



Universidade Federal de Uberlândia



Faculdade de Odontologia

Daniel Jardim Taveira Privado

A influência da resolução do arquivo .stl na obtenção de
modelos digitais e impressos

*The influence of .stl file resolution in obtaining digital and printed
models*

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia
da Universidade de Uberlândia, para obtenção do
Título de Mestre em Odontologia na Área de Clínica
Odontológica Integrada.

Uberlândia, 2022.

Daniel Jardim Taveira Privado

A influência da resolução do arquivo .stl na obtenção de
modelos digitais e impressos

*“The influence of .stl file resolution in obtaining digital and printed
models.”*

Dissertação apresentada à Faculdade de
Odontologia da Universidade de Uberlândia, para
obtenção do Título de Mestre em Odontologia na Área
de Clínica Odontológica Integrada.

Orientador: Prof. Dr. Flávio Domingues das Neves.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Flávio Domingues das Neves

Prof. Dr. Frederick Khalil Karam

Prof. Dr. João Henrique Ferreira Lima

Uberlândia, 2022.

The influence of .stl file resolution in obtaining digital and printed models

Daniel Jardim Taveira Privado^a,

Fábio Henrique de P. C. Santos^a,

Caio César Dias Resende^b,

Guilherme Faria Moura^c,

Karla Zancopé^d,

Flávio Domingues das Neves^e

^aMS student, Department of Occlusion, Fixed Prosthesis and Dental Materials, School of Dentistry, Federal University of Uberlândia, Uberlândia, MG, Brazil.

^b DDS, MS, PhD, Department of Occlusion, Fixed Prosthesis and Dental Materials, School of Dentistry, Federal University of Uberlândia, Uberlândia, MG, Brazil.

^c DDS, MS, PhD, Department of Operative Dentistry and Dental Materials, School of Dentistry, Federal University of Uberlândia, Uberlândia, MG, Brazil.

^d DDS, MS, PhD, professor, Department of Occlusion, Fixed Prosthesis and Dental Materials, School of Dentistry, Federal University of Uberlândia, Uberlândia, MG, Brazil.

^e DDS, MS, PhD, professor, Department of Occlusion, Fixed Prosthesis and Dental Materials, School of Dentistry, Federal University of Uberlândia, Uberlândia, MG, Brazil.

Corresponding author:

Flávio Domingues das Neves

Department of Occlusion, Fixed Prosthodontics and Dental Materials,
School of Dentistry, Federal University of Uberlandia.

Av. Pará, 1720, Bloco 4LA sala 4LA-42, Campus

Umuarama, +55(34)3225-8105 Uberlândia, Minas

Gerais, Brazil, 38405-320

Email: flaviodominguesneves@gmail.com

ACKNOWLEDGMENTS

The authors want to thank CAPES, CNPq, FAPEMIG, CPBio and NEPRO Research Group for its contribution for this work. The authors also want to thank MADG; Takeo's laboratory and Prado e Neves Odontologia Especializada. The authors report no conflicts of interest related to this study.

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da UFU com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

P961 Privado, Daniel Jardim Taveira, 1997-
2022 A influência da resolução do arquivo .stl na
obtenção de modelos digitais e impressos [recurso
eletrônico] / Daniel Jardim Taveira Privado. -
2022.

Orientador: Flávio Domingues das Neves.
Dissertação (Mestrado) - Universidade
Federal de
Uberlândia, Pós-graduação em Odontologia.

Modo de acesso: Internet.

Disponível em:

<http://doi.org/10.14393/ufu.di.2022.347> Inclui
bibliografia.

1. Odontologia. I. Neves, Flávio Domingues das, 1965-,
(Orient.). II. Universidade Federal de Uberlândia. Pós-
graduação em Odontologia. III. Título.

CDU: 616.314

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o AACR2: Gizele Cristine
Nunes do Couto - CRB6/2091
Nelson Marcos Ferreira - CRB6/3074



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
 Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Odontologia
 Av. Pará, 1720, Bloco 4L, Anexo B, Sala 35 - Bairro Umuarama, Uberlândia-MG, CEP 38400-902
 Telefone: (34) 3225-8115/8108 - www.ppgoufu.com - copod@umuarama.ufu.br



ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em:	Odontologia				
Defesa de:	Dissertação de Mestrado Acadêmico, 404, PPGODONTO				
Data:	Seis de Julho de Dois Mil e Vinte e Dois	Hora de início:	08:30	Hora de encerramento:	11:20
Matrícula do Discente:	12012ODO002				
Nome do Discente:	Daniel Jardim Taveira Privado				
Título do Trabalho:	A influência da resolução do arquivo .stl na obtenção de modelos digitais e impressos				
Área de concentração:	Clínica Odontológica Integrada				
Linha de pesquisa:	Implantodontia e Prótese sobre Implantes				
Projeto de Pesquisa de vinculação:	Implantodontia e Prótese sobre Implantes				

Reuniu-se em Web Conferência pela plataforma Zoom, em conformidade com a PORTARIA Nº 36, DE 19 DE MARÇO DE 2020 da COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR - CAPES, pela Universidade Federal de Uberlândia, a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Odontologia, assim composta: Professores Doutores: João Henrique Ferreira Lima (UFU); Frederick Khalil Karam (UniRV); Flávio Domingues das Neves (UFU) orientador(a) do(a) candidato(a).

Iniciando os trabalhos o(a) presidente da mesa, Dr(a). Flávio Domingues das Neves, apresentou a Comissão Examinadora e o candidato(a), agradeceu a presença do público, e concedeu ao Discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação do Discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa.

A seguir o senhor(a) presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos(às) examinadores(as), que passaram a arguir o(a) candidato(a). Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando o(a) candidato(a):

[Aprovado(a)].

Esta defesa faz parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre.

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Flavio Domingues das Neves, Professor(a) do Magistério Superior**, em 06/07/2022, às 11:12, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Frederick Khalil Karam, Usuário Externo**, em 06/07/2022, às 11:13, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **João Henrique Ferreira Lima, Professor(a) do Magistério Superior**, em 06/07/2022, às 11:14, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **3724566** eo código CRC **846572F4**.

A INFLUÊNCIA DA RESOLUÇÃO DO ARQUIVO .STL NA OBTENÇÃO DE MODELOS DIGITAIS E IMPRESSOS

ABSTRACT

Statement of the problem. Different .STL file resolutions can directly influence the accuracy of digital models and the achievement of printed models.

Objective. The objective is to evaluate the accuracy of digital and printed models obtained from different .STL file resolutions.

Material and methods. A single master model was scanned ten times using (CEREC Omnicam, Dendsply Sirona), of these ten scans each was exported in three different resolutions (high, medium and low resolution), totaling 30 resolutions (N=30). For the control group, the master model was scanned with a bench scanner (in Eos X5, Sirona), resulting in only one .STL model (GC). All resolutions were 3D printed (Anycubic Photon S) totaling 30 physical models with resin for dental models (Prizma 3D model, Makertech labs). These models were scanned in a bench scanner to obtain the .STL of the printed models to be evaluated. All file analyzes were performed using the 3D comparison software (Geomatic Control, 3D Systems). To analyze the accuracy of the measurements in each type of resolution, the Shapiro-Wilk normality test was performed. As the ANOVA residuals did not show a normal distribution (p-value <0.05), the non-parametric Kruskal-Wallis test was used to compare the groups to bench scanning, followed by the Dwass-Steel-Critchlow- Fliqner for multiple comparisons. To test the reproducibility of the measurements, the t test was used to compare whether the averages of the differences were equal to zero for each type of resolution. For the maximum and minimum means, as the data did not present a normal distribution, the Wilcoxon test was used.

Results. It is verified that for both digital and printed models there was no statistical difference between the groups for all the evaluated resolutions (p-value > 0.05). The average maximum and minimum deviations are close to 50 microns (μm).

Conclusions. Different .STL file resolutions had no influence on the accuracy of print and digital models.

CLINICAL IMPLICATIONS

O uso de diferentes tipos de resoluções .STL podem influenciar na qualidade dos modelos digitais e impressos obtidos e conseqüentemente na qualidade final dos trabalhos executados a partir dos escaneamentos digitais.

INTRODUCTION

Atualmente com o uso da tecnologia computer aided image, computer aided design e computer aided manufacture (CAI/CAD/CAM) (Kayatt & Neves., 2013) sendo cada vez mais implementada em consultórios e laboratórios (Blatz., 2019), é possível a redução do tempo de cadeira tanto para pacientes como para os dentistas, possibilitando a manufatura de trabalhos em sessões únicas e diminuindo o desconforto do paciente, já que é eliminado os materiais de moldagem convencionais (Spitznagel *et al.*, 2018; Glisic *et al.*, 2019). Porém por muitos anos o acesso a esse tipo de tecnologia estava muito restrito devido ao alto custo de seus equipamentos (Farook *et al.*, 2020). Muitas empresas não disponibilizavam softwares abertos para que o usuário pudesse ter a liberdade de comprar equipamentos de diferentes empresas. Ficando assim presos e vinculados a uma única empresa (Barbarash *et al.*, 2016).

Nas últimas décadas, o surgimento de novas empresas e softwares de planejamento gratuitos (Kernen *et al.*, 2020) possibilitou que muitos cirurgiões dentistas e laboratórios adquirissem

tais equipamentos, já que os valores se tornam cada vez mais acessíveis (Jokstad., 2017).

Muitas dessas empresas se não todas, possuem softwares abertos para que o usuário consiga trabalhar de forma livre (Boulanger., 2005). Atualmente as extensões de arquivo mais utilizadas são Standard language tessellation (.STL) e Polygon file format (.PLY), (Ting-shu S., Jian S., 2015) sendo a .STL considerada uma extensão de leitura universal, qualquer software 3D consegue identificar tal formato, já a extensão .PLY sendo um tipo de arquivo que possui malhas 3D coloridas; (Richert *et al.*, 2017).

O tamanho dessas extensões pode ser influenciado diretamente a forma de como foi realizado o escaneamento (Latham., 2019; Mennito *et al.*, 2018), escaneamentos repetidos da mesma área, áreas extensas, complexidades anatômicas e superfícies altamente reflexivas (Resende *et al.*, 2019), tem influência direta no tamanho do arquivo, na prática podendo influenciar no modelo obtido tanto digitalmente como impresso em 3D (Ender *et al.*, 2013) um modelo de baixa exatidão traz um trabalho de pouca qualidade e pouca longevidade (Zarauz *et al.*, 2019) e arquivos muito grandes podem sobrecarregar o equipamento de armazenamento.

Para esses modelos com muitos dados, alguns softwares 3D, tem dificuldade para leitura das extensões já citadas, necessitando que o laboratório faça uma redução de triangulas da malha manualmente dentro do software sendo utilizado (Farook *et al.*, 2020). Porém uma empresa (Cerec Dental Systems) possibilita que seus escaneamentos sejam exportados em diferentes resoluções de arquivo .STL, sendo elas alta resolução (A.R.), media resolução (M.R.) e baixa resolução (B.R.), sendo que AR apresenta 100% dos triângulos da malha, MR 75% e BR 25% dos triângulos (Abad-Coronel *e tal.*, 2022). Quantidades diferentes de triângulos, na prática implicam que o modelo digital possui ou não mais detalhes, conseqüentemente o modelo impresso pode ou não apresentar menos ou mais detalhes. (Lin., 2006)

Atualmente poucos estudos estão disponíveis sobre a exatidão desses três tipos de resoluções e suas influências na obtenção de modelos impressos e digitais. Exatidão sendo dividida em duas classificações, veracidade: descreve o quanto a medição se desvia das dimensões reais do objeto medido (ISO 5725-1) e a reprodutibilidade: descreve o quão perto as medições repetidas estão umas das outras (ISO 5725-1).

No entanto não se sabe se diferentes tipos de resolução têm influência direta na impressão de modelos 3D em arco total. Portanto o objetivo desse trabalho é comparar diferentes tipos de resoluções .STL na obtenção de modelos digitais e impressos. Tendo como hipótese nula que: não há diferença entre os diferentes tipos de resoluções .STL na qualidade final dos modelos digitais e impressos.

MATERIAL AND METHODS

A partir de um modelo mestre e um escâner previamente calibrado, foram realizados dez escaneamentos intra orais (CEREC Omnicam, Dentsply Sirona) por um único operador seguindo protocolo de escaneamento da empresa (Dentsply Sirona 2019) (Figura1), o equipamento com atualização de software 4.6.1. Desses dez escaneamentos cada um foi exportado em três diferentes resoluções, totalizando um N de 30 resoluções, separados então em grupo alta resolução digital, media resolução digital e baixa resolução digital.

Para o grupo controle, o mesmo modelo mestre foi escaneado apenas uma vez em escâner de bancada (in Eos X5, Sirona), resultado em apenas um modelo .STL (GC). A partir de todos os .STL obtidos, exceto o de bancada, foram então impressos em 3D com resolução de 50 micras (Anycubic Photon S) (Ko *et al.*, 2021) 30 modelos físicos com resina própria para modelos odontológicos (Prizma 3D model, Makertech labs), e classificados em três grupos: grupo alta resolução impresso, media resolução impresso e baixa resolução impresso (ARI, MRI e BRI).

Então os mesmos modelos foram novamente escaneados em escâner de bancada para serem avaliados em um software de comparações 3D (Geomatic Control, 3D Systems) (Figura 2).

Para avaliação da veracidade dos modelos impressos, todos ARI, MRI e BRI foram sobrepostos ao GC com auxílio da ferramenta “alinhamento inicial” disponível dentro do software, após cada alinhamento as malhas eram cortadas acima da linha de junção mucogengival, eliminando excessos que não fossem interessantes para a análise, com a ferramenta “best-fit” era feito o alinhamento final e então gerado o relatório de diferenças entre os modelos, totalizando dez relatórios por grupo (figura 3).

Para avaliação da reprodutibilidade, os modelos impressos eram comparados dentro de seus respectivos grupos, seguindo todas as etapas já citadas anteriormente, porém eliminando o CG, já que as avaliações eram para identificar se a resolução influencia na reprodutibilidade do escaneamento. Da mesma forma foi avaliada a veracidade e reprodutibilidade dos modelos digitais. Seguindo todos os passos supracitados. Todos os valores apresentados pelo software se apresentam em milímetros (mm).

Para analisar a exatidão das medidas em cada tipo de resolução, realizou-se primeiramente o teste de normalidade de Shapiro-Wilk. Observou-se que os valores dos resíduos da análise de variância não apresentaram distribuição normal ($p\text{-valor} < 0,05$) em todas as resoluções.

A distribuição dos resíduos da análise de variância e a igualdade de variância foram analisados por meio dos testes de Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente. Como os resíduos da ANOVA não apresentaram distribuição normal ($p\text{-valor} < 0,05$), utilizou-se o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis para comparação dos grupos ao escaneamento de bancada, seguido do teste de Dwass-Steel-Critchlow-Fligner para as comparações múltiplas.

Para testar a reprodutibilidade das medidas, utilizou-se o teste t para comparar se as médias das diferenças eram iguais a zero para cada tipo de resolução, pois espera-se que as diferenças

sejam mínimas ou próximas de zero. Para as médias máximas e mínimas, como os dados não apresentaram distribuição normal, foi utilizado o teste de Wilcoxon. Para a realização das análises utilizou-se o software Jamovi, Versão 2.3 (The jamovi Project, 2022). Considerou-se o nível de significância de 5%.

RESULTS

Para verificar veracidade das avaliações, por meio do teste de Kruskal-Wallis, verifica-se que para modelos digitais não houve diferença estatística entre os grupos para todas as resoluções avaliadas ($p\text{-valor} > 0,05$). Na tabela 1 podemos notar que as médias de desvios máximos e mínimos se apresenta próximo a 50 micras (μm).

Para avaliar reprodutibilidade, foi realizado o teste t para avaliar se essas médias eram diferentes de zero ou não. Para as três resoluções, verificou-se que essa diferença não foi significativa ($p\text{-valor} > 0,05$) indicando boa precisão das medidas esses resultados podem ser vistos na tabela 2 modelos digitais comparados dentro de seus respectivos grupos, os valores se apresentaram próximos a 30 μm de diferença.

Para os resultados de veracidade dos modelos impressos comparados ao CG tabela 3, a média dos desvios se apresentam próximas de 65 μm , já na tabela 4 os resultados das avaliações dos modelos impressos para reprodutibilidade, a média dos valores dos desvios máximos e mínimos se apresentam próximos a 60 μm de diferença.

DISCUSSION

A hipótese nula deste trabalho foi aceita, já que não existe diferença estatística entre diferentes resoluções de arquivo .STL na obtenção de modelos digitais e impressos.

Atualmente muitas empresas existentes no mercado disponibilizam a exportação de imagens em vários formatos, sendo o mais utilizado .STL, esse tipo de arquivo pode ser identificado em qualquer tipo de software 3D (Kernen et al., 2020). Porém a Sirona disponibiliza três possíveis resoluções de arquivo .STL dentro de seus softwares, .STL em alta, média e baixa resolução.

A diferença pode ser vista na prática pelos tamanhos de arquivos, e como enviá-los, o envio pode ser dificultado ou não, o armazenamento de arquivos em alta resolução tornam o espaço no disco rígido do computador limitado (Farook *et al.*, 2020), podendo até diminuir sua eficiência. Arquivos mais leves são mais fáceis de se enviar e facilitam a comunicação clínica/laboratório, facilitando o armazenamento de muitos dados para trabalhos mais complexos como: ortodontia, cirurgias ortognáticas, cirurgia guiada de implante e reabilitações com próteses fixas.

Porém já se sabe que a redução da malha pode ser feita a partir de softwares de planejamento gratuitos, sem que haja a perda significativa de qualidade da malha, alguns softwares mais utilizados sendo (meshmixer, meshlab e SculptGL), para trabalhos menores como próteses fixas, 25% da malha se torna uma diferença insignificante, já para trabalhos maiores como supracitados, a diferença entre 100% e 25% chega a ser de 100 micras (Farook 2021).

Uma empresa voltada para tratamentos odontológicos não disponibilizaria em seus equipamentos opções de exportação que prejudicariam o tratamento de seus pacientes, como justificativa a mesma diz que disponibiliza diferentes resoluções para que seja possível a leitura de malhas em diferentes softwares de planejamento gratuitos, e tiram total responsabilidade da empresa após exportação em diferentes resoluções (Sirona, 2019).

A possibilidade que a empresa traz de exportar em baixa resolução, tem como vantagem a possibilidade de armazenamento de tratamentos finalizados fora do equipamento, assim além

de liberar espaço para o escâner, o local de armazenamento desses arquivos não fica sobrecarregado. Dentistas que não querem investir em computadores de ponta e não tem interesse em softwares pagos, podem optar por trabalhar com malhas reduzidas em softwares gratuitos e em computadores mais acessíveis. (Boulanger., 2005)

Optar por imprimir os modelos com precisão de 50 μm pode ter tido influencia direta nos resultados que foram apresentados nas tabelas 3 e 4, porem o tempo e custo pode ter valores superiores quando comparados a impressões de 100 μm que tem uma maior velocidade de impressão (Ko *et al.*, 2021). Ficando a critério do cirurgião dentista e laboratório qual precisão será utilizada.

Porem vale ressaltar que experiencia do operador é um fator importante para que estas resoluções apresentem os mesmos resultados de reprodutibilidade como vistos nas tabelas 2 e 4, já que a mesma independe da veracidade ao modelo mestre. Escaneamentos repetidos, não seguir o protocolo de escaneamento da empresa, não realizar atualizações de software podem contribuir para um escaneamento pobre em detalhes. (Latham *et al.*, 2019; Mennito AS *et al.*, 2018).

Este trabalho traz uma proposta que procura simplificar o uso do fluxo de trabalho CAD/CAM chairside. Com muitas opções em mãos, muitas vezes o usuário se encontra em dúvida de como prosseguir com o tratamento, mostrando para o mesmo que independente da resolução que ele o selecionar terá o mesmo resultado final. Independente da resolução de exportação selecionada pelo cirurgião dentista, o mesmo pode obter bons resultados em seus modelos impressos. (Abad-Coronel C *et al.*, 2022).

Os resultados do presente estudo precisam ser interpretados com cautela, pois embora a exatidão tenha sido ideal, mudar o tipo de impressora e resina pode não trazer os mesmos resultados, já que cada fabricante possui uma formulação diferente. Também temos que levar

em consideração de como este trabalho não foi realizado em boca, excluimos os vieses de saliva, movimentação do paciente, abertura de boca e tecidos moles. Sugerindo estudos clínicos futuros para comprovar resultados obtidos neste trabalho.

CONCLUSION

De acordo com os resultados obtidos neste estudo in vitro, pode-se tirar as seguintes conclusões:

- 1) As três opções de resolução não tiveram diferença estatisticamente significativa em veracidade e reprodutibilidade.
- 2) Resoluções mais baixas podem ser uma excelente alternativa para facilitar a comunicação dentista e laboratório e evita o uso de outros softwares não próprios para odontologia para compactação de malhas;

REFERENCES

1. Kayatt FE, Neves FD. Aplicação dos Sistemas CAD/CAM na Odontologia Restauradora. 1st ed. Editora Elsevier: Rio de Janeiro; 2013. p.13-26.
2. Blatz MB, Conejo J. The Current State of Chairside Digital Dentistry and Materials. Dent Clin North Am. 2019 Apr;63(2):175-197. doi: 10.1016/j.cden.2018.11.002. PMID: 30825985.
3. Spitznagel FA, Boldt J, Gierthmuehlen PC. CAD/CAM Ceramic Restorative Materials for Natural Teeth. J Dent Res. 2018 Sep;97(10):1082-1091. doi: 10.1177/0022034518779759. Epub 2018 Jun 15. PMID: 29906206.
4. Glisic O, Hoejbjerre L, Sonnesen L. A comparison of patient experience, chair-side time, accuracy of dental arch measurements and costs of acquisition of dental models. Angle Orthod. 2019 Nov;89(6):868-875. doi: 10.2319/020619-84.1. Epub 2019 Jul 1. PMID: 31259615; PMCID: PMC8109162.

5. Farook TH, Jamayet N Bin, Abdullah JY, et al: Designing 3D prosthetic templates for maxillofacial defect rehabilitation: a comparative analysis of different virtual workflows. *Comput Biol Med* 2020;118:103646
<https://doi.org/10.1016/j.compbiomed.2020.103646>
6. Barbarash D: Representation stigma: perceptions of tools and processes for design graphics. *Front Archit Res* 2016;5:477-488
<https://doi.org/10.1016/j.foar.2016.09.001>
7. Kernen F, Kramer J, Wanner L, Wismeijer D, Nelson K, Flügge T. A review of virtual planning software for guided implant surgery - data import and visualization, drill guide design and manufacturing. *BMC Oral Health*. 2020 Sep 10;20(1):251. doi: 10.1186/s12903-020-01208-1. PMID: 32912273; PMCID: PMC7488021
8. Jokstad A: Computer-assisted technologies used in oral rehabilitation and the clinical documentation of alleged advantages—a systematic review. *J Oral Rehabil* 2017;44:261-290 <https://doi.org/10.1111/joor.12483>
9. Boulanger A: Open-source versus proprietary software: is one more reliable and secure than the other? *IBM Syst J* 2005;44:239-248
<https://doi.org/10.1147/sj.442.0239>
10. Ting-shu S, Jian S. Intraoral digital impression technique: a review: intraoral digital impression review. *J Prosthodont*. 2015;24(4):313-321
<https://doi.org/10.1111/jopr.12218>
11. Richert R, Goujat A, Venet L, et al. Intraoral scanner technologies: a review to make a successful impression. *J Healthc Eng*. 2017;2017:1-9.
<https://doi.org/10.1155/2017/8427595>
12. Latham J, Ludlow M, Mennito A, Kelly A, Evans Z, Renne W. Effect of scan pattern on complete-arch scans with 4 digital scanners. *J Prosthet Dent*. 2020 Jan;123(1):85-95. doi: 10.1016/j.prosdent.2019.02.008. Epub 2019 Apr 12. PMID: 30982616.
13. Mennito AS, Evans ZP, Lauer AW, Patel RB, Ludlow ME, Renne WG. Evaluation of

- the effect scan pattern has on the trueness and precision of six intraoral digital impression systems. *J Esthet Restor Dent*. 2018 Mar;30(2):113-118. doi: 10.1111/jerd.12371. Epub 2018 Feb 24. PMID: 29476599.
14. Resende CCD, Barbosa TAQ, Moura GF, Tavares LDN, Rizzante FAP, George FM, Neves FDD, Mendonça G. Influence of operator experience, scanner type, and scan size on 3D scans. *J Prosthet Dent*. 2021 Feb;125(2):294-299. doi: 10.1016/j.prosdent.2019.12.011. Epub 2020 Feb 27. PMID: 32115221.
15. Ender A, Mehl A. Accuracy of complete-arch dental impressions: a new method of measuring trueness and precision. *J Prosthet Dent* 2013;109: 121-8
[https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(13\)60028-1](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(13)60028-1)
16. Zarauz C, Valverde A, Martinez-Rus F, Hassan B, Pradies G. Clinical evaluation comparing the fit of all-ceramic crowns obtained from silicone and digital intraoral impressions. *Clin Oral Invest*. 2016;20(4):799-806. <https://doi.org/10.1007/s00784-015-1590-5>
17. Abad-Coronel C, Atria PJ, Romero Muñoz C, Conejo J, Mena Córdova N, Pendola M, Blatz M. Analysis of the mesh resolution of an .STL exported from an intraoral scanner file. *J Esthet Restor Dent*. 2022 Mar 5. doi: 10.1111/jerd.12889. Epub ahead of print. PMID: 35247025.
18. Lin G, Yu T-Y: An improved vertex caching scheme for 3d mesh rendering. *IEEE Trans Vis Comput Graph* 2006;12:640-648 <https://doi.org/10.1109/TVCG.2006.59>
19. International Organization for Standardization. Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results Part 1: General principles and definitions (ISO 5725e1:1994). Berlin: Beuth Verlag GmbH;1997.
20. Dentsply S. CEREC Omnicam AC, Omnicam AC Instruções de utilização (válido para o Brasil) <https://www.dentsplysirona.com/content/dam/master/product-procedure-brand-categories/cerec/product-categories/hardware/intraoral-scanners/ifu/archived/CER-IFU-CEREC-Omnicam-AC-Omnicam-AC-BR-PT->

6707322-2019-06-25.pdf

21. Ko J, Bloomstein RD, Briss D, Holland JN, Morsy HM, Kasper FK, Huang W. Effect of build angle and layer height on the accuracy of 3-dimensional printed dental models. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2021 Sep;160(3):451-458.e2. doi: 10.1016/j.ajodo.2020.11.039. PMID: 34456006.
22. Kernen F, Kramer J, Wanner L, Wismeijer D, Nelson K, Flügge T. A review of virtual planning software for guided implant surgery - data import and visualization, drill guide design and manufacturing. *BMC Oral Health.* 2020 Sep 10;20(1):251. doi: 10.1186/s12903-020-01208-1. PMID: 32912273; PMCID: PMC7488021
23. Farook TH, Barman A, Abdullah JY, Jamayet NB. Optimization of Prosthodontic Computer-Aided Designed Models: A Virtual Evaluation of Mesh Quality Reduction Using Open Source Software. *J Prosthodont.* 2021 Jun;30(5):420-429. doi: 10.1111/jopr.13286. Epub 2020 Dec 2. PMID: 33200429.
24. https://www.youtube.com/watch?v=L1gxWEf27gk&t=318s&ab_channel=DentsplySirona

TABLES

		Percentis			
	resolução	Média	Mediana	25th	75th
avg+	alta	0.0487	0.0500	0.0446	0.0551
	baixa	0.0506	0.0510	0.0443	0.0554
	media	0.0495	0.0514	0.0441	0.0569
		Percentis			
	resolução	Média	Mediana	25th	75th
avg-	alta	-0.0415	-0.0413	-0.0463	-0.0388
	baixa	-0.0383	-0.0375	-0.0439	-0.0350
	media	-0.0387	-0.0377	-0.0439	-0.0361

Tabela 1: Resultados em mm das comparações dos modelos digitais quando sobrepostos ao modelo mestre, os percentis mostram que para todas resoluções os desvios estiveram entre 50 e 30 micras de desvio

		Percentis			
	resolução	Média	Mediana	25th	75th
Avg+	alta	0.0294	0.0265	0.0192	0.0369
	baixa	0.0305	0.0278	0.0195	0.0381
	media	0.0297	0.0267	0.0192	0.0368

		Percentis			
	resolução	Média	Mediana	25th	75th
Avg-	alta	-0.0309	-0.0281	-0.0366	-0.0228
	baixa	-0.0309	-0.0275	-0.0360	-0.0224
	media	-0.0305	-0.0274	-0.0357	-0.0226

Tabela 2: Resultados em mm das comparações intra grupos para modelos digitais, mostrando percentis das medias dos valores também todos próximos a 30 micras de desvio

		Percentis			
	resolução	Média	Mediana	25th	75th
avg+	alta	0.0641	0.0577	0.0505	0.0638
	baixa	0.0669	0.0565	0.0541	0.0634
	media	0.0671	0.0584	0.0548	0.0703

		Percentis			
	resolução	Média	Mediana	25th	75th
avg-	alta	-0.0998	-0.0948	-0.108	-0.0913
	baixa	-0.1031	-0.0981	-0.112	-0.0947
	media	-0.1020	-0.0991	-0.102	-0.0970

Tabela 3: Resultados em mm das comparações dos modelos impressos quando sobrepostos ao modelo mestre, os percentis mostram que para todas resoluções os desvios estiveram próximos a 65 micras e 100 micras

		Percentis			
	resolução	Média	Mediana	25th	75th
Avg+	alta	0.0536	0.0535	0.0360	0.0360
	baixa	0.0531	0.0450	0.0334	0.0729
	media	0.0525	0.0490	0.0359	0.0622

		Percentis			
	resolução	Média	Mediana	25th	75th
Avg-	alta	-0.0661	-0.0530	-0.0868	-0.0380
	baixa	-0.0742	-0.0524	-0.0360	-0.0224
	media	-0.0660	-0.0536	-0.0934	-0.0412

Tabela 4: Resultados em mm das comparações intra grupos para modelos impressos, mostrando percentis das medias dos valores entre 30 e 75 micras

FIGURES

Figura 1

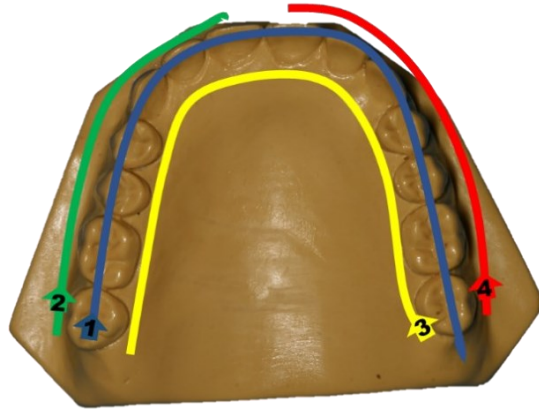


Figura 2

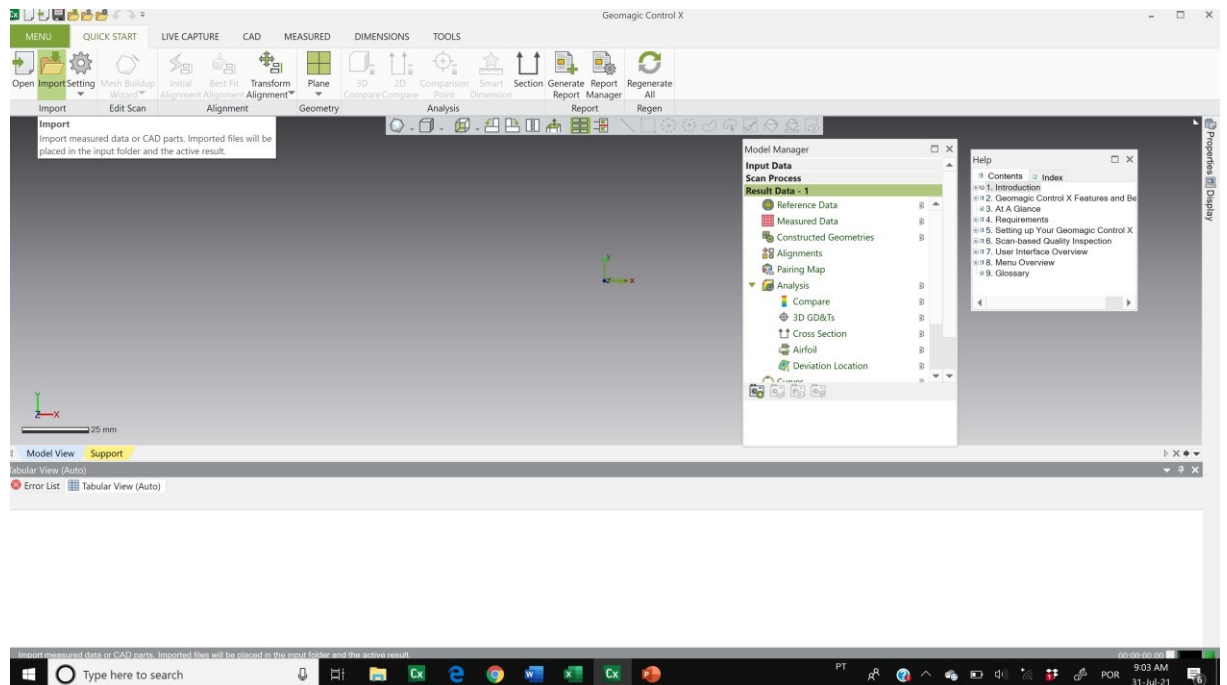
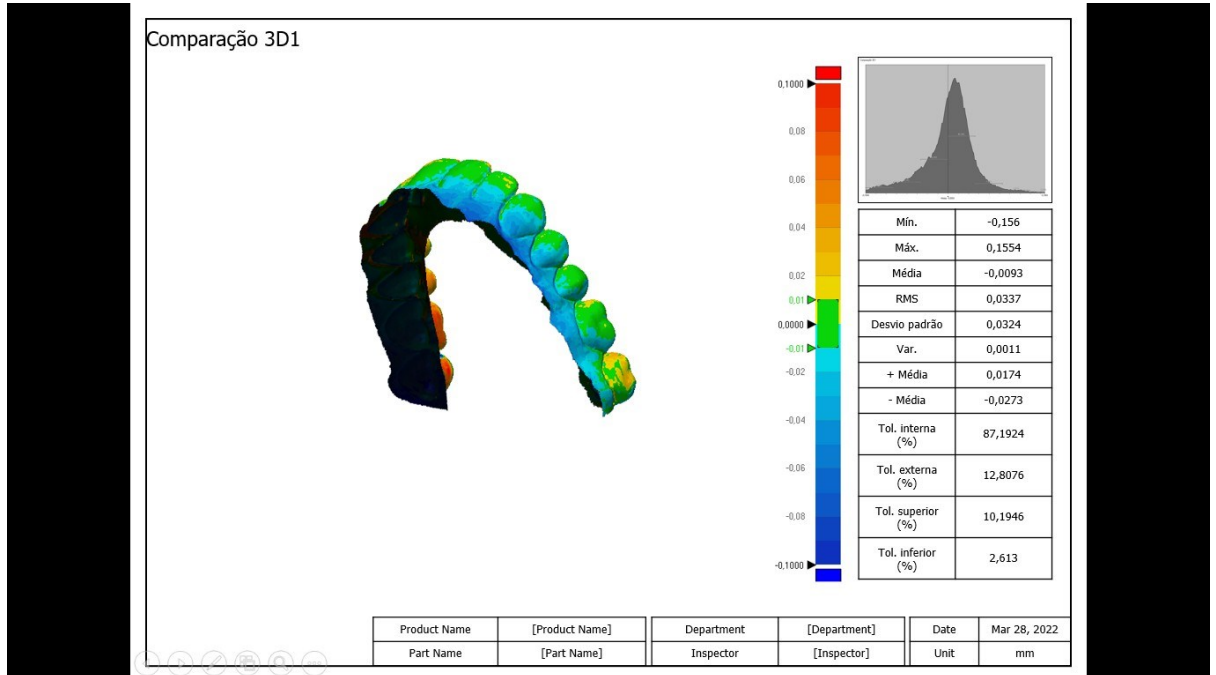


Figura 3



LEGENDS

Figura 1: Padrão de escaneamento sugerido no manual da empresa Sirona para o escaner intra oral CEREC Omnicam

Figura 2: Software de comparações e sobreposições 3D (Geomatic Control)

Figura 3: Relatório gerado após cada avaliação, mostrando valores em mm, e cores que representam desvios máximos (vermelho) e mínimos (azul).