

Caroline Cantieri de Mello

**Sistemas CAD/CAM: avaliação da precisão de
aquisição de dados**

ARAÇATUBA – SP

2014

Caroline Cantieri de Mello

Sistemas CAD/CAM: avaliação da precisão de aquisição de dados

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia do Câmpus de Araçatuba - UNESP, para a obtenção do título de Mestre em Odontologia - Área de Concentração em Prótese Dentária.

Orientador: Prof. Adj. Eduardo Piza Pellizzer

Coorientador: Prof. Ass. Dr. José Vitor Quinelli
Mazaro

ARAÇATUBA – SP

2014

Catálogo na Publicação (CIP)

Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação – FOA / UNESP

M527s Mello, Caroline Cantieri de.
Sistemas CAD/CAM: Avaliação da precisão de aquisição de dados / Caroline Cantieri de Mello. - Araçatuba, 2014
87 f. : il. ; tab. + 1 CD-ROM

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Odontologia de Araçatuba
Orientador: Prof. Eduardo Piza Pellizzer
Coorientador: Prof. José Vitor Quinelli Mazaro

1. Prótese parcial fixa 2. Cerâmica 3. Projeto auxiliado por computador I. T.

Black D3
CDD 617.69

Dados Curriculares

Dados Curriculares

Caroline Cantieri de Mello

Nascimento 17/07/1989 – Ceres - GO / Brasil

Filiação Lucas Gomes de Mello
Mariangela Cantieri de Mello

2008/2011 Graduação em Odontologia
Faculdade de Odontologia de Araçatuba – Universidade
Estadual Paulista - Júlio de Mesquita Filho

2012/2014 Curso de especialização em Prótese Dentária na Faculdade
de Odontologia de Araçatuba – Universidade Estadual
Paulista - Júlio de Mesquita Filho

2012/2014 Obtenção dos créditos referentes ao Curso de Pós -
Graduação em Odontologia, área de Prótese Dentária, em
nível de Mestrado na Faculdade de Odontologia de
Araçatuba- UNESP.

Dedicat6ria



Dedicatória

- Aos meus **pais, Mariangela Cantieri de Mello e Lucas Gomes de Mello**, um amor incondicional e os principais responsáveis por cada vitória em minha vida. Obrigada pela paciência, carinho e amor, além de estarem sempre ao meu lado dando todo o apoio necessário, e junto com meu irmão serem as razões de toda minha dedicação aos estudos. Se hoje posso ser capaz de passar por cima da distância e do fato de estar fisicamente longe de vocês para ir em busca dos meus objetivos, é porque um dia vocês me ensinaram a sonhar, a ser uma pessoa determinada e acima de tudo a ser uma pessoa sincera e honesta. São meus grandes espelhos da vida em todos os seus aspectos. Agradeço a Deus por ter me dado vocês como pais. Seria incapaz de retribuir tudo que vocês já fizeram por mim, mas prometo tentar fazer o que estiver ao meu alcance para que nunca falte nada em nossa família e para que continuemos com esse amor, união e cumplicidade uns com os outros.

- Ao meu irmão, **Danilo Cantieri de Mello** pelo companheirismo, paciência e amor, e por me representar em nossa família durante toda minha ausência, além de um exemplo de dedicação ao trabalho. Você é uma pessoa admirável, com um coração de tamanho incalculável, que eu tenho muito orgulho e que Deus me deu de presente desde o meu primeiro dia de vida. É difícil dizer o quanto eu te amo.

- Às minhas amigas **Fernanda de Castro Brum, Raíssa de Lima Costa e Maysa Peixoto Benjamim**, que mais do que amigas são as irmãs que a vida me deu e que estão sempre me dando forças e me incentivando nesta longa e difícil caminhada em busca dos meus sonhos. Sem vocês do outro lado, eu não conseguiria deste lado. Companheiras da minha vida, que cresceram e ainda crescem junto comigo, passando por todas as fases e se Deus quiser envelhecendo juntas. São anjos, pessoas iluminadas e capazes de me transmitir uma força e uma energia positiva indescritível. Meus amores.

- Aos meus **familiares**, maternos, paternos e de consideração, que sempre me recebem com palavras de carinho e apoio e que também foram essenciais para que eu conseguisse finalizar mais essa etapa.

Dedico esta Dissertação

*Agradecimentos
Especiais*



Agradecimentos Especiais

- Ao meu orientador desta dissertação, Professor Adj. **Eduardo Piza Pellizzer**, que em primeiro lugar se propôs a me orientar no desenvolvimento de minha dissertação, acreditando em minha competência e dedicação. Me proporcionou a oportunidade de conhecer e fazer parte de um grupo admirável e me ensinou a ver e a entender a pós-graduação com olhos diferentes.

Sem dúvida, a partir de cada ensinamento ao longo destes dois anos, mostrou-nos que somos ainda mais capazes do que podemos imaginar e que a determinação e dedicação são grandes responsáveis pela abertura de muitas portas em nossas vidas.

Todo o amor e competência com sua profissão é inspiração para todos os seus orientados.

Agradecimentos Especiais

- Ao meu coorientador desta dissertação, Professor Ass. Dr. **José Vitor Quinelli Mazaro**, um dos principais responsáveis pelo incentivo à minha pós-graduação e que sempre me acolheu e se disponibilizou a me ajudar no que fosse necessário, em busca dos meus objetivos e sonhos.

Foi e ainda continua sendo um grande amigo e um colega de trabalho, me amparando em momentos difíceis e me parabenizando nos momentos de vitórias, sendo fortemente responsável pelo meu crescimento profissional e até mesmo pessoal.

Obrigada por todo o apoio e carinho, sou muito grata por poder trabalhar com pessoas como o senhor, que são espelhos para nos estimular a continuar indo atrás de nossos objetivos.

Agradecimentos Especiais

- À minha **banca examinadora**. Por me proporcionarem o privilégio de poder compor uma banca de profissionais admiráveis e espelháveis a todos pós graduandos, que assim como eu, estão iniciando suas carreiras profissionais na área acadêmica. Seus ensinamentos serão sempre bem vindos. Obrigada pela disponibilização do tempo e pelo esforço de finalizar esta etapa importante junto comigo.

Agradecimentos Especiais

- Ao meu grupo de trabalho, **Joel Ferreira Santiago Júnior, Daniel Augusto de Faria Almeida e Victor Eduardo de Souza Batista**. Encontrar palavras para descrever o que passamos e aprendemos juntos nestes dois anos é uma tarefa muito difícil, mas tenho certeza que tudo se tornou possível porque estávamos todos trabalhando em grupo e ajudando um ao outro em todos os momentos. Acredito que Deus tenha um propósito em colocar pessoas como vocês em meu caminho. Vocês fazem com que os meus dias e o meu ambiente de trabalho se tornem agradáveis e prazerosos, independente das dificuldades existentes. São mais três irmãos que a vida me deu e que eu quero poder ter sempre ao meu lado, compartilhando conhecimentos e trilhando os nossos caminhos pela vida e carreira acadêmica que tanto desejamos.

Obrigada,

Agradecimentos Especiais

- À minha amiga/irmã **Laura Molinar Franco**, que esteve comigo desde os primeiros dias da Graduação. As palavras se fogem ao falar de você porque são 6 anos diários, de amizade sincera, companheirismo e compreensão em todos os momentos difíceis e felizes da nossa vida longe de nossa família. Com o propósito de fazer com que os dias que poderiam ser difíceis, passassem a ser divertidos e produtivos, Deus te colocou em meu caminho, e desde então estamos aprendendo e crescendo juntas. Você é uma pessoa ímpar, que me fez criar por você um carinho indescritível, e uma sintonia que foge ao nosso entendimento. Meu par. Uma amizade para vida inteira. Obrigada por tudo, você também é muito responsável por essa vitória, e se Deus quiser continuaremos juntas pelo menos nos próximos três anos. Te amo.

- À minha amiga **Adhara Smith Nobrega**, uma pessoa muito especial e sempre disposta a ajudar a todos a sua volta. Chegamos juntas em Araçatuba e desde o começo conhecemos e entendemos nossas personalidades, que fizeram com que fossemos nos aproximando mais a cada dia. Poder estar ao seu lado no departamento, viver e acompanhar com você cada etapa que passamos na Pós-Graduação e principalmente ser sua amiga fora do nosso ambiente de trabalho, é muito gratificante e gostoso. Por ter pessoas como você ao meu lado, que eu consigo continuar indo atrás dos meus sonhos. Continuaremos mais alguns anos juntas e se Deus quiser, estaremos sempre nesta mesma sintonia. Te amo.

- À minha amiga **Agda Marobo Andreotti**, uma pessoa incrível e admirável em todos os aspectos pessoais e profissionais. A vida as vezes nos pregam algumas peças para que possamos crescer e aprender inúmeras coisas em apenas um momento, e além da nossa amizade que sempre foi muito saudável durante a graduação, foi um desses momentos que nos uniu ainda mais e que fortificou nosso carinho, nossa admiração e nosso amor. Eu só tenho que agradecer por ter alguém como você nos meus dias, que compartilha comigo toda a sua delicadeza, dedicação e competência. Você é muito especial e também responsável por essa vitória. Vamos continuar os nossos caminhos, que ainda temos muito pela frente. Te amo.

Agradecimentos Especiais

- À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP - Processo 2011/06311-5 pelo financiamento desta pesquisa e pelo apoio financeiro no caráter de bolsa de Mestrado.

- À Conexão Sistemas de Prótese Ltda., pelo apoio no desenvolvimento deste projeto.

Agradecimientos



Agradecimentos

- À Professora Adj. **Maria José Hitomi Nagata**, Coordenadora do programa de Pós-Graduação desta Faculdade e que acima de tudo acreditou em minha capacidade e comprometimento, me proporcionando a oportunidade de ter o primeiro contato com a rotina científica odontológica. Uma pessoa admirável em sua competência e um exemplo para todos os alunos e colegas de profissão. Me orientou no desenvolvimento de minha iniciação científica, além de apoiar prontamente a minha decisão ao escolher a área da Prótese Dentária. Obrigada pelo apoio, pela ajuda e por todos os ensinamentos.

- À família periodontia, em especial nos nomes de, **Natália Marcumini Pola, Natália Campos e Carolina dos Santos Santinoni**, que se disponibilizaram com todo o carinho e paciência a me ensinar o que fosse necessário para meu crescimento e desenvolvimento durante a iniciação científica. Obrigada pelos dias em que trabalhamos juntas. Vocês são muito especiais.

- À minha amiga **Ana Laura Esteves dos Santos**, por ter surgido de repente e ter sido capaz de criar uma amizade tão especial e gostosa, estando sempre disposta a ajudar no que for necessário. Obrigada pelo carinho e amizade, você sabe a importância nos meus dias.

- As minhas amigas, **Carolinne Machado Marinho, Camila de Assis Vianna, Thays Cristina de Carvalho Rodrigues e Stefania de Oliveira Abatte**, que independente da distância após o término de nossa graduação, estão sempre presentes acompanhando meu crescimento e sempre transmitindo palavras de apoio e carinho.

- Aos meus queridos amigos **Rodrigo Antônio Medeiros e Aljomar José Vechiato** que são grandes companheiros de pós-graduação e da vida. Sempre dispostos e com um sorriso no rosto para animar os meus dias difíceis e rirem junto comigo nos meus dias normais. Tenho um carinho especial por vocês.

- Especiais agradecimentos à pós-doutoranda **Graziella Ávila Prado Galhano**, que compartilhou comigo de todos os seus conhecimentos para que eu conseguisse realizar este trabalho. Tornou-se uma verdadeira amiga, a qual eu pude compartilhar situações que me só me engrandeceram. Obrigada sempre pelo apoio e carinho.

Agradecimentos

- As amigas de Pós-Graduação **Liliane e Emily**, pelo convívio, carinho e pela experiência mútua.

- Especiais agradecimentos à **Rosse Mary Falcon Antenucci e Leonardo Toledo Piza Lopes**, por estarem sempre dispostos a ajudar no que fosse preciso. É sempre muito agradável trabalhar com vocês.

- A todos os **docentes, técnicos e funcionários** do departamento de Materiais Dentários e Prótese, com quem convivi ao longo destes anos e que fizeram a nossa universidade se tornar um ambiente familiar e agradável para trabalhar, estudar e confraternizar.

- Aos **colegas de Pós-Graduação e Graduação** que tiveram convivência, mas que não é possível citar aqui.

- À Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP, na pessoa de sua diretora, professora Dra. **Ana Maria Pires Soubhia** pela oportunidade e honra de realizar este curso de Mestrado.

- A todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

- À **Deus**, por me guiar a cada dia na escolha sempre do melhor caminho. Por minha vida, saúde, sabedoria, família e amigos.

Obrigado, Senhor.

Epígrafe



Epígrafe

“Enquanto você continuar vendo as estrelas como algo em cima de você, continuará sem o conhecimento”

Friedrich Nietzsche.

Resumo e Abstract



Resumo e Abstract

Sistemas CAD/CAM: avaliação da precisão de aquisição de dados

Objetivo: O objetivo deste estudo foi avaliar a adaptação marginal de infraestruturas de próteses fixas confeccionadas pelo Sistema CAD/CAM com três diferentes sistemas de aquisição de dados.

Material e Métodos: Confeccionaram-se 50 corpos de prova; Convencional (Ni-Cr) (n = 10), GI: iTero (n = 10), GII: CerecBluecam/fresadora industrial (n = 10), GIII: 3S (n = 10) e GIV: CerecBlueCam/Sirona (n = 10). Os corpos de prova foram numerados e randomizados, realizou-se análise da desadaptação marginal vertical.

Resultados: A análise intra observador indicou que não houve diferença estatisticamente significativa (teste t pareado, $p = 0.822$) no período antes e depois das análises. O sistema convencional (321 μm) apresentou maior desadaptação quando comparado com o sistema CAD/CAM (89 μm) ($p < 0.001$). O sistema intra oral (iTero) apresentou menor índice de desadaptação marginal, quando comparado com o sistema extra oral (3S), ($p < 0.001$). O sistema aberto apresentou maior índice de desadaptação marginal (114 μm) quando comparado com intra oral (iTero), sendo $p < 0.001$. Além disto, no sistema convencional, observou-se que os pré-molares apresentaram índice de desadaptação maior quando comparado (361 μm) com o molar (283 μm) ($p < 0.001$), porém no sistema CAD/CAM não houve diferença estatisticamente significativa na comparação de dentes pré-molares (93,7 μm) e molares (84,9 μm).

Significância: O sistema CAD/CAM pode atuar mais favoravelmente, reduzindo o índice de desadaptação marginal, quando comparado com o sistema convencional de confecção de próteses dentárias. O sistema intra oral (iTero) comportou-se melhor quando comparado com os demais sistemas.

Palavras-Chave: Prótese parcial fixa. Adaptação marginal dentária. Projeto auxiliado por computador.

Resumo e Abstract

CAD/CAM Systems: Evaluation the accuracy of data acquisition

Objective: The aim of this study was to evaluate the marginal fit of frameworks produced by CAD/CAM systems with three different data acquisition.

Material and Methods: We fabricated 50 frameworks: conventional (Ni-Cr) (n = 10), GI:iTero (n = 10), GII:CerecBluecam/industrial milling (n = 10), GIII:3S (n = 10), and GIV:CerecBlueCam/Sirona (n = 10). We numbered the specimens and analyzed them randomly.

Results: Intra-observer analysis indicated no statistically significant difference (paired t-test, $p = 0.822$) before and after the analysis. The conventional system (321 μm) showed greater misfit than the CAD/CAM (89 μm) ($p < 0.001$) system. The intraoral system (iTero) showed a lower rate of marginal misfit than the extra-oral system (3S), ($p < 0.001$). The open system presented a higher marginal discrepancy (114 μm) than intraoral (iTero), with $p < 0.001$. Moreover, in the conventional system, premolars (361 μm) showed a higher index of misfit than molars (283 μm) ($p < 0.001$), but for the CAD/CAM system, there was no statistically significant difference between premolars (93.7 μm) and molars (84.9 μm).

Significance: The CAD/CAM system can to act more favorably reducing the rate of marginal discrepancy than the conventional impression system of dental prosthesis. The intra oral system (iTero) was better than other systems.

Keywords: Fixed partial denture. Dental marginal adaptation. Computer-aided design

Listas e Sumário



Lista de Figuras

Capítulo

Figura 1	Microscopia Óptica da desadaptação marginal do grupo controle; (a,c) Pré Molar; (b,d) Molar.	38
Figura 2	Microscopia Óptica da desadaptação marginal do GII; (a,c) Pré Molar; (b,d) Molar.	39
Figura 3	Microscopia Óptica da desadaptação marginal do GIV; (a,c) Pré Molar; (b,d) Molar.	40
Figura 4	Microscopia Óptica da desadaptação marginal do GIII; (a,c) Pré Molar; (b,d) Molar.	41
Figura 5	Microscopia Óptica da desadaptação marginal do GI; (a,c) Pré Molar; (b,d) Molar.	42
Figura 6A	Gráfico Box-Plot dos grupos analisados.	44
Figura 6B	Análise da discrepância marginal dos corpos de prova de cada grupo. Observe os maiores valores encontrados para o grupo controle.	45

Lista de Tabelas

Capítulo

Tabela 1	Descrição dos grupos	33
	Dados de desadaptação marginal (μm)	
Tabela 2	coletados para os diferentes sistemas	43
	analisados	

Listas de Abreviaturas e Siglas

Capítulo

3D	=	<i>Três dimensões ou Tridimensional</i>
CAD/CAM	=	<i>Computer Aided Design and Computer Aided Manufacturing</i>
CDT	=	<i>CorelDraw Template</i>
cm	=	<i>Centímetros</i>
DM	=	<i>Discrepância Marginal</i>
DWOS	=	<i>Dental Wings Open Software</i>
Fig	=	<i>Figura</i>
g	=	<i>Gramas</i>
hs	=	<i>Horas</i>
LED	=	<i>Light Emmiting Diode</i>
min	=	<i>Minutos</i>
ml	=	<i>Milímetros</i>
MO	=	<i>Molar</i>
Ni-Cr	=	<i>Níquel - Cromo</i>
n°	=	<i>Número</i>
°C	=	<i>Graus Celsius</i>
PM	=	<i>Pré-Molar</i>
PPF	=	<i>Prótese parcial fixa</i>
psi	=	<i>Pound force per square inch – Libra por polegada ao quadrado</i>

Listas e Sumário

rpm = *Rotações por minuto*

s = *Segundos*

STL = *Stereolithography*

vs. = *Versus*

µm = *Micrômetros*

Capítulo 1

1 CAPÍTULO - Análise da adaptação marginal de infraestruturas de próteses fixas dentárias de zircônia confeccionadas pelo sistema CAD/CAM versus convencional: Um estudo randomizado e duplo cego.	28
1.1 Resumo	29
1.2 Introdução	30
1.3 Proposição	32
1.4 Material e Métodos	33
1.4.1 Confeção e Reprodução da matriz metálica	33
1.4.2 Transferência dos dados para o software e desenho das infraestruturas	34
1.4.3 Procedimentos de fresagem	34
1.4.4 Grupo Controle	35
1.4.5 Análise da adaptação dos copings	35
1.4.6 Forma de análise dos resultados	35
1.4.6.1 Randomização	35
1.4.6.2 Análise Estatística	36
1.5 Resultados	37
1.5.1 Análise intra	37
1.5.2 Sistemas CAD/CAM versus Sistema Convencional	37
1.5.3 Sistema CAD/CAM intra oral versus extra oral	45
1.5.4 Sistemas CAD/CAM intra oral aberto versus fechado	45
1.5.5 Análise da utilização de fresadora industrial em Sistema CAD/CAM fechado	46
1.5.6 Análise da desadaptação marginal nos elementos dentários	46
1.6 Discussão	47
1.7 Conclusão	50
1.8 Agradecimentos	51
1.9 Referências Bibliográficas	52
1.10 Anexos	56

Capítulo



O Artigo está de acordo com as normas do periódico Dental Materials.

Qualis A1 – Fator de Impacto 3.773

1.1 Resumo

Sistemas CAD/CAM: Avaliação da precisão de aquisição de dados

Objetivo: O objetivo deste estudo foi avaliar a adaptação marginal de infraestruturas de próteses fixas confeccionadas pelo Sistema CAD/CAM com três diferentes sistemas de aquisição de dados.

Material e Métodos: Confeccionaram-se 50 corpos de prova; Convencional (Ni-Cr) (n = 10), GI: iTero (n = 10), GII: CerecBluecam/fresadora industrial (n = 10), GIII: 3S (n = 10) e GIV: CerecBlueCam/Sirona (n = 10). Os corpos de prova foram numerados e randomizados, realizou-se análise da desadaptação marginal vertical.

Resultados: A análise intra observador indicou que não houve diferença estatisticamente significativa (teste t pareado, $p = 0.822$) no período antes e depois das análises. O sistema convencional (321 μm) apresentou maior desadaptação quando comparado com o sistema CAD/CAM (89 μm) ($p < 0.001$). O sistema intra oral (iTero) apresentou menor índice de desadaptação marginal, quando comparado com o sistema extra oral (3S), ($p < 0.001$). O sistema aberto apresentou maior índice de desadaptação marginal (114 μm) quando comparado com intra oral (iTero), sendo $p < 0.001$. Além disto, no sistema convencional, observou-se que os pré-molares apresentaram índice de desadaptação maior quando comparado (361 μm) com o molar (283 μm) ($p < 0.001$), porém no sistema CAD/CAM não houve diferença estatisticamente significativa na comparação de dentes pré-molares (93,7 μm) e molares (84,9 μm).

Significância: O sistema CAD/CAM pode atuar mais favoravelmente reduzindo o índice de desadaptação marginal quando comparado com o sistema convencional de confecção de próteses dentárias. O sistema intra oral (iTero) comportou-se melhor quando comparado com os demais sistemas.

Palavras-Chave: Prótese parcial fixa. Adaptação marginal dentária. Projeto auxiliado por computador.

1.2 Introdução

A tecnologia CAD/CAM (Computer Aided Design / Computer Aided Manufacturing) [1] introduzida na odontologia com os principais objetivos de automatizar e aperfeiçoar a produção [2], é composta por três principais componentes: ferramenta de digitalização (*scanner*), software para planejamento virtual e unidade de produção (fresadora), sendo o scanner um dos principais responsáveis pela precisão das peças confeccionadas, podendo ser dividido de acordo com seu mecanismo de funcionamento entre: ópticos (fundamentados no princípio de triangulação da luz) e mecânicos (modelo mestre lido mecanicamente por uma bola de rubi e uma estrutura de medição tridimensional) [3].

Entre os scanners ópticos, mais comumente utilizados devido aos menores custos e menores tempos de processamento, encontramos os intra orais (escaneamento direto no dente preparado ou do molde obtido por técnicas convencionais) e os extra orais (escaneamento de mesa do modelo mestre), nos quais podem ser capazes de originar diferentes opções protéticas [3-5]. Atualmente, devido a grande demanda atual por restaurações esteticamente favoráveis e com elevadas resistências, as restaurações indiretas totalmente cerâmicas tem sido amplamente utilizadas nos sistemas CAD/CAM, destacando-se as cerâmicas a base de óxido de zircônia por suas excelentes propriedades físicas (alta resistência e baixa condutibilidade térmica) e biocompatibilidade [6-9].

Uma importante característica inerente às restaurações protéticas, é a adaptação marginal das peças, que pode influenciar diretamente na longevidade do tratamento reabilitador, uma vez que desadaptações são capazes de causar alterações na microflora oral e nas propriedades dos agentes cimentantes, além de aumentar a incidência de microinfiltrações e inflamações nos tecidos periodontais [10-14]. Por isso através de diferentes metodologias,

estão sendo verificadas as desadaptações marginais de peças confeccionadas pelos sistemas CAD/CAM, e observado valores mínimos de desadaptação marginal [9,15,16].

Deste modo, o objetivo deste estudo foi mensurar o nível de desadaptação marginal vertical de infraestruturas de zircônia, que simulam uma situação de prótese fixa na região dos elementos 44, 45 (pôntico) e 46, confeccionadas a partir de 3 diferentes Sistemas CAD/CAM [iTero – intra oral (Cadent Inc, São José, Califórnia, EUA), Cerec Bluecam - intra oral (Sirona, Salzburg, Österreich, Áustria), 3S - extra oral ((Dental Wings Open Software, Montreal, Quebec, Canadá)]. A hipótese nula formulada é que não houve diferença entre a discrepância marginal das infraestruturas, independente do método de confecção utilizado.

1.3 Proposição

O propósito deste estudo foi realizar uma análise comparativa da discrepância marginal vertical de infraestruturas confeccionadas pelo sistema convencional de fundição e por três diferentes sistemas CAD/CAM.

1.4 Material e Métodos

A partir da metodologia que será descrita a seguir, foram obtidos cinco grupos para análise de discrepância marginal (Tabela 1).

Tabela 1: Descrição dos grupos.

Grupos	Sistemas	N
Controle	Convencional	10
I	Sistema iTero (Cadent) + Fresadora Industrial	10
II	Sistema Cerec Bluecam (Sirona) + Fresadora Industrial	10
III	Sistema 3S (DWOS) + Fresadora Industrial	10
IV	Sistema Cerec Bluecam (Sirona) + Fresadora Sirona	10

1.4.1 Confeção e Reprodução da matriz metálica

Foi confeccionado uma metálica padrão usinada em torno, simulando uma situação de prótese fixa de três elementos na região inferior posterior [44, 45 (pôntico) e 46], com preparos para coroa total (paredes axiais com 3° de expulsividade, 6° de conicidade oclusal, altura de 5,5 mm, 7,5 mm de diâmetro para o molar e 4,5 mm para o pré-molar) e término em ombro arredondado. Três entalhes foram realizados na parte oclusal para permitir o correto reposicionamento das coroas cerâmicas e 1,5 mm abaixo do término cervical, foram realizadas 12 marcações equidistantes, com 0,5 mm de espessura cada, para padronizar a etapa de mensuração da DM (Discrepância Marginal) em cada amostra.

Foram realizadas dez moldagens da matriz metálica com silicone de adição - Elite H-D Putty Soft *Normal Setting* (Zhermack S.p.A., Badia Polesine, Rovigo, Itália) e Elite H-D Light Body *Normal Setting* (Zhermack S.p.A., Badia Polesine, Rovigo, Itália) pela técnica da dupla moldagem, seguindo as recomendações do fabricante e totalizando dez moldes. Os

moldes posteriormente foram vazados com gesso tipo IV (Elite Rock Thixotropic, Zhermack S.p.A., Badia Polesine, Rovigo, Itália) e recortados com auxílio de um recortador de gesso.

1.4.2 Transferência dos dados para o software e desenho das infraestruturas

Para a obtenção dos dados digitais dos preparos, foram realizados 30 escaneamentos da matriz metálica com os sistemas intra oral, de acordo com as especificações recomendadas por cada fabricante, (GI – n = 10, GII – n = 10, GIV – n = 10) e 10 escaneamentos com o sistema extra oral (GIII – n = 10). Os dados dos grupos I, III e IV foram obtidos no formato .STL (*Stereolithography*), enquanto que para o grupo II foram obtidos em formato .CDT (*CorelDraw Template*) e transformados em .STL através de um Plug-in Dental Shaper (CIM System, Cinisello Balsamo, Milão, Itália) instalado no Progamma Rhinoceros® 3D 4.0 (NURBS Modeling for Windows, Seattle, Washington, EUA). Em seguida foram transferidos para o software Dental Wings (Dental Wings Open Software, Montreal, Quebec, Canadá), onde foram realizados os desenhos de 40 protótipos de prótese fixa de três elementos padronizadas com 0,6 mm de espessura e 4 mm de espessura dos conectores.

1.4.3 Procedimentos de fresagem

Os grupos I, II e III foram fresados em fresadora industrial do sistema CAD/CAM Conexão (Conexão Sistema de Prótese, São Paulo, São Paulo, Brasil) e o grupo IV fresado com a fresadora do próprio Sistema CAD/CAM Sirona (Sirona, Salzburg, Österreich, Áustria). Os *softwares* de gerenciamento de fresagem automaticamente calcularam a fresagem de estruturas 20% maiores que as dimensões iniciais para compensar a contração que ocorreu durante o processo de sinterização, realizado em um forno à 1500 °C por 2 horas e 20 minutos, estabelecidos pelo próprio sistema, após a identificação do material cerâmico que foi sinterizado.

1.4.4 Grupo Controle

Foram confeccionadas 10 infraestruturas de três elementos em Ni-Cr (Níquel-Cromo sem berílio Fit Cast-SB Plus - Talmax, Curitiba, Paraná, Brasil), sobre os modelos obtidos na primeira etapa do trabalho, através da técnica de fundição da cera perdida.

1.4.5 Análise da adaptação dos copings

A análise da adaptação marginal foi realizada nos 12 pontos previamente determinados na matriz metálica, em microscópio óptico tridimensional (Quick Scope, Mitutoyo, Illinois, Chicago, EUA) com mesa digital, 350x de aumento e precisão de 1 μm , e as medidas calculadas utilizando-se o programa computacional QSPAK (Mitutoyo, Illinois, Chicago, EUA). Todas as mensurações foram realizadas por um único operador e os valores foram obtidos em milímetros e transformados em micrômetros. Para as leituras, o conjunto matriz/infra-estrutura foi posicionado em uma prensa, mantendo o feixe de luz do microscópio posicionado perpendicularmente à margem do conjunto estrutura/matriz.

1.4.6 Forma de análise dos resultados

1.4.6.1 Randomização

Inicialmente, um examinador (E.P.P) numerou as infraestruturas de 1 a 50 e em seguida, um segundo examinador (J.F.S-Jr) realizou a randomização de 50 números através de um site específico (Randomizer Research) [17]. A realização das leituras de desadaptação marginal foi realizada por um terceiro examinador (C.C.M.). Este é um estudo considerado como randomizado e duplo cego.

1.4.6.2 Análise estatística

Em uma nova randomização dos 50 corpos de provas, selecionou-se aleatoriamente 10 exemplares, para posterior análise estatística intra-examinador utilizando-se o teste de erro sistemático e erro casual. Os dados foram submetidos à análise estatística por meio dos programas computacionais: Sigma Plot 12.3 (EUA). O nível de significância foi o valor convencional de 5%.

1.5 Resultados

1.5.1 Análise intra

O teste específico de correlação (r) revelou uma concordância simples de 0.99. No erro sistemático observou-se que não houve diferença entre as leituras nos períodos analisados (t pareado=0.226; $p=0.822$), e o teste de erro casual (Dahlberg) = 10 μm , ou seja, a margem de erro esteve localizada de 10 μm a mais ou a menos, para todos os corpos de prova reavaliados.

1.5.2 Sistemas CAD/CAM versus Sistema Convencional

Com o objetivo de se comparar as médias de desadaptação marginal entre o sistema convencional e os sistemas CAD/CAM na confecção de próteses fixas de três elementos, foi realizada uma análise de variância à um critério [(Fator: Tipo de sistema utilizado para a confecção das peças (iTero: GI); (3S: GIII); (CerecBluecam + Fresadora Sirona: GIV)]. Observou-se que a maior média de desadaptação marginal esteve presente no grupo convencional (média: 321 μm) (Fig 1), quando comparado com os sistemas CAD/CAM (média: 89 μm), sendo esta diferença, estatisticamente significativa ($p<0.001$).

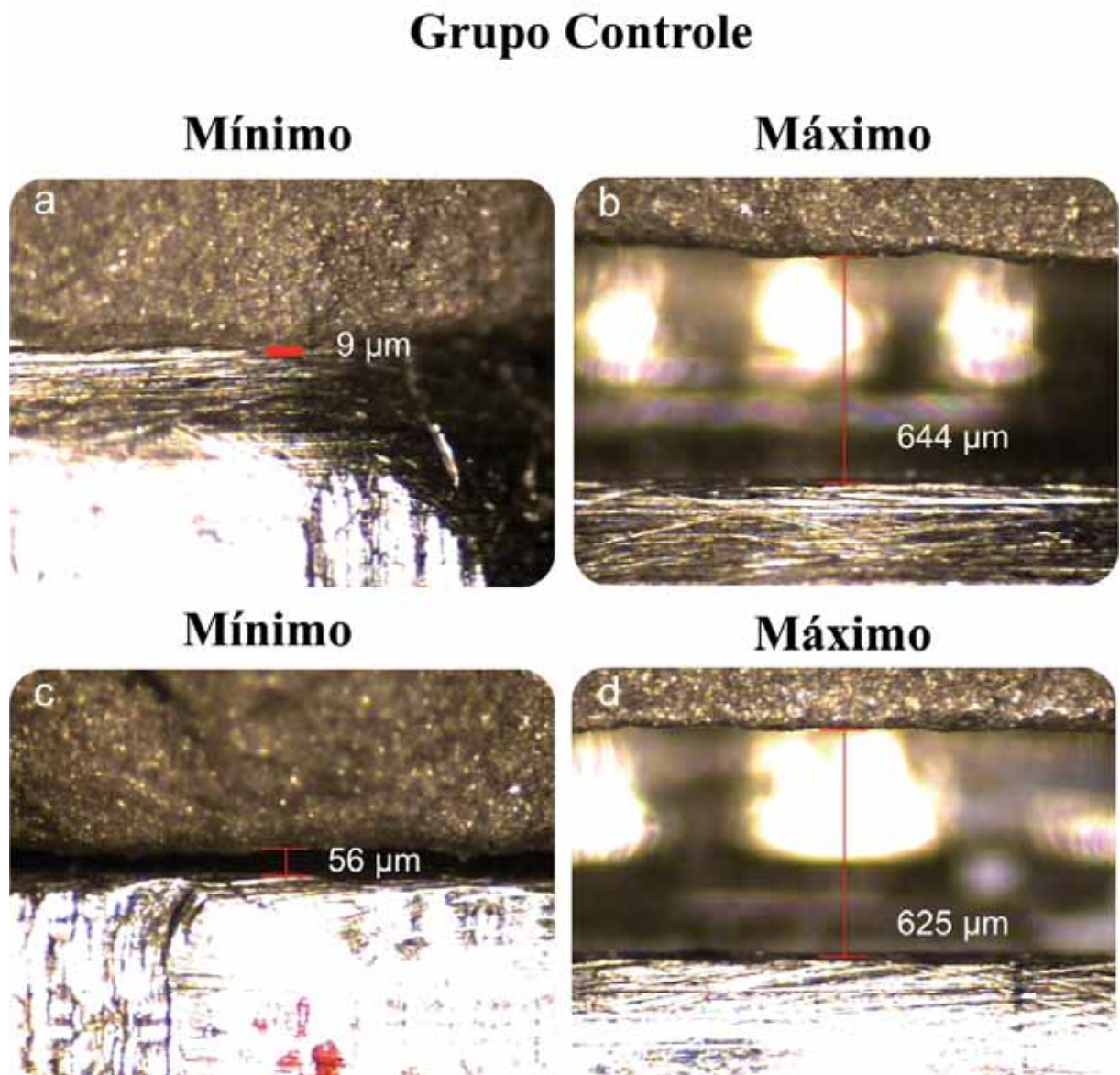


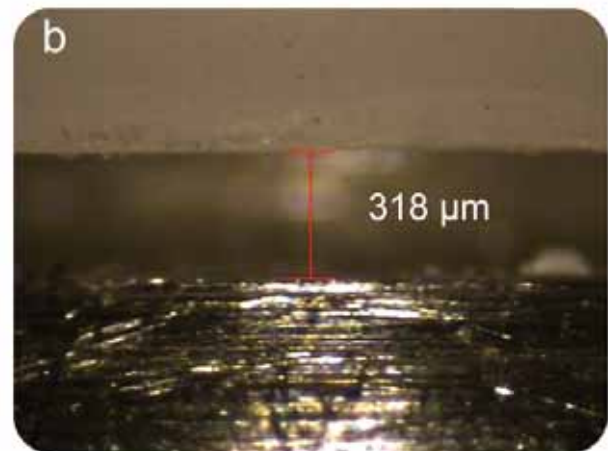
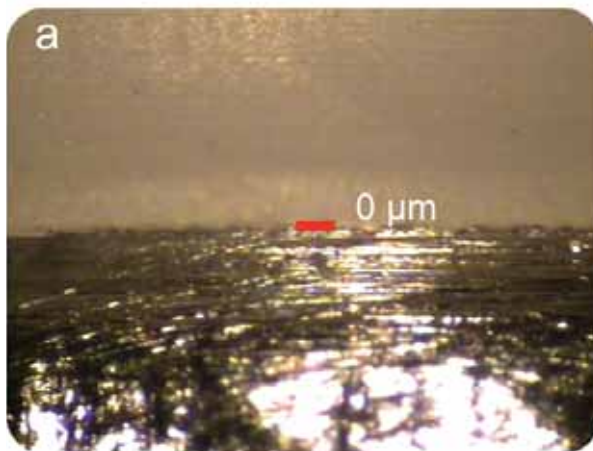
Fig. 1 – Microscopia óptica da desadaptação marginal do grupo controle; (a,c) Pré Molar; (b,d) Molar.

Os resultados também indicaram que a maior média de desadaptação marginal vertical foi para o grupo controle, seguido do grupo II (Sistema CerecBluecam + Fresadora Industrial) (Fig 2), grupo IV (CerecBluecam + Fresadora Sirona) (Fig 3), grupo III (Sistema 3S) (Fig 4) e grupo I (Sistema iTero) (Fig 5) , conforme tabela 2. Além disso, pode-se destacar que o grupo I (iTero), apresentou menor variabilidade em seus resultados conforme tabela 2 e figura 6A.

Grupo II – Sist. Cerec + Fres. Indus.

Mínimo

Máximo



Mínimo

Máximo

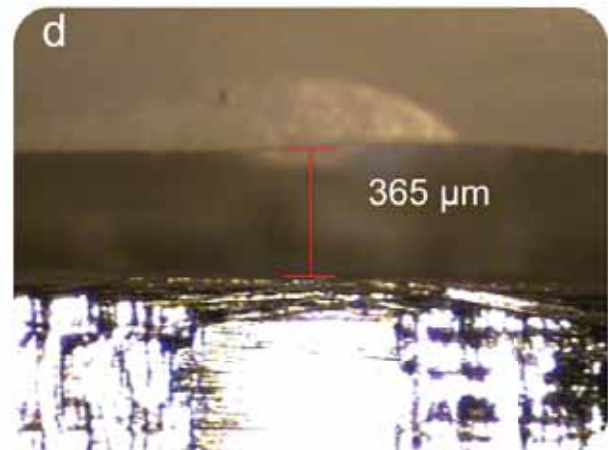
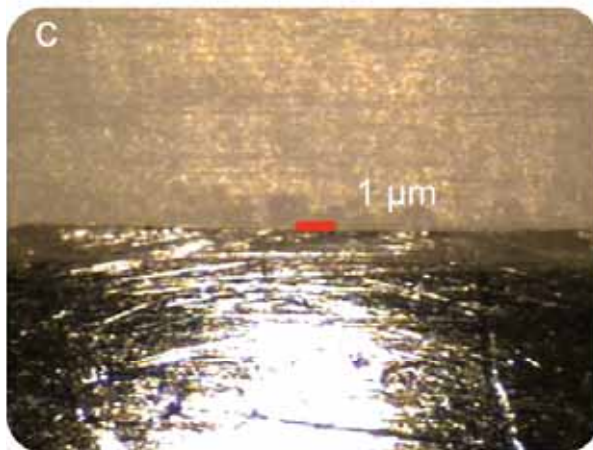
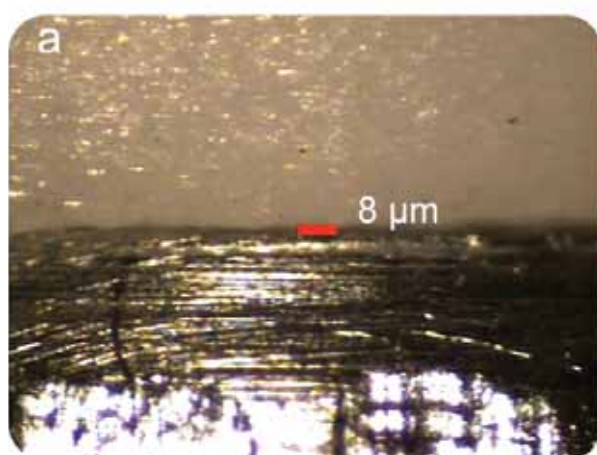


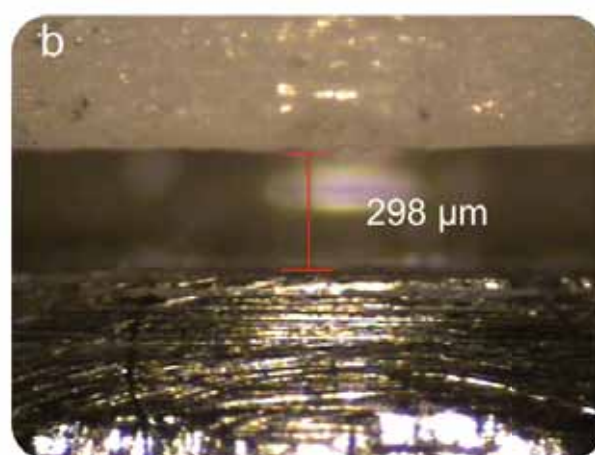
Fig. 2 – Microscopia óptica da desadaptação marginal do GII; (a,c) Pré Molar; (b,d) Molar.

Grupo IV – Sist. Cerec + Fres. Sirona

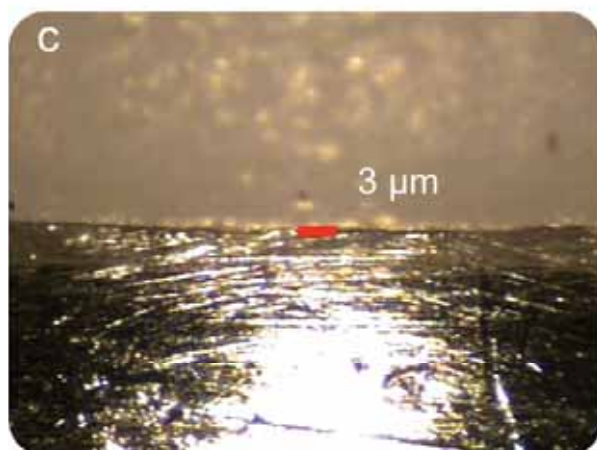
Mínimo



Máximo



Mínimo



Máximo

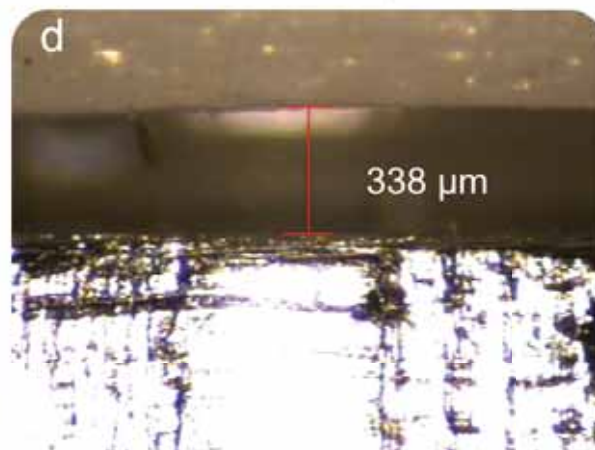


Fig. 3 – Microscopia óptica da desadaptação marginal do GIV; (a,c) Pré Molar; (b,d) Molar.

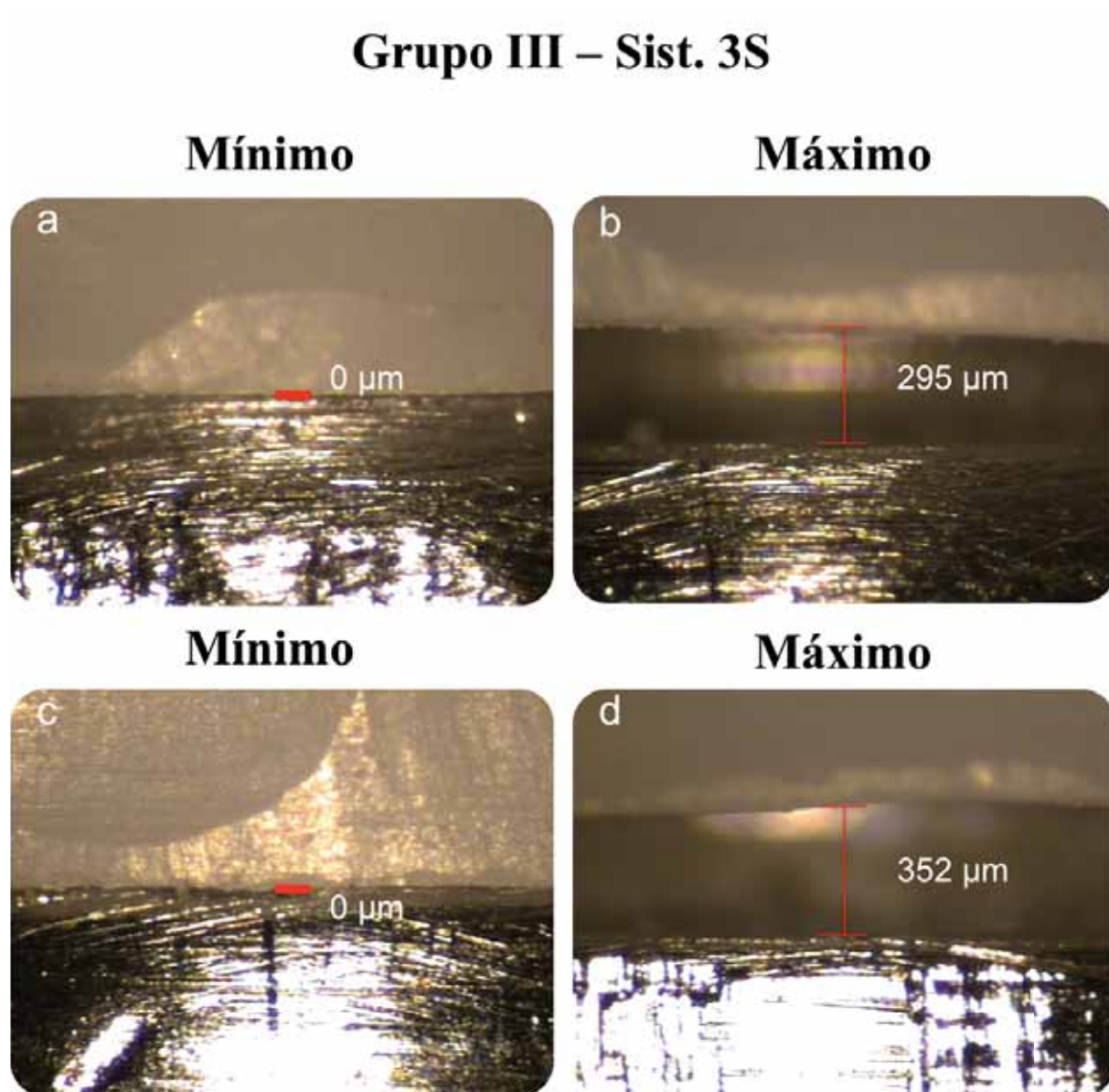


Fig. 4 – Microscopia óptica da desadaptação marginal do GIII; (a,c) Pré Molar; (b,d) Molar.

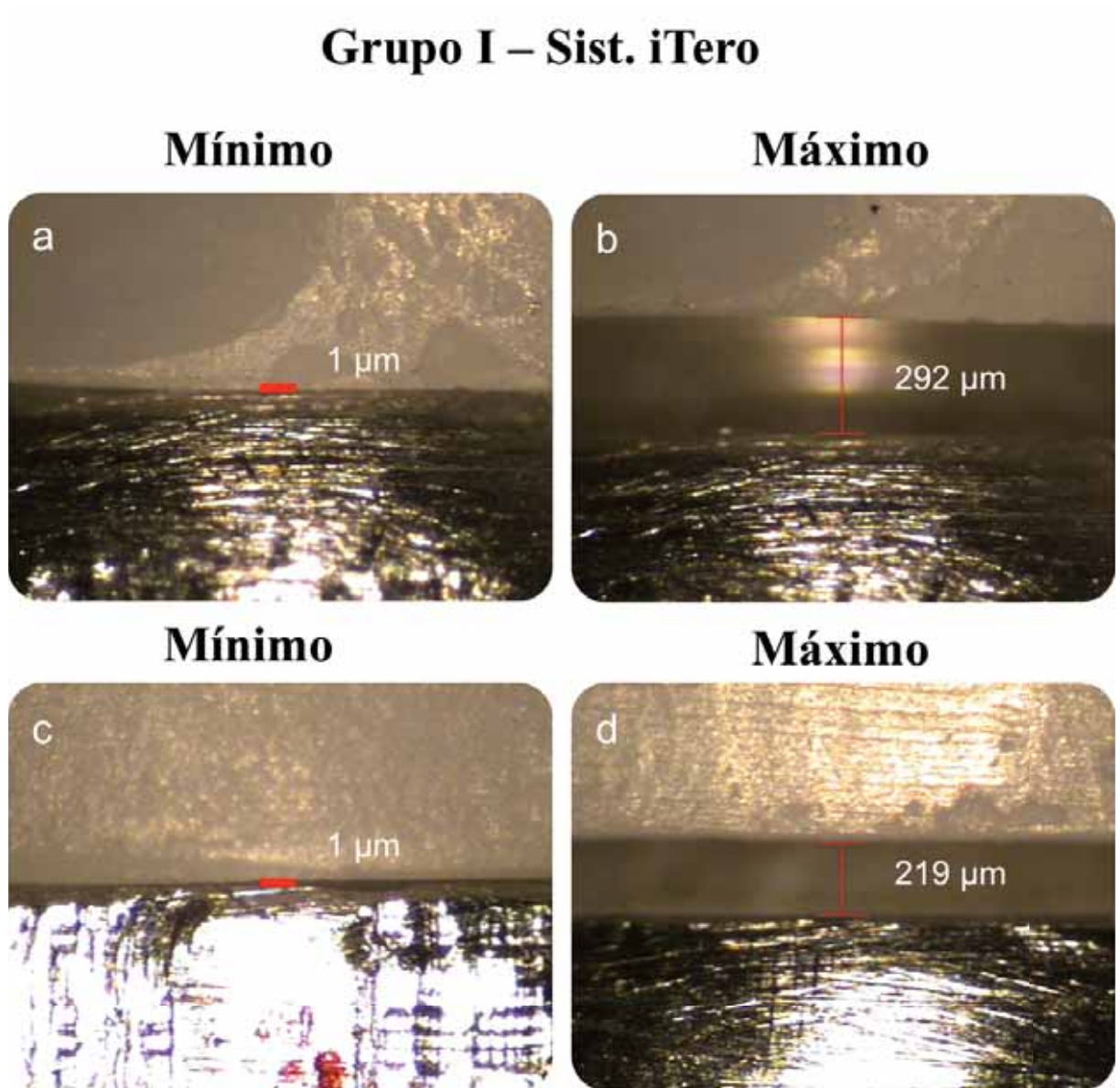


Fig. 5 – Microscopia óptica da desadaptação marginal do GI; (a,c) Pré Molar; (b,d) Molar.

Tabela 2. Dados de desadaptação marginal (μm) coletados para os diferentes sistemas analisados.

Grupo	Dente	n	Média	Desvio	Mínimo	Mediana	Máximo
				Padrão			
Controle	P.M.	120	360,6	135,9	56,0	387,0	625,0
	MO.	120	282,7	137,2	9,0	259,0	644,0
GI	P.M.	120	57,6	52,2	1,0	32,5	219,0
	MO.	120	52,0	67,9	1,0	29,5	292,0
GII	P.M.	120	135,4	96,5	1,0	131,0	365,0
	MO.	120	122,6	93,5	0,0	117,0	318,0
GIII	P.M.	120	96,4	84,8	0,0	70,0	352,0
	MO.	120	100,9	84,5	0,0	93,5	295,0
GIV	P.M.	120	127,0	87,0	3,0	126,0	338,0
	MO.	120	101,7	73,0	8,0	76,5	298,0

*P.M.: Pré-molar; MO:Molar

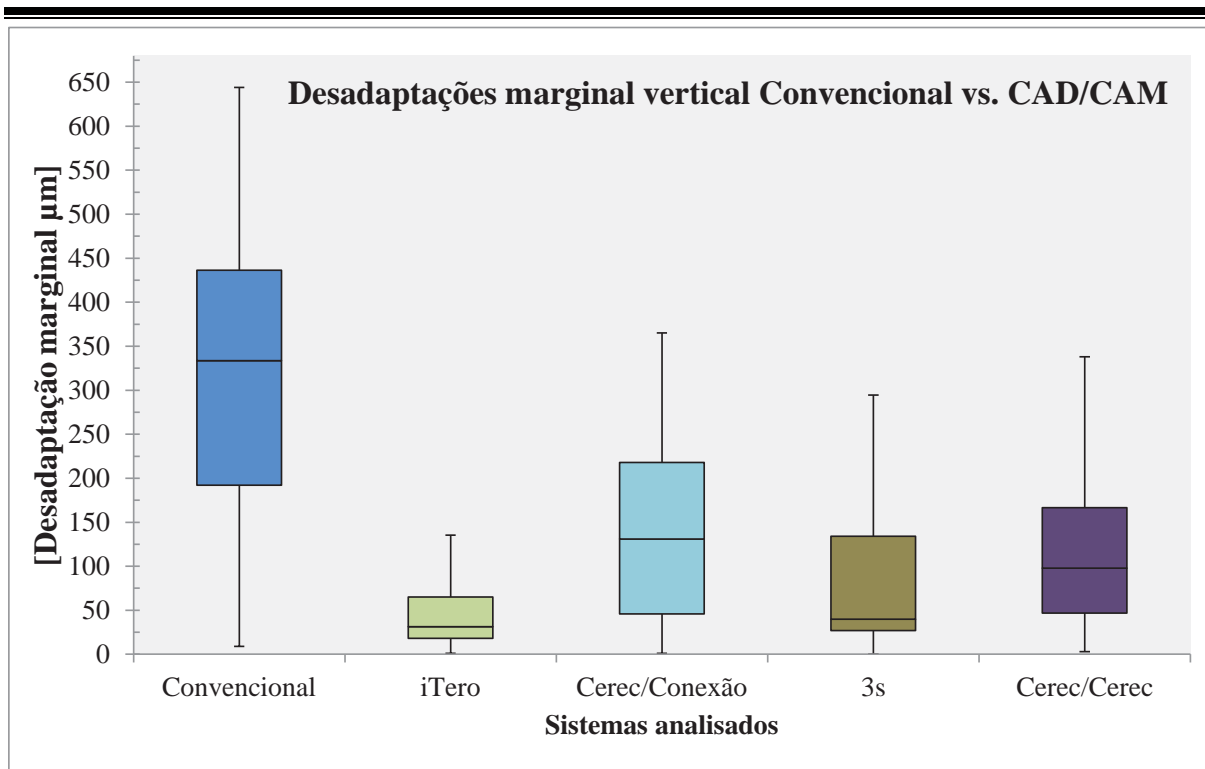


Fig. 6A – Gráfico Box-Plot dos sistemas analisados.

Em uma próxima análise buscou-se avaliar as médias de discrepância marginal de cada um dos corpos de prova. Através de um gráfico de linhas (Fig 6B), podemos observar os maiores valores de desadaptação do grupo controle em comparação aos valores dos grupos nos quais as infraestruturas foram confeccionadas através do sistema CAD/CAM (Grupos I, II, III, IV), devido ao distanciamento entre as linhas representativas de cada um dos grupos.

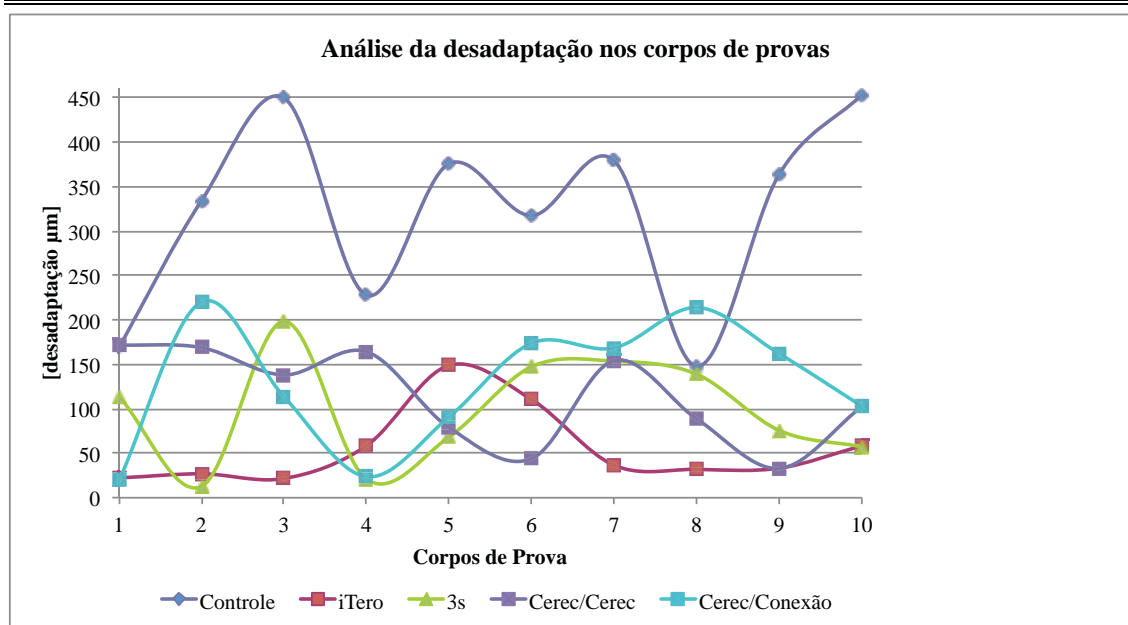


Fig. 6B – Análise da discrepância marginal dos corpos de prova de cada grupo. Observe os maiores valores encontrados para o grupo controle.

1.5.3 Sistemas CAD/CAM intra oral versus extra oral

Em uma análise dos sistemas CAD/CAM intra oral (GI: iTero) em comparação com o sistema extra oral (GIII: 3S), foi possível observar que o sistema intra oral apresentou menor índice de desadaptação marginal (média: 54,8 μm) quando comparado com o sistema extra oral (média: 98,6 μm), sendo estatisticamente significativa ($p < 0.001$).

1.5.4 Sistema CAD/CAM intra oral aberto versus fechado

Em análise específica dos sistemas intra oral, objetivou-se comparar a desadaptação marginal nas peças fresadas em um Sistema CAD/CAM aberto (GI: iTero) e um Sistema CAD/CAM fechado (GIV: CerecBluecam + Fresadora Sirona). Observou-se que o sistema iTero (média: 54,8 μm) foi significativamente melhor quando comparado com ao Sistema Cerec (média: 114 μm), ($p < 0.001$).

1.5.5 Análise da utilização de fresadora industrial em Sistema CAD/CAM fechado

Em uma análise dos diferentes sistemas CAD/CAM e diferentes fresadoras utilizadas, foram comparados os grupos iTero fresado no Sistema Industrial Conexão (GI), grupo CerecBluecam com fresadora Sirona (GIV) e grupo CerecBluecam com fresadora Conexão (GII). Observou-se que o sistema iTero (média: 54,8 μm) apresentou-se significativamente melhor ($p < 0.001$) quando comparado aos grupos CerecBluecam fresadora Sirona (média: 114 μm) e, grupo CerecBluecam fresadora Conexão (média: 129,02 μm). Porém, em uma comparação dos grupos escaneados com o Sistema Cerec e fresado em diferentes fresadoras, não houve diferença estatisticamente significativa nos valores médios de desadaptação marginal ($p > 0.05$).

1.5.6 Análise da desadaptação marginal nos elementos dentários

Em uma análise dos dentes pilares da prótese fixa, pré-molares e molares, observou-se que no sistema convencional houve uma diferença estatisticamente significativa na comparação das desadaptações do pré-molar e molar, uma vez que os dentes molares (média: 283 μm) apresentaram uma desadaptação menor ($p < 0.001$), quando comparados com pré-molares (média: 361 μm). Porém, no sistema CAD/CAM não houve diferenças estatisticamente significantes de pré-molares (média: 93,7 μm) quando comparados com molares (média: 84,9 μm), sendo $p = 0.224$, e poder do teste $\alpha = 0.999$.

1.6 Discussão

Este estudo *in vitro*, avaliou a adaptação marginal vertical de infraestruturas confeccionadas a partir de 3 diferentes sistemas CAD/CAM (Sistemas de escaneamento intra e extra oral), simulando uma situação de prótese fixa na região dos elementos 44, 45 (pôntico) e 46. Os dados obtidos rejeitaram a hipótese nula formulada, de que não haveria diferença entre a discrepância marginal das infraestruturas, independente do método de confecção utilizado.

A média de desadaptação marginal dos sistemas CAD/CAM deste estudo foi menor (89 μm) quando comparada com a média de desadaptação das infraestruturas confeccionadas pelo método convencional (321 μm), estando de acordo com estudos de Henkel [18] e Almeida et al. [19] que demonstraram a maior previsibilidade e precisão das peças quando confeccionadas pelos sistemas CAD/CAM, observando-se além disso, que poucos estudos apresentaram grupo controle com material metálico para a comparação com os materiais cerâmicos [13,20]. Nossos resultados, aproximam-se dos achados no estudo de Chandrashekar et al. [21] que se atentaram à confecção de um grupo controle e apresentaram valores de 129,98 μm de média para o grupo metálico e 39,32 μm para o grupo cerâmico, durante as análises de discrepância marginal em copings unitários. Porém cabe ressaltar que nosso estudo avaliou infraestruturas de três elementos, confeccionadas em monobloco e sem a realização de ponto de solda, por um selecionado laboratório comercial de bom padrão, orientado previamente à confecção das peças.

Além disso, pode-se observar que o escaneamento intra oral obteve os menores valores de desadaptação marginal em comparação ao sistema extra oral (intra = 54,8 μm x extra = 98,6 μm), que pode ser justificado devido à necessidade da confecção de um modelo mestre. Esta etapa implica na realização da moldagem pelo método convencional, estando susceptível a fatores de interferência como a formação de bolhas nos moldes, distorção do

material de moldagem, posicionamento incorreto da moldeira, e ainda a possibilidade de vazamento incorreto do molde. Nossos resultados demonstraram que os escaneamentos intra orais são capazes de eliminar os fatores preocupantes citados anteriormente por Derhalli em 2013 [22], além de oferecer uma maior rapidez e maior conforto ao paciente, como sugerido por Jones em 2011 [23].

Em relação aos sistemas intra oral avaliados (Sistema iTero + Fresadora Industrial x Sistema CerecBluecam + Fresadora Sirona), verificamos que o Sistema iTero foi significativamente melhor quando comparado ao Sistema Cerec, com valores médios de desadaptação marginal de 54,8 μm e 114 μm , respectivamente. Atribui-se a isso os diferentes mecanismos de leitura de cada um dos sistemas. O Sistema iTero através de uma câmera com luz branca e laser vermelho é capaz de emitir feixes de luz sobre a superfície do dente a ser escaneado e capturar 100.000 pontos com até 300 de profundidade focal espaçadas em até 50 microns. Em contrapartida o Sistema CerecBluecam para a realização do escaneamento, emite uma luz de diodo (*light emitting diode* - LED), além de ser necessária a asperização homogênea da superfície com um pó de titânio para refletir a luz emitida pela câmera de escaneamento [24-26].

Buscamos também, avaliar um sistema de *scanner* intra oral denominado de sistema fechado (CerecBluecam + Fresadora Sirona), em diferentes condições de fresagem (abertura do sistema), devido às vantagens de um sistema aberto diante de um sistema fechado, que concentra-se basicamente na possibilidade de poder escolher o sistema CAM mais adequado aos propósitos, transmitindo o arquivo CAD para outro computador [27-29].

Nossos resultados demonstraram que não houve diferença estatisticamente significante entre as peças fresadas pelo sistema fechado (Grupo IV) e as fresadas pelo sistema que foi aberto (Grupo II), do mesmo modo que foi observado no estudo de Zaghoul and Younis [30]. Neste trabalho os autores escanearam um modelo através do Sistema Cerec (Sirona) para a

confeção de infraestruturas implantossuportadas de 3 elementos, fresadas no Sistema Cerec e no Sistema Zirconzahn (Zirconzahn, Italy), e apresentaram valores de desadaptação marginal de $84,58 \pm 3,767 \mu\text{m}$ e $50,33 \pm 3,415 \mu\text{m}$, respectivamente, e sem diferença estatisticamente significativa entre os grupos. Porém, este estudo foi realizado em próteses implantossuportadas, e a literatura ainda é escassa em estudos que abordem esta discussão, sendo necessário o desenvolvimento de futuras pesquisas para que se possa afirmar a qualidade dos sistemas “fechados”, que foram “abertos”.

É importante salientar, que os resultados apresentados neste estudo estão dentro dos limites considerados como aceitáveis clinicamente pela comunidade científica odontológica, que estão entre 100 – 150 μm [6,9,31-34], nos levando a reafirmar a maior precisão dos sistemas CAD/CAM, comparados ao método convencional da cera perdida.

As limitações deste estudo incluem a confecção e a avaliação dos copings realizadas em condições laboratoriais ideais, que podem diferir em alguns aspectos das situações clinicamente encontradas, além disso, as mensurações da desadaptação marginal foram realizadas sem a verificação de ajustes internos, aplicação da cerâmica de superfície, e cimentação das peças, evitando a influência de fatores externos na análise primária dos diferentes *scanners* e técnicas.

Diante do apresentado, acreditamos que os sistemas CAD/CAM é uma técnica efetiva para ser utilizada na confecção de copings em próteses parciais fixas e representa uma tendência em comparação à utilização dos sistemas convencionais. Ensaio clínico controlados devem ser realizados a fim de se analisar a eficiência dos diferentes sistemas de escaneamento analisados.

1.7 Conclusão

Fundamentado na metodologia utilizada e nos resultados obtidos, pode-se concluir:

- Os sistemas CAD/CAM apresentaram menor desadaptação marginal quando comparado com o sistema convencional para confecção de infraestruturas.
- Na análise dos diferentes sistemas de escaneamento, o escaneamento intra oral demonstrou ser superior ao sistema de escaneamento extra oral, com menores valores de desadaptação marginal.
- O sistema “fechado” apresentou comportamento semelhante, em termos de desadaptação marginal, quando foi “aberto”.

1.8 Agradecimentos

Baseado em uma dissertação submetida ao corpo docente da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Faculdade de Odontologia de Araçatuba, em cumprimento dos requisitos necessários para o grau de Mestrado. Os autores reconhecem a agência brasileira FAPESP - 2011/06311-5 pelo apoio financeiro da presente pesquisa, e a colaboração da empresa Conexão Sistema de Próteses (São Paulo, São Paulo, Brasil).

1.9 Referências

1. Goodacre CJ, Garbacea A, Naylor WP, Daher T, Marchack CB and Lowry J. CAD/CAM fabricated complete dentures: concepts and clinical methods of obtaining required morphological data. *J Prosthet Dent*, 2012; 107:34-46.
2. Miyazaki T, Hotta Y, Kunii J, Kuriyama S and Tamaki Y. A review of dental CAD/CAM: current status and future perspectives from 20 years of experience. *Dent Mater J*, 2009; 28:44-56.
3. Beuer F, Schweiger J and Edelhoff D. Digital dentistry: an overview of recent developments for CAD/CAM generated restorations. *Br Dent J*, 2008; 204:505-11.
4. Persson AS, Odén A, Andersson M and Sandborgh-Englund G. Digitization of simulated clinical dental impressions: virtual three-dimensional analysis of exactness. *Dent Mater*, 2009; 25:929-36.
5. Kurbad A. Impression-free production techniques. *Int J Comput Dent*, 2011; 14:59-66.
6. Boening KW, Wolf BH, Schmidt AE, Kästner K and Walter MH. Clinical fit of Procera AllCeram crowns. *J Prosthet Dent*, 2000; 84:419-24.
7. Conrad HJ, Seong WJ and Pesun IJ. Current ceramic materials and systems with clinical recommendations: a systematic review. *J Prosthet Dent*, 2007; 98:389-404.
8. Kokubo Y, Tsumita M, Kano T, Sakurai S and Fukushima S. Clinical marginal and internal gaps of zirconia all-ceramic crowns. *J Prosthodont Res*, 2011; 55:40-3.
9. Att W, Komine F, Gerds T and Strub JR. Marginal adaptation of three different zirconium dioxide three-unit fixed dental prostheses. *J Prosthet Dent*, 2009; 101:239-47.
10. Jacobs MS and Windeler AS. An investigation of dental luting cement solubility as a function of the marginal gap. *J Prosthet Dent*, 1991; 65:436-42.
11. Knoernschild KL and Campbell SD. Periodontal tissue responses after insertion of artificial crowns and fixed partial dentures. *J Prosthet Dent*, 2000; 84:492-8.

-
12. Colpani JT, Borba M and Della Bona A. Evaluation of marginal and internal fit of ceramic crown copings. *Dent Mater*, 2013; 29:174-80.
 13. Torabi Ardekani K, Ahangari AH and Farahi L. Marginal and internal fit of CAD/CAM and slip-cast made zirconia copings. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects*, 2012; 6:42-8.
 14. Kohorst P, Junghanns J, Dittmer MP, Borchers L and Stiesch M. Different CAD/CAM-processing routes for zirconia restorations: influence on fitting accuracy. *Clin Oral Investig*, 2011; 15:527-36.
 15. Holmes JR, Bayne SC, Holland GA and Sulik WD. Considerations in measurement of marginal fit. *J Prosthet Dent*, 1989; 62:405-8.
 16. Borba M, Cesar PF, Griggs JA and Della Bona A. Adaptation of all-ceramic fixed partial dentures. *Dent Mater*, 2011; 27:1119-26.
 17. Urbaniak GC, and Plous S. Research Randomizer (Version 4.0). [Computer software]. Available at <http://www.randomizer.org/> [accessed August 13, 2013].
 18. Henkel GL. A comparison of fixed prostheses generated from conventional vs digitally scanned dental impressions. *Compend Contin Educ Dent*, 2007; 28:422-4, 6-8, 30-1.
 19. Almeida e Silva JS, Erdelt K, Edelhoff D, Araújo E, Stimmelmayer M, Vieira LC and Güth JF. Marginal and internal fit of four-unit zirconia fixed dental prostheses based on digital and conventional impression techniques. *Clin Oral Investig*, 2013, in press.
 20. Borba M, Miranda WG, Jr., Cesar PF, Griggs JA and Bona AD. Evaluation of the adaptation of zirconia-based fixed partial dentures using micro-CT technology. *Braz Oral Res*, 2013; 27:396-402.
 21. Chandrashekar S, Savadi RC, Dayalan M and Reddy GT. A comparative evaluation of the marginal adaptation of zirconium coping and nickel-chromium coping using shoulder finish line design: an invitro study. *J Indian Prosthodont Soc*, 2012; 12:248-51.

-
22. Derhalli M. The digitalizing of implant dentistry: a clinical evaluation of 15 patients. *Compend Contin Edfuc Dent*, 2013; 34:192-6.
 23. Jones PE. From intraoral scan to final custom implant restoration. *Inclusive*, 2011; 2: 6-13.
 24. Fasbinder DJ and Neiva GF. Computerized restorative dentistry. *J Mich Dent Assoc*, 2012; 94:34-41.
 25. Kachalia PR and Geissberger MJ. Dentistry a la carte: in-office CAD/CAM technology. *J Calif Dent Assoc*, 2010; 38:323-30.
 26. Garg AK. Cadent iTero's digital system for dental impressions: the end of trays and putty? *Dent Implantol Update*, 2008; 19:1-4.
 27. Galhano GA, Pellizzer EP and Mazaro JV. Optical impression systems for CAD-CAM restorations. *J Craniofac Surg*, 2012; 23:e575-9.
 28. Tinschert J, Natt G, Hassenpflug S and Spiekermann H. Status of current CAD/CAM technology in dental medicine. *Int J Comput Dent*, 2004; 7:25-45.
 29. Correia ARM, Sampaio Fernandes JCA, Cardoso JAP and Césaer, FC. CAD-CAM: informatics applied to fixed prosthodontics. *Rev Odontol UNESP*, 2006; 183-9.
 30. Zaghoul HH and Younis JF. Marginal fit of implant-supported all-ceramic zirconia frameworks. *J Oral Implantol*, 2013; 39:417-24.
 31. McLean JW and von Fraunhofer JA. The estimation of cement film thickness by an in vivo technique. *Br Dent J*, 1971; 131:107-11.
 32. Tinschert J, Natt G, Mautsch W, Spiekermann H and Anusavice KJ. Marginal fit of alumina-and zirconia-based fixed partial dentures produced by a CAD/CAM system. *Oper Dent*, 2001; 26:367-74.
 33. Beuer F, Schweiger J, Eichberger M, Kappert HF, Gernet W and Edelhoff D. High-strength CAD/CAM-fabricated veneering material sintered to zirconia copings--a new fabrication mode for all-ceramic restorations. *Dent Mater*, 2009; 25:121-8.

-
34. Kokubo Y, Ohkubo C, Tsumita M, Miyashita A, Vult von Steyern P and Fukushima S.
Clinical marginal and internal gaps of Procera AllCeram crowns. *J Oral Rehabil*, 2005;
32:526-30.

Anexo A



1.10 ANEXO A - Normas da Revista Dental Materials – Qualis A1 – Fator de Impacto 3.773

Guide for Authors

Authors are requested to submit their original manuscript and figures via the online submission and editorial system for Dental Materials. Using this online system, authors may submit manuscripts and track their progress through the system to publication. Reviewers can download manuscripts and submit their opinions to the editor. Editors can manage the whole submission/review/revise/publish process. Please register at: <http://ees.elsevier.com/dema>.

Dental Materials now only accepts online submissions.

The Artwork Quality Control Tool is now available to users of the online submission system. To help authors submit high-quality artwork early in the process, this tool checks the submitted artwork and other file types against the artwork requirements outlined in the Artwork Instructions to Authors on www.elsevier.com/artworkinstructions. The Artwork Quality Control Tool automatically checks all artwork files when they are first uploaded. Each figure/file is checked only once, so further along in the process only new uploaded files will be checked.

Manuscripts

The journal is principally for publication of *Original Research Reports*, which should preferably investigate a defined hypothesis. Maximum length 6 journal pages (approximately 20 double-spaced typescript pages) including illustrations and tables.

Systematic Reviews will however be considered. Intending authors should communicate with the Editor beforehand, *by email*, outlining the proposed scope of the review. Maximum length 10 journal pages (approximately 33 double-spaced typescript pages) including figures and tables.

Three copies of the manuscript should be submitted: each accompanied by a set of illustrations. The requirements for submission are in accordance with the "Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals", *Annals of Internal Medicine*, 1997,126, 36-47. All manuscripts must be written in American English. Authors are urged to write as concisely as possible.

The Editor and Publisher reserve the right to make minimal literary corrections for the sake of

clarity. Authors for whom English is not the first language should have their manuscripts read by colleagues fluent in English. If extensive English corrections are needed, authors may be charged for the cost of editing. For additional reference, consult issues of *Dental Materials* published after January 1999 or the Council of Biology Editors Style Manual (1995 ed.).

All manuscripts should be accompanied by a ***letter of transmittal***, signed by each author, and stating that the manuscript is not concurrently under consideration for publication in another journal, that all of the named authors were involved in the work leading to the publication of the paper, and that all the named authors have read the paper before it is submitted for publication.

Always keep a backup copy of the electronic file for reference and safety.

Manuscripts not conforming to the journal style will be returned. In addition, manuscripts which are not written in fluent English will be rejected automatically without refereeing.

Format

General

- number all pages consecutively.
- type double-spaced on A4 or 8.5 x 11-inch bond paper, with margins of 30 mm.
- double-space references.
- indent or space paragraphs.
- arrange article in the following order: Title, Abstract, Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion, Conclusion, Acknowledgements, References, Tables, Figures, Captions.
- start each section on a separate page.

Title page

- Title (capitalize the first letter of the first word) e.g. Comparison of the color stability of ten new composites.
- Authors (first name, middle initial, surname) e.g. Kenneth J. Anusavice 1, Victoria Marker 2
- Authors' addresses (abbreviated) e.g.
1 Department of Biomaterials, University of Florida, Gainesville, Florida, USA
2 Department of Biomaterials Science, Baylor College of Dentistry, Dallas, Texas, USA
- Short Title (45 characters) e.g Color stability of composites

-
- **Corresponding Author details (essential): Name, complete address, phone, fax, and E-mail numbers**

Abstract (structured format)

- 250 words or less.
- subheadings should appear in the text of the abstract as follows: Objectives, Methods, Results, Significance. (For Systematic Reviews: Objectives, Data, Sources, Study selection, Conclusions). The Results section may incorporate small tabulations of data, normally 3 rows maximum.

Keywords

Up to 10 keywords should be supplied e.g. dental material, composite resin, adhesion.

Introduction

This must be presented in a structured format, covering the following subjects, although actual subheadings should not be included:

- succinct statements of the issue in question;
- the essence of existing knowledge and understanding pertinent to the issue (reference);
- the aims and objectives of the research being reported relating the research to dentistry, where not obvious.

Materials and methods

- describe the procedures and analytical techniques.
- only cite references to published methods.
- include at least general composition details and batch numbers for all materials.
- identify names and sources of all commercial products e.g.
"The composite (Silar, 3M Co., St. Paul, MN, USA)..."
"... an Au-Pd alloy (Estheticor Opal, Cendres et Metaux, Switzerland)."
- specify statistical significance test methods.

Results

- refer to appropriate tables and figures.
- refrain from subjective comments.
- make no reference to previous literature.

-
- report statistical findings.

Discussion

- explain and interpret data.
- state implications of the results, relate to composition.
- indicate limitations of findings.
- relate to other relevant research.
- suggest directions for future research.

Conclusion (if included)

- must NOT repeat Results or Discussion
- must concisely state inference, significance, or consequences

Acknowledgements

As appropriate, e.g.:

"Based on a thesis submitted to the graduate faculty, University of Virginia, in partial fulfilment of the requirements for the M.S. degree."

"This investigation was supported in part by Research Grant DE 00000 from the National Institute of Dental Research, Bethesda, MD 20892."

References - must now be given **according to the following numeric system**:

Cite references in text in numerical order. Use square brackets: in-line, not superscript e.g. [23]. All references must be listed at the end of the paper, double-spaced, without indents. For example:

1. Moulin P, Picard B and Degrange M. Water resistance of resin-bonded joints with time related to alloy surface treatments. *J Dent*, 1999; 27:79-87.
 2. Taylor DF, Bayne SC, Sturdevant JR and Wilder AD. Comparison of direct and indirect methods for analyzing wear of posterior composite restorations. *Dent Mater*, 1989; 5:157-160.
- Avoid referencing abstracts if possible. If unavoidable, reference as follows:
3. Demarest VA and Greener EH . Storage moduli and interaction parameters of experimental dental composites. *J Dent Res*, 1996; 67:221, Abstr. No. 868.

Tables and figures

All tables and figures must be thoroughly discussed in the text of the manuscript.

Tables

- one table to a page, each with a title.
- number tables in order of mention using Arabic numerals.
- must be able to "stand alone" apart from text.
- when appropriate, standard deviations of values should be indicated in parentheses; (do NOT use \pm notation).
- results of statistical analysis must be included, use superscript letters to indicate significant differences.
- for explanatory footnotes, use symbols (*, #, **, ##).

Figures

- Do not import the figures into the text file but, instead, indicate their approximate locations directly in the electronic text. Images to be supplied separately in jpg, gif or other graphics file.
- only black and white photographs for print publication.
- omit titles and other information contained in the figure caption.
- maximum of 6 figures per manuscript.
- figures grouped together should have similar dimensions and be labelled "a, b, c", etc.
- place magnification markers directly on the micrographs.
- authors should consider that the majority of figures will be reduced to the width of a single column (approximately 85 mm). Preferably figures should exactly match, or be no more than 1.5 times that width.
- authors can indicate if they feel a figure should be full page width.

Dental Materials has been selected for inclusion in a new 'colourful e-products' workflow. Figures that appear in black and white in the printed version of the journal can be IN COLOUR, online, in ScienceDirect. Authors wishing to make use of this facility should ensure that 1. the artwork is in an acceptable format (TIFF, EPS or MS Office files) and at the correct resolution 2. RGB colourspace is used and 3. for colour online and black and white in print, both colour and black and white artwork (file and/or hardcopy) is provided. **There will be no charges to the authors for colour figures online.**

Graphs

- unique, concise axis labels; do not repeat the Figure caption.
- uniform size for graphs of similar type.
- type size that will be easily read when the graph is reduced to one column width.
- lines that are thick and solid (100% black).

Captions to tables and figures

- list together on a separate page.
- should be complete and understandable apart from the text.
- include key for symbols or abbreviations used in Figures.
- individual teeth should be identified using the FDI two-digit system.

General Notes on Text

Abbreviations and acronyms: terms and names to be referred to in the form of abbreviations or acronyms must be given in full when first mentioned.

Correct Usage

- use S.I. units (International System of Units). If non-SI units must be quoted, the SI equivalent must immediately follow in parentheses.
- use correct symbols for μ , L (as in μ m, mL, etc.)
- put leading zeros in all numbers less than 1.0
- write out number of ten or fewer (ten rats) except when indicating inanimate quantities (10 mL)
- always use digits for dates, dimensions, degrees, doses, time, percentages, ratios, statistical results, measurements, culture cells, and teeth.
- the complete names of individual teeth must be given in the text.

General Policy

- receipt of manuscripts will be acknowledged.
- after initial review, authors will be notified of status.
- every effort is made to obtain timely reviews; please remember that the referees and the editor are volunteers.
- a list of revisions and responses to reviewers' critiques must accompany resubmitted revised manuscripts.

On Submission: Agreement, by the act of ticking a box, to the statement, "This paper has been compiled with the knowledge, input and approval of all the named authors."

On acceptance, authors will be required to sign a *transfer of copyright agreement*. If figures, tables, or other excerpts, are included from copyrighted works the author is responsible for obtaining written permission from the copyright holder prior to submitting the final version of the paper. Full credit must be given to such sources.

Offprints and page charges: no page charges are levied on articles published in *Dental Materials*. Each corresponding author receives 25 offprints of their article free of charge after it has been published; they will also have the opportunity to order additional copies.

Submission Package Checklist:

- *letter of transmittal* signed by all authors.
- One electronic copy of the manuscript.
- One electronic copy of each image and table, all labelled.

For further guidance on electronic submission, please contact Author Services, Log-In Department, Elsevier Ltd, The Boulevard, Langford Lane, Kidlington, Oxford, OX5 1GB, UK. E-mail: authors@elsevier.co.uk, fax: +44 (0)1865 843905, tel: +44 (0)1865 843900.

Anexo B



ANEXO B - Neste anexo contém todas as análises estatísticas que foram realizadas com o intuito de se obter os resultados do estudo.

Sistema CAD/CAM versus Moldagem Convencional

One Way Analysis of Variance

quinta-feira, dezembro 19, 2013, 21:06:21

Data source: Data 1 in Notebook1

Dependent Variable: Valores de desadaptação

Normality Test (Shapiro-Wilk) Failed (P < 0,050)

Test execution ended by user request, ANOVA on Ranks begun

Kruskal-Wallis One Way Analysis of Variance on Ranks

quinta-feira, dezembro 19, 2013, 21:06:21

Data source: Data 1 in Notebook1

Dependent Variable: Valores de desadaptação

Group	N	Missing	Median	25%	75%
Convencional	240	0	0,334	0,192	0,437
CAD/CAM	720	0	0,0590	0,0260	0,136

H = 379,691 with 1 degrees of freedom. (P = <0,001)

The differences in the median values among the treatment groups are greater than would be expected by chance; there is a statistically significant difference (P = <0,001)

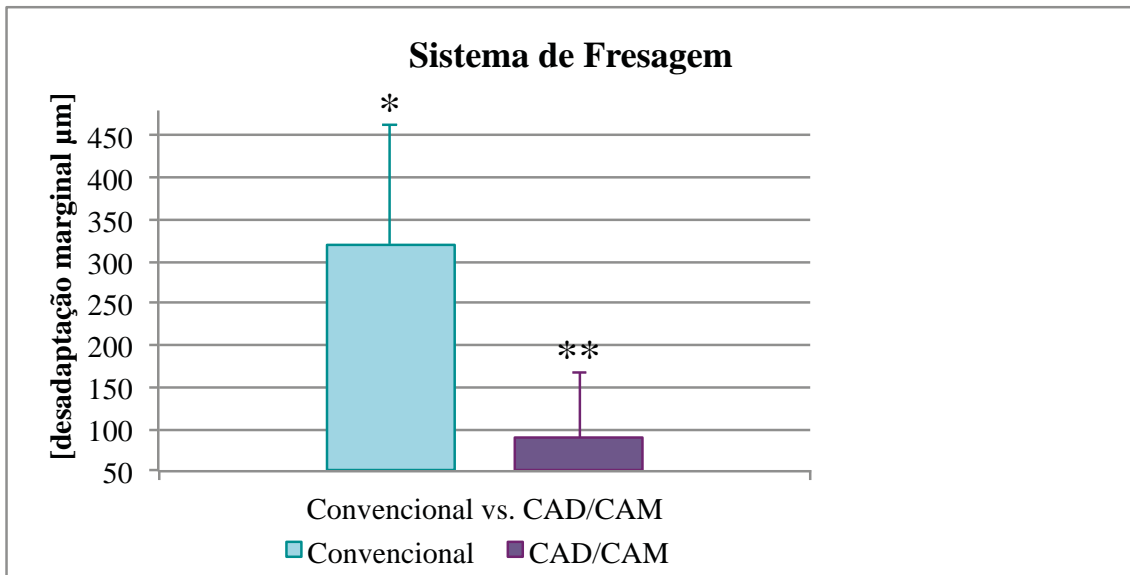
To isolate the group or groups that differ from the others use a multiple comparison procedure.

All Pairwise Multiple Comparison Procedures (Dunn's Method) :

Comparison	Diff of Ranks	Q	P<0,05
-------------------	----------------------	----------	------------------

Convencional vs CAD/CAM	402,697	19,485	Yes
-------------------------	---------	--------	-----

Note: The multiple comparisons on ranks do not include an adjustment for ties.



Avaliação dos sistemas de Confecção de Prótese Fixa (CAD/CAM versus Convencional).

*, **: $p < 0,001$.

Sistemas CAD/CAM intra oral versus extra oral

One Way Analysis of Variance

quinta-feira, dezembro 19, 2013, 21:08:47

Data source: Data 1 in Notebook2

Dependent Variable: Valores de desadaptação

Normality Test (Shapiro-Wilk) Failed (P < 0,050)

Test execution ended by user request, ANOVA on Ranks begun

Kruskal-Wallis One Way Analysis of Variance on Ranks

quinta-feira, dezembro 19, 2013, 21:08:47

Data source: Data 1 in Notebook2

Dependent Variable: Valores de desadaptação

Group	N	Missing	Median	25%	75%
iTero	240	0	0,0315	0,0180	0,0650
3s	240	0	0,0775	0,0260	0,156

H = 31,967 with 1 degrees of freedom. (P = <0,001)

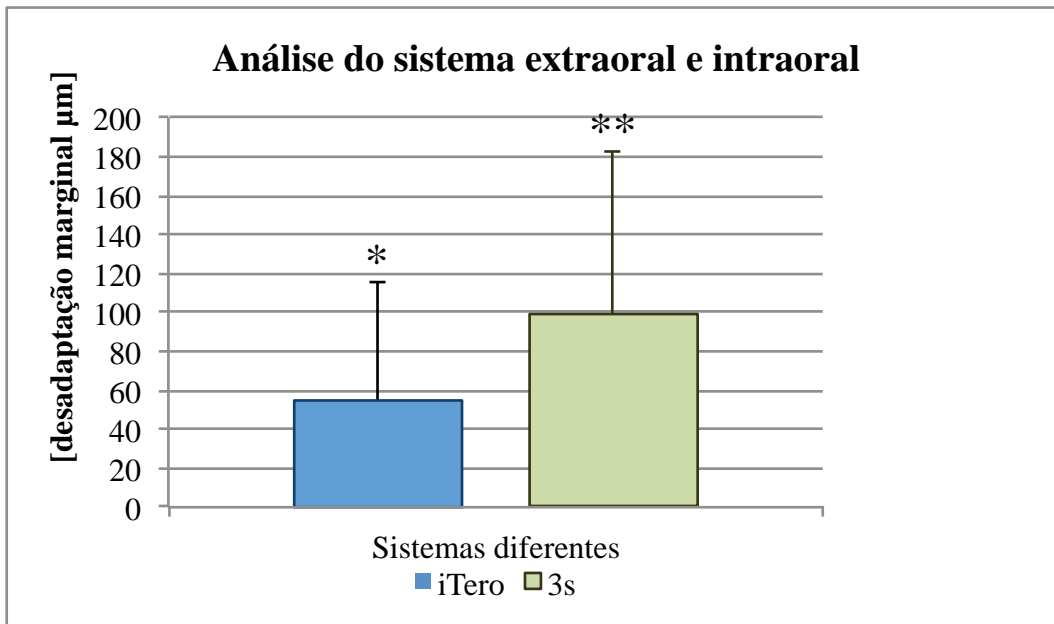
The differences in the median values among the treatment groups are greater than would be expected by chance; there is a statistically significant difference (P = <0,001)

To isolate the group or groups that differ from the others use a multiple comparison procedure.

All Pairwise Multiple Comparison Procedures (Tukey Test):

Comparison	Diff of Ranks	q	P<0,05
3s vs iTero	17181,000	7,995	Yes

Note: The multiple comparisons on ranks do not include an adjustment for ties.



Avaliação dos diferentes Sistemas de Escaneamento para CAD/CAM (Intra e Extra oral).

*,** : $p < 0,001$.

Sistema CAD/CAM intra oral: aberto versus fechado

One Way Analysis of Variance

sexta-feira, dezembro 20, 2013, 01:23:52

Data source: Data 1 in Notebook3

Dependent Variable: Valores de desadaptação

Normality Test (Shapiro-Wilk) Failed (P < 0,050)

Test execution ended by user request, ANOVA on Ranks begun

Kruskal-Wallis One Way Analysis of Variance on Ranks

sexta-feira, dezembro 20, 2013, 01:23:52

Data source: Data 1 in Notebook3

Dependent Variable: Valores de desadaptação

Group	N	Missing	Median	25%	75%
iTero	240	0	0,0315	0,0180	0,0650
Cerec/Cerec	240	0	0,0980	0,0462	0,168

H = 88,114 with 1 degrees of freedom. (P = <0,001)

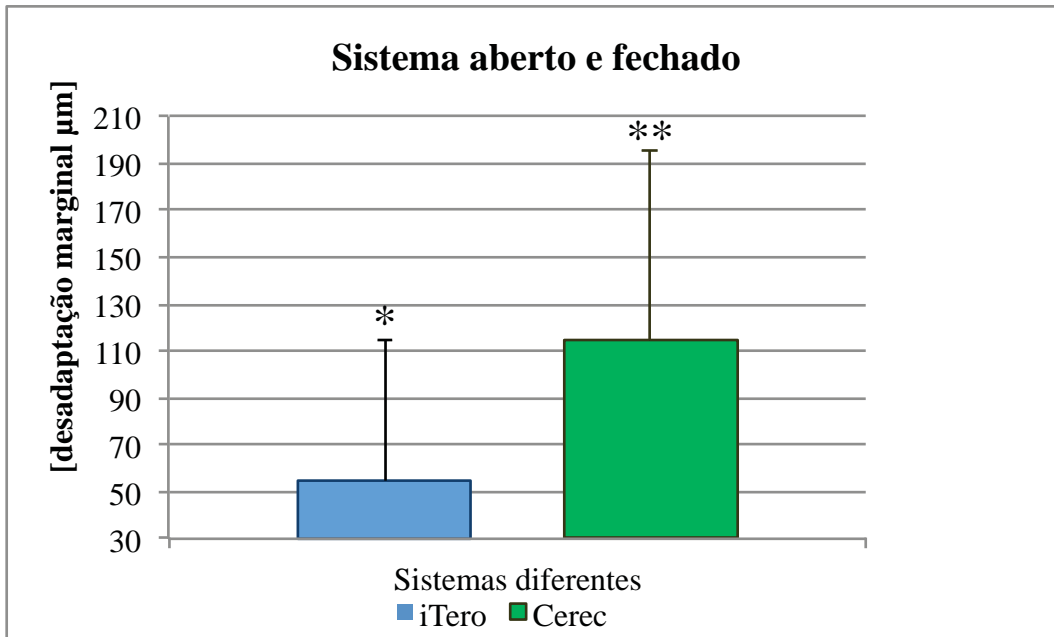
The differences in the median values among the treatment groups are greater than would be expected by chance; there is a statistically significant difference (P = <0,001)

To isolate the group or groups that differ from the others use a multiple comparison procedure.

All Pairwise Multiple Comparison Procedures (Tukey Test):

Comparison	Diff of Ranks	q	P<0,05
Cerec/Cerec vs iTero	28525,000	13,274	Yes

Note: The multiple comparisons on ranks do not include an adjustment for ties.



Avaliação dos sistemas de Escaneamento e fresagem para CAD/CAM (Sistema Aberto e Sistema fechado. *,**): $p < 0,001$.

***Análise da utilização de fresadora industrial em um Sistema CAD/CAM
fechado***

One Way Analysis of Variance

sexta-feira, dezembro 20, 2013, 01:26:21

Data source: Data 1 in Notebook4

Dependent Variable: Valores de desadaptação

Normality Test (Shapiro-Wilk) Failed (P < 0,050)

Test execution ended by user request, ANOVA on Ranks begun

Kruskal-Wallis One Way Analysis of Variance on Ranks

sexta-feira, dezembro 20, 2013, 01:26:21

Data source: Data 1 in Notebook4

Dependent Variable: Valores de desadaptação

Group	N	Missing	Median	25%	75%
iTero	240	0	0,0315	0,0180	0,0650
CerecConexão	240	0	0,129	0,0410	0,205
Cerec/Cerec	240	0	0,0980	0,0462	0,168

H = 107,703 with 2 degrees of freedom. (P = <0,001)

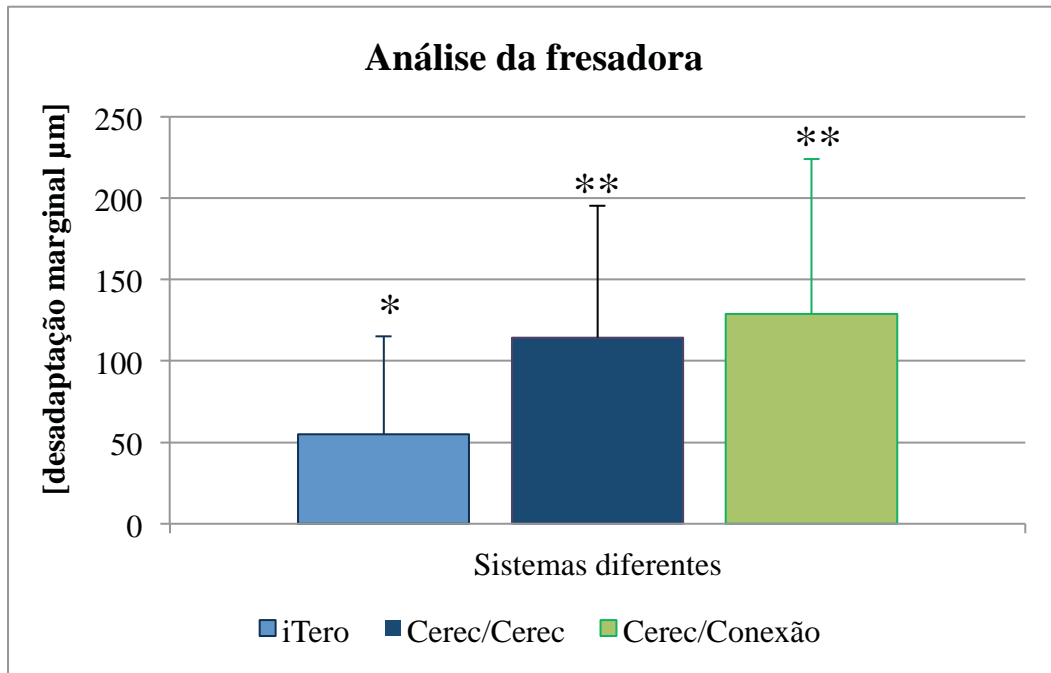
The differences in the median values among the treatment groups are greater than would be expected by chance; there is a statistically significant difference (P = <0,001)

To isolate the group or groups that differ from the others use a multiple comparison procedure.

All Pairwise Multiple Comparison Procedures (Tukey Test):

Comparison	Diff of Ranks	q	P<0,05
CerecConexão vs iTero	42061,000	13,054	Yes
CerecConexão vs Cerec/Cerec	2312,000	0,718	No
Cerec/Cerec vs iTero	39749,000	12,336	Yes

Note: The multiple comparisons on ranks do not include an adjustment for ties.



Avaliação dos sistemas de fresagem para CAD/CAM. *, **: $p < 0.05$ e **, **: $p > 0.05$.

Análise da desadaptação marginal nos elementos dentários

Two Way Analysis of Variance

sexta-feira, dezembro 20, 2013, 01:28:17

Data source: Data 1 in Notebook5

General Linear Model

Dependent Variable: Valores de desadaptação

Normality Test (Kolmogorov-Smirnov) Failed (P < 0,050)**Equal Variance Test:** Failed (P < 0,050)

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Grupo	1	9,718	9,718	1027,897	<0,001
Dente	1	0,338	0,338	35,779	<0,001
Grupo x Dente	1	0,215	0,215	22,716	<0,001
Residual	956	9,038	0,00945		
Total	959	19,134	0,0200		

Main effects cannot be properly interpreted if significant interaction is determined. This is because the size of a factor's effect depends upon the level of the other factor.

The effect of different levels of Grupo depends on what level of Dente is present. There is a statistically significant interaction between Grupo and Dente. (P = <0,001)

Power of performed test with alpha = 0,0500: for Grupo : 1,000

Power of performed test with alpha = 0,0500: for Dente : 1,000

Power of performed test with alpha = 0,0500: for Grupo x Dente : 0,999

Least square means for Grupo :

Group	Mean	SEM
Convencional	0,322	0,00628
CAD/CAM	0,0893	0,00362

Least square means for Dente :

Group	Mean
Pré-Molar	0,227
Molar	0,184
Std Err of LS Mean = 0,00512	

Least square means for Grupo x Dente :

Group	Mean	SEM
Convencional x Pré-Molar	0,361	0,00888
Convencional x Molar	0,283	0,00888
CAD/CAM x Pré-Molar	0,0937	0,00512
CAD/CAM x Molar	0,0849	0,00512

All Pairwise Multiple Comparison Procedures (Tukey Test):

Comparisons for factor: **Grupo**

Comparison	Diff of Means	p	q	P	P<0,050
Convencional vs. CAD/CAM	0,232	2	45,341	<0,001	Yes

Comparisons for factor: **Dente**

Comparison	Diff of Means	p	q	P	P<0,050
Pré-Molar vs. Molar	0,0433	2	8,459	<0,001	Yes

Comparisons for factor: **Dente within Convencional**

Comparison	Diff of Means	p	q	P	P<0,05
Pré-Molar vs. Molar	0,0779	2	8,776	<0,001	Yes

Comparisons for factor: **Dente within CAD/CAM**

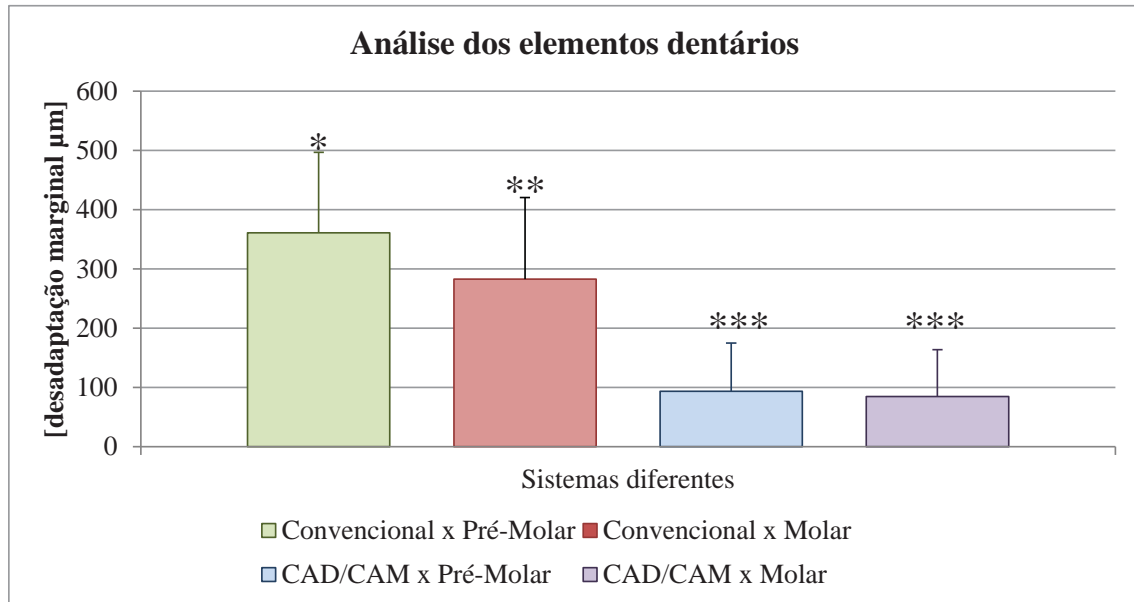
Comparison	Diff of Means	p	q	P	P<0,05
Pré-Molar vs. Molar	0,00881	2	1,719	0,224	No

Comparisons for factor: **Grupo within Pré-Molar**

Comparison	Diff of Means	p	q	P	P<0,05
Convencional vs. CAD/CAM	0,267	2	36,827	<0,001	Yes

Comparisons for factor: **Grupo within Molar**

Comparison	Diff of Means	p	q	P	P<0,05
Convencional vs. CAD/CAM	0,198	2	27,295	<0,001	Yes



Avaliação da desadaptação marginal em relação aos dentes. *, **, *, ***, **, ***: $p < 0.05$ e, ***, ***: $p > 0.05$.

Anexo C



ANEXO C - Neste anexo contém a metodologia completa realizada neste estudo.
Materiais e Métodos

A partir da metodologia que será descrita a seguir, foram obtidos cinco grupos para análise de discrepância marginal.

Tabela 1: Descrição dos grupos.

Grupos	Sistemas	N
Controle	Convencional	10
I	Sistema iTero (Cadent) + Fresadora Industrial	10
II	Sistema Cerec Bluecam + Fresadora Industrial	10
III	Sistema 3s (DWOS) + Fresadora Industrial	10
IV	Sistema Cerec Bluecam + Fresadora Sirona	10

Confecção da matriz metálica

Para análise da discrepância marginal (DM) das infraestruturas foi confeccionada uma matriz metálica padrão usinada a partir de uma barra metálica de aço inoxidável. A matriz foi usinada em um torno, simulando uma situação de prótese fixa de três elementos no setor posterior envolvendo um molar e um pré-molar como pilares e um pré-molar como pântico (44, 45 e 46). Foram simulados preparos para coroa total de paredes axiais lisas, com 3° de expulsividade em cada lado axial, resultando em uma conicidade para oclusal de 6°, com terminos cervicais diferenciados e bem definidos. A altura da matriz foi padronizada em 5,5 mm, com 7,5 mm de diâmetro para o preparo do molar e 4,5 mm de diâmetro simulando o preparo de um pré-molar. O término do preparo foi em ombro arredondado com raio de 0,4 mm mais 0,6 mm de base horizontal.

Na parte oclusal da matriz metálica foram realizados três entalhes com inclinação de 45° em relação ao plano vertical, para permitir o exato reposicionamento das coroas

cerâmicas quando retornarem à matriz metálica para as mensurações dos desajustes marginais.

Cerca de 1,5 mm abaixo do término cervical, foram realizadas 12 marcações, com 0,5 mm de espessura cada e com espaçamento equidistante. Tais marcações tiveram o intuito de padronizar a etapa de mensuração da DM em cada amostra.

Reprodução da matriz

Foram realizadas dez moldagens da matriz, totalizando dez moldes, a partir dos quais foram obtidos os 10 modelos em gesso.

Para padronizar a inserção e remoção da matriz metálica das moldeiras durante as moldagens, foi utilizado um delineador tipo Ney modificado. Tal procedimento teve como objetivo facilitar a manutenção de espessura uniforme do material de moldagem fluído durante a etapa da moldagem. Para permitir a adaptação das moldeiras metálicas individuais sempre no centro de delineador, foi fixado um dispositivo na base do porta modelo do delineador.

Na base da matriz anteriormente confeccionada, foi realizada uma rosca interna, que se encaixa perfeitamente em uma rosca externa confeccionada no terminal da haste vertical móvel do delineador, onde originalmente deveria estar o mandril do delineador. Desta forma, garantiu-se a centralização do conjunto haste móvel e matriz metálica em relação às moldeiras durante todas as moldagens.

Foram utilizadas moldeiras individuais perfuradas com dimensões de 2 x 1 x 6 cm. A profundidade da matriz no material de moldagem presente na moldeira foi padronizada devido à existência de uma mola entre a região superior do braço horizontal fixo e da haste vertical móvel do delineador, que criou um *stop* durante o movimento descendente da haste vertical do delineador.

Para duplicação da matriz metálica, foi utilizado silicone polimerizado por reação de adição Elite H-D Putty Soft *Normal Setting* (Zhermack S.p.A., Badia Polesine, Rovigo, Itália) e Elite H-D Light Body *Normal Setting* (Zhermack S.p.A., Badia Polesine, Rovigo, Itália) pela técnica da dupla moldagem, seguindo as recomendações do fabricante.

Previamente à moldagem com o material denso, foi confeccionado um alívio com uma lâmina de silicone de 1,5 mm de espessura, à vácuo, para cada coroa da matriz metálica.

O material denso (base e catalisador) foi proporcionado utilizando-se as colheres de dosagem indicadas pelo fabricante, misturados durante 30s até a obtenção de uma massa de cor uniforme. A moldeira plástica foi preenchida com o material de moldagem e posicionada no dispositivo para fixação da moldeira na base do delineador. A matriz metálica, já rosqueada na haste vertical móvel e com o seu respectivo alívio adaptado sobre os preparos, foi introduzida no material de moldagem até a profundidade determinada pela mola, e mantida em posição pela fixação do parafuso fixador da haste vertical móvel.

Após a polimerização do material denso, o parafuso da bainha foi solto, a haste vertical móvel levantada juntamente com a matriz metálica, pela ação da mola metálica, e em seguida, removido o alívio para iniciar a moldagem com o material fluído.

Posteriormente, o cartucho do silicone de adição na consistência fluída foi adaptado na pistola plástica fornecida pelo fabricante, o material foi dispensado no interior do molde inicial e uma pequena quantidade foi inserida sobre os dentes preparados, evitando-se a incorporação de bolhas na parte coronária do preparo. Todas as moldagens foram realizadas no mesmo ambiente e em condições normais de temperatura e pressão (25°C).

Após a polimerização do material fluído, o parafuso da bainha foi novamente afrouxado e a haste vertical móvel levantada. De posse do molde, iniciou-se a sua análise e caso fosse observada a presença de irregularidades, bolha positivas ou negativas, o molde foi descartado e uma nova moldagem realizada.

Obtenção dos modelos de gesso (Grupo Controle e Grupo III – 3S)

O preenchimento dos moldes foi realizado vinte e quatro horas após sua obtenção, utilizando gesso tipo IV (Elite Rock Thixotropic, Zhermack S.p.A., Badia Polesine, Rovigo, Itália). Previamente ao preenchimento dos moldes com gesso, foi aplicado por aspersão um redutor de tensão superficial na superfície dos moldes (Surfacer®, Polidental Ind. e Com. Ltda, Cotia, São Paulo, Brasil) e após 20 min da sua aplicação, o redutor de tensão superficial remanescente foi totalmente removido com jatos de ar.

Foi utilizada a proporção de 100g do pó em balança digital de precisão (Modelo Grey, Plenna, São Paulo, São Paulo, Brasil) para 20 ml de água destilada medidos em medidor plástico. A incorporação do pó na água foi realizada manualmente durante 15s, seguida pela espatulação mecânica e a vácuo (20 psi) por 30s com 425 rpm, em espaturadora mecânica (Modelo 1170/97, Polidental Ind. e Com. Ltda., Cotia, São Paulo, Brasil). Com o auxílio de um pincel fino e com o molde apoiado em um vibrador, foram preenchidos os moldes com pequenas porções de gesso, e somente após o recobrimento da região do preparo, porções maiores de gesso foram incorporadas para finalizar o preenchimento dos moldes, utilizando uma espátula n° 7.

Após 45 min do preenchimento, os moldes foram separados e analisados visualmente. Caso fosse verificada a presença de bolhas na região do preparo, a matriz de gesso foi descartada, iniciando-se nova moldagem. Cada molde foi preenchido com gesso apenas uma única vez.

A porção inferior de cada matriz em gesso foi recortada com um recortador de gesso, de maneira que a sua base ficasse lisa e paralela ao plano horizontal. Tal procedimento facilitaria a leitura e captura da imagem de todas as áreas do preparo pelo *scanner* óptico.

Transferência dos dados para o software

As dimensões dos preparos foram transferidas conforme segue:

Grupo I: Sistema iTero (Cadent) + Fresadora Industrial

Inicialmente, foi utilizado um modelo de gesso da arcada inferior que foi recortado na região dos dentes 44, 45 e 46. A matriz foi então posicionado no local destes dentes e fixado com silicone polimerizado por reação de adição Elite H-D Putty Soft Normal Setting (Zhermack S.p.A., Badia Polesine, Rovigo, Itália). Foi também inserida uma camada de silicone no espaço entre os preparos da matriz para que o aparelho pudesse reunir as imagens obtidas corretamente. Assim, procedeu-se o escaneamento da seguinte forma:

- A câmera do sistema foi posicionada sobre o preparo referente ao dente 46 e realizada primeiramente uma tomada oclusal. Seguida de uma tomada vestibular e uma lingual na sequência solicitada pelo aparelho.

- Avaliação da imagem no monitor e quando detectado algum ponto não escaneado, foi pressionada a tecla “acrescentar escaneamento” para a realização de um novo escaneamento da região faltante até que a imagem estivesse completa no monitor.

- Em seguida foi realizado o escaneamento do preparo correspondente ao dente 44 da mesma forma que para o dente 46.

- A união dos dentes escaneados foi realizada a partir de uma tomada vestibular e uma lingual da região do dente 45 (ausente). O detalhe importante desta tomada é a presença tanto da mesial do preparo do 46, quanto da distal do 44, para que o aparelho pudesse ter referências para posicionar as imagens no espaço.

Desta forma, foram realizadas dez aquisições do posicionamento dos dentes. Se houvesse movimentação da câmera durante a captação das imagens, o sistema avisa o operador para repetição do escaneamento em determinada área antes de prosseguir para as demais áreas. Não sendo assim, necessária a utilização de qualquer aparato para escaneamento.

Os dados foram obtidos no formato STL, podendo assim ser transferidos para o *software* Dental Wings (Dental Wings Open Software, Montreal, Quebec, Canadá), onde foi realizado o desenho das infra- estruturas.

Grupo II: Sistema Cerec Bluecam (Sirona) + Fresadora Industrial

Foi realizada a moldagem direta do troquéi metálico com sistema virtual Cerec AC BlueCam (Sirona, Salzburg, Österreich, Áustria). Inicialmente aplicou-se sobre a superfície da matriz um pó de contraste para correta aquisição dos dados. É importante que a camada do material de contraste seja fina e homogênea para não causar distorções na imagem final. Assim, foi utilizado o CEREC Optispray (Sirona, Salzburg, Österreich, Áustria) posicionado a uma distância padrão de 10 cm que, segundo o fabricante, apresenta cobertura homogênea e maior capacidade de captura de imagem da CEREC Bluecam, especialmente das margens do preparo.

Em seguida, foi realizada a aquisição de dados no modo de captura automática. A câmera foi movida sobre a matriz metálica e o sistema interno de detecção de trepidação, combinado com o tempo de captura curto, realizou a captação das imagens somente quando a câmera permaneceu absolutamente imóvel. O software do CEREC 3D elimina automaticamente as imagens de baixa qualidade. Não sendo necessária à utilização de qualquer aparato para digitalização.

Foram realizadas dez aquisições de dados obtidos em formato CDT. e transformados em STL. através de um Plug-in Dental Shaper (CIM System, Cinisello Balsamo, Milão, Itália) instalado no Progamma Rhinoceros® 3D 4.0 (NURBS Modeling for Windows, Seattle, Washington, EUA), e posteriormente foram, trabalhados no software Dental Wings (Dental Wings Open Software, Montreal, Quebec, Canadá).

Grupo III: Sistema 3S (DWOS) + Fresadora Industrial

Os modelos da matriz foram inseridos individualmente no interior da câmara de escaneamento sobre um dispositivo próprio para correto posicionamento do modelo. A câmara foi fechada e os dentes 46 e 44, cuja infra-estrutura foi confeccionada foram selecionados no *software*. Em seguida, solicitou-se o escaneamento inicial do modelo. Com uma ferramenta do *software* de seleção dos pilares da prótese, a matriz preparada foi selecionada e realizado um novo escaneamento mais preciso das margens do preparo. Estas foram delimitadas no *software* e sobre esta imagem obtida foi realizado o desenho da infraestrutura a ser confeccionada. Foram realizadas dez aquisições. Este *scanner* transfere os dados diretamente para o *software* que usamos para desenvolvimento dos protótipos das infraestruturas.

Grupo IV: Sistema Cerec Bluecam (Sirona) + Fresadora Sirona

Os dados digitalizados dos modelos, para a confecção das infraestruturas que compõe o Grupo IV (Sistema Cerec Bluecam + Fresadora Sirona), foi realizado da mesma forma que o Grupo II (Sistema Cerec Bluecam + Fresadora Industrial), como já descrito anteriormente, na qual foram obtidas as 10 moldagens diretas da matriz metálica com sistema virtual Cerec AC BlueCam (Sirona, Salzburg, Österreich, Áustria) e obtidos os dados em formato STL., trabalhados em seguida, no software Dental Wings (Dental Wings Open Software, Montreal, Quebec, Canadá).

Procedimentos de desenho das infraestruturas no software e fresagem

Após aquisição dos dados os mesmos foram transferidos para o mesmo software aberto Dental Wings (Dental Wings Open Software, Montreal, Quebec, Canadá), onde foi realizado o desenho de 40 protótipos de infraestrutura de prótese fixa de 3 elementos sobre os

trinta dados adquiridos nas fases de escaneamento. As margens dos preparos foram delimitadas e os dentes a serem reconstruídos (44, 45 e 46) selecionados em ferramenta do *software*. Esta ferramenta posiciona um desenho pré-fabricado de infra estrutura que foi personalizado com espessura de 0,6 mm e espessura dos conectores de 4 mm para todos os protótipos. O desenho obtido foi visualizado em todos os ângulos para a observação de eventuais falhas.

Em seguida foram confeccionadas quarenta estruturas de PPF de três elementos, em zircônia sobre dentes, que foram fresadas na central de fresagem, através do sistema CAD/CAM Conexão (Conexão Sistema de Prótese, São Paulo, São Paulo, Brasil) – para os Grupos I (n=10), II (n=10) e III (n=10), e na Fresadora Sirona (Sirona, Alemanha) para o Grupo IV(n=10). Os dados obtidos juntamente com o desenho das infra-estruturas foram enviados ao Centro de fresagem do Complexo Industrial Conexão (Conexão Sistema de Prótese, São Paulo, São Paulo, Brasil), onde foram confeccionadas as estruturas segundo as determinações pré estabelecidas na fase de desenho, e para a Central de Fresagem da Sirona (Sirona, São Paulo, São Paulo, Brasil). Os *softwares* de gerenciamento de fresagem automaticamente calcularam a fresagem de estruturas 20% maiores que as dimensões iniciais para compensar a contração que ocorreu durante o processo de sinterização, realizado em um forno a 1500 °C por 2 horas e 20 minutos, estabelecidos pelo forno após a identificação do material cerâmico que será sinterizado.

Grupo Controle

Para comparação com uma técnica convencionalmente utilizada, foram confeccionadas 10 infraestruturas de três elementos em Ni-Cr sobre os modelos obtidos na primeira etapa do trabalho.

Com esta finalidade, uma das peças obtidas durante a fresagem foi posicionada sobre o respectivo modelo e a partir desta peça foi confeccionada uma matriz bipartida em silicone

(Zhermack S.p.A., Badia Polesine, Rovigo, Itália) para padronização das dimensões das estruturas durante a fase de enceramento. Esta estrutura bipartida é composta por duas barras retangulares unidas por um parafuso. No interior desta matriz existiria o negativo de uma estrutura de três elementos com as mesmas dimensões das estruturas obtidas com o sistema CAD/CAM. Através de um orifício na parte superior, a matriz foi preenchida com resina acrílica Pattern Resin[®] (GC America, Alsip, Illinois, Chicago, EUA). Após completa polimerização da resina, foi realizada a remoção de possíveis excessos por meio de broca de tungstênio. O conjunto foi desparafusado e incluído em material de revestimento para fundição - liga de Níquel-Cromo sem berílio Fit Cast-SB Plus (Talmax, Curitiba, Paraná, Brasil).

Após a fundição foi realizado o acabamento externo e as infraestruturas foram levadas para análise da adaptação marginal.

Análise da adaptação dos copings

Análise da discrepância marginal vertical

A análise da adaptação marginal vertical foi realizada em 12 pontos da margem equidistantes e pré-determinados. Para que fossem analisados sempre os mesmos pontos, a matriz recebeu 12 marcações localizadas 1,5 mm abaixo do término cervical de cada um dos elementos dentários.

Foram realizadas medições nas 50 infra-estruturas de PPF obtidas que foram posicionadas uma a uma sobre a matriz preparada. O conjunto matriz/infra-estrutura foi posicionado em uma prensa para não haver alteração de posicionamento durante a leitura. As leituras foram realizadas com o feixe do microscópio posicionado perpendicularmente à margem do conjunto estrutura/matriz.

A análise da discrepância marginal foi realizada em microscópio óptico tridimensional (Quick Scope, Mitutoyo, Illinóis, Chicago, EUA) com mesa digital, 350x de aumento e precisão de 1 μm , e as medidas calculadas utilizando-se o programa computacional QSPAK (Mitutoyo, Illinóis, Chicago, EUA).

Todas as mensurações foram realizadas por um único operador, sendo os valores obtidos em milímetro e transformados em micrômetros para a elaboração dos gráficos ilustrativos e dos resultados finais.

Para cada estrutura foram realizadas 12 medições correspondentes ao preparo do pré-molar e 12 correspondentes ao molar. Estes dados foram tabulados e ao final do experimento foram obtidos dez valores de adaptação marginal para cada infraestrutura e para cada dente envolvido na PPF..

Forma de análise dos resultados

Randomização

Inicialmente, um examinador (E.P.P.) numerou as infraestruturas de 1 a 50 e em seguida, um segundo examinador (J.F.SJr) realizou a randomização de 50 números através de um site específico (Randomizer Research). A realização das leituras de desadaptação marginal foi realizada por um terceiro examinador (C.C.M.). Este é um estudo considerado como randomizado e duplo cego.

Planejamento experimental

Avaliação do sistema de aquisição de dados

- As variáveis experimentais, ou fatores entre grupos (*between-subjects factors*) é o “Tipo de scanner” (Óptico indireto, moldagem virtual Cerec BlueCam e moldagem virtual iTero), e o “Tipo de fresadora”.

Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise estatística por meio dos programas computacionais: Sigma Plot 12.3, EUA.

Em uma nova randomização dos 50 corpos de provas, selecionou-se aleatoriamente 10 exemplares, para posterior análise estatística intra-examinador utilizando-se o teste de erro sistemático e erro casual. A estatística descritiva consistiu dos seguintes parâmetros: a) tendência central (média e mediana); b) dispersão (faixa, desvio padrão e faixa inter-quartil) e representação gráfica (gráfico de colunas e esquema dos cinco números, *Box-Plot*).

A diferença estatisticamente significativa, sob hipóteses iniciais de igualdade dos efeitos “interações”, foi testada por meio do modelo da análise de variância. O estudo do efeito interação foi conduzido por meio do teste de Tukey e Teste de Dunn e visualizado por meio do gráfico de médias.

O nível de significância foi o valor convencional de 5%.