



**ANÁLISE DE PRECISÃO DE ESCANEAMENTO DE IMPLANTES
DENTÁRIOS UTILIZANDO DIFERENTES SCANNERS
INTRAORAIS: ESTUDO DE ACURÁCIA**

Journal:	<i>International Journal of Interdisciplinary Dentistry</i>
Manuscript ID	REVISTA-2023-0023.R1
Manuscript Type:	Original Article
Date Submitted by the Author:	20-Aug-2023
Complete List of Authors:	Silva, Briza Leticia; São Leopoldo Mandic College Dias, Sergio; São Leopoldo Mandic College Carvalho, Geraldo Alberto; São Leopoldo Mandic College Franco, Aline ; São Leopoldo Mandic College Fazoli, Vanêssa; São Leopoldo Mandic College, Moreira, Kelly Maria; São Leopoldo Mandic College Ramos, Elimario; São Leopoldo Mandic College
Keywords:	Implantes dentários, Odontologia digital, Scanner

SCHOLARONE™
Manuscripts

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60



Figura 1: a) Modelo grupo unitário. b) Modelo grupo fixa. c) Modelo grupo edêntulo.
209x296mm (72 x 72 DPI)



Figura 2: a) A) Arquivo do software geomagic referente ao grupo unitário. b) Arquivo do software geomagic mostrando a distância entre os scanbodies referente ao grupo fixo. c) Arquivo do software geomagic mostrando todas as medidas referentes as distâncias entre os scanbodies do grupo edêntulo.

209x296mm (72 x 72 DPI)

1
2
3 Relevância Clínica deste artigo intitulado:
4

5 ANÁLISE DE PRECISÃO DE ESCANEAMENTO DE IMPLANTES DENTÁRIOS
6
7 UTILIZANDO DIFERENTES SCANNERS INTRAORAIS: ESTUDO DE
8
9
10 ACURÁCIA
11
12
13

14 A precisão e a distorção no escaneamento quando a distância entre implantes
15 dentários de diferentes scanners intraorais, iTero, Trios e CEREC Primescan, foi
16 avaliada simulando 3 situações clínicas: prótese de 1 elemento dentário, prótese
17 parcial com 4 elementos dentários e prótese tipo protocolo para reabilitação total
18 do arco superior. O scanner e a distância entre os implantes interferiu na precisão
19 do escaneamento, e quanto maior essa distância, maior a distorção. Estes
20 resultados auxiliam os cirurgiões-dentistas na seleção do scanner, os
21 pesquisadores no direcionamento de novas pesquisas e os fabricantes no
22 aperfeiçoamento dos scanners intraorais.
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

DECLARAÇÃO DE CONFLITO DE INTERESSES E FONTE DE FINANCIAMENTO

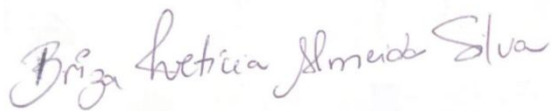
Ao Editor Científico da *Revista Clínica de Periodoncia, Implantología y Rehabilitación oral*

Nós, Briza Letícia Almeida Silva, Sérgio Candido Dias, Geraldo Alberto Pinheiro de Carvalho, Aline Batista Gonçalves Franco, Vanêssa Fazoli, Kelly Maria da Silva Moreira e Elimario Venturin Ramos, autores do manuscrito intitulado “ANÁLISE DA ACURÁCIA DE VARREDURA DE IMPLANTES DENTÁRIOS UTILIZANDO DIFERENTES SCANNERS INTRABUCAIS: ESTUDO IN VITRO”. Declaramos que não existe conflito de interesses e as fontes de financiamento foram recursos próprios dos autores do estudo.

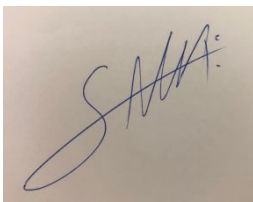
Campinas, Sexta-Feira, 05 de maio de 2023.

Autores:

Briza Letícia Almeida Silva



Sérgio Candido Dias

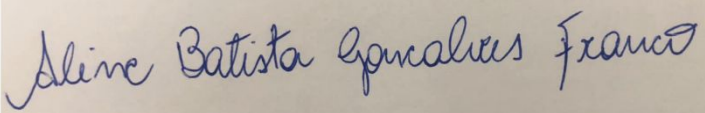


Geraldo Alberto Pinheiro de Carvalho



Aline Batista Gonçalves Franco

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60



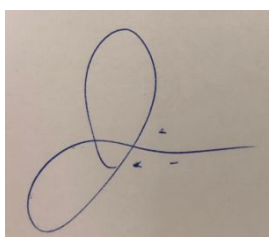
Vanêssa Fazoli



Kelly Maria da Silva Moreira



Elimario Venturin Ramos



FOR REVIEW ONLY

1
2
3 ANÁLISE DE PRECISÃO DE ESCANEAMENTO DE IMPLANTES DENTÁRIOS
4
5 UTILIZANDO DIFERENTES SCANNERS INTRAORAIS: ESTUDO DE ACURÁCIA
6
7

8
9
10 ANALYSIS OF THE SCANNING PERFORMANCE OF DENTAL IMPLANTS
11
12 USING DIFFERENT INTRAORAL SCANNERS: ACCURACY STUDY
13
14
15
16
17

18
19 **Resumo**

20
21 A acurácia de scanners intrabucais no escaneamento de implantes dentários em
22
23 situações clínicas diferentes foi verificada. Modelos simulando reabilitações
24
25 unitárias, próteses parciais fixas múltiplas e protocolo foram escaneados com cada
26
27 scanner, por um único operador treinado (n=10): iTero (Align Technology), Trios
28
29 (3Shape), CEREC Primescan (Dentsply Sirona) e scanner de laboratório Ceramill
30
31 400 (Amann Girrbach), como grupo controle. Utilizou-se o software de engenharia
32
33 R everse (Geomagic) para análise dos arquivos obtidos e SPSS para a estatística
34
35 (p≤0,05). Na reabilitação com prótese única, não houve diferença entre os scanners
36
37 intraorais iTero, Trios e CEREC Primescan. Nas próteses parciais fixas múltiplas,
38
39 os scanners Trios e CEREC Primescan apresentaram discrepâncias
40
41 significativamente menores do que as encontradas com o iTero, apenas o scanner
42
43 intraoral CEREC Primescan não diferiu significativamente do scanner de bancada.
44
45 Simulando prótese tipo protocolo, em quaisquer regiões, todos os scanners
46
47 intraorais resultaram em medidas significativamente menos precisas do que o
48
49 scanner de bancada. Exceções foram encontradas quando se utilizou o scanner
50
51 CEREC Primescan nas regiões dos elementos 13-23, 16-26 e 16-13, situações em
52
53
54
55
56
57
58
59
60

que não houve diferença significativa em relação ao scanner de bancada. Portanto, diferentes scanners intraorais e situações clínicas podem influenciar a precisão do escaneamento de implantes dentários.

Descritores: Implantes dentários; Odontologia digital; Scanner.

ABSTRACT

The accuracy of intraoral scanners in the scanning of dental implants in different clinical situations was verified. **Models simulating single rehabilitation, multiple fixed partial prostheses and protocol were scanned with each scanner, by a single trained operator (n=10):** iTero (Align Technology), Trios (3Shape), CEREC Primescan (Dentsply Sirona) and laboratory scanner Ceramill 400 (Amann Girrbach), as control group. The engineering software R reverse (Geomagic) was used for the analysis of the files obtained and SPSS for statistics ($p \leq 0.05$). There was no difference between the iTero, Trios, and CEREC Primescan intraoral scanners in the rehabilitation with a single prosthesis. In the multiple fixed partial prostheses, the Trios and CEREC Primescan scanners presented significantly smaller discrepancies than those found with the iTero, only the CEREC Primescan intraoral scanner did not differ significantly from the benchtop scanner. Simulating a protocol-type prosthesis, in any region, all intraoral scanners resulted in significantly less accurate measurements than the benchtop scanner. **Andxeções** were found when the CEREC Primescan scanner was used in the regions of elements 13-23, 16-26, and 16-13, situations in which there was no significant difference in relation to the benchtop scanner. Therefore, different intraoral scanners and clinical situations can influence the accuracy of dental implant scanning.

Keywords: Dental implants; Digital dentistry; Scanner; Scanbody.

INTRODUÇÃO

A odontologia digital é um campo em expansão e, embora apresente alto potencial de crescimento tecnológico, existem algumas questões que precisam ser abordadas no processo evolutivo, como a acurácia e os custos operacionais futuros. Contribuindo muito para diversas áreas, e desde o planejamento do tratamento cirúrgico dos implantes até o trabalho protético definitivo^{1,2,3}.

1
2
3 A acurácia dimensional dos modelos digitais gerados pelo escaneamento
4 intraoral em comparação com a digitalização dos modelos obtidos por moldagens
5 convencionais e escaneados com scanners de bancada já foi investigada. Os
6 estudos relatam que os scanners intraorais são altamente precisos e que as
7 medidas de distância obtidas a partir de imagens digitais e modelos de gesso não
8 diferem significativamente^{4,5,2}.
9
10
11
12
13
14
15
16
17

18 No entanto, melhorias nos scanners são feitas de geração em geração. As
19 moldagens digitais obtidas são uma alternativa válida às moldagens convencionais
20 para segmentos de arco parcial. As impressões de arco completo ainda são um
21 desafio para os scanners, porém, alguns dispositivos demonstraram estar dentro da
22 faixa necessária para a qualidade clínica^{6,7}.
23
24
25
26
27
28
29
30

31 Estudos comparativos em modelos dentados suportam o conceito de que,
32 usando diferentes scanners intraorais, resultados significativamente diferentes
33 podem ser obtidos. Acredita-se que o modelo dentado seja o mais fácil de manusear
34 com scanners intraorais. De fato, a presença de superfícies oclusais com sua
35 geometria peculiar pode auxiliar esses dispositivos a obter um melhor resultado. É
36 importante investigar a viabilidade e acurácia na digitalização parcial e total de arcos
37 edêntulos, principalmente no paciente com implantes dentários^{8,9,10,1}.
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47

48 Para a implantodontia, a impressão de implantes é uma etapa crucial. A
49 transferência imprecisa da posição do implante pode levar a uma prótese
50 inadequada, resultando em complicações biológicas e mecânicas. Com o advento
51 da tecnologia CAD/CAM (computer aided design/computer assisted manufacturing)
52
53
54
55
56
57
58
59
60

1
2
3 é possível utilizar o fluxo de trabalho digital na fabricação de restaurações
4 suportadas por implantes, que podem ser de natureza direta ou indireta¹¹
5 (Mizumoto, Yilmaz, 2018). O método indireto consiste em realizar a moldagem
6 convencional por transferência de implantes e escaneamento do modelo em
7 laboratório, o método direto realiza o escaneamento do implante diretamente na
8 boca utilizando um scanner intraoral¹². Em ambos, é necessário o uso de um
9 scanbody para que seja possível escanear o implante^{13,14}. Entretanto, avaliação da
10 acurácia dos scanners intraorais em diferentes situações clínicas em implantodontia
11 se faz necessária.
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23

24 Assim, o objetivo deste estudo foi analisar a precisão de três scanners
25 intraorais: CEREC Primescan (Dentsply Sirona, York, Pensilvânia,
26 EUA), iTero (Align Technology, San Jose, Califórnia, EUA) e Trios (3Shape, A/S,
27 Copenhague, Dinamarca). Como grupo controle, o scanner de
28 bancada Ceramill 400 (Amann Girrbach, Koblach, Áustria) foi utilizado no
29 escaneamento de implantes dentários, a fim de verificar sua acurácia em reproduzir
30 com exatidão a posição dos implantes instalados e simular diferentes situações
31 clínicas a fim de verificar distorções à medida que a distância entre esses implantes
32 aumenta. A hipótese nula postula que a extensão da prótese e os diferentes
33 scanners intraorais não influenciam a reprodução dos modelos virtuais.
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49

50 **METODOLOGIA**

51
52 O projeto de pesquisa para este estudo foi encaminhado para avaliação do
53 Comitê de Ética da Faculdade São Leopoldo Mandic e dispensado da submissão
54
55
56
57
58
59
60

1
2
3 ao CEP (Comitê de Ética em Pesquisa) por tratar-se de pesquisa que não possui
4 como participante o ser humano, pelo seguinte número do protocolo: 2020-0451.
5
6
7
8
9

10 **Delineamento experimental**

11
12 Neste estudo foram avaliados a precisão de escaneamentos de implantes
13 dentários utilizando 3 scanners intraorais. O estudo foi composto por 12 grupos
14 simulando 03 diferentes situações clínicas a fim de verificar se há alteração na
15 precisão de escaneamento conforme aumenta a distância entre os implantes
16 dentários, visto que alguns estudos apontam que há distorções e outros relatam
17 para alta precisão.
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27

28 Os scanners testados foram: iTero (Align Technology, San José, Califórnia,
29 Estados Unidos), Trios (3Shape, A/S, Copenhague, Dinamarca), CEREC
30 Primescan (Dentsply Sirona, York, Pensilvânia, Estados Unidos). Os modelos
31 também foram escaneados no scanner laboratorial Ceramill 400 (Amann Girrbach,
32 Koblach, Áustria) como grupo controle.
33
34
35
36
37
38
39

40 Em cada grupo foram realizados 10 escaneamentos (n=10) com cada
41 scanner, totalizando 120 arquivos^{12,15}.
42
43
44

45 **Obtenção dos modelos**

46
47 Foram confeccionados, por um único operador, 03 modelos de gesso
48 Esthetic-base gold (Dentona, Dortmund, Alemanha) obtidos da clonagem do
49 manequim odontológico (P-Oclusal, São Paulo) simulando 03 situações clínicas
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

1
2
3 com implantes em diferentes posições e distâncias a fim de verificar a precisão de
4
5 03 scanners intraorais.
6
7

8 Os scanbodies confeccionados em PEEK da marca EFF Dental (São Paulo,
9
10 São Paulo) foram instalados nos implantes e assim se mantiveram para todos os
11
12 escaneamentos.
13
14

15 Os modelos confeccionados representaram as seguintes situações
16
17 clínicas:
18

- 19
20 1. Unitário: modelo com implantes nas regiões dos elementos dentários
21
22 16 e 17 simulando reabilitação para próteses unitária (figura 1a);
23
24
- 25 2. Fixa: modelo com implantes na região dos elementos 14 e 17, com
26
27 dentes 15 e 16 ausentes simulando reabilitação com prótese múltipla fixa parcial
28
29 (figura 1b);
30
31
- 32 3. Edêntulo: modelo representando uma situação de edentulismo total
33
34 com 4 implantes instalados no arco superior na posição dos dentes 16, 13, 23 e
35
36 26, simulando reabilitação com prótese do tipo protocolo (figura 1c).
37
38
39
40

41
42 Figura 1: a) Modelo grupo unitário; b) Modelo grupo fixa; c): Modelo grupo
43
44 edêntulo
45
46
47
48

49 No modelo representando a situação Unitário foram utilizados implantes
50
51 Straumann BLX (Basel, Switzerland). Para os modelos Fixa e Edêntulo foram
52
53
54
55
56
57
58
59
60

1
2
3 utilizados componentes do tipo mini pilar de plataforma regular da marca EFF Dental
4
5 (São Paulo, São Paulo).
6
7
8
9

10 **Escaneamentos**

11
12
13 Cada grupo foi escaneado primeiramente no scanner laboratorial Ceramill
14 400 para gerar os arquivos do grupo controle. Após esse procedimento, os grupos
15
16 foram escaneados 10 vezes com cada scanner na seguinte ordem: com o scanner
17
18 CEREC Primescan, iTero e Trios, todos os escaneamentos foram realizados pelo
19
20 mesmo operador previamente treinado.
21
22
23
24

25 A estratégia de escaneamento adotada foi a Linear-contínuo experimental¹⁶,
26
27 que em seu estudo constatou que esta técnica de escaneamento proporciona
28
29 melhor precisão e acurácia. A mesma técnica foi utilizada para os 3 scanners
30
31 intraorais.
32
33
34

35 Os grupos foram identificados pela letra inicial do nome do scanner utilizado
36
37 seguido da situação clínica representada, dessa maneira os grupos foram então
38
39 identificados:
40
41

42 G1 - GCU: Grupo Controle Unitário, escaneamento do modelo
43
44 representando situação clínica de implantes unitários utilizando
45
46 scanner Ceramill 400;
47
48

49 G2 - GCF: Grupo Controle Fixa, escaneamento do modelo
50
51 representando situação clínica de implantes para prótese fixa parcial
52
53 utilizando scanner Ceramill 400;
54
55
56
57

1
2
3 G3 - GCE: Grupo Controle Edêntulo, escaneamento do modelo
4 representando situação clínica de implantes para reabilitação com
5 prótese fixa total utilizando scanner Ceramill 400;
6
7

8
9
10 G4 – GPU: Grupo Primescan Unitário, escaneamento do modelo
11 representando situação clínica de implantes unitários utilizando
12 scanner Primescan;
13
14

15
16
17 G5 - GPF: Grupo Primescan Fixa, escaneamento do modelo
18 representando situação clínica de implantes para prótese fixa parcial
19 utilizando scanner Primescan;
20
21

22
23
24 G6 - GPE: Grupo Primescan Edêntulo, escaneamento do modelo
25 representando situação clínica de implantes para reabilitação com
26 prótese fixa total utilizando scanner Primescan;
27
28

29
30
31 G7 - GIU: Grupo iTero Unitário, escaneamento do modelo
32 representando situação clínica de implantes unitários utilizando
33 scanner iTero;
34
35

36
37
38 G8 - GIF: Grupo iTero Fixa, escaneamento do modelo representando
39 situação clínica de implantes para prótese fixa parcial utilizando
40 scanner iTero;
41
42

43
44
45 G9 - GIE: Grupo iTero Edêntulo, escaneamento do modelo
46 representando situação clínica de implantes para reabilitação com
47 prótese fixa total utilizando scanner iTero;
48
49

50
51
52 G10 - GTU: Grupo Trios Unitário, escaneamento do modelo
53 representando situação clínica de implantes unitários utilizando
54 scanner Trios;
55
56

1
2
3 G11 - GTF: Grupo Trios Fixa, escaneamento do modelo
4 representando situação clínica de implantes para prótese fixa parcial
5 utilizando scanner Trios;
6
7

8
9
10 G12 - GTE: Grupo Trios Edêntulo, escaneamento do modelo
11 representando situação clínica de implantes para reabilitação com
12 prótese fixa total utilizando scanner Trios.
13
14
15
16
17
18
19

20 **Mensurações em software**

21
22
23 Após a obtenção dos arquivos, eles foram analisados no software de
24 engenharia reversa Geomagic (Morrisville, NC, EUA). Os arquivos dos modelos
25 escaneados foram sobrepostos ao arquivo do grupo controle escaneado pelo
26 scanner de bancada. As discrepâncias dos arquivos foram então analisadas
27 levando em consideração o posicionamento dos implantes, dessa forma foram
28 obtidos valores precisos para avaliar se houve ou não distorção dos grupos de
29 estudo e grupo controle. As medidas foram realizadas por meio de um ponto no
30 centro dos scanbodies avaliando a distância entre eles em comparação ao grupo
31 controle.
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43

44 No grupo unitário foi mensurado apenas uma distância entre os scanbodies
45 localizados nos implantes 17 e 16, conforme exemplificado na figura 2a. No grupo
46 fixa foi mensurado apenas uma distância entre os scanbodies localizados nos
47 implantes 17 e 14 (figura 2b). No grupo edêntulo foi mensurado cinco distâncias
48 entre os scanbodies localizados nos implantes 13 e 23, 16 e 26, 16 e 13, 23 e 26, e
49 entre os implantes 13 e 26, conforme exemplificado na figura 2c.
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

1
2
3
4
5
6 Figura 2: a) Arquivo do software geomagic referente ao grupo unitário. b)
7
8 Arquivo do software geomagic mostrando a distância entre os scanbodies referente
9 ao grupo fixo. c) Arquivo do software geomagic mostrando todas as medidas
10 referentes as distâncias entre os scanbodies do grupo edêntulo.
11
12
13
14
15
16
17

18 Os resultados obtidos foram enviados para análise estatística e submetidos
19 aos testes adequados.
20
21
22
23
24
25

26 **Análise estatística**

27
28
29 Para comparar os três escâneres intraorais quanto à discrepância nos
30 modelos simulando reabilitação com prótese unitária, com prótese múltipla fixa
31 parcial e com prótese do tipo protocolo, se os dados aderiam à normalidade e
32 homocedasticidade, empregaram-se análise de variância e teste de Tukey. Tendo
33 sido violados esses pressupostos, a comparação entre os escâneres foi realizada
34 por meio de testes de Kruskal-Wallis e de Dunn. Em adição, por meio de testes t de
35 Student para uma amostra, contrastou-se cada um dos scanners intraorais com o
36 scanner de bancada (Ceramill 400). Os cálculos estatísticos foram realizados nos
37 programas SPSS 23 (SPSS INC., Chicago, IL, EUA) e BioEstat 5.0 (Fundação
38 Mamirauá, Belém, PA, Brasil), fixando-se o nível de significância em 5%.
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51

52 **RESULTADOS**

1
2
3 No modelo simulando reabilitação com prótese unitária, não houve diferença
4 estatisticamente significativa entre os scanners intraorais iTero, Trios e CEREC
5 Primescan ($p = 0,117$; tabela 1) quanto à discrepância mensurada pela
6 sobreposição ao arquivo do grupo do scanner controle (Ceramil 400). Realizando-
7 se a comparação entre cada um dos três scanners intraorais com o de bancada,
8 verificou-se que os equipamentos Trios ($p = 0,171$) e CEREC Primescan ($p = 0,748$)
9 não diferiram significativamente do Ceramil 400, enquanto o iTero teve valores
10 significativamente menos precisos (tabela 2).
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21

22 Havendo a simulação de reabilitação com prótese múltipla fixa parcial, a
23 análise de variância a um critério indicou haver diferença estatisticamente
24 significativa entre os scanners intraorais ($p < 0,001$). Identificando-se as diferenças
25 pelo teste de Tukey, constatou-se que com os scanners Trios e CEREC Primescan
26 foram observadas discrepâncias significativamente inferiores às encontradas com o
27 iTero (tabela 1). Apenas o scanner intraoral CEREC Primescan não diferiu
28 significativamente do scanner de bancada. Os demais (iTero e Trios)
29 proporcionaram valores significativamente menos precisos em relação ao scanner
30 de bancada (tabela 2).
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45

46 Na condição simulando reabilitação com prótese do tipo protocolo,
47 considerando-se as mensurações efetuadas na região formada entre os elementos
48 13-23, os scanners intraorais Trios e CEREC Primescan estiveram associados a
49 discrepâncias significativamente menores que a encontrada para o scanner iTero.
50 Já nas regiões entre os elementos 16-26, entre 23-26 e também entre 13-26, os
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

1
2
3 scanners iTero e CEREC Primescan mostraram-se significativamente mais precisos
4 que o Trios. Na região dos elementos 16-13, o inverso foi observado, ou seja, houve
5 precisão significativamente maior com o scanner Trios em comparação aos demais
6 scanners intraorais, que não diferiram entre si (tabela 3).
7
8
9
10
11

12
13 Prosseguindo-se com as análises dos dados relativos à simulação de
14 reabilitação com prótese do tipo protocolo (tabela 3), especificamente focando nos
15 scanners intraorais iTero ($p = 0,071$) e CEREC Primescan ($p = 0,279$), os valores
16 de discrepância não foram significativamente afetados pela localização da medida,
17 isto é, não existiu diferença nos valores de discrepâncias mensurados nas regiões
18 entre os elementos 13 e 23, 16-26, 16-13, 23-26 e 13-26. Já para o scanner Trios o
19 valor da discrepância foi influenciado significativamente pela região ($p < 0,001$).
20 Especificamente, constatou-se que a discrepância na região entre os elementos 16-
21 13 foi significativamente menor que a encontrada nas regiões 23-26, 16-26 e 13-26,
22 sem diferença significativa entre as discrepâncias nestas três últimas regiões. Na
23 região 13-23, a discrepância não diferiu significativamente daquela verificada na
24 região 16-13.
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40

41 Ainda focando na condição de simulação de reabilitação com prótese do tipo
42 protocolo, em quaisquer das regiões em que se realizou a mensuração (13-23, 16-
43 26, 16-13, 23-26 ou 13-26), todos os scanners intraorais resultaram em medidas
44 significativamente menos precisas que o scanner de bancada (Ceramil 400). As
45 únicas exceções foram encontradas quando da utilização do scanner CEREC
46 Primescan nas regiões dos elementos 13-23, 16-26 e 16-13, situações em que não
47 houve diferença significativa em relação ao scanner de bancada (tabela 4).
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

Discussão

O uso de scanners intrabucais tem se expandido nos últimos anos para escaneamento de implantes dentários, essa prática se justifica devido à comprovada satisfação e preferência dos pacientes em relação ao uso de impressões convencionais^{3,17,18}. Entretanto, alguns aspectos técnicos podem influenciar na qualidade do exame: a seleção do scanbody e do material utilizado para sua confecção, a distância entre os implantes, bem como sua angulação e, principalmente, o scanner utilizado, objeto de estudo desta pesquisa.

Assim, neste estudo, optou-se pelo uso de um scanbody de Poli-eter-eter-cetona (PEEK), observando-se um limite máximo de repetições com a mesma peça, com base no estudo de Sawyers et al.¹⁹, no qual foi demonstrado que com até dez repetições a acurácia do scanbody no PEEK não foi afetada. Além disso a escolha do scanbody de PEEK se justifica, já que para alguns autores^{11,20} o design do scanbody interfere na qualidade do escanemaento e os melhores resultados foram obtidos quando o material do scanbody foi PEEK²¹.

Ao avaliar a distância entre os implantes, alguns autores, encontraram resultados semelhantes a esta pesquisa, quanto maior a distância entre os implantes, maiores as distorções encontradas, interferindo assim na acurácia dos scanners testados^{12,15,22,23}. Na pesquisa de Mangano et al.¹ não houve diferença na acurácia dos scanners avaliados quando a distância entre os implantes foi aumentada.

1
2
3 Imburgia et al.²⁴, Tan et al.²⁵ e Canullo et al.²⁶ obtiveram resultados
4 semelhantes, observando que o melhor desempenho dos scanners testados foi em
5 situações clínicas de reabilitação parcial e não de reabilitação total. Nos estudos de
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

Pesce et al.²⁷ os resultados obtidos a partir dos scanners testados mostraram-se eficazes para a reabilitação do arco completo, foi constatado por Mangano et al.²⁸ e Bilmenoglu et al.²⁹. Para Sami et al.³⁰ não encontraram diferença na precisão entre os scanners testados para reabilitação de arco completo.

O uso de scanners intraorais apresenta algumas desvantagens, como o alto custo do equipamento e o longo tempo clínico necessário para a digitalização. Entretanto, com a evolução tecnológica, não há dúvidas de que em pouco tempo será possível obter exames intrabucais suficientemente precisos in vivo, mesmo com equipamentos e marcas diferentes. A grande influência causada pelo ambiente em que esses testes são realizados, nas mais diversas situações clínicas, é a mais desafiadora para os pesquisadores.

É importante considerar que, devido às limitações deste estudo in vitro, faz-se necessária a realização de pesquisas in vivo para validação dos resultados obtidos, uma vez que as condições clínicas não podem ser totalmente replicadas in vitro.

Conclusão

Scanners intraorais e diferentes situações clínicas podem influenciar a precisão do escaneamento de implantes dentários.

Referências

- 1 Mangano FG, Hauschild U, Veronesi G, Imburgia M, Mangano C, Admakin O. Trueness and precision of 5 intraoral scanners in the impressions of single and multiple implants: a comparative in vitro study. *BMC Oral Health*. 2019 Jun 6;19(1):101. doi: 10.1186/s12903-019-0792-7. PMID: 31170969; PMCID: PMC6555024.
- 2 Tomita Y, Uechi J, Konno M, Sasamoto S, Iijima M, Mizoguchi I. Accuracy of digital models generated by conventional impression/plaster-model methods and intraoral scanning. *Dent Mater*. 2018;37(4):628-33.
- 3 Sawase T, Kuroshima S. The current clinical relevancy of intraoral scanners in implant dentistry. *Dent Mater*. 2020;39(1):57-61.
- 4 Kuroda S, Yotsuya M, Sato T, Hisanaga R, Nomoto S, Sekine H. The effect of scanning pathways on trueness and precision in full-arch optical impression. *BMC Oral Health*. 2023 Jun 14;23(1):390. doi: 10.1186/s12903-023-03101-z. PMID: 37316808; PMCID: PMC10265779.
- 5 Vogel AB, Kilic F, Schmidt F, Rübél S, Lapatki BG. Optical 3D scans for orthodontic diagnostics performed on full-arch impressions. *J Orofac Orthop*. 2015;76:493-507.
- 6 Abduo J, Elseyoufi M. Accuracy of intraoral scanners: a systematic review of influencing factors. *Eur J Prosthodont Restor Dent*. 2018;26:101-21.

- 1
2
3 7 Ender A, Zimmermann M, Mehl A. Accuracy of complete and partial arch
4
5 impressions of actual intraoral scanning systems in vitro. *Int J Comput Dent.*
6
7 2019;22:11-19.
8
9
10
11 8 Rotar RN, Jivanescu A, Ille C, Podariu AC, Jumanca DE, Matchescu AM, Balean
12
13 O, Rusu LC. Trueness and Precision of Two Intraoral Scanners: A Comparative
14
15 In Vitro Study. *Scanning.* 2019 Oct 21;2019:1289570. doi:
16
17 10.1155/2019/1289570. PMID: 31741697; PMCID: PMC6854270.
18
19
20
21 9 Nedelcu RG, Persson AS. Scanning accuracy and precision in 4 intraoral
22
23 scanners: an in vitro comparison based on 3-dimensional analysis. *J Prosthet*
24
25 *Dent.* 2014;112(6):1461-71.
26
27
28
29 10 Patzelt SB, Emmanouilidi A, Stampf S, Strub JR, Att W. Accuracy of full-arch
30
31 scans using intraoral scanners. *Clin Oral Investig.* 2014;18(6):1687-94.
32
33
34
35 11 Mizumoto R, Yilmaz MB. Intraoral scan bodies in implant dentistry: a systematic
36
37 review. *J Prosthe Dent.* 2018;120(3):343-52.
38
39
40
41 12 Flügge TV, Att W, Metzger MC, Nelson K. Precision of dental implant digitization
42
43 using intraoral scanners. *Int J Prosthodont.* 2016;29:277-83.
44
45
46
47 13 Chew AA, Esguerra RJ, Teoh KH, Wong KM, Ng SD, Tan KB. Three-dimensional
48
49 accuracy of digital implant impressions: effects of different scanners and implant
50
51 level. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2017;32(1):70-80.
52
53
54
55
56
57
58
59
60

- 1
2
3 14 Jang G, Kim J, Heo Y, Son M. Comparison of accuracy in digital implant
4 impression using dedicated and compatible scanbodies. *J Implantol Appl Sci.*
5
6 2022;26(1):15-26.
7
8
9
10
11 15 Mangano FG, Hauschild U, Veronesi G, Imburgia M, Mangano C, Admakin O.
12
13 Trueness and precision of 5 intraoral scanners in the impressions of single and
14
15 multiple implants: a comparative in vitro study. *BMC Oral Health.* 2019;19(1):1-
16
17 14.
18
19
20
21 16 Passos L, Meiga S, Brigagão V, Street A. Impact of different scanning strategies
22
23 on the accuracy of two current intraoral scanning systems in complete-arch
24
25 impressions: an in vitro study. *Int J Comput Dent.* 2019;22(4):307-19.
26
27
28
29 17 Jae-Won C, Jong-Ju A, Keunbada F, Jung-Bo H. Three-dimensional evaluation
30
31 on accuracy of conventional and milled gypsum models and 3D printed
32
33 photopolymer models. *Materials.* 2019;12(21):e3499.
34
35
36
37 18 Nagata K, Fuchigami K, Okuhama Y, Wakamori K, Tsuruoka H, Nakashizu T, et
38
39 al. Comparison of digital and silicone impressions for single-tooth implants and
40
41 two-and three-unit implants for a free-end edentulous saddle. *BMC Oral Health.*
42
43 2021;21(1):1-8.
44
45
46
47 19 Sawyers J, Baig MR, Elmasoud B. Effect of multiple use of impression copings
48
49 and scanbodies on implant cast accuracy. *Int J Oral Maxillofac Implants.*
50
51 2019;34(4):891-8.
52
53
54
55
56
57
58
59
60

- 1
2
3 20 Marques S, Ribeiro P, Falcão, Lemos BF, Ríos-Carrasco B, Ríos-Carrasco JV,
4
5 et al. Digital impressions in implant dentistry: a literature review. *Int J Environ*
6
7 *Res Public Health*. 2021;18:1020.
8
9
10
11 21 Arcuri L, Pozzi A, Lio F, Rompen E, Zechner W, Nardi A. Influence of implant
12
13 scanbody material, position and operator on the accuracy of digital impression
14
15 for complete-arch: a randomized in vitro trial. *Prosthodont Res*. 2020;64(2):128-
16
17 36.
18
19
20
21 22 Giménez B, Özcan M, Martínez-Rus F, Pradíes G. Accuracy of a digital
22
23 impression system based on parallel confocal laser technology for implants with
24
25 consideration of operator experience and implant angulation and depth. *Int J*
26
27 *Oral Maxillofac Implants*. 2014;29:853-62.
28
29
30
31 23 Thanasrisuebwong P, Kulchotirat T, Anunmana C. Effects of inter-implant
32
33 distance on the accuracy of intraoral scanner: an in vitro study. *J Adv*
34
35 *Prosthodont*. 2021;13(2):107.
36
37
38
39 24 Imburgia M, Logozzo S, Hauschild U, Veronesi G, Mangano C, Mangano FG.
40
41 Accuracy of four intraoral scanners in oral implantology: a comparative in vitro
42
43 study. *BMC Oral Health*. 2017;17(1):1-13.
44
45
46
47 25 Tan MY, Yee SHX, Wong KM, Tan YH, Tan KBC. Comparison of three-
48
49 dimensional accuracy of digital and conventional implant impressions: effect of
50
51 interimplant distance in an edentulous arch. *Int J Oral Maxillofac Implants*.
52
53 2019;34(2):366-80.
54
55
56
57
58
59
60

- 1
2
3 26 Canullo L, Colombo M, Menini M, Sorge P, Pesce P. Trueness of intraoral
4
5 scanners considering operator experience and three different implant scenarios:
6
7 a preliminary report. *Int J Prosthodont.* 2021;34(2):250-53.
8
9
10
11 27 Pesce P, Pera F, Setti P, Menini M. Precision and accuracy of a digital impression
12
13 scanner in full-arch implant rehabilitation. *Int J Prosthodont.* 2018;31(2):171-5.
14
15
16
17 28 Mangano FG, Admakin O, Bonacina M, Lerner H, Rutkunas V, Mangano C.
18
19 Trueness of 12 intraoral scanners in the full-arch implant impression: a
20
21 comparative in vitro study. *BMC Oral Health.* 2020;20(1):1-21.
22
23
24
25 29 Bilmenoglu C, Cilingir A, Geckili O, Bilhan H, Bilgin T. In vitro comparison of
26
27 trueness of 10 intraoral scanners for implant-supported complete-arch fixed
28
29 dental prostheses. *J Prosthet Dent.* 2020;124(6):755-60.
30
31
32
33 30 Sami T, Goldstein G, Vafiadis D, Absher T. An in vitro 3D evaluation of the
34
35 accuracy of 4 intraoral optical scanners on a 6-implant model. *J Prosthet Dent.*
36
37 2019;124(6):748-54.
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

1
2
3 ANÁLISE DE PRECISÃO DE ESCANEAMENTO DE IMPLANTES DENTÁRIOS
4
5 UTILIZANDO DIFERENTES SCANNERS INTRAORAIS: ESTUDO DE
6
7 ACURÁCIA
8
9

10
11
12 ANALYSIS OF THE SCANNING PERFORMANCE OF DENTAL IMPLANTS
13
14 USING DIFFERENT INTRAORAL SCANNERS: ACCURACY STUDY
15
16
17
18
19
20

21 **Resumo**

22
23 A acurácia de scanners intrabucais no escaneamento de implantes dentários em
24 situações clínicas diferentes foi verificada. Modelos simulando reabilitações
25 unitárias, próteses parciais fixas múltiplas e protocolo foram escaneados com
26 cada scanner, por um único operador treinado (n=10): iTero (Align Technology),
27
28 Trios (3Shape), CEREC Primescan (Dentsply Sirona) e scanner de laboratório
29 Ceramill 400 (Amann Girrbach), como grupo controle. Utilizou-se o software de
30 engenharia R everse (Geomagic) para análise dos arquivos obtidos e SPSS para
31 a estatística ($p \leq 0,05$). Na reabilitação com prótese única, não houve diferença
32 entre os scanners intraorais iTero, Trios e CEREC Primescan. Nas próteses
33 parciais fixas múltiplas, os scanners Trios e CEREC Primescan apresentaram
34 discrepâncias significativamente menores do que as encontradas com o iTero,
35 apenas o scanner intraoral CEREC Primescan não diferiu significativamente do
36 scanner de bancada. Simulando prótese tipo protocolo, em quaisquer regiões,
37 todos os scanners intraorais resultaram em medidas significativamente menos
38 precisas do que o scanner de bancada. Exceções foram encontradas quando se
39 utilizou o scanner CEREC Primescan nas regiões dos elementos 13-23, 16-26 e
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

1
2
3 16-13, situações em que não houve diferença significativa em relação ao scanner
4 de bancada. Portanto, diferentes scanners intraorais e situações clínicas podem
5 influenciar a precisão do escaneamento de implantes dentários.
6
7
8

9 Descritores: Implantes dentários; Odontologia digital; Scanner.
10
11
12
13

14 15 **ABSTRACT**

16
17
18 The accuracy of intraoral scanners in the scanning of dental implants in different
19 clinical situations was verified. Models simulating single rehabilitation, multiple
20 fixed partial prostheses and protocol were scanned with each scanner, by a single
21 trained operator (n=10): iTero (Align Technology), Trios (3Shape), CEREC
22 Primescan (Dentsply Sirona) and laboratory scanner Ceramill 400 (Amann
23 Girschbach), as control group. The engineering software R reverse (Geomagic)
24 was used for the analysis of the files obtained and SPSS for statistics ($p \leq 0.05$).
25 There was no difference between the iTero, Trios, and CEREC Primescan
26 intraoral scanners in the rehabilitation with a single prosthesis. In the multiple
27 fixed partial prostheses, the Trios and CEREC Primescan scanners presented
28 significantly smaller discrepancies than those found with the iTero, only the
29 CEREC Primescan intraoral scanner did not differ significantly from the benchtop
30 scanner. Simulating a protocol-type prosthesis, in any region, all intraoral
31 scanners resulted in significantly less accurate measurements than the benchtop
32 scanner. And exceptions were found when the CEREC Primescan scanner was
33 used in the regions of elements 13-23, 16-26, and 16-13, situations in which there
34 was no significant difference in relation to the benchtop scanner. Therefore,
35 different intraoral scanners and clinical situations can influence the accuracy of
36 dental implant scanning.
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

Keywords: Dental implants; Digital dentistry; Scanner; Scanbody.

For Review Only

Tabela 1 – Médias aritméticas, desvios padrão, medianas e valores mínimo e máximo das discrepâncias (mm) em modelos simulando reabilitação com prótese unitária e com prótese múltipla fixa parcial, segundo o scanner intraoral.

Modelo simulando	Scanner		
	iTero	Trios	CEREC Primescan
Prótese unitária	-0,02 (0,03) A -0,02 [-0,09; 0,00]	+0,01 (0,02) A +0,02 [-0,03; +0,03]	-0,01 (0,10) A -0,03 [-0,12; +0,14]
Prótese fixa parcial	-0,10 (0,02) B -0,10 [-0,12; -0,05]	+0,01 (0,02) A +0,01 [-0,01; +0,04]	0,00 (0,04) A 0,00 [-0,06; +0,06]

Legenda: Médias aritméticas e desvios padrão (entre parênteses) estão na primeira linha de cada modelo. Medianas e valores mínimos e máximos (entre colchetes) estão na segunda linha de cada modelo. Considerando cada modelo separadamente (comparações dentro de cada linha), médias aritméticas seguidas por letras maiúsculas distintas indicam diferença significativa entre scanners.

Tabela 2 – Resultados das comparações entre scanners intraorais e de bancada, em modelos simulando reabilitação com prótese unitária e com prótese múltipla fixa parcial.

Modelo simulando	Scanner		
	iTero	Trios	CEREC Primescan
Prótese unitária	p = 0,027	p = 0,171	p = 0,748
Prótese fixa	p < 0,001	p = 0,037	p = 0,936

Legenda: Valor de p das comparações entre cada scanner intraoral e o scanner de bancada.

For Review Only

Tabela 3 – Médias aritméticas, desvios padrão, medianas e valores mínimo e máximo das discrepâncias (mm) em modelos simulando reabilitação com prótese do tipo protocolo, segundo o scanner intraoral e a região.

Região	Scanner		
	iTero	Trios	CEREC Primescan
13-23	-0,07 (0,04) Ba -0,08 [-0,16; -0,01]	+0,04 (0,03) Aab +0,04 [0,00; +0,11]	+0,01 (0,06) Aa +0,02 [-0,10; +0,13]
16-26	-0,03 (0,03) Aa -0,03 [-0,09; +0,02]	+0,17 (0,05) Bc +0,17 [+0,07; +0,25]	+0,04 (0,06) Aa +0,03 [-0,05; +0,19]
16-13	-0,06 (0,02) Ba -0,06 [-0,08; -0,02]	+0,02 (0,02) Aa +0,03 [-0,02; +0,07]	-0,05 (0,09) Ba 0,00 [-0,21; +0,05]
23-26	-0,07 (0,03) Aa -0,07 [-0,11; -0,03]	+0,14 (0,02) Bbc +0,14 [+0,09; +0,17]	+0,03 (0,03) Aa +0,03 [-0,01; +0,08]
13-26	-0,05 (0,04) Aa -0,06 [-0,10; +0,01]	+0,23 (0,03) Bc +0,22 [+0,18; +0,27]	+0,06 (0,05) Aa +0,08 [-0,02; +0,12]

Legenda: Médias aritméticas e desvios padrão (entre parênteses) estão na primeira linha de cada modelo. Medianas e valores mínimos e máximos (entre colchetes) estão na segunda linha de cada modelo. Considerando cada região separadamente (comparações dentro de cada linha), médias aritméticas seguidas por letras maiúsculas distintas indicam diferença significativa entre scanners. Considerando cada scanner separadamente (comparações dentro de cada coluna), médias aritméticas seguidas por letras minúsculas distintas indicam diferença significativa entre regiões.

Tabela 4 – Resultados das comparações entre scanners intraorais e de bancada, em modelos simulando reabilitação com prótese do tipo protocolo, segundo a região.

Região	Scanner		
	iTero	Trios	CEREC Primescan
13-23	$p < 0,001$	$p = 0,003$	$p = 0,552$
16-26	$p = 0,031$	$p < 0,001$	$p = 0,101$
16-13	$p < 0,001$	$p = 0,016$	$p = 0,161$
23-26	$p < 0,001$	$p < 0,001$	$p = 0,007$
13-26	$p = 0,002$	$p < 0,001$	$p = 0,005$

Legenda: Valor de p das comparações entre cada scanner intraoral e o scanner de bancada.