58*
	A2	0.23
Labio_Inferior	A3	0.25
	A4	0.29
	A5	0.25
	A1	1.67*
	A2	0.16
Labio_Superior	A3	0.15
	A4	0.14
	A5	0.13
	A1	1.71*
	A2	0.12
Subnasal	A3	0.09
	A4	0.09
	A5	0.07
	A1	1.48*
	A2	1.21*
Mentoniano_L	A3	1.17*
	A4	1.16*
	A5	1.06*
	A1	0.07
	A2	0.08
Sela	A3	0.05
	A4	0.06
	A5	0.10
	A1	1.91*
	A2	0.03
Ponta_do_Nariz	A3	0.12
	A4	0.13
	A5	0.10
	A1	0.68*
	A2	0.21
Glabela	A3	0.26
	A4	0.32
	A5	0.22

\* indica diferença significativa entre a marcação da IA e dos avaliadores, segundo ANOVA ( $p < 0.05$ )

## CONCLUSÃO:

O software com IA demonstrou ser acurado e reprodutível na identificação de pontos cefalométricos sob condições padrão de imagem (A3) e da maioria dos ajustes de brilho e contraste. ajuste que causou dificuldade de visualização dos tecidos moles (A1) diminuiu o desempenho do software, afetando especialmente a identificação desses tecido e alguns pontos ósseos, como ANS, Subespinhal, e Mentoniano

L, com esse último mostrando discrepâncias consistentes em todos os ajustes testados. Esses resultados sugerem que, embora o software Cfaz™ seja capaz de detectar pontos com acurácia sob condições ideais, sua performance pode ser influenciada sob determinados ajustes de imagens, contraindicando o uso de imagens com esse padrão em ambientes clínicos.

## BIBLIOGRAFIA

- AHMED, N., ABBASI, M.S., ZUBERI, F., QAMAR, nW., BIN HALIM, M.S., MAQSOOD, A., ALAM, M.K. Artificial Intelligence Techniques: Analysis, Application, and Outcome in Dentistry—A Systematic Review. *BioMed Res. Int.* 2021;2021:9751564. doi: 10.1155/2021/9751564. ARIK, S. Ö.; IBRAGIMOV, B.; XING, L.; Fully automated quantitative cephalometry using convolutional neural networks. *J. Med. Imag.* 4(1), 014501; 2017 doi: 10.1117/1.JMI.4.1.014501. BULATOVA, G.; KUSNOTO, B.; GRACE, V.; TSAY, T.P.; AVENETTI, D.M.; SANCHEZ, F.J.C. Assessment of automatic cephalometric landmark identification using artificial intelligence. *Orthod Craniofac Res.* 2021;2437–42. <https://doi.org/10.1111/ocr.12542> Deep Learning Book. Data Science Academy, 2023. Disponível em: Acesso em: 08/04/2023. GORACCI, C., FERRARI, M. Reproducibility of measurements in tablet-assisted, PCaided, and manual cephalometric analysis. *Angle Orthod* 2014; 84: 437–42. doi: <https://doi.org/10.2319/061513-451.1> GU, J., WANG, Z., KUEN, J., MA, L., SHAHROUDY, A., SHUAI, B., LIU, T., WANG, X., WANG, G., CAI, J., CHEN, T. (2018). Recent advances in convolutional neural networks. *Pattern Recognition*, 77. 2017 354–377. <https://doi.org/10.1016/j.patcog.2017.10.013>. HWANG HW, PARK JH, MOON JH, et al. Automated identification of cephalometric landmarks: Part 2-Might it be better than human? *Angle Orthod.* 2020;90(1):69-76. LI, P., KONG, D., TANG, T., SU, D., YANG, P., WANG, H., ZHAO, Z., LIU, Y. Orthodontic Treatment Planning based on Artificial Neural Networks. *Sci. Rep.* 2019;9:2037. doi: 10.1038/s41598-018-38439-w. LINDNER, C.; WANG, C.-W.; HUANG, C.-T.; LI, C.-H.; CHANG, S. W.; COOTES, T. F. Fully Automatic System for Accurate Localisation and Analysis of Cephalometric Landmarks in Lateral Cephalograms. *Scientific Reports.* 2016 6(1). doi:10.1038/srep33581 NASCIMENTO, E.H., GAÊTA-ARAÚJO, H., VASCONCELOS, K.F., et al. Influence of brightness and contrast adjustments on the diagnosis of proximal caries lesions. *Dentomaxillofac Radiol*, doi:10.1259/dmfr.20180100. 2018. PARK J-H., HWANG H-W., MOON J-H., et al. Automated identification of cephalometric landmarks: Part 1-Comparisons between the latest deep-learning methods YOLOV3 and SSD. *Angle Orthod.* 2019;89(6):903-909. SILVA, T. P.; HUGHES, M. M.; MENEZES, L. DOS S.; MELO, M. DE F. B. DE; TAKESHITA, W. M.; FREITAS, P. H. L. DE. Artificial intelligence-based cephalometric landmark annotation and measurements according to Arnett's analysis: can we trust a bot to do that? *Dentomaxillofacial Radiology*, p. 20200548, 21 abr. 2021. WANG C-W., HUANG C-T., HSIEH M-C., et al. Evaluation and comparison of anatomical landmark detection methods for cephalometric X-Ray Images. *IEEE Trans Med Imaging.* 2015;34(9):1890-1900. WHITE, S.C., PHAROAH, M.J