

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/363539846>

Comparação da eficácia do método de análise de modelos realizados de forma digital e convencional

Article · September 2022

CITATIONS

0

READS

2

5 authors, including:



Murilo Miranda Viana
University of Campinas

10 PUBLICATIONS 10 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



João Batista de Paiva
University of São Paulo

56 PUBLICATIONS 330 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



José Rino Neto
University of São Paulo

58 PUBLICATIONS 358 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Israel Chilvarquer
University of São Paulo

65 PUBLICATIONS 560 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



MSc project - Analysis of soft tissues [View project](#)



Studies of elastic plate bending in building structures [View project](#)

Comparação da eficácia do método de análise de modelos realizados de forma digital e convencional

Recebido em: jun/2022

Aprovado em: jul/2022

Teresa Cristina Alves da Silva Gonzalez de Carvalho - DDS, MS, Department of Stomatology - Oral Radiology Area, School of Dentistry, University of São Paulo, SP, Brazil

Murilo Miranda-Viana - DDS, MS, PhD student, Department of Oral Diagnosis - Oral Radiology Area, Piracicaba Dental School, University of Campinas, Piracicaba, SP, Brazil

João Batista de Paiva - DDS, MS, PhD, Professor, Department of Orthodontics, School of Dentistry, University of São Paulo, São Paulo, Brazil

José Rino Neto - DDS, MS, PhD, Professor, Department of Orthodontics, School of Dentistry, University of São Paulo, São Paulo, Brazil

Israel Chilvarquer - DDS, MS, PhD, Professor, Department of Oral Diagnosis - Oral Radiology Area, School of Dentistry, University of São Paulo, Piracicaba, SP, Brazil

Autor de correspondência:

Teresa Cristina Alves da Silva Gonzalez de Carvalho
Rua da Praça do Relógio, 109
Butantã - São Paulo
05508-050
Brasil
teresacristina1980@gmail.com

Comparison of the effectiveness of the analysis of orthodontic models performed manually and digitally

RESUMO

Objetivo: Os scanners intraorais trazem facilidades aos consultórios odontológicos, otimizando o tempo e trazendo conforto e comodidade ao paciente. Este estudo teve como objetivo comparar a análise de modelos convencionais e digitais. **Métodos:** A metodologia aplicada baseia-se em dez pares de modelos ortodônticos de gesso que foram digitalizados por um único examinador, e as medições manuais de uma análise longitudinal e transversal foram feitas por três dentistas previamente calibrados, com a ajuda de um paquímetro digital, e todas as medições obtidas foram comparadas com as do software. **Resultados:** O índice de confiabilidade do software comparado com o da odontologia foi excelente (ICC > 0,89). **Conclusões:** Conclui-se que o software em questão pode ajudar na operação do processo de análise do modelo ortodôntico, bem como ajudar no diagnóstico e/ou planejamento do tratamento.

Descritores: análise de modelos; escaneamento intraoral; análise digital; software

ABSTRACT

Aim: Intraoral scanners bring facilities to the dental practices, optimizing time and bringing comfort and convenience to the patient. This study aimed to compare conventional and digital model analysis. **Methods:** The applied methodology is based on ten pairs of plaster orthodontic models that were scanned by a single examiner, and the manual measurements of a longitudinal and a transversal analysis were made by three previously calibrated dentists, with the aid of a digital pachymeter, and all the measurements obtained were compared with those of software. **Results:** The software reliability index compared to dentistry was excellent (ICC > 0.89). **Conclusions:** It is concluded that the software in question can help in the operation of the orthodontic model analysis process, as well as assist in diagnosis and/or treatment planning.

Descriptors: image processing, orthodontics, software

RELEVÂNCIA CLÍNICA

Reduzir o incômodo no paciente ao realizar moldagens convencionais e disponibilizar o arquivo digital ao cirurgião-dentista no consultório clínico, a fim de favorecer um diagnóstico mais assertivo e objetivo, além de acelerar o processo de análise do radiologista.

INTRODUÇÃO

Os escâneres intraorais são dispositivos que realizam impressões óticas diretas de arcadas dentárias em odontologia.¹ Eles promovem a reprodução das condições bucais com elevado detalhe e precisão, dispensando desta forma, o uso dos materiais de moldagem, que causam grande desconforto aos pacientes e dentistas. Como resultado deste processo, obtemos um modelo intrabucal digital do paciente, um registro tridimensional das arcadas previamente ao tratamento por meio de uma técnica imaginológica.

O registro tridimensional do paciente pode ser utilizado para diagnóstico, planejamento de casos clínicos e para confecção de próteses ou guias que serão utilizados durante o tratamento. O modelo intrabucal digital é armazenado em formato digital, não necessitando armazenamento físico^{2,3} economizando espaço nos consultórios dos cirurgiões dentistas. O armazenamento digital dos modelos possibilita um rápido envio, assim como melhor comunicação e colaboração entre cirurgiões-dentistas. Dessa forma, a replicação do modelo físico se torna obsoleta, economizando tempo e materiais.^{2,3}

Ao eliminar a técnica de moldagem convencional, erros como: bolhas de ar, ruptura dos materiais de moldagem, deslocamento e movimento da moldeira, deflexão da moldeira, presença de pouco material de moldagem, adesivo de moldagem inadequado, ou distorção resultante de procedimentos de desinfeção podem ser minimizados ou até mesmo eliminados.⁴

Vários estudos foram realizados para avaliar a precisão de escâneres intraorais com objetivo de confeccionar próteses unitárias.⁵⁻⁷ Já em pesquisas relacionadas a precisão de exames de arcada completa, muitos autores realizaram estudos in-vitro utilizando modelos de referência.^{8,9} Alguns estudos não mostraram diferença estatisticamente significativa entre as medidas feitas em modelos digitais e modelos de gesso,^{3,10} enquanto os estudos que encontraram, não relataram diferença clinicamente significativa.^{11,12}

O escaneamento intraoral das arcadas dentárias pode ser utilizado em três etapas distintas, diagnóstico, planejamento e avaliação do tratamento. Na ortodontia, uma das etapas necessárias para o bom planejamento é a análise de modelos comumente realizada em modelos de gesso com compasso de ponta seca, ou paquímetros digitais. Uma técnica de medição ideal deve ser precisa, reprodutível e capaz de ser completada em tempo hábil.^{3,11} Desta forma, carece na literatura informações da capacidade diagnóstica desta técnica imaginológica.

O objetivo deste estudo foi avaliar a validade e a reprodutibilidade destas imagens tridimensionais para o diagnóstico de análise de modelos realizadas em modelos, por meio da comparação de resultados entre a técnica tridimensional imaginológica com as medidas obtidas pela técnica tradicional de análise de modelos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de 10 pares de modelos de estudo ortodônticos, provenientes do banco de dados do INDOR – Instituto de Documen-

tação Ortodôntica e Radiodiagnóstico.

Os critérios de inclusão foram:

1. Modelos de pacientes jovens e adultos de 12 a 25 anos do sexo masculino e feminino;
2. Dentição permanente completa do segundo molar para o segundo molar contralateral na maxila e mandíbula;
3. Sem dentes ausentes;
4. Todos os elementos dentários aparentemente estavam hígidos;
5. Oclusão Classe I com apinhamento ou diastemas ou Classe II;
6. Não possuir aparatos ortodônticos ou ortopédicos funcionais nos maxilares.

Os Critérios de exclusão foram:

1. Deformidade craniofacial
2. Presença de distúrbios dentários de desenvolvimento

Foram realizados dois métodos de obtenção de medidas dos modelos: O primeiro com a realização de medidas utilizando paquímetro digital Mitutoyo (Mitutoyo Sul Americana LTDA – Brasil), feitos por três cirurgiões dentistas avaliadores, com ao menos 3 anos de experiência em radiologia odontológica. Os avaliadores refizeram as todas as medições novamente com intervalo de 15 dias para fins de padronização intra-avaliador (Figura 1).

O segundo método consistiu na aquisição dos mesmos modelos de estudo, escaneando-os e obtendo um modelo digital, com o escâner intraoral CS3600 Carestream (Carestream – Rochester – NY). Todas as digitalizações com o escâner intraoral foram obtidas pelo mesmo examinador, de acordo com a recomendação do fabricante, e todos os dados digitalizados foram salvos em formato STL em um banco de dados.

O processo de segmentação dos elementos foi realizado de forma semiautomática pelo próprio programa de aquisição do escaneamento intraoral CS Model+ (Carestream – Rochester – NY) e oferece a possibilidade de ajustes no contorno das coroas bem como da delimitação do eixo méso-distal dos elementos dentários. Já a análise dos modelos foi realizada de forma totalmente automatizada pelo software (Figuras 2, 3 e 4). As análises de modelos foram escolhidas e conformidade com a amostra, que possui modelos com dentição permanente completa. Uma análise longitudinal (Bolton), e outra transversal (Pont) foram medidas e comparadas intra-examinador e com o software CS Model+. A análise estatística utilizada foi Coeficiente de Correlação Intraclasse (CCI).

RESULTADOS

Observou-se um índice de confiabilidade intra-avaliador excelente (>0,81) para os três profissionais. Foi demonstrado também pelo CCI que a padronização intra-avaliador também foi excelente, bem como os avaliadores quando associados ao software CS Model+.

A análise de modelos de Bolton, faz referências em sua maior

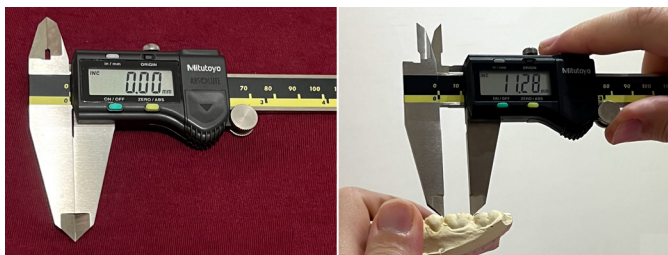


FIGURA 1
Paquímetro Digital Mitutoyo

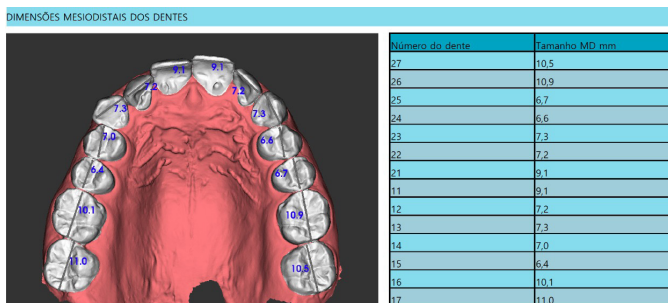


FIGURA 2
Análise de Bolton pelo CS Model+. Medida dos dentes no sentido mesio-distal, estabelecida pela unidade de milímetros (mm)

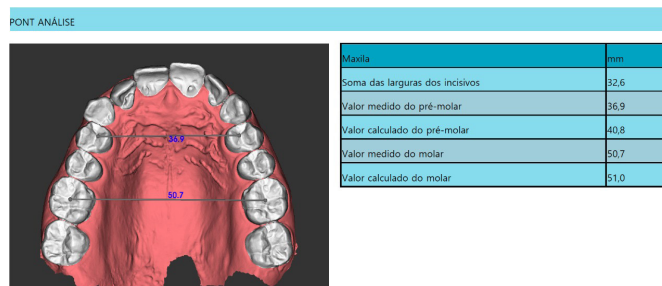


FIGURA 3
Análise de Pont. Distância transversal intermaxilar

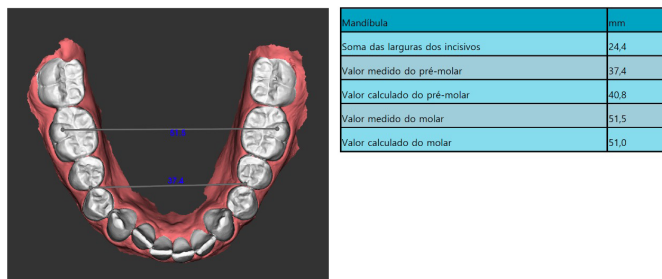


FIGURA 4
Análise de Pont. Distância transversal intermandibular

parte no tamanho dos dentes na sua largura méso distal, sendo que são as medidas feitas de primeiro molar a primeiro molar (Total 12), e na região anterior de canino a canino (total 6). Em seguida, aplica-se uma fórmula, onde: a soma dos 12 elementos dentários mandibulares é multiplicada por 100, e dividido pela soma dos 12 elementos dentários maxilares, obtendo-se a razão (ou rácio, conforme a denominação do software). A mesma fórmula aplica-se aos seis elementos anteriores. A tabela mostra que os avaliadores estão padronizados entre si nos critérios de avaliação, e que quando comparados com o CS Model+ existe uma leve queda nos índices de confiabilidade, ainda assim, mantendo-se na classificação excelente. Exceção se fez na medida "Total dos 6 dentes inferiores", onde o valor dos avaliadores associados ao software aumentou.

A análise de Pont¹⁴, é uma análise transversal com pontos referenciais e de medição, baseados em sulcos, vertentes e cúspides. Os resultados inter avaliadores também foi considerado excelente, bem como dos avaliadores associados ao software. Novamente observa-se queda nos índices, exceto na "soma dos incisivos superiores", que teve melhora em seu resultado. Ainda assim, todos os resultados estão classificados como excelente.

DISCUSSÃO

Com os avanços apresentados pelo escaneamento intraoral, o uso de registros ortodônticos digitalizados está se tornando cada vez mais comum na prática clínica. Além da praticidade e confiabilidade fornecida por modelos digitais, a automação de

vários tipos de análises vem se tornando cada vez mais comum entre os softwares computacionais.¹² Dessa forma, é necessário testar a efetividade, reprodutibilidade e confiabilidade desse novo método digital cujo objetivo é auxiliar o ortodontista na visualização, mensuração e análise de modelos, bem como no alcance do diagnóstico e plano de tratamento. O presente estudo não encontrou diferenças estatisticamente significativas, e todos os itens analisados individualmente (Total de 12 dentes, distância inter molares, soma dos incisivos), trouxeram resultados considerados excelentes. Observamos que a Soma dos Incisivos (Tabela 1, 2, 3 e 4) apresenta-se com resultados superiores quando os avaliadores e o software CS Model+ são comparados entre si, nos fazendo inferir que a concordância e melhores medições foram obtidas na região anterior.

Em um estudo de 2013, utilizando os mesmos métodos do estudo acima apresentado, não se observou diferença significativa nas medidas realizadas manualmente, se comparadas com as medidas obtidas através do software, concordando com os resultados do presente estudo.

Em outro estudo¹³, avaliaram a confiabilidade e a validade das medições realizadas em modelos digitais com um escâner de mesa e software de análise, em comparação com medições feitas manualmente em modelos convencionais. Um total de 20 pares de gesso refletindo as condições intraorais de 20 indivíduos totalmente dentados foram digitalizados usando um escâner tridimensional (D700; 3Shape). Uma série de parâmetros definidos foram medidos tanto nos modelos digitais resultantes com

TABELA 1
Resultados intra-avaliador com a análise de Bolton

Bolton	CCI / Intra-examinador	IC - 95%
Total 12 dentes superiores	0.989	0.995 - 0.997
Total 12 dentes inferiores	0.985	0.939 - 0.996
Total 6 dentes superiores	0.979	0.913 - 0.995
Total 6 dentes inferiores	0.929	0.716 - 0.982
Razão 12 dentes	0.968	0.869 - 0.992
Razão 6 dentes	0.941	0.761 - 0.985

TABELA 2
Resultados intra-avaliador com a análise de Bolton

Bolton	CCI Intra-Examinador/ CS Model+	IC - 95%
Total 12 dentes superiores	0.988	0.964 - 0.997
Total 12 dentes inferiores	0.958	0.878 - 0.989
Total 6 dentes superiores	0.986	0.959 - 0.996
Total 6 dentes inferiores	0.915	0.752 - 0.977
Razão 12 dentes	0.894	0.690 - 0.971
Razão 6 dentes	0.915	0.752 - 0.977

software de análise (Ortho Analyzer; 3Shape) como nos modelos originais de gesso com um paquímetro digital (Digimatic CD-15DCX; Mitutoyo). Ambas as séries de medições foram repetidas duas vezes e analisadas quanto à confiabilidade intra-examinador com base nos coeficientes de correlação intraclasse (CCIs). Os resultados dos modelos digitais foram avaliados quanto à sua validade contra os modelos, calculando as diferenças de valor médio e os limites de concordância de 95% associados (método de Bland-Altman). Diferenças estatisticamente significativas foram identificadas através de um teste t pareado. Foram observadas diferenças significativas para 16 das 24 medidas de largura do dente.

Vários estudos compararam^{9, 11, 12, 13} diferentes programas de software de análise de modelos e a análise manual convencional. Em um estudo comparando as análises digitais e manuais o software Ortho Analyzer, apresentou diferenças estatisticamente significativas, porém não eram clinicamente relevantes. O mé-

TABELA 3
Resultados intra-avaliador com análise de Pont

Bolton	CCI / Intra-examinador	IC - 95%
Pré molares superiores	0,8966	0,6931 - 0,9782
Molares superiores	0,9489	0,7993 - 0,9321
Pré molares inferiores	0,9069	0,7422 - 0,9133
Molares inferiores	0,9178	0,7812 - 0,9291
Valor calculado pré-molar	0,9022	0,7331 - 0,9444
Valor calculado molar	0,9267	0,7121 - 0,9822

TABELA 4
Resultados intra-avaliador com a análise de Pont e o uso do Software

Bolton	CCI / Intra-examinador	IC - 95%
Pré molares superiores	0,8590	0,6608 - 0,9198
Molares superiores	0,8532	0,6587 - 0,9126
Pré molares inferiores	0,8643	0,8638 - 0,9629
Molares inferiores	0,9005	0,7289 - 0,9333
Valor calculado pré-molar	0,8798	0,7812 - 0,9420
Valor calculado molar	0,8992	0,8753 - 0,9725

todo de sobreposição de modelos com o programa Geomagic Qualify demonstrou que os dois tipos de modelos digitais não apresentavam diferenças estatisticamente relevantes. Concluíram que modelos digitais criados a partir do escaneamento dos modelos de gesso foram clinicamente precisos, de acordo com os dois métodos de comparação utilizados. Nesses estudos, os escâneres e os softwares não foram fornecidos por um único fabricante, o que torna o fluxo de trabalho da digitalização para a análise mais exigente. O sistema de análise de modelos oferecido pela Carestream está disponível junto ao software CS Model+. É importante ressaltar que nenhum estudo pregresso avaliou a sua validade e confiabilidade ainda.

CONCLUSÃO

O escaneamento intraoral, além de ser um grande avanço para diversas especialidades da odontologia, é muito confiável para a reprodução de modelos digitais, em substituição dos modelos con-

vencionais. O software de segmentação e análise de modelos CS Model +, não possui diferença significativa em relação as análises de modelos manuais, sendo um meio seguro, eficiente e rápido, otimizando o método diagnóstico fornecido por esse tipo de análise.

Abordagem clínica

- Otimizar e acelerar o trabalho do radiologista nas medições de análise de modelos;
- Reduzir e depois eliminar o uso de modelos convencionais de tomada de impressões e de gesso em clínicas de radiodiagnóstico e, assim, em consultórios e clínicas

ortodônticas, de modo a ocupar menos espaço físico, gerar menos lixo, e tornar o arquivo digital acessível e popular.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Instituto de Documentação Ortodôntica e Radiodiagnóstico (INDOR) pelos modelos e imagens cedidas do banco de dados.

Disponibilidade dos dados

Os conjuntos de dados relacionados a este artigo estarão disponíveis mediante solicitação ao autor correspondente.

REFERÊNCIAS

1. Seelbach P, Brueckel C, Wöstmann B. Accuracy of digital and conventional impression techniques and workflow. *Clin Oral Invest* (2013) 17:1759–1764 doi: 10.1007/s00784-012-0864-4
2. Asquith J, Gillgrass T, Mossey P. Three-dimensional imaging of orthodontic models: a pilot study. *Eur J Orthod*. 2007;29:517–522.
3. Bell A, Ayoub AF, Siebert P. Assessment of the accuracy of a three-dimensional imaging system for archiving dental study models. *J Orthod*. 2003;30:219–223.
4. Polido, WD. Digital impressions and handling of digital models: the future of Dentistry. *Dental Press J Orthod* 22 2010 Sept-Oct;15(5):18–22.
5. Anadioti E, Aquilino SA, Gratton DG, Holloway JA, Denry IL, Thomas GW, et al. Internal fit of pressed and computer-aided design/computer-aided manufacturing ceramic crowns made from digital and conventional impressions. *J Prosthet Dent* 2015; 113:304–309. doi: 10.1016/j.prosdent.2014.09.015
6. Tamim H, Skjerven H, Ekfeldt A, Ronold HJ. Clinical evaluation of CAD/CAM metal-ceramic posterior crowns fabricated from intraoral digital impressions. *Int J Prosthodont* 2014; 27:331–337. doi:10.11607/ijp.3607
7. Boeddinghaus M, Breloer ES, Rehmann P, Wöstmann B. Accuracy of single-tooth restorations based on intraoral digital and conventional impressions in patients. *Clin Oral Invest* 2015 Feb 20.
8. Ender A, Mehl A. Full arch scans: conventional versus digital impressions-an in-vitro study. *Int J Comput Dent* 2011; 14:11–21.
9. Ender A, Mehl A. Accuracy of complete-arch dental impressions: a new method of measuring trueness and precision. *J Prosthet Dent* 2013; 109:121–128. doi: 10.1016/S0022-3913(13)60028-1
10. Gracco A, Buranello M, Cozzani M, Siciliani G. Digital and plaster models: a comparison of measurements and times. *Prog Orthod*. 2007;8:252–259.
11. Mullen SR, Martin CA, Ngan P, Gladwin M. Accuracy of space analysis with emodels and plaster models. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2007;132:346–352.
12. Scott, J. D., English, J. D., Cozad, B. E., Borders, C. L., Harris, L. M., Moon, A. L., & Kasper, F. K. (2019). Comparison of automated grading of digital orthodontic models and hand grading of 3-dimensionally printed models. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 155(6), 886–890.
13. Czarnota, J., Hey, J., Fuhrman, R., Measurements using orthodontic analysis software on digital models obtained by 3D scans of plaster casts, *J Orofac Orthop* (2016) 77:22–30 DOI 10.1007/s00056-015-0004-2.
14. Pont A. Der zahn-index in der orthodontie. *Zeitschrift Zahnatzi Orthop*. 1909; 3:306-21.