

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS
Programa de Pós-Graduação em Odontologia

**ANÁLISE DO GRAU DE PRECISÃO DE CINCO SISTEMAS DE
TROQUELIZAÇÃO EM PRÓTESE FIXA MÚLTIPLA**

Paulo Henrique Fonseca Martins

Belo Horizonte
2011

Paulo Henrique Fonseca Martins

**ANÁLISE DO GRAU DE PRECISÃO DE CINCO SISTEMAS DE
TROQUELIZAÇÃO EM PRÓTESE FIXA MÚLTIPLA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Odontologia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Odontologia, área de concentração em Clínicas Odontológicas – Ênfase: Prótese Dentária.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Dias Lanza

Belo Horizonte
2011

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Biblioteca da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

T833c Martins, Paulo Henrique Fonseca
Análise do grau de precisão de cinco sistemas de troquelização em prótese fixa múltipla / Paulo Henrique Fonseca Martins. Belo Horizonte, 2011.
62f.: il.

Orientador: Marcos Dias Lanza
Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.
Programa de Pós-Graduação em Odontologia.

1. Prótese dentária. 2. Prótese parcial fixa. 3. Modelos dentários. 4. Pinos dentários. 5. Microscopia. 6. Moldes dentários em gesso. I. Lanza, Marcos Dias. II. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Odontologia. III. Título.

SIB PUC MINAS

CDU: 616.314-089.28

FOLHA DE APROVAÇÃO

DEDICATÓRIA

Faço minhas as palavras do apóstolo Paulo ao escrever à igreja em Roma, por volta dos anos 54 d.C. e 57 d.C.:

“... Ó profundidade da riqueza, tanto da sabedoria, como da ciência de Deus! Quão insondáveis são os seus juízos, e quão inescrutáveis os seus caminhos! Porque quem compreendeu a mente do Senhor? Ou quem foi seu conselheiro? Ou quem lhe deu primeiro a ele, para que lhe seja recompensado? Porque dele e por ele, e para ele, são todas as coisas; glória, pois, a ele eternamente. Amém!! ...”

(Epístola de Paulo aos Romanos, capítulo 11, versículos 33 a 36).

Ao Soberano, Mestre, Magnífico, Único, Deus, Triuno, Salvador, Redentor, Pai e Amigo, dedico esta insignificante obra!

Também faço minhas as palavras do Senhor Jesus Cristo, ao falar aos fariseus sobre o resumo de toda lei e das palavras dos profetas do velho testamento, registradas e escritas pelo evangelista Mateus, por volta dos anos 50 d.C. e 100 d.C.:

“... Mestre, qual é o grande mandamento na lei?

E Jesus disse-lhe: Amarás o Senhor teu Deus de todo o teu coração, e de toda a tua alma, e de todo o teu pensamento.

Este é o primeiro e grande mandamento.

E o segundo, semelhante a este, é: Amarás o teu próximo como a ti mesmo.

Destes dois mandamentos dependem toda a lei e os profetas...”

(Evangelho de Mateus, capítulo 22, versículos 36 a 40).

Aos doentes da odontologia, nossos pacientes, que necessitam de reconstruções protéticas eficazes, e a todos quanto puderem se beneficiar desta singela contribuição acadêmica.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Senhor Jesus Cristo! Pelo sustento incondicional em todos os momentos!

Agradeço a querida Tânia, minha amada, fiel e leal companheira que me ajudou e deu suporte em todas as circunstâncias neste caminho! Pelo amor experimentado em uma convivência diária, pela misericórdia em resposta a uma ausência sentida, pelo depósito da confiança do resultado do sonho projetado na realidade. A você Tânia, Muitíssimo Obrigado!

Agradeço aos meus queridos filhos Thiago e Paula que sempre acreditaram e confiaram no papai! A vocês meus filhos, Muito Obrigado!

Agradeço a minha família, aos amigos, as igrejas e aos irmãos em Cristo, Murilo, Xênia, e muitos outros que me sustentaram com suas orações! A vocês meus queridos, Muito Obrigado!

Agradeço ao Marcos Lanza, o meu professor desde os tempos da graduação na UFMG, e que, pelo seu exemplo, afeto e incentivo desde aquela época até aos dias atuais, foi e tem sido um paradigma de profissional dentista clínico e acadêmico dentro do exercício da Reabilitação Oral em Odontologia. A você Lanza, Muito Obrigado!

Agradeço ao Jansen pela sua amizade fraterna, disponibilidade dispensada a mim, pelo exemplo de dedicação à ciência e busca dos limites do conhecimento da odontologia na demonstração prática do amor a odontologia como ciência. A você Jansen, Muito Obrigado!

Agradeço ao Paulo pelos conhecimentos aprendidos na área do posicionamento mandibular para a reconstrução protética, fundamento essencial para uma reconstrução correta. A você Paulo, Muito Obrigado!

Agradeço ao Professor Roberval Cruz, exemplo de dedicação à profissão odontológica acadêmica, que muito me surpreendeu e contribuiu com estímulo ao desenvolvimento profissional consistente, crítico e focado nos bons padrões. Me senti muito honrado em ter sido seu aluno! A você professor Roberval, Muito Obrigado!

Agradeço aos demais professores, ao Martinho e Maria Ilma pela ajuda e boa vontade comigo, a Silvania e Angélica que me ajudaram em tudo que as solicitei. A vocês, Muito Obrigado!

Agradeço aos colegas do curso de mestrado pelos laços de amizade firmados entre nós, e ajuda mútua experimentada em cada situação. A vocês companheiros, Muito Obrigado!

Agradeço aos funcionários da PUCMinas, das clínicas, da esterilização pela sempre gentil atenção, cuidado e respeito. A vocês colaboradores, Muito Obrigado!

Agradeço aos amigos Marcio Fonte-Boa Cortez e Eliane, pelas preocupações sinceras por mim, pelo empenho comprometido em amor fraternal em me ajudar na solução dos meus problemas. Por vocês assentarem na minha torcida, e manifestarem em sentimentos, palavras e ações todo o carinho dispensado a mim! Aos dois queridos, Muitíssimo Obrigado!

Agradeço ao Meinhard Sesselmann pelo seu altruísmo e disponibilidade pessoal a mim, ajudando a um desconhecido sem pedir nada em troca, disponibilizando seu tempo e conhecimento. Sem você Meinhard, este trabalho experimental nem começaria, não existiria. Não tenho palavras para agradecer a você como gostaria. A você Meinhard, Muitíssimo Obrigado!

Agradeço aos meus pacientes pela compreensão da ausência e dificuldades geradas pelo Dr. Paulo. Agradeço a Alice e ao José, a Magda, a Maria Auxiliadora, a Maria do Carmo, a Mariza Lenir, a Maria de Lourdes, a Meireângela, ao Paulo, ao Antonio, a Edésia, ao Dárcio, a Elza, a Eunice, a Ermani, ao José Geraldo Guerra, a Hié, a Luiza, ao Júlio, a Marcilene, a Maria Lúcia, ao Vicente, ao Zezé, a Maria de Fátima e, tantos outros que não caberia nesta página... A todos vocês, Muito Obrigado!

RESUMO

A confecção de uma prótese fixa múltipla envolve várias fases clínicas e laboratoriais. Apesar da tecnologia CAD/CAM (*computer aided design / computer aided manufacturing*), o modelo de trabalho mestre (MTM) ainda é o meio para se construir a reabilitação protética. A troquelização do MTM deve possibilitar a construção e adaptação marginal precisa e passiva em toda a extensão da reconstrução. Deve-se ter o exato conhecimento das discrepâncias providas nos sistemas de troquelização em reposicionar os troqueis para poder estabelecer as tolerâncias e limitações das técnicas. Foi proposto quantificar e qualificar cinco tipos de troquelização quanto às diferenças de posicionamento antes e após a secção dos troqueis nos eixos X (mesio-distal), Y(vestíbulo-lingual) e Z(ocluso-apical). 50 corpos de prova divididos em cinco grupos por tipo de troquelização (10-Bafix[®], 10-Bafix[®] modificado, 10-pino simples, 10-pino duplo e 10-Pindex[®]). Cinco referências removíveis no modelo padrão troquelizado em cinco regiões e 7 referências fixas em placa de cerâmica, geraram oito retas em três eixos de medições (3 retas eixo X, 3 retas eixo Y e 2 retas eixo Z). As mesmas retas foram medidas antes e após o corte dos troqueis. O teste t *student* pareado foi usado para a avaliação das diferenças entre as medições antes e após o corte dos troqueis, e o teste Anova um critério, para verificar diferenças entre os grupos. A média das discrepâncias encontradas em todos os sistemas de troquelização foi de 0.034 mm, erro padrão +/- 0.001 mm. O sistema Pindex[®] apresentou as menores distorções, 0.021 mm, erro padrão +/- 0.002. O sistema Bafix[®] apresentou as maiores distorções se comparado com os tipos de pino simples, pino duplo e Pindex[®] no eixo Y, $p < 0.05$. Em todos os grupos, no eixo Z, houve diferenças entre as medições iniciais e finais, $p < 0.05$. O sistema Bafix[®] modificado mostrou menores distorções do que o Bafix[®] convencional.

Palavras-chave: Prótese dentária. Prótese parcial fixa. Modelos dentários. Pinos dentários. Tecnologia odontológica. Planejamento de prótese dentária. Microscopia. Gesso dentário.

ABSTRACT

The production of multiple fixed prosthesis involves several clinical and laboratory stages. Despite of the CAD / CAM (computer aided design / computer aided manufacturing), the master model (MM) is still the means to construct the prosthetic rehabilitation. the construction of a working cast with a removable die to the MM should enable the construction of the marginal adaptation and passive needs in all the extension of the reconstruction. The exact knowledge the discrepancies of these systems, on the repositioning the removable dies, is important to establish the tolerances and limitations of these techniques. It was proposed to quantify and qualify five types of removable die regarding the position differences before and after section of the working cast change at the axis X (mesio-distal), Y (buccolingual) and Z (occluded apical). 50 specimens were divided into five groups by type of removable die system (10-Bafix[®], 10-Bafix[®] modified, 10-Brass pin, 10-Double pin e 10-Pindex[®]). Five removable references in the standard model with removable die in five regions and seven references fixed ceramic plate, generated eight lines of measurements in three axes (X axis 3 lines, 3 lines in the axis Y, and Z axis lines 2). The same lines were measured before and after section dies. The paired Student t test was used to evaluate the differences between measurements before and after section of the dies, and ANOVA one way to find differences between groups. The mean of the discrepancies found in all systems of removable die was 0,034 mm 0:37 mm SD + / - 0.001 mm. The system Pindex[®] showed the lowest distortion, 0.021 mm + / - 0.002. The system Bafix[®] showed the highest distortion compared with the kinds of single pin, double pin and Pindex[®] at the Y axis, p <0.05. In all groups, the Z axis, there were differences between the start and end measurements, The modified system Bafix[®] showed less distortion than the conventional Bafix[®]. The use of the removable die is feasible within the tolerances of Ø 0.09 mm + / - 0.01 mm.

Key words: Dental prosthesis. Denture, Partial, Fixed. Dental Models. Dental pins. Thechnology, Dental. Dental Prosthesis Design. Microscopy. Calcium Sulfate.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - a - Pino duplo, b - Pindex [®] , c – Pino simples e d – Placa Bafix [®] (serviu para os grupos Bafix [®] e Bafix [®] modificado).....	24
Figura 2 - a - Placa de cerâmica, b - placa de acrílico, c - base de gesso, e - agulhas referenciais fixas na placa de cerâmica, f - agulhas referenciais removíveis na base de gesso e, g - dispositivo para posicionamento vertical do corpo de prova.	25
Figura 3 - Modelos padrão divididos em 5 regiões por marcações sulcadas com referências para as posições das agulhas referenciais removíveis	27
Figura 4 - (A) Base de gesso vazada na placa de acrílico em separado do modelo padrão. (B) Remoção da base de gesso da placa de acrílico. (C) Fixação do Modelo padrão na base de gesso. (D) Modelo padrão troquelizado na placa de acrílico	27
Figura 5 - Perfuração para a fixação dos pinos metálicos.....	28
Figura 6 - Corte em bisel na base do modelo padrão.....	28
Figura 7 - Concavidades para impedir movimentos rotacionais	28
Figura 8 - Fixação de pinos com adesivo, sistema pino simples.....	28
Figura 9 - Pinos duplos fixados no modelo padrão	28
Figura 10 - Pinos Pindex [®] fixados no modelo padrão.....	28
Figura 11 - Modelo padrão pronto para vazamento de base de gesso em molde de silicone	29
Figura 12 - Vazamento de base de gesso do corpo de prova	29
Figura 13 - Modelo padrão troquelizado	29
Figura 14 - Vazamento conjunto modelo padrão e base de gesso, grupo BX.....	29
Figura 15 - Remoção do molde em Silicone de condensação para laboratório	29
Figura 16 - Perfuração com broca 1557 em modelo padrão para a fixação de agulhas referenciais removíveis para os eixos X e Y	30
Figura 17 - Perfuração com broca 1557 em modelo padrão para a fixação de agulhas referenciais removíveis para o eixo Z	30
Figura 18 - Perfuração com broca 1557 em placa de cerâmica para a fixação das agulhas referenciais fixas.....	31
Figura 19 - Fixação do modelo padrão troquelizado na placa de cerâmica	31
Figura 20 - Fixação do modelo padronizado em posição pré-determinada.....	31
Figura 21 - Modelo padrão troquelizado fixado na placa de cerâmica.....	31

Figura 22 - Ajuste padronizado do tamanho da agulha eixos X, Y e Z	32
Figura 23 - Plano imaginário de medição nos eixos X e Y, paralelo com o plano horizontal da placa de cerâmica	32
Figura 24 - Plano horizontal imaginário para a medição no eixo Z	32
Figura 25 - Pontos referenciais removíveis (em vermelho) e pontos referenciais fixos (em preto)	32
Figura 26 - Retas a serem medidas nos eixos X (3 retas - MD), Y (3 retas - VL), Z (2 retas - AO); áreas de corte dos troqueis, 5 áreas.....	32
Figura 27 - Microscópio medidor e 50 corpos de prova medidos (3.200 medições).....	33
Figura 28 - Secção dos troqueis, remoção e recolocação dos troqueis nas suas posições originais, dos cinco grupos estudados: a – BX; b – BMO; c – PS; d – PD; e – PX.....	34

LISTA DE ABREVIATURAS

% - Por cento

μm - Micrometro

AO – Apico oclusal

ASA – Articulador Semi Ajustável

BMO – Bafix[®] modificado

BX – Bafix[®]

CAD – *Computer aided design*

CAM – *Computer aided manufacturing*

DVA – *Dental Venture of America*

Fig – Figura

Kg - Kilograma

MD – Mesio distal

ml - Mililitro

mm - Milímetro

MTM – Modelo de Trabalho Mestre

Ø – Tolerância

PD – Pino duplo

PMMA – Polimetil-metacrilato

PS – Pino simples

PX - Pindex[®]

VL – Vestíbulo Lingual

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVO ESTUDO.....	15
2.1 Objetivo geral	15
2.2 Objetivos específicos	15
3 CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	16
3.1 O estado da arte da troquelização	16
3.1.1 A troquelização - desenvolvimento da técnica.....	17
3.1.2 Variáveis envolvidas na troquelização	22
3.2. Considerações metodológicas.....	24
3.2.1 Descrição geral do corpo de prova e dispositivo de posicionamento vertical.....	25
3.2.2 Os modelos troquelizados	26
3.2.3 Construção da placa de cerâmica rígida	30
3.2.4 Descrição das medições.....	32
3.2.5 Descrição do experimento.....	33
3.2.6 Análise estatística	34
REFERÊNCIAS GERAIS.....	36
ARTIGO PARA PUBLICAÇÃO.....	39

1 INTRODUÇÃO

A sequência operacional para a construção de uma prótese fixa múltipla envolve várias fases: a) os preparos dentais e a construção da restauração provisória; b) as moldagens e vazamentos; c) a construção do Modelo de Trabalho Mestre (MTM) troquelizado; d) os registros oclusais e a montagem dos modelos em articulador semi ajustável (ASA); e) a confecção da subestrutura; f) a união do material para soldas e provas da subestrutura; g) a moldagem de transferência, os novos registros e as montagens dos modelos em ASA; h) a aplicação do material de cobertura; i) e, por último, a cimentação final em boca (ROSENSTIEL; LAND; FUJIMOTO, 2002).

O MTM ainda é o meio fundamental para a confecção da reconstrução protética. A construção da subestrutura da prótese fixa múltipla se torna tanto mais complexa quanto maior for o número de retentores esplintados e dentes envolvidos. Para que haja uma adaptação conjunta e precisa entre os dentes preparados e a subestrutura finalizada, deve-se estabelecer uma adaptação marginal precisa desta subestrutura por toda a linha de acabamento marginal de todos os preparos dentários. Existem três formas para se buscar esta adaptação marginal precisa da subestrutura: 1-o uso de MTM maciço, modelos dos preparos dentários individualizados e união em boca das partes da estrutura protética para a soldagem; 2- o uso de MTM troquelizado; 3-o uso de tecnologia CAD/CAM para o escaneamento intra-oral ou da moldagem obtendo-se uma estrutura sem soldas. Cada uma destas formas apresentam padrões de tolerâncias que repercutem nos resultados pretendidos. A obtenção desta adaptação é tanto mais difícil quanto menor for a precisão do MTM, do sistema de troquelização e das tolerâncias dos sistemas CAD/CAM.

A precisão de troquelização do MTM deve possibilitar o menor número de pontos de soldas, eliminar a moldagem de transferência da estrutura metálica, diminuir o custo e produzir maior agilidade no tratamento protético.

A troquelização pode ser definida como o conjunto de técnicas que possibilitam seccionar o MTM em partes denominadas troqueis, que podem ser reposicionados em suas orientações espaciais tridimensionais originais (SHILLINGBURG; HOBBS; WHITSETT, 1997). Este reposicionamento deve manter o mesmo nível de precisão recíproca entre as partes (troqueis), o modelo total (MTM) e o modelo antagonista de antes do corte do MTM. A troquelização permite que todas as regiões do preparo dentário no MTM sejam acessíveis para

a confecção laboratorial da subestrutura da reconstrução protética em todas as suas fases laboratoriais.

Um dos maiores problemas envolvidos na precisão do MTM é a expansão volumétrica linear do gesso, que gera um modelo com uma deformação entre 0,21% a 0,14% em até 120 horas, num volume de 100 ml (HESHMATI et al., 2002). Esta expansão linear do gesso é diretamente proporcional ao volume de gesso utilizado; quanto maior for a quantidade de gesso tanto maior será a deformação em relação ao modelo original (MARTIGNONI; SCHONENBERGER, 2001, p.167). Quando se utiliza o modelo de gesso maciço, não troquelizado, esse apresenta uma expansão linear descontrolada pelo fato de se utilizar uma quantidade grande de gesso, o que acarreta a não reprodução fiel do modelo mestre (VIGOLO; MILLSTEIN, 1993; HSU; MILLSTEIN; STEIN, 1993).

Muitos profissionais em prótese dental atribuem ao sistema de troquelização a falta de precisão das subestruturas protéticas. Há grande dúvida no preciso reposicionamento do troquel em sua posição original, após o corte do MTM.

Vários sistemas de troquelização foram desenvolvidos, entretanto, poucos estudos foram publicados sobre os seus usos e, quando publicados e na maioria, os seus métodos associaram a moldagem á troquelização (MIRANDA et al., 1976; RICHARDSON et al., 1991; ARAMOUNI; MILLSTEIN, 1993; VIGOLO; MILLSTEIN, 1993; SERRANO et al. 1998; WEE; CHENG; ESKRIDGE, 2002). Com isto atribuiu-se a troquelização a falta de precisão de reposicionamento tridimensional do troquel (WINDHORN, 1998). Então, deve-se ter a meta de estudar a troquelização em separado da fase de moldagem para verificar qual a real precisão da troquelização na construção da subestrutura protética.

Outro fator importante a considerar na confecção do MTM, e que envolve o tipo de técnica de troquelização requerida, é o nível de adaptação marginal das próteses cimentadas ou aparafusadas e o espaço interno das próteses fixas múltiplas. Esta medida de adaptação marginal pode variar entre: 47,0 μm e 86,0 μm (MEJIA; TOBON, 2000).; 50,0 μm e 100,0 μm (STAPPERT *et al*, 2004). O espaço interno entre as próteses fixas múltiplas metalocerâmicas e os preparos podem variar em torno de 71,2 μm e entre as próteses fixas múltiplas em zircônia em torno de 114,7 μm (WETTSTEIN et al., 2008). Att, Komine e Strub consideraram que para as próteses construídas em tecnologia CAD/CAM os valores aceitáveis para as discrepâncias das adaptações marginais deveriam ser menores que 100 μm .

Portanto, alguns questionamentos são importantes para a definição da problemática envolvida na troquelização. a) será que o MTM troquelizado mantém a sua precisão após a secção do modelo?; b) é possível manter uma recíproca relação espacial tridimensional do MTM entre as partes: troqueis, base e modelo antagonista, após a secção do modelo?; c) qual a medida da diferença da posição tridimensional original dos troqueis nos sistemas de troquelização disponíveis?; d) será que esta diferença, uma vez quantificada, poderia indicar o uso da troquelização nos casos de reconstruções múltiplas esplintadas e diminuir o número de soldas? Este presente estudo foi delineado para avaliar os parâmetros envolvidos nestas questões, tais como: expansão linear de gesso, alteração dimensional dos materiais, planejamento dos cortes dos troqueis, dentre outras.

Propõe-se que é possível manter uma recíproca relação espacial tridimensional aceitável entre as partes do MTM, dentro dos limites das adaptações marginais referidas, ou melhor, dentro de certas tolerâncias relativas aos troqueis, as bases de troquelização e ao modelo antagonista após a secção do modelo.

2 OBJETIVO ESTUDO

2.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste estudo foi quantificar e qualificar cinco sistemas de troquelização quanto às diferenças de posicionamentos dos troqueis antes e após a secção do MTM, nos eixos X (mesio-distal), Y (vestíbulo-lingual) e Z (ocluso-apical).

2.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos deste estudo foram:

- a) mensurar as diferenças das distâncias entre os pontos de referências dos troqueis antes e após a secção do MTM;
- b) determinar, comparar e qualificar as diferenças entre os cinco sistemas de troquelização quanto ao reposicionamento dos troqueis em suas posições originais no MTM.

Nos cinco sistemas de troquelização:

- a) Sistema placa pré-fabricada (Bafix[®], Labordental, São Paulo, Brasil);
- b) Sistema placa pré-fabricada com técnica modificada, gesso previamente vazado na placa de acrílico (Bafix[®]);
- c) Sistema com pino simples e base de gesso (Reinfert[®], Hilzingen, Alemanha);
- d) Sistema com pino duplo e base de gesso (Reinfert[®], Hilzingen, Alemanha);
- e) Sistema Pindex[®] base de gesso (Coltene-Whaledent[®], New York, USA).

3 CONSIDERAÇÕES GERAIS

O modelo de trabalho mestre (MTM) ainda é o meio fundamental para a construção de uma prótese fixa múltipla nas fases laboratoriais, a despeito do crescente uso das tecnologias CAD/CAM (*computer aided design / computer aided manufacturing*) para as reconstruções. Este modelo que é obtido a partir de uma moldagem da boca do paciente pode reproduzir diversas situações clínicas envolvidas na reconstrução: dentes preparados, implantes, retentores isolados ou não, esplintados ou não, e servirá para todo o planejamento, execução, ajustes e relacionamentos com as outras partes do paciente, não envolvidas na reconstrução. Dentre as diversas fases da construção desta estrutura protética, a troquelização é um meio eficaz para produzir reconstruções precisas e bem adaptadas neste modelo.

Entende-se por troquelização o ato de produzir um modelo de trabalho mestre indexado que possibilite o seu corte e divisão em partes removíveis que podem ser reposicionados em suas posições originais, através desta indexação. Estas partes denominadas de troques removíveis podem ser manipuladas em separado do modelo de trabalho tornar acessível ao técnico todas as regiões dos preparos dentários e componentes das reconstruções protéticas sobre implantes transferidos para a confecção da estrutura protética.

Estas técnicas de troquelização apresentam vantagens e limitações relativas aos próprios passos de execuções, aos materiais utilizados, aos tipos distintos de indexação dos modelos, dentre outros.

Vários são os sistemas de troquelização disponíveis para uso pelos clínicos e técnicos, e propostos na literatura com a finalidade de produzir modelos com alta precisão. A despeito do entendimento destas técnicas, poucos estudos tem buscado elucidar as implicações, indicações, limitações e usos destas técnicas.

3.1 O estado da arte da troquelização

No período, entre 14 de março de 2010 e 18 setembro de 2011, foram feitas diversas consultas sobre troquelização nas bases de dados: PubMed (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>), Bireme (www.bireme.br) e Ibict (<http://www.ibict.br>). Esta busca foi feita

utilizando-se das palavras chave: “removable die”, “removable die system”, “die removable”, “pindex system”, “system Zeizer”, neste período. Para esta consulta, não foi definida uma data regressiva limite para as publicações dos artigos. Foram encontrados 43 artigos indexados netas bases de dados como mostra a Tabela 1.

Tabela 1 – Número de artigos publicados no período de 1960 a 2011

Periódicos	1960-1969	1970-1979	1980-1989	1990-1999	2000-2011	Total
JPD	1	3	10	4	1	19
Outros	0	8	11	4	1	24
Total	1	11	21	8	2	43

Fonte: JPD – The Journal Prosthetic Dentistry, Bases de dados: PUBMed, Bireme, Ibict.

3.1.1 A troquelização - desenvolvimento da técnica

A primeira descrição de um procedimento para seccionar e indexar o modelo para a reconstrução de uma restauração *inlay* indireta foi feito em 1965, por Coel e Moore. A partir disto, modificações foram incorporadas na técnica de pino metálico dentro do gesso (KAYSER, 1966).

Mais tarde, em 1970 esta técnica foi estendida para ser usadas em coroas, e próteses parciais fixas, pela incorporação de pinos metálicos nos MTM. Nesta técnica, estes pinos eram colocados no gesso antes da presa e ainda nos moldes, deixando partes destes pinos para fora. Após a presa inicial do gesso ainda no molde e com os pinos presos no gesso já endurecido, este gesso era isolado com verniz e sobre ele era feito um segundo vazamento para envolver as partes dos pinos que ficavam para fora. Este segundo vazamento formava uma base de gesso que envolvia os pinos e indexava os troqueis que poderiam ser removidos juntos com os pinos presos neles. A forma destes pinos permitia as suas remoções da base de gesso (RUDD; STRUNK; MORROW, 1970).

Dilts, em 1971, conduziram o primeiro estudo que pretendeu comparar três tipos diferentes de pinos metálicos e um tipo de troquelização com indexação externa ao MTM, em forma de caixa. Eles encontraram valores de distorções na faixa entre 0.05mm e 0.07mm. Ao avaliarem diferenças nos eixos horizontal e vertical ressaltaram que falhas na execução

precisa destas técnicas podem comprometer o correto posicionamento do troquel gerando dificuldades no ajuste dos pontos de contato inter-proximais e oclusais, inviabilizando e até impedindo a inserção de próteses parciais fixas produzidas nestes modelos. Foi incorporado neste estudo o uso do sistema Di-lok[®] (Surgident[®], Los Angeles, California, Estados Unidos) que fazia a indexação do MTM externa ao gesso, por uma placa em forma de caixa, que envolvia a base de gesso e o MTM. Neste sistema de troquelização tanto a base de gesso quanto o MTM são troquelizados pela placa em forma de caixa. Este tipo de troquelização apresentou as menores discrepâncias entre as posições iniciais e finais.

O sistema Pindex[®] apareceu, em 1973 (MIRANDA, 1976), com a vantagem de se troquelizar o MTM em separado do seu vazamento inicial. Primeiramente o MTM era obtido e depois era troquelizado com um segundo vazamento. Após a remoção do MTM do molde, o modelo então era recortado na sua face inferior, que era deixada paralela ao plano oclusal, mantendo um altura entre 10mm e 15 mm. Esta parte inferior era perfurada em locais que iriam ser inseridos pinos metálicos paralelos uns aos outros para cada região a ser troquelizada, com furos cegos paralelos em uma máquina específica para isto. Depois, estes pinos eram fixados no MTM nos furos. As partes dos pinos que ficavam para fora do MTM eram vestidas com luvas de plástico pré-fabricadas. A parte do MTM na qual estavam presos os pinos e luvas era isolada com verniz. Em moldes pré-fabricados era feita uma base de gesso incorporando as luvas e indexando todas as partes do MTM que eram troquelizadas através dos pinos metálicos presos no MTM, de tal forma que, as luvas de plástico ficavam presas na base de gesso indexadora, e os pinos metálicos ficavam presos nos troqueis removíveis. Isto possibilitou um grande avanço da confecção precisa e reprodutível das troquelizações do MTM.

Com o crescente uso da troquelização surgiram vários problemas decorrentes do uso da troquelização diretamente sobre o molde, pela falta de paralelismo, dificuldade de estabilização dos pinos, dentre outros. Estes problemas dificultavam, ou até mesmo impediam a remoção do troquel após o MTM ter sido seccionado. Alguns métodos foram descritos para a estabilização destes pinos no molde, para que a troquelização fosse feita em conjunto com o vazamento do modelo de trabalho mestre (BALSHI; MINGLEDORFF, 1975).

Em 1976, Miranda et al. compararam dois sistemas de troquelização, o Pindex[®], cuja a forma de indexação são os pinos metálicos envolvidos numa base de gesso, e o sistema Di-Lok[®], com a placa de acrílico externa indexando o MTM diretamente e sem o uso de pinos

metálicos inseridos no gesso. Eles ressaltaram três características fundamentais dos sistemas de troquelização: 1- fácil execução técnica; 2- estabilidade dos troqueis; 3- fácil e precisa remontagem do MTM. Ao medirem os modelos troquelizados antes e após a secção, foram achados valores de discrepâncias entre 0.05mm e 0.02mm. O tipo Pindex[®] de troquelização apresentou menores distorções. Estes encontraram distorções no eixo Z maiores que nos eixos X e Y.

Outros tentavam incorporar nos pinos simples, hastes para facilitar o posicionamento destes pinos no molde do MTM (LEHMANN, 1977). Estas hastes presas aos pinos deveriam ser inseridas nos moldes e garantiriam que os pinos permanecessem nas posições desejadas. Várias outras formas de prevenção de falhas de troquelização foram descritas para a troquelização dos MTM (HARRISON, 1979).

Dadas as dificuldades da confecção da troquelização pelo método simultâneo com o vazamento de gesso no molde da moldagem, Smith, Nayyar e Koth, em 1979 descreveram um método para fazer a fixação dos pinos simples no MTM, tal como no sistema Pindex[®], e criar concavidades na parte interna do modelo possibilitando que os troqueis não rodassem após a secção do modelo. Várias outras modificações foram tentadas (ROBINSON; BLOCK, 1981; TROENDLE; TROENDLE; CAVOZOS, 1981).

Em 1981, Kolbe introduziu o material Plexiglass[®] (GmbH & Co. KG[®], Alemanha) como base para a indexação de pinos metálicos fixados nos troqueis. Então, criou-se um terceiro tipo de indexação dos troqueis, uma base de Polimetil-metacrilato (PMMA). Este material termodeformável, altamente resistente, rígido em temperatura ambiente e incolor foi conformado em placas planas para ser base de troquelização do MTM.

Em outro caminho, e para eliminar os problemas de rotações e quebras dos MTM troquelizados com pinos simples surgiram os pinos duplos com estojos (AVANESSIAN, 1982). O funcionamento destes pinos é similar ao sistema Pindex[®] em que o pino duplo fica no troquel e o estojo do pino, geralmente feito em metal, é incorporado na base de gesso como indexador.

Então, em 1982, surgiu um sistema de troquelização baseado na placa de PMMA, o sistema Zeizer[®] (Girrbach Dental[®], Santa Rosa, CA, Estados Unidos) (JUROWICH, 1982). Criou-se um equipamento que esquentava os pinos de troquelização e os pressionava contra uma placa termoplástica perfurada, com furos passantes em posições previamente definidas a partir das áreas de troquelização do MTM. Estas posições dos pinos eram definidas

diretamente no molde. Uma vez definidas as posições dos pinos o modelo era vazado em conjunto com a placa, vertendo-se gesso tanto na placa quanto no modelo e unindo-os, fazia-se a indexação do MTM pela placa.

No mesmo ano, Myers e Hembre avaliaram quatro tipos de troquelização: pino simples, dois pinos simples usados no mesmo troquel, um pino de plástico e outro tipo com o próprio gesso do primeiro vazamento como indexador, neste último o gesso era recortado convergente para o ápice. O pino simples apresentaram as menores discrepâncias. As variações no reposicionamento dos troqueis após o corte foram de 0.07mm no plano horizontal e 0.116 no plano vertical. Vale ressaltar que o sistema de medição usado tinha uma resolução de 0.01mm.

Covo et al., seis anos mais tarde, em 1988, compararam os sistemas Pindex[®], pino simples e Accu-trac[®] (Whaledent[®], New York, Estados Unidos), similar ao Di-lok[®], em um seguimento parcial do MTM e com apenas uma região intermediária troquelizada, nos eixos mesio-distal, vestibulo-lingual e ocluso-gengival quanto ao reposicionamento dos troqueis após o corte do modelo. Os valores das discrepâncias em relação as posições originais dos troqueis estavam entre 0.032mm e 0.001 mm. Neste estudo o tipo Accu-trac[®] mostrou um deslocamento para baixo em relação ao plano horizontal original de referência depois de seguidas remoções e reposicionamentos dos troqueis nas placas de acrílico.

Com a disseminação do crescente uso destas técnicas, surgiram vários outros problemas em relação aos sistemas de troquelização quanto ao corte dos troqueis. Este corte deveria ser feito cuidadosamente com serras extremamente finas para que as margens dos preparos ficassem totalmente expostas e não danificadas no momento da secção dos troqueis (NETTI et al., 1990).

Aramouni e Millstein em 1993, foram os primeiros a estudar a indexação por gesso e a indexação por placa de PMMA. Eles compararam a precisão de modelos sólidos, dos sistemas Pindex[®] e Zeiser[®]. Os modelos de gesso eram separados de seus moldes depois de 24 horas e armazenadas em temperatura ambiente. Os modelos troquelizados eram seccionados após 72 horas e avaliados. Eles concluíram que o sistema Zeiser[®] foi significativamente mais exato do que o modelo sólido, que foi significativamente mais preciso do que o sistema Pindex[®]. Ressalta-se que encontraram valores de discrepâncias médios de 0.143 mm para o sistema Pindex[®], entretanto foi usado gesso tipo III e um volume de gesso excessivo na construção da

base de gesso, 200g de gesso e 50 ml de água neste sistema, o que poderia justificar esta expansão nestes patamares.

Também em 1993, a partir de uma prótese fixa padrão suportada por implantes, construída em aço, precisamente adaptada e parafusada a um modelo padrão, também construído em aço, Vigolo e Millstein avaliaram a precisão do uso do modelo sólido e modelos troquelizados pelos sistemas Pindex[®] e Zeizer[®], para a confecção da reconstrução protética fixa sobre implantes. Os MTM eram construídos a partir do modelo padrão e avaliados quanto à adaptação da prótese padrão, medindo-se as discrepâncias entre os MTM e esta prótese. Este modelo padrão continha seis componentes dispostos em arco, simulando uma arcada. Foram mensuradas as distâncias entre os componentes. Neste estudo, os modelos troquelizados feitos com o sistema Zeiser[®] foram significativamente menos distorcidos que os modelos sólidos ou aqueles feitos com sistema Pindex[®] em todas as direções, verticais e horizontais. As maiores discrepâncias ocorreram nas maiores distâncias entre os componentes, o que levou os autores a relacionar estas discrepâncias com o volume de gesso utilizado.

Serrano et al., em 1998, estudaram quatro sistemas de troquelização: pinos de aço inoxidável com sistema indexador de plástico dentro do gesso, sistema Pindex[®], sistema DVA[®] (Dental Ventures of America, Corona, California, Estados Unidos - derivado do sistema Zeizer[®]) e sistema de pino simples. Compararam ainda com o modelo sólido a partir da molde do protótipo que gerou os modelos troquelizados. Eles mediram as distâncias nos eixos X, Y e Z antes e após a secção dos modelos. O modelo protótipo de boca que foi moldado para confeccionar os modelos troquelizados, serviu de padrão para a comparação com o modelo sólido e modelos troquelizados. O modelo sólido apresentou maior distorção que os modelos troquelizados. As discrepâncias entre as posições originais dos troqueis e as posições reposicionadas variaram entre 0,054mm e 0,007mm. Destacaram ainda, as implicações clínicas das discrepantes posições dos troqueis para todos os quatro sistemas de troquelização: 1- é possível a fabricação indireta de uma prótese fixa múltipla suportada por dente com uso de troquelização; 2- pode ser improvável a fabricação indireta de uma prótese fixa múltipla com passividade suportada por implante.

Com o objetivo de comparar a precisão de construção de modelos de trabalho mestre em prótese fixa múltipla Wee, Cheng e Eskridge, em 2002 investigaram a precisão dimensional linear de modelos feitos a partir de três sistemas de troquelização: (1) Pindex[®],

(2) DVA[®], base plástico KO-tray[®] (Vident Inc, Brea,USA). Eles relataram que os modelos seccionados feitos pelo sistema KO-tray[®] eram significativamente menos precisos do que aqueles produzidos com o sistemas Pindex[®] ou DVA[®]. A técnica de confecção dos modelos de trabalho com o uso de base de plástico KO-tray[®] envolveu a confecção do vazamento do gesso dentro da placa após o gesso vazado no modelo e antes de 120 horas.

3.1.2 Variáveis envolvidas na troquelização

Diversas variáveis podem gerar imperfeições no resultado final da confecção do MTM troquelizado, tais como: os materiais de moldagens utilizados, materiais para a obtenção do modelo, os tipos de técnica, a execução precisa destas técnicas, dentre outras.

O gesso dental tem sido amplamente usado para a confecção dos modelos dentais. Um das maiores dificuldades envolvidas na confecção precisa do MTM é a expansão linear de presa do gesso, que gera um modelo com uma deformação entre 0,21% a 0,14% em até 120 horas, num volume de 100 ml (HESHMATI et al., 2002). Esta expansão linear do gesso é diretamente proporcional ao volume de gesso utilizado; quanto maior for a quantidade de gesso tanto maior será a deformação em relação ao modelo original, de acordo com Martignoni e Schonenberger, em 1990. Eles ainda afirmaram que o gesso sofre uma primeira contração inicial de presa, seguida por uma expansão progressiva até o período de 24 a 48 horas outra contração que dura aproximadamente 6 a 7 dias. No final deste processo a expansão final pode ser de 0.067mm para um espécime de 100mm segundo a norma DIN 1391197 e de 0.006mm para um espécime de 10mm. Estes autores ressaltam ainda que a técnica de confecção do MTM deveria contemplar a secção do modelo o tão rápido quanto fosse possível para controlar esta expansão, e o modelo deveria ficar “descansando” por um período de 7 dias para que a contração tivesse acontecido. Quando se utiliza o modelo de gesso maciço, não troquelizado, esse apresenta uma expansão linear descontrolada pelo fato de se utilizar uma quantidade grande de gesso, o que acarreta a não reprodução fiel do modelo “boca” no MTM (VIGOLO; MILLSTEIN, 1993; HSU; MILLSTEIN; STEIN, 1993).

Ainda complicando mais o assunto, ressalta-se o fato de que o gesso também pode apresentar uma contração que é superior à expansão de presa, e, se isto acontecer, o modelo final de um preparo dental em gesso poderia ficar menor que o dente preparado em boca. Isto

pode decorrer da alteração da relação pó-líquido e tempo de espatulação. Então deve-se ter o exato conhecimento das propriedades e comportamentos dos materiais para estabelecer uma rotina, um método conhecido e reproduzível e confeccionar modelos de trabalho troquelizados com precisão requerida.

Outro fator importante na construção do MTM troquelizado é o momento da troquelização do modelo de trabalho. Há dois momentos básicos para a confecção da troquelização: simultâneo ao primeiro vazamento do modelo mestre (um vazamento) ou posterior à presa do gesso do primeiro vazamento (dois ou mais vazamentos). Uma série de problemas está relacionada à troquelização simultânea. A dificuldade em se posicionar o pino de troquelização com um alinhamento correto em relação aos preparos, dentes adjacentes e outros pino pode impedir a remoção do troquel. O posicionamento do pino pode ficar muito próximo dos preparos inviabilizando o desnudamento correto do preparo, no troquel. A inserção do pino no momento da cristalização do gesso pode deformar o molde e o modelo.

O tipo de indexação do modelo mestre, que está diretamente relacionado com a técnica de troquelização, é outro fator que pode interferir no resultado final da troquelização. Pode-se ter três tipos de indexação: pinos metálicos fixos nos troqueis e removíveis numa base de gesso que não é seccionada e que possibilita a remontagem do modelo; pinos metálicos fixos nos troqueis e removíveis numa base de polímero que não é seccionada e que possibilita a remontagem do modelo; por fim, uma caixa com paredes divergentes e trilhos internos que veste a base do MTM sem a necessidade de pinos metálicos, o MTM pode ser totalmente seccionado e quando reposicionado nesta caixa, as partes são ajuntadas como antes da secção.

A troquelização precisa cumprir alguns requisitos como: o troquel deve reproduzir exatamente o dente preparado, tanto na parte preparada quanto na parte do dente não preparada e abaixo do preparo, numa faixa entre 0.5mm a 1.0mm; deve possibilitar o acesso adequado a toda a margem do preparo; deve se relacionar espacialmente com as outras estruturas moldadas no modelo e modelo antagonista da mesma forma que o dente se relaciona com as estruturas correspondentes na boca; deve ser resistente e permitir um manuseio laboratorial sem danos estruturais (ROSENSTIEL; LAND; FUJIMOTO, 2006). Para se atingir estes requisitos tanto o planejamento da troquelização, quanto a escolha da melhor técnica e a execução precisa são essenciais.

3.2. Considerações metodológicas

Foi feito um desenho inicial do estudo, construção do corpo de prova primário e ajuste e definição final do corpo de prova em estudo piloto.

A amostra se constituiu de cinquenta corpos de prova, divididos em cinco grupos conforme o tipo de troquelização: 10 corpos de prova para o grupo denominado Bafix[®] modificado (BMO), 10 corpos de prova para o grupo denominado Bafix[®] (BX), 10 corpos de prova para o grupo denominado pino simples (PS), 10 corpos de prova para o grupo denominado pino duplo (PD) e 10 corpos de prova para o grupo denominado Pindex[®] (PX) (Figura 1).

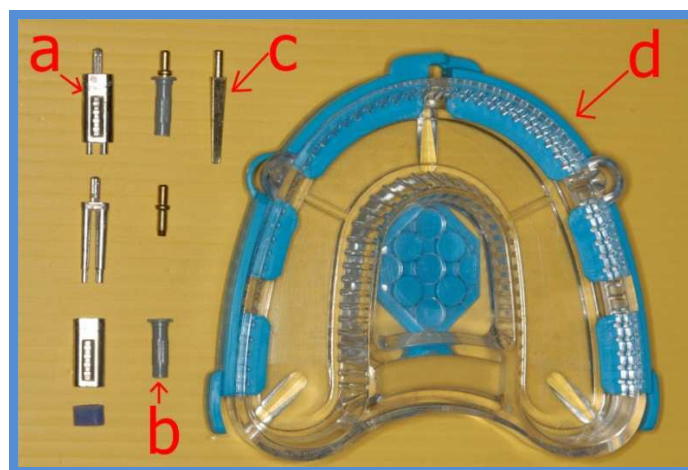


Figura 1 - a - Pino duplo, b - Pindex[®], c – Pino simples e d – Placa Bafix[®] (serviu para os grupos Bafix[®] e Bafix[®] modificado)
Fonte: Elaborado pelo autor.

Construído em forma de arco, cada modelo troquelizado do corpo de prova foi dividido em cinco regiões troquelizadas, duas posteriores e três anteriores. Foram planejadas medições nas direções: mesio-distal, vestibulo-lingual e ocluso-apical; aqui denominadas respectivamente de eixos X, Y e Z. Duas regiões anteriores e uma região posterior serviram para as medições nos eixos horizontais X e Y. Uma região anterior e uma posterior do mesmo lado serviram para as medições no eixo vertical Z.

3.2.1 Descrição geral do corpo de prova e dispositivo de posicionamento vertical

Cada corpo de prova se constituiu das seguintes partes e nomes conforme descrito a seguir.

Placa de cerâmica base com sete agulhas fixas, não removíveis durante todo o estudo. Cinco agulhas foram colocadas perpendiculares ao plano horizontal e orientadas para as medições nos eixos X e Y, e, duas agulhas colocadas paralelas ao plano horizontal dispostas para as medições no eixo Z.

Modelo de gesso em forma de arco, aqui denominado modelo padrão, contendo quatro marcações sulcadas para padronização dos cortes dos troqueis em cinco regiões troquelizadas. Cada região troquelizada conteve uma agulha. Foram colocadas três agulhas perpendiculares ao plano horizontal para a medição nos eixos X e Y e, duas agulhas paralelas ao plano horizontal para as medições no eixo Z.

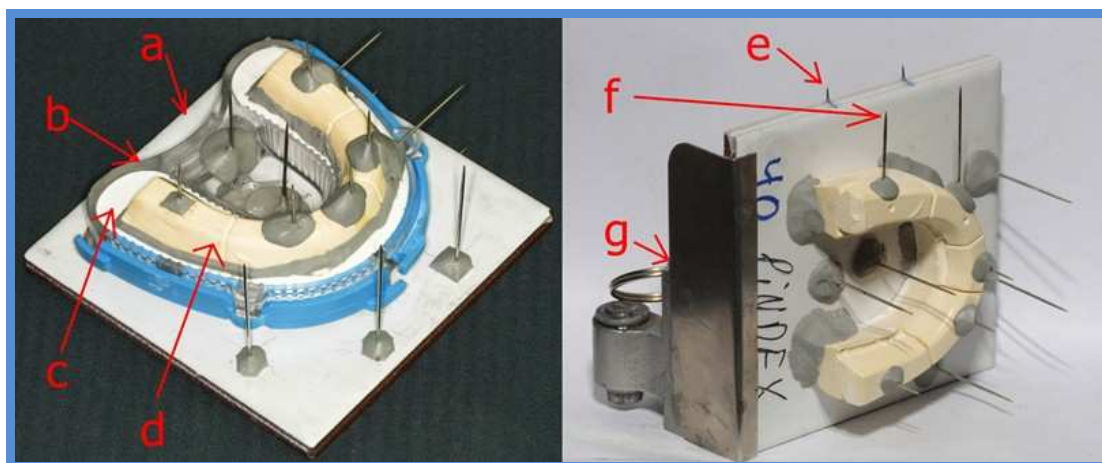


Figura 2 - a - Placa de cerâmica, b - placa de acrílico, c - base de gesso, e - agulhas referenciais fixas na placa de cerâmica, f - agulhas referenciais removíveis na base de gesso e, g - dispositivo para posicionamento vertical do corpo de prova.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para as referências das medições foram utilizadas agulhas padronizadas número 5 (Corrente®, São Paulo, Brasil) com as pontas patentes. As pontas das agulhas determinaram os pontos referenciais para a medição das distâncias entre dois pontos de retas nos eixos X, Y e Z. As agulhas fixadas na placa de cerâmica foram denominadas de referências fixas. As agulhas fixadas no modelo nas áreas troquelizadas foram denominadas de referências removíveis.

A base de gesso que suportou o modelo padrão (área troquelizada) foi denominada base de gesso sendo diretamente fixada na placa de cerâmica nos grupos PS, PD e PX. Já nos grupos BX e BMO a base de gesso, que é removível e também troquelizada, ficou dentro de uma placa de acrílico do sistema de troquelização Bafix[®]. Nestes grupos estas placas de acrílico ficaram diretamente fixadas nas placas de cerâmica (Figura 2).

Foi construído um dispositivo em aço para o posicionamento vertical da placa de cerâmica. Este posicionamento vertical possibilitou a medição no eixo Z (Figura 2).

3.2.2 Os modelos troquelizados

Neste estudo padronizou-se o uso do gesso FUJIROCK[®] EP tipo IV (GC[®], Leuven, Bélgica), e água destilada em todos os modelos e bases de gesso, numa relação pó/líquido de 100 gramas de gesso para 20 ml de água. Este Gesso apresenta uma expansão linear de $\leq 0.09\text{mm}$. Padronizou-se a pesagem do gesso em balança digital com precisão de 0.5 gramas e medição de água em pipeta graduada. Todos os modelos e bases foram espatulados em espatulador VK seguindo-se a sequência: mistura manual por 15 segundos, espátulação mecânica e á vácuo por 45 segundos e 1000 rotações por minuto.

Foi construído um modelo de gesso inicial simulando-se um modelo de arcada padrão total. Construído em forma de arco, foi conformado para a reprodução de modelos padronizados que foram utilizados em todos os grupos. Este modelo padrão original conteve marcações sulcadas para os locais dos cortes dos troqueis conforme descritos anteriormente e marcações perfuradas nos locais de fixação das agulhas referenciais para as medições.

A partir deste modelo padrão original foram feitos moldes em silicone de condensação para laboratório Zetalabor[®] (Zermarck[®], Badia Polesine, Itália) para a reprodução padronizada de réplicas fiéis do modelo padrão original. Estas réplicas foram denominadas modelos padrão que foram usados em todos os corpos de prova.

Primeiramente foram feitos os modelos padrão nos moldes em silicone de condensação para laboratório para os grupos BMO, grupo PS, grupo PD e grupo PX. Nestes grupos a base de gesso foi feita em separado do modelo padrão simulando um modelo padrão obtido de uma moldagem de boca (Figura 3).

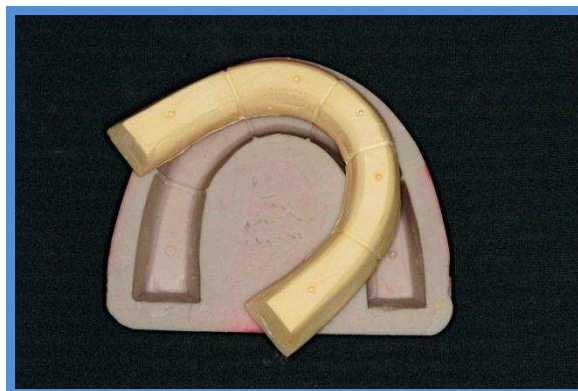


Figura 3 - Modelos padrão divididos em 5 regiões por marcações sulcadas com referências para as posições das agulhas referenciais removíveis

Fonte: Elaborado pelo autor

Então se seguiu a confecção da base de gesso para o grupo BMO, vazando-se gesso na placa de acrílico do grupo BMO modificado (Figura 4). Nesta técnica a base de gesso também é seccionada, troquelizada. Após 7 dias a base de gesso foi retirada da placa de acrílico e recolocada por 10 vezes em cada placa. Fora da placa de acrílico os modelos padrão do grupo BMO foram colados em posições padronizadas com adesivo cianoacrilato (Super Bonder[®], Loctite[®], Itapevi, Brasil) e resina epóxi (Durepoxi[®], Loctite[®], Itapevi, Brasil) nas bases de gesso. Posteriormente, a base de gesso deste grupo foi reposicionada na placa de acrílico.

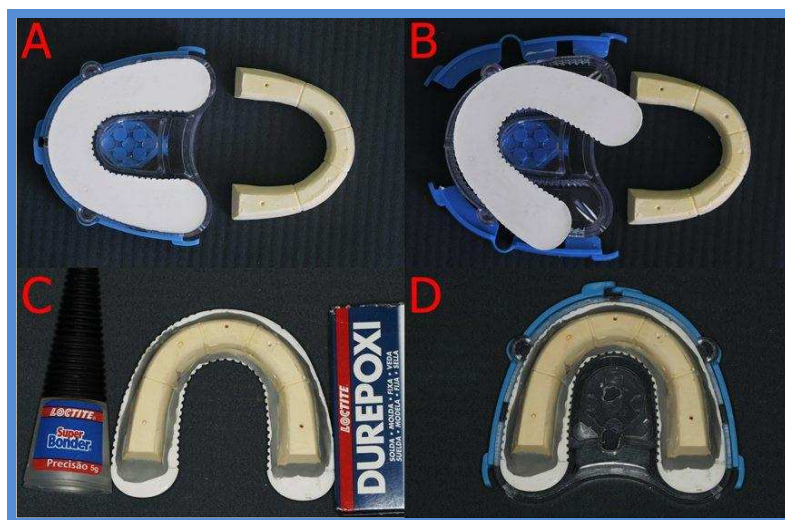


Figura 4 - (A) Base de gesso vazada na placa de acrílico em separado do modelo padrão. (B) Remoção da base de gesso da placa de acrílico. (C) Fixação do Modelo padrão na base de gesso. (D) Modelo padrão troquelizado na placa de acrílico

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para os grupos PS, PD e PX os modelos padrão foram perfurados para as fixações dos pinos de troquelização com brocas específicas para cada tipo de pino (Figura 5). Foi feita uma matriz de Vinil para marcar e padronizar as posições de fixação destes pinos no modelo padrão que foram seguidamente colados com adesivo super bonder nas perfurações (SMITH; NAYYAR; KOTH, 1979). Em todos os modelos padrão destes grupos foi feito um corte em bisel convergente para a base, com broca para gesso H79 SGFA (Komet[®], Lemgo, Alemanha) em toda a extensão do ângulo da sua base (Figura 6). Este corte facilitou a remoção do troquel impedindo o seu travamento quando retirado da base de gesso e o seu movimento rotacional após o corte. Para o grupo PS foram feitas concavidades não retentivas com o objetivo de impedir movimentos rotacionais dos troqueis após o corte dos modelos padrão (Figura 7).



Figura 5 - Perfuração para a fixação dos pinos metálicos



Figura 6 - Corte em bisel na base do modelo padrão
Fonte: Elaborado pelo autor.



Figura 7 - Concavidades para impedir movimentos rotacionais

Então os pinos metálicos destes grupos foram colados nos orifícios correspondentes a cada pino com adesivo cianoacrilato (Figuras 8, 9 e 10). Para impedir a união com a base de gesso, os modelos padrão dos grupos PS, PD e PX foram impermeabilizados e isolados com impermeabilizante e isolante Model Shine[®] (Polidental[®], Cotia, SP, Brasil). Depois foram feitos os vazamentos em gesso das bases de gesso destes grupos em moldes padronizados de Silicone de condensação para laboratório (Figuras 11, 12 e 13).



Figura 8 - Fixação de pinos com adesivo, sistema pino simples



Figura 9 - Pinos duplos fixados no modelo padrão



Figura 10 - Pinos Pindex[®] fixados no modelo padrão



Figura 11 - Modelo padrão pronto para vazamento de base de gesso em molde de silicone

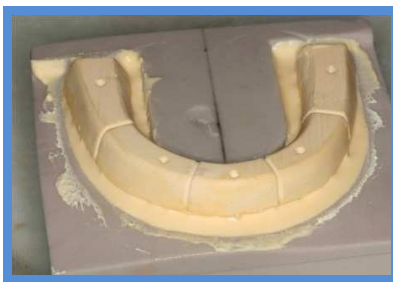


Figura 12 - Vazamento de base de gesso do corpo de prova

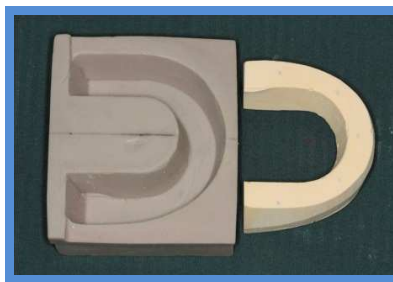


Figura 13 - Modelo padrão troquelizado

Fonte: Elaborado pelo autor

No grupo BX o modelo padrão foi feito em conjunto com a base de gesso. Colocou-se o molde do modelo padrão preenchido com gesso diretamente sobre a placa de acrílico também preenchido com gesso, esperou-se o tempo de presa e secagem do gesso e então o molde do modelo padrão foi retirado (Figuras 14 e 15). É importante salientar que este modelo padrão, feito junto com a base de gesso dentro da placa de acrílico, somente foi removido após o corte dos troqueis.



Figura 14 - Vazamento conjunto modelo padrão e base de gesso, grupo BX



Figura 15 - Remoção do molde em Silicone de condensação para laboratório

Fonte: Elaborado pelo autor

Em todos os 50 modelos padrão foram feitas cinco perfurações com broca 1557 (SSwhite®, Rio de Janeiro, Brasil), em furadeira de bancada, com a profundidade de 6.0 mm e espessura de 0.8 mm que serviram para a fixação de agulhas referenciais removíveis para as medições nos eixos X, Y e Z (Figura 16 e 17). Três perfurações foram perpendiculares ao plano horizontal no topo do modelo padrão em três áreas de troquelização e duas perfurações foram paralelas ao plano horizontal nas laterais do modelo padrão em duas áreas de

troquelização. As perfurações do topo objetivaram mensurações nos eixos X e Y e, as perfurações laterais objetivaram mensurações no eixo Z.

Ainda, como preparo prévio dos modelos padrão antes das suas fixações na placa de cerâmica, para os grupos BX e BMO feitos dois orifícios no meio da placa de acrílico com o objetivo de permitir a passagem e fixação das agulhas referenciais fixas da placa de cerâmica como descrito adiante.

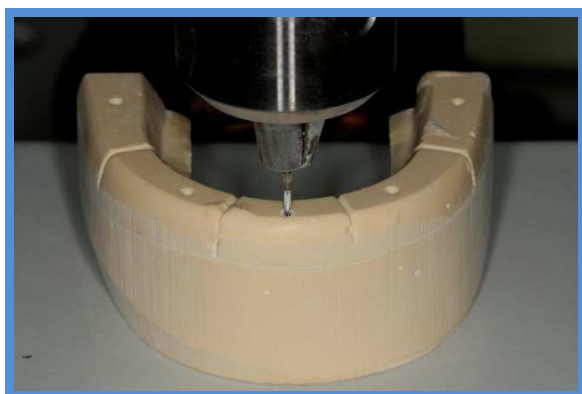


Figura 16 - Perfuração com broca 1557 em modelo padrão para a fixação de agulhas referenciais removíveis para os eixos X e Y



Figura 17 - Perfuração com broca 1557 em modelo padrão para a fixação de agulhas referenciais removíveis para o eixo Z

Fonte: Elaborado pelo autor

3.2.3 Construção da placa de cerâmica rígida

Placas de cerâmica planas (Mosaicor[®], São Paulo, Brasil) com dimensões de 10 cm X 10 cm x 0.8 cm foram utilizadas como suporte para as agulhas referenciais fixas

Em cada placa foram feitas sete perfurações de 7.0 mm de profundidade para a fixação de sete agulhas referenciais fixas propositadas para as mensurações de distâncias nos eixos X, Y e Z com broca 1557 para alta rotação, utilizadas em furadeira de bancada (Figura 18). Cinco perfurações para mensurações no eixo X e Y, orientadas perpendicular a placa de cerâmica e no plano vertical. Duas perfurações laterais paralelas ao plano horizontal mensurações no eixo Z.



Figura 18 - Perfuração com broca 1557 em placa de cerâmica para a fixação das agulhas referenciais fixas
Fonte: Elaborado pelo autor

Os 50 modelos troquelizados foram colados em 50 placas de cerâmica com adesivos cianoacrilato e resina epóxi em posições padronizadas para permitir um relacionamento padronizado dos pontos referenciais fixos e removíveis dados pelas pontas das agulhas fixadas neles (Figuras 19, 20 e 21).



Figura 19 - Fixação do modelo padrão troquelizado na placa de cerâmica



Figura 20 - Fixação do modelo padronizado em posição pré-determinada
Fonte: Elaborado pelo autor



Figura 21 - Modelo padrão troquelizado fixado na placa de cerâmica

As agulhas foram previamente ajustadas nos tamanhos para que as suas pontas demarcassem pontos referenciais e descrevessem um mesmo plano imaginário e coincidente com o plano das medições. Desta forma padronizou-se um plano horizontal de medição contendo as retas de medições nos eixos X e Y e outro plano perpendicular a este primeiro contendo as retas de medição no eixo Z (Figuras 22 a 24). As agulhas foram coladas com adesivos cianoacrilato e resina epóxi nas perfurações previamente feitas e de acordo com as retas e planos previamente estabelecidos.



Figura 22 - Ajuste padronizado do tamanho da agulha eixos X, Y e Z

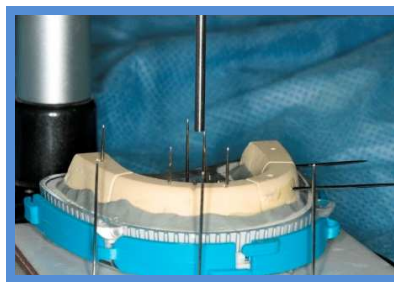


Figura 23 - Plano imaginário de medição nos eixos X e Y, paralelo com o plano horizontal da placa de cerâmica

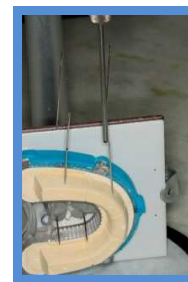


Figura 24 - Plano horizontal imaginário para a medição no eixo Z

Fonte: Elaborado pelo autor

3.2.4 Descrição das medições

As pontas das agulhas fixadas nas regiões de cada corpo de prova determinaram os pontos e retas referencias para as medições. Em cada corpo de prova foram estabelecidos 12 pontos referenciais, em dois planos, três eixos de medições e oito retas para as medições.

O modelo padrão conteve cinco pontos referenciais removíveis, um em cada região troquelizada, pontos A, B, C, D, e E. A placa de cerâmica conteve sete pontos referenciais fixos, pontos F, G, H, I, J, K e L (Figura 25). Os pontos A, B, C, F, H, I e J determinaram três retas para as medições no eixo X, as retas com direção mesio-distal AI, BJ e CH; e outras três retas para medições no eixo Y, as retas com direção vestibulo-lingual AF, BG e CG. Os pontos D, E, K e L determinaram duas retas para as medições no eixo Z, as retas com direção ocluso-apical DK e EL (Figura 26).

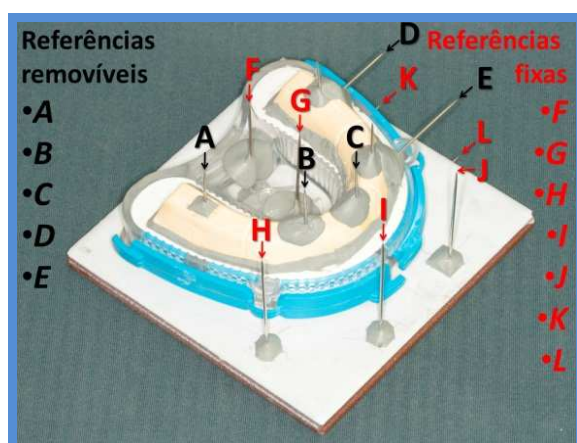


Figura 25 - Pontos referenciais removíveis (em vermelho) e pontos referenciais fixos (em preto)

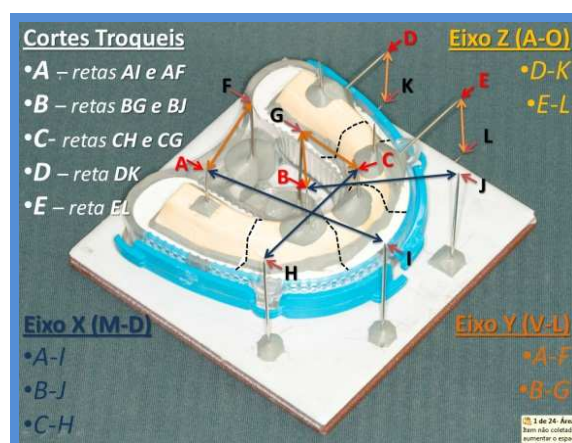


Figura 26 - Retas a serem medidas nos eixos X (3 retas - MD), Y (3 retas - VL), Z (2 retas - AO); áreas de corte dos troqueis, 5 áreas

Fonte: Elaborado pelo autor

As medições foram feitas em microscópio ótico comparador (Mitutoyo[®], Tokio, Japão) com aumento de 50x no laboratório de metrologia do departamento de engenharia mecânica da Universidade Federal de Minas Gerais – Brasil (Figura 27). Este equipamento possibilita medições com resolução de 0.001mm e resultado de medições com erros na faixa de ± 0.002 mm.



Figura 27 - Microscópio medidor e 50 corpos de prova medidos (3.200 medições)

Fonte: Elaborado pelo autor

3.2.5 Descrição do experimento

Foram feitas quatro medições de cada reta dos corpos de prova antes do corte dos troqueis, sendo denominada medição inicial. Foi considerado como resultado da medição inicial o valor da mediana entre os quatro valores encontrados.

Terminada a medição inicial, todos os modelos padrão foram seccionados com disco para corte de troqueis de 45,0 mm X 0.35 mm (Reinfert[®], Hiltzingen Alemanha) em instrumento rotatório manual. Após o corte, cada troquel foi removido e recolocado em sua posição inicial por cinco vezes. Em seguida todos os corpos de prova foram medidos novamente como na medição antes do corte. Obteve-se assim um registro da medição inicial de cada reta, e outro registro da medida da mesma reta após o corte, sendo denominada medição final (Figura 28).

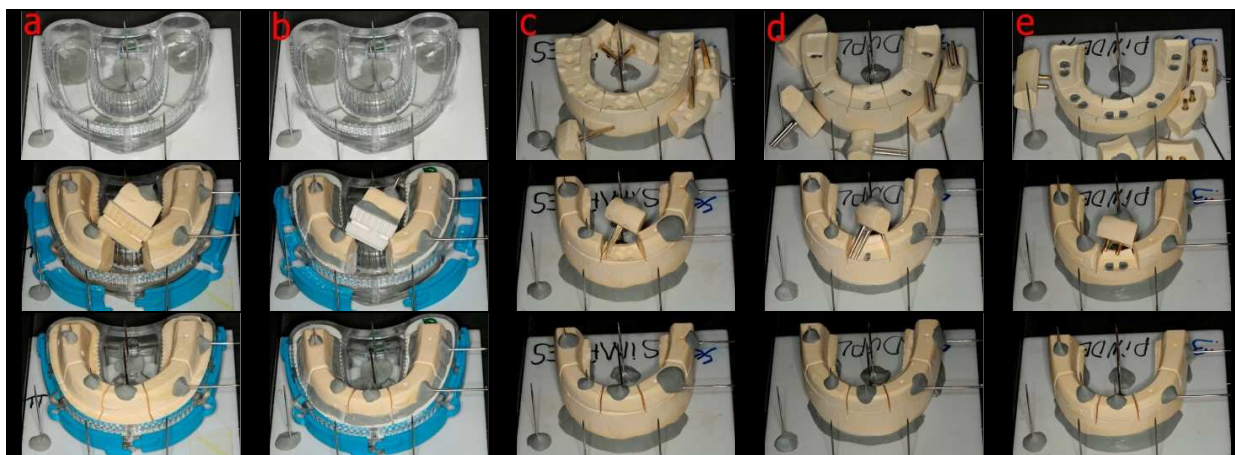


Figura 28 - Secção dos troqueis, remoção e recolocação dos troqueis nas suas posições originais, dos cinco grupos estudados: a – BX; b – BMO; c – PS; d – PD; e – PX.

Fonte: Elaborado pelo autor

Ressalta-se que a diferença entre os registros da medição inicial e da medição final indicou a mudança da posição tridimensional do troquel relativa á placa de cerâmica, na direção daquela reta. O valor desta diferença representou a margem de erro do sistema de troquelização em reposicionar o troquel em sua posição original de antes do corte no eixo da reta medida.

3.2.6 Análise estatística

Todas os cálculos estatísticos foram feitos no programa GraphPad Prism (versão 5.00 para Windows, San Diego, Califórnia, USA).

Para a análise descritiva obteve-se a diferença dos resultados das medições inicial e final expressa em valores absolutos. Em seguida foram calculadas as médias e desvios padrão para cada conjunto de retas do mesmo grupo e, para o conjunto de cada tipo de reta (nas direções mesio-distal, vestibulo-lingual e ocluso-apical) de um mesmo grupo. Os mesmos parâmetros foram obtidos para todas as retas de todos os grupos em conjunto.

Para a análise comparativa entre as medições inicial e final no mesmo sistema buscaram-se dois valores para cada corpo de prova. O primeiro foi a somatória dos valores da medição inicial das retas numa mesma direção e o segundo a somatória dos valores da medição final na mesma direção. Obteve-se assim os valores das medições iniciais e finais nas direções mesio-distal, vestibulo-lingual e ocluso-apical em cada corpo de prova e cada

sistema. Estes dados foram submetidos ao teste *t student* pareado para cada sistema e tipo de reta.

Para a análise comparativa entre os grupos, a partir do valor da diferença entre as medições inicial e final, obteve-se o valor da proporção entre tal diferença e o valor da medição inicial de cada reta. Com este dado, e por tipo de reta, ou eixo X, Y e Z os grupos foram comparados pelo teste Anova um critério, usando-se o valor de significância $p=0.05$. Para qualificar as diferenças entre os grupos foi usado o teste de Comparações Múltiplas de Bonferroni.

REFERÊNCIAS GERAIS

- ARAMOUNI, P.; MILLSTEIN, P. A comparison of the accuracy of two removable die systems with intact working casts. **The International Journal of Prosthodontics**, Chicago, v. 6, n. 6, p. 533-539, Nov./Dez. 1993.
- ATT, W.; KOMINE, F.; STRUB, J.R. Marginal adaptation of three different zirconium dioxide three-unit fixed dental prostheses. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, St. Louis, v. 101, n. 4, p. 239-247, Abr. 20
- AVANESSIAN, M. Dual pin technique for color-coded dowel pin and sleeve system. **Quintessence of Dental Technology**, Chicago, v. 6, n. 4, p. 321-326, Apr. 1982.
- BALSHI, T.; MINGLEDORFF, E. Matches, clips, needles, or pins. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, St. Louis, v. 34, n. 4, p. 467-472, Out. 1975.
- COVO, L. et al. Accuracy and comparative stability of three removable die systems. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, St. Louis, v. 59, n. 3, p. 314-318, Mar. 1988.
- COWELL, T.A., MOORE, J. New technic for sectional model production for inlay and bridgework. **Journal of the American Dental Association**, Chicago, v. 71, n. 6, p. 1387-1390, Dez. 1965.
- DILTS, W. et al. Accuracy of a removable die-dowel pin technique. **Journal of Dental Research**, Chicago, v. 50, n. 5, p. 1249-1252, Set./Out. 1971a.
- DILTS, W. et al. Accuracy of four removable die techniques. **The Journal of the American Dental Association**, Chicago, v. 83, n. 5, p. 1081-1085, Nov. 1971b.
- HARRISON, J. Prevention of failures in making impressions and dies. **Dental Clinics of North America**, Philadelphia, v. 23, n. 1, p. 13-20, Jan. 1979.
- HESHMATI, R.H. et al. Delayed linear expansion of improved dental stone. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, St. Louis, v. 88, n. 1, p. 26-31, Jul. 2002.
- HSU, C. C.; MILLSTEIN, P. L.; STEIN, R. S. A comparative analysis of the accuracy of implant transfer techniques. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, St. Louis, v. 69, n. 6, p. 588-593, Jun. 1993.
- JUROWICH, K. The Zeiser System technic. **Rivista Italiana Degli Odontotecnici**, Milano, v. 18, n. 2, p. 28-37, Mar./Abr. 1982.
- KÄYSER, A. A variation of the dowel pin technic. **Nederlands Tijdschrift Voor Tandheelkunde**, Utrecht, v. 73, n. 12, p. 857-866, Dez. 1966.
- KOLBE, K. Plexiglass as base material for dental technical work. **Zahntechnik**, Zurich, v. 39, n. 1, p. 24-44, 1981

LEHMANN, J. Manufacture of a dowel-pin holder. **Die Quintessenz der Zahntechnik**, Berlin, v. 3, n. 12, p. 73-74, Dez. 1977.

MARTIGNONI, M.; SCHONENBERGER, A. **Precision fixed prosthodontics**: clinical and laboratory aspects. Chicago: Quintessence, 1990.

MEJIA, R.; TOBON, S.M. Marginal fit of metal ceramic restorations subjected to a standardized postsoldering technique. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, St. Louis, v. 83, n. 5, p. 535-539, Maio 2000.

MIRANDA, F. et al. Comparative stability of two removable die systems. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, St. Louis, v. 36, n. 3, p. 326-333, Set. 1976.

MYERS, M.; HEMBREE, J. J. Relative accuracy of four removable die systems. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, St. Louis, v. 48, n. 2, p. 163-165, Ago. 1982.

NETTI, C. et al. Saw modification for underside die cutting. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, St. Louis, v. 64, n. 5, p. 621-624, Nov. 1990.

RICHARDSON, D.W. et al. Positional accuracy of four die tray systems. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, St. Louis, v. 66, n. 1, p. 39-45, Jul. 1991.

ROBINSON, F., BLOCK, B. Dowel pin positioning technique for fixed partial denture working casts. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, St. Louis, v. 46, n. 2, p. 215-216, Ago. 1981.

ROSENSTIEL, S. F.; LAND, M. F.; FUJIMOTO, J. Definitive casts and dies. In: ROSENSTIEL, S. F.; LAND, M. F.; FUJIMOTO, J. **Contemporary fixed prosthodontics**. 4th Ed. Philadelphia: Elsevier, 2006. p. 526-554.

RUDD, K. D.; STRUNK R. R.; MORROW, R. M. Removable dies for crowns, inlays, and fixed partial dentures. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, St. Louis, v. 23, n. 3, p. 337-345, Mar. 1970.

SERRANO, J. et al. An accuracy evaluation of four removable die systems. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, St. Louis, v. 80, n. 5, p. 575-586, Nov. 1998.

SHILLINGBURG JUNIOR, H. T. et al. Working cast and dies. In: SHILLINGBURG JÚNIOR, H. T. et al. **Fundamentals of fixed prosthodontics**. 3th Ed. Chicago: Quintessence, 1997. p. 309-334.

SMITH, C.D.; NAYYAR, A.; KOTH, D.L. Fabrication of removable stone dies using cemented dowel pins. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, St. Louis, v. 41, n. 5, p. 579-581, Maio 1979.

STAPPERT, C.F. et al. Marginal adaptation of three-unit fixed partial dentures constructed from pressed ceramic systems. **British Dental Journal**, London, v. 196, n. 12, p. 766-770, Jun. 2004.

TROENDLE, K.B.; TROENDLE G.R.J.; CAVOZOS, E.J. Positioning dowel pins for removable dies. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, St. Louis, v. 46, n. 5, p. 575-578, Nov. 1981.

VIGOLO, P.; MILLSTEIN, P. Evaluation of master cast techniques for multiple abutment implant prostheses. **The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants**, Chicago, v. 8, n. 4, p. 439-446, 1993.

WEE, A.; CHENG, A. C.; ESKRIDGE, R. N. Accuracy of 3 conceptually different die systems used for implant casts. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, St. Louis, v. 87, n. 1, p. 23-29, Jan. 2002.

WETTSTEIN, F. et al. Clinical study of the internal gaps of zirconia and metal frameworks for fixed partial dentures. **European journal of oral sciences**, Denmark, v. 116, n. 3, p. 272-279, Jun. 2008.

WINDHORN, R.J. A simple technique for exposing margins on a solid working cast. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, St. Louis, v. 80, n. 2, p. 246-248, Ago. 1998.

ARTIGO PARA PUBLICAÇÃO

Este artigo será submetido ao periódico: The Journal of prosthetic dentistry.

ANÁLISE DO GRAU DE PRECISÃO DE CINCO SISTEMAS DE TROQUELIZAÇÃO EM PRÓTESE FIXA MÚLTIPLA.

PAULO HENRIQUE FONSECA MARTINS

Mestrando em Clinicas Odontológicas com ênfase em Prótese Dentária (PUC Minas).

Endereço para correspondência: Rua Espírito Santo, 1204 sala 1503, Bairro Lourdes. CEP: 30160-031.

Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. Telefones: 5503132741340, 550.3198841478. Email:

phfmar@gmail.com

MARCOS DIAS LANZA

Professor da Pós-Graduação PUC-MG; Doutor em Reabilitação Oral (FOB-USP).

Resumo

Declaração do problema: O modelo de trabalho mestre (MTM) troquelizado ainda é o meio para a construção de uma prótese fixa múltipla com a adaptação precisa em toda a extensão marginal. O exato conhecimento das discrepâncias na reposição dos troqueis removíveis em suas posições originais possibilita estabelecer as tolerâncias e limitações dos sistemas de troquelização. **Objetivo:** Quantificar e qualificar cinco tipos de troquelização quanto às diferenças de posicionamento antes e após a secção dos troqueis nos eixos X, Y e Z. **Materiais e métodos:** 50 corpos de prova divididos em cinco grupos por tipo de troquelização (10-Bafix[®], 10-Bafix[®] modificado, 10-pino simples, 10-pino duplo e 10-Pindex[®]), contendo cinco referências removíveis em modelos padrão troquelizados e sete referências fixas em placas de cerâmica geraram retas para medições nos eixos X (3 retas), Y (3 retas) e Z (2 retas). As mesmas retas foram medidas antes e após o corte dos troqueis. O test t student possibilitou a avaliação das diferenças entre as medições antes e após o corte dos troqueis e, o teste Anova um critério verificou a diferença entre os grupos. **Resultados:** A

média das discrepâncias em todos os sistemas de troquelização foi de 0.034mm. Pindex[®] apresentou as menores distorções, 0.021mm. Bafix[®], no eixo Y, apresentou as maiores distorções nas comparações com pino simples, pino duplo e Pindex[®], $p < 0.05$. Em Z todos os grupos mostraram diferenças entre as medições iniciais e finais, $p < 0.05$. Bafix[®] modificado mostrou menores distorções do que Bafix[®] convencional. **Conclusões:** As médias das discrepâncias encontradas em todos os cinco tipos de troquelização, quanto ao reposicionamento dos troqueis após o corte, foi de 0.034 mm. **Implicações clínicas:** É viável o uso de troquelização no processamento das próteses fixas unitárias ou múltiplas.

Palavras-chave: Prótese dentária. Prótese parcial fixa. Modelos dentários. Pinos dentários. Tecnologia odontológica. Planejamento de prótese dentária. Microscopia. Gesso dentário.

INTRODUÇÃO

A sequência operacional para a construção de uma prótese fixa múltipla envolve várias fases: a) os preparos dentais e a construção da restauração provisória; b) as moldagens e vazamentos; c) a construção do Modelo de Trabalho Mestre (MTM) troquelizado; d) os registros oclusais e a montagem dos modelos em Articulador Semi Ajustável (ASA); e) a confecção da subestrutura; f) união material para soldas e provas da subestrutura; g) a moldagem de transferência, os novos registros e as montagens dos modelos em ASA; h) a aplicação do material de revestimento; i) e, por último, a cimentação final em boca¹.

O MTM ainda é o meio fundamental para a confecção da reconstrução protética. A construção da subestrutura da prótese fixa múltipla se torna tanto mais complexa quanto maior for o número de retentores esplintados e dentes envolvidos. Para que haja uma adaptação conjunta e precisa entre os dentes preparados e a subestrutura finalizada, deve-se estabelecer uma adaptação marginal precisa da subestrutura em toda linha de acabamento marginal de todos os preparos dentários. Existem três formas para se buscar esta adaptação

marginal precisa da subestrutura: 1-o uso de MTM maciço, modelos dos preparos dentários individualizados e união em boca das partes da estrutura protética para a soldagem; 2- o uso de MTM troquelizado; 3-o uso de tecnologia CAD/CAM para o escaneamento intra-oral ou da moldagem obtendo-se uma estrutura sem soldas. A obtenção desta adaptação é tanto mais difícil quanto menor for a precisão do MTM, do sistema de troquelização e das tolerâncias dos sistemas CAD/CAM.

A troquelização do MTM deve possibilitar o menor número de soldas, eliminar a moldagem de transferência da estrutura finalizada, diminuir o custo e produzir maior agilidade no tratamento protético.

A troquelização pode ser definida como o conjunto de técnicas que possibilitam seccionar o MTM em partes denominadas troqueis, que podem ser **reposicionados** em suas **orientações espaciais tridimensionais originais**². Este **reposicionamento deve manter o mesmo nível de precisão recíproca** entre as **partes** (troqueis), o **todo (MTM)** e o **modelo antagonista de antes do corte do MTM**. A troquelização permite que todas as regiões do preparo dentário no MTM sejam acessíveis para a confecção laboratorial da subestrutura da reconstrução protética em todas as suas fases laboratoriais. Um dos maiores problemas envolvidos na confecção precisa do MTM é a expansão linear do gesso, que gera um modelo com uma deformação entre 0,21% a 0,14% em até 120 horas, num volume de 100 ml ³. Esta expansão linear do gesso é diretamente proporcional ao volume de gesso utilizado; quanto maior for a quantidade de gesso tanto maior será a deformação em relação ao modelo original⁴. Quando se utiliza o modelo de gesso maciço, não troquelizado, esse apresenta uma expansão linear descontrolada pelo fato de se utilizar uma quantidade grande de gesso, o que acarreta a não reprodução fiel do modelo “boca” no MTM ^{5,6}.

Muitos profissionais em prótese dental atribuem ao sistema de troquelização a falta de precisão das subestruturas protéticas. Há grande dúvida no preciso reposicionamento do troquel em sua posição original, após o corte.

Vários sistemas de troquelização foram desenvolvidos, entretanto, poucos estudos foram publicados ^{7, 8, 9} e, quando publicados, os seus métodos ajuntaram a moldagem á troquelização ^{5, 10, 11, 12, 13, 14}. Com isto atribuiu-se a troquelização a falta de precisão de reposicionamento tridimensional do troquel¹⁶. Então, deve-se ter a meta de estudar a troquelização em separado da fase de moldagem para verificar qual a real precisão da troquelização na construção da subestrutura protética.

Outro fator importante a considerar na confecção do MTM, e que envolve o tipo de técnica de troquelização requerida, é o nível de adaptação marginal das próteses cimentadas e o espaço interno das próteses fixas múltiplas. Esta medida de adaptação marginal pode variar entre: 47,0 μm e 86,0 μm ¹⁷; 50,0 μm e 100,0 μm ¹⁸. O espaço interno entre as próteses fixas múltiplas metalocerâmicas e os preparos podem variar em torno de 71,2 μm e entre as próteses fixas múltiplas em zircônia em torno de 114,7 μm ¹⁹. Nas próteses construídas em tecnologia CAD/CAM os valores aceitáveis para as discrepâncias das adaptações marginais deveriam ser menores que 100 μm ²⁰.

Portanto, alguns questionamentos são importantes para a definição da problemática envolvida na troquelização. (1) Será que o MTM troquelizado mantém a sua precisão após a secção do modelo? (2) É possível manter uma recíproca relação espacial tridimensional do MTM entre as partes: troqueis, base e modelo antagonista, após a secção do modelo? (3) Qual a medida da diferença da posição tridimensional original dos troqueis nos sistemas de troquelização disponíveis? (4) Será que esta diferença, uma vez quantificada, poderia indicar o uso da troquelização nos casos de reconstruções múltiplas esplintadas e diminuir o número

de soldas? Este presente estudo foi delineado para avaliar os parâmetros envolvidos nestas questões. Propõe-se que é possível manter uma recíproca relação espacial tridimensional aceitável entre as partes do MTM, dentro dos limites das adaptações marginais referidas, ou melhor, dentro de certas tolerâncias: troqueis, bases e modelo antagonista após a secção do modelo.

O objetivo deste estudo foi quantificar e qualificar cinco sistemas de troquelização quanto às diferenças de posicionamentos dos troqueis antes e após a secção do MTM, nos eixos X (mesio-distal), Y (vestíbulo-lingual) e Z (ocluso-apical).

MATERIAIS E MÉTODOS

50 corpos de prova foram construídos conforme 5 tipos de troquelização e distribuídos em cinco grupos: 10 corpos de prova para o grupo denominado Bafix[®] modificado (BMO), 10 corpos de prova para o grupo denominado Bafix[®] (BX), 10 corpos de prova para o grupo denominado pino simples (PS), 10 corpos de prova para o grupo denominado pino duplo (PD) e 10 corpos de prova para o grupo denominado Pindex[®] (PX) (figura 1).

Construído em forma de arco, cada modelo troquelizado do corpo de prova foi dividido em cinco regiões troquelizadas, duas posteriores e três anteriores. Foram planejadas medições nas direções: mesio-distal, vestíbulo-lingual e ocluso-apical, aqui denominadas respectivamente: eixos X, Y e Z. Duas regiões anteriores e uma região posterior serviram para as medições nos eixos horizontais X e Y. Uma região anterior e uma posterior do mesmo lado serviram para as medições no eixo vertical Z.

O corpo de prova e dispositivo de posicionamento vertical do corpo de prova

Cada corpo de prova conteve uma placa de cerâmica base, denominada aqui placa de cerâmica, com sete agulhas referenciais fixas. Cinco agulhas fixadas perpendiculares ao plano horizontal e orientadas para as medições nos eixos X e Y, e, duas agulhas fixadas paralelas ao plano horizontal e dispostas para as medições no eixo Z.

Modelo de gesso em forma de arco, aqui denominado modelo padrão, contendo quatro marcações sulcadas para padronização dos cortes dos troqueis em cinco regiões troquelizadas e uma agulha em cada região. Foram fixadas três agulhas perpendiculares ao plano horizontal para a medição nos eixos X e Y e, duas agulhas paralelas ao plano horizontal para as medições no eixo Z.

Para as referências das medições foram utilizadas agulhas padronizadas número 5 (Corrente[®], São Paulo, Brasil) com as pontas patentes. Estas pontas determinaram os pontos referenciais para a medição das distâncias entre dois pontos de retas nos eixos X, Y e Z. As agulhas fixadas na placa de cerâmica foram denominadas referências fixas e as agulhas fixadas nas áreas troquelizadas do modelo padrão foram denominadas referências removíveis.

A base de gesso que suportou o modelo padrão (área troquelizada) foi denominada base de gesso, que nos grupos PS, PD e PX foi diretamente fixada na placa de cerâmica. Já nos grupos BX modificado e BMO esta base de gesso, que é removível e também troquelizada, ficou dentro de uma placa de acrílico, aqui denominada placa de acrílico. Nestes grupos estas placas de acrílico ficaram diretamente fixadas nas placas de cerâmica (figura 2).

Foi construído um dispositivo em aço para o posicionamento vertical da placa de cerâmica, o que possibilitou a medição no eixo Z (figura 3).

Os modelos troquelizados

Neste estudo padronizou-se o uso do gesso tipo IV (FUJIROCK[®] EP, GC, Leuven, Bélgica) expansão linear de presa é ≤ 0.09 mm e, água destilada em todos os modelos e bases de gesso, numa relação pó/líquido de 100 gramas/20 ml de água destilada. Padronizou-se a pesagem do gesso em balança digital com precisão de 0.5 gramas e medição de água em pipeta graduada. Todos os modelos e bases foram espatulados em espatulador (VRC, São Paulo, São Paulo, Brasil) seguindo-se a sequência: mistura manual por 15 segundos, espatulação mecânica e á vácuo por 45 segundos em 350 rotações por minuto.

A partir de um modelo original em forma de arco, com marcações sulcadas para os locais dos cortes dos troqueis e marcações perfuradas nos locais de fixação das agulhas referenciais para as medições, foram feitos moldes em silicone de condensação para laboratório Zetalabor[®] (Zermark[®], Badia Polesine, Itália). Estes moldes serviram para a reprodução padronizada de réplicas fiéis que foram denominadas modelos padrão, sendo usados em todos os corpos de prova.

Primeiramente foram feitos os modelos padrão para os grupos BMO, grupo PS, grupo PD e grupo PX. Nestes grupos a base de gesso foi feita em separado do modelo padrão (figura. 4).

Para o grupo BMO seguiu-se a confecção da base de gesso na placa de acrílico, que nesta técnica, é troquelizada e seccionada junto com o modelo padrão. Após sete dias, esta base de gesso foi retirada da placa de acrílico e recolocada por 10 vezes. Então, fora da placa de acrílico os modelos padrão foram colados com adesivo cianoacrilato (Super Bonder[®], Loctite, Itapevi, Brasil) e resina epóxi (Durepoxi[®], Loctite, Itapevi, Brasil) em posições

padronizadas nas bases de gesso (figura 5). Após a cura dos adesivos estes conjuntos foram reposicionados nas placas de acrílico (figura 6).

Para os grupos PS, PD e PX os modelos padrão foram perfurados para a fixação dos pinos de troquelização com brocas específicas para cada tipo de pino (figura 7), em posições padronizadas e marcadas por uma matriz de PVC. s21. Em todos os modelos padrão destes grupos e em toda a extensão do ângulo da base foi feito um corte em bisel, convergente para a base, utilizando-se de broca para gesso H79 SGFA (Komet[®], Lemgo, Alemanha) (figura 8). Este corte facilitou a remoção do troquel impedindo o seu travamento quando retirado da base de gesso e o seu movimento rotacional após o corte. Para o grupo PS foram feitas concavidades não retentivas para impedir movimentos rotacionais dos troques após o corte dos modelos padrão (figura 9). Então os pinos metálicos destes grupos foram colados nos orifícios correspondentes a cada pino com adesivo cianoacrilato²¹ (figuras 10, 11 e 12). Os modelos padrão destes grupos foram impermeabilizados e isolados com Model Shine[®] (Polidental[®], Cotia, SP, Brasil) para impedir a união com as bases de gesso que foram vazadas em moldes padronizados de Silicone de condensação para laboratório (figuras 13, 14 e 15).

No o grupo BX, colocou-se o molde do modelo padrão diretamente sobre a placa de acrílico, ambos preenchidos com gesso, esperaram-se o tempo de presa e secagem do gesso e então o molde do modelo padrão foi retirado (figuras 16 e 17). É importante salientar que este conjunto modelo padrão e base de gesso, nesta técnica feitos juntos, somente foi removido da placa de acrílico após o corte dos troques.

Nos 50 modelos padrão foram feitas cinco perfurações com broca 1557 (SSwhite[®], Rio de Janeiro, Brasil), em furadeira de bancada, com a profundidade de 6.0 mm e espessura de 0.8 mm que serviram para a fixação de agulhas referenciais removíveis para as medições nos eixos X, Y e Z (figuras 18 e 19). Três perfurações foram perpendiculares ao plano

horizontal, no topo do modelo padrão, em três áreas de troquelização e para mensurações nos eixos X e Y. Outras duas perfurações foram paralelas ao plano horizontal, nas laterais do modelo padrão, em duas áreas de troquelização para mensurações no eixo Z.

As placas de cerâmica rígidas

Placas de cerâmica planas com dimensões de 10 cm X 10 cm x 0.8 cm foram utilizadas como suporte para as agulhas referenciais fixas.

Em cada placa foram feitas sete perfurações de 7.0 mm de profundidade para a fixação de sete agulhas referenciais fixas propositadas para as mensurações de distâncias nos eixos X, Y e Z com broca 1557 para alta rotação, utilizadas em furadeira de bancada (figura 20). Cinco perfurações feitas para mensurações no eixo X e Y, orientadas perpendicular a placa de cerâmica e no plano vertical. Outras duas perfurações feitas laterais, paralelas ao plano horizontal e para mensurações no eixo Z.

Os 50 modelos troquelizados foram colados em 50 placas de cerâmica com adesivos cianoacrilato e resina epóxi em posições padronizadas para permitir um relacionamento padronizado dos pontos referenciais fixos e removíveis dados pelas pontas das agulhas fixadas neles (figuras 21, 22 e 23).

As medições

Os tamanhos das agulhas foram previamente ajustados para que as suas pontas demarcassem pontos referenciais e descrevessem um mesmo plano imaginário e coincidente com o plano das medições. Desta forma padronizou-se um plano horizontal de medição

contendo as retas de medições nos eixos X e Y e outro plano perpendicular a este primeiro contendo as retas de medição no eixo Z (figuras 24 a 27). Como última fase no preparo dos corpos de prova, estas agulhas foram fixadas com adesivos cianoacrilato e resina epóxi nas perfurações previamente feitas nos modelos padrão e placas de cerâmica. Então, as pontas das agulhas fixadas em cada corpo de prova determinaram dois planos, três eixos, 12 pontos e oito retas referenciais para as medições.

O modelo padrão conteve os pontos referenciais removíveis A, B, C, D, e E, um em cada região troquelizada. A placa de cerâmica conteve os pontos referenciais fixos F, G, H, I, J, K e L (figura 28). Os pontos A, B, C, F, H, I e J determinaram três retas para as medições no eixo X: AI, BJ e CH, retas com direção mesio-distal; e outras três retas para medições no eixo Y: AF, BG e CG, retas com direção vestibulo-lingual. Os pontos D, E, K e L determinaram duas retas para as medições no eixo Z: DK e EL, retas com direção ocluso-apical (figura 29).

As medições foram feitas em microscópio ótico comparador (Mitutoyo[®], Tokio, Japão) com aumento de 50x no laboratório de metrologia do departamento de engenharia mecânica da Universidade Federal de Minas Gerais – Brasil (figura 30). Este equipamento possibilita medições com resolução de 0.001mm e resultado de medições com erros na faixa de ± 0.002 mm.

O experimento

Quatro medições de cada reta dos corpos de prova foram feitas antes do corte dos troqueis, sendo denominada medição inicial. Foi considerado como resultado da medição inicial o valor da mediana entre os quatro valores encontrados.

Depois, todos os modelos padrão foram seccionados com disco para corte de troqueis de 45,0 mm X 0.35 mm (Reinfert[®], Hiltzingen, Alemanha) em instrumento rotatório. Após o corte, cada troquel foi removido e recolocado em sua posição inicial por cinco vezes. Em seguida, todas as retas dos corpos de prova foram medidas após corte como na medição inicial. Obteve-se assim um registro da medição inicial de cada reta, e outro registro da medida da mesma reta após o corte, sendo denominada medição final (figura 31). Ressalta-se que a diferença entre os registros da medição inicial e da medição final indicou a mudança da posição tridimensional do troquel relativa à placa de cerâmica, na direção daquela reta. Este valor representou a margem de erro do sistema de troquelização em reposicionar o troquel em sua posição original de antes do corte no eixo da reta medida.

Análise estatística

Todos os cálculos estatísticos foram feitos no programa GraphPad Prism (versão 5.00 para Windows, San Diego, Califórnia, USA).

Para a análise descritiva obteve-se a diferença dos resultados das medições inicial e final expressa em valores absolutos. Em seguida foram calculadas as médias e desvios padrão para o conjunto de todas as retas do mesmo grupo e, para o conjunto de cada tipo de reta (nas direções mesio-distal, vestibulo-lingual e ocluso-apical) de um mesmo grupo. Os mesmos parâmetros foram obtidos para todas as retas de todos os grupos em conjunto.

Para a análise comparativa entre as medições inicial e final no mesmo sistema buscaram-se dois valores para cada corpo de prova. O primeiro foi a somatória dos valores da medição inicial das retas numa mesma direção e o segundo a somatória dos valores da

medição final das retas na mesma direção. Obteve-se assim os valores das medições iniciais e finais nas direções mesio-distal, vestibulo-lingual e ocluso-apical em cada corpo de prova e cada sistema. Estes dados foram submetidos ao teste *t student* pareado para cada sistema e tipo de reta.

Para a análise comparativa entre os grupos, a partir do valor da diferença entre as medições inicial e final, obteve-se o valor da proporção entre tal diferença e o valor da medição inicial de cada reta. Com este dado, e por tipo de reta, ou eixo X, Y e Z os grupos foram comparados pelo teste Anova um critério, usando-se o valor de significância $p=0.05$. Para qualificar as diferenças entre os grupos foi usado o teste de Comparações Múltiplas de Bonferroni.

RESULTADOS

Observou-se que os valores das diferenças de posicionamento das referencias removíveis dadas pelas pontas das agulhas em relação às posições originais estão na casa de centésimos de mm. O valor médio de discrepâncias entre as medições inicial e final para todos os troqueis de todos os grupos foi de 0.034 mm erro padrão de ± 0.001 mm. Quando somou-se os valores de todas as retas de cada grupo, em todos os eixos X, Y e Z, o grupo que apresentou maior diferença foi o BX, com valor médio de 0.048 mm ± 0.005 mm e o que apresentou menor diferença foi o PX valor médio 0.021mm ± 0.002 mm. O grupo BMO apresentou um valor médio, 0.034 mm ± 0.003 , menor que o valor observado no grupo BX. Os resultados das médias das medições iniciais e finais de cada sistema são mostrados na tabela 1.

Quando se agrupou os valores das retas do mesmo tipo, por tipo de troquelização obteve-se os resultados mostrados na tabela 2. O grupo BX apresentou um maior valor da diferença entre as medições inicial e final, 0.076 mm $\pm$ 0.010 mm para o eixo Y (MD). Exceto o grupo BX, em todos os grupos, as maiores diferenças encontradas foram no eixo Z (AO). O grupo que apresentou os menores valores das médias das diferenças das medições inicial e final foi o grupo PX, 0.015 mm para os eixos X $\pm$ 0.002 mm e Y $\pm$ 0.001 mm. Exceto para o valor do eixo Y, no grupo BX, todos os outros valores médios estavam abaixo ou igual a 0.05 mm.

Quando se comparou as medições inicial e final no mesmo grupo e, por tipo de reta, detectou-se diferença estatística para todas as retas no sentido Z (AO) de todos os grupos e para as retas no eixo Y (VL) do grupo PD, $p < 0.05$ e IC de 95%. Estes dados são mostrados na tabela 3. Nas outras retas não foram detectadas diferenças estatísticas entre as medições inicial e final.

Quando se comparou os grupos em relação as diferenças encontradas nas medições inicial e final para se verificar possíveis qualificações estatísticas entre os grupos, somente verificou-se distinção estatística nas retas do eixo Y (VL) e nas comparações entre os grupos BMO x PS, BMO x PD e BMO x PX; $p = 0.05$ e IC de 95% (tabela 4). Em todas as outras retas não houve diferença estatisticamente significativa na comparação entre os grupos.

DISCUSSÃO

Wee et al.¹⁴, Aramouni e Millstein¹² conduziram estudos comparativos entre sistemas de troquelização em que outras variáveis foram aglutinadas com o tipo de sistema, tais como moldagens, vazamentos e tipos de gesso diferentes. Este estudo objetivou estabelecer como

única variável, o tipo de troquelização com a sua técnica de execução, dentro das condições do experimento, as medições anteriores e posteriores ao corte dos troqueis. Assim, procurou-se estabelecer parâmetros para o uso consciente da troquelização. Buscou-se eliminar todas as variáveis externas ao sistema de troquelização através da fixação das agulhas referenciais como última fase da construção do corpo de prova. Cada reta serviu como seu controle. Variáveis envolvidas nas moldagens, materiais de moldagem, nos moldes, nos vazamentos das réplicas do modelo padrão e nos tipos de gesso foram eliminadas deste estudo.

No grupo BMO, ao fazer o vazamento da base de gesso em separado do modelo padrão, esperar 120 horas para a sua remoção e recolocação na placa de acrílico e, fixar o modelo padrão fora da base de gesso, verificou-se que as médias das diferenças entre as medições inicial e final foram menores que no grupo BX, mesmo utilizando-se dos mesmos materiais. Isto indica a possibilidade de se modificar os resultados pela modificação apenas da técnica de troquelização. As modificações na sequência técnica entre BX e BMO gerou diminuição dos valores médios de discrepâncias. A expansão de gesso é crítico para reposicionar o troquel neste sistema na mesma posição original. A técnica BMO pode ser usada em áreas que segmentam o MTM separando as áreas de implantes das áreas de dentes! Não existem outros estudos com estas proposições, portanto novos estudos são necessários para confirmar estas proposições.

Neste estudo, exceto o grupo BX e apenas no eixo Y (VL) que apresentou discrepância média de 0.076 mm, verificaram-se discrepâncias em todas as retas não superiores a 0.05 mm. No grupo PX, PD e BMO as discrepâncias médias encontradas foram respectivamente 0.021 mm +/- 0.002, 0.024 mm +/- 0.002 e 0.034 mm +/- 0.003 mm. Outros autores também encontraram valores semelhantes para estas discrepâncias, Serrano *et al.*¹³ encontraram discrepâncias de 0.034 mm a 0.048 mm, Wee *et al.*¹⁴ discrepâncias entre 0.40

mm e 0.083 mm, sendo que estes valores maiores se referiram ao tipo de troquelização feito com a técnica de placa de acrílico (KO Tray; Vident Inc, Brea, Calif.), similar a técnica do grupo BX, que neste estudo, também apresentou maiores discrepâncias.

Denota-se que estas discrepâncias são duas a três vezes inferiores aos valores mínimos aceitáveis para a adaptação marginal das reconstruções protéticas. Segundo alguns autores estes valores de desadaptação estão no patamar entre 0.114 mm a 0.100 mm^{17,18}. Em muitas reabilitações os benefícios da utilização da troquelização podem superar os passos adicionais para se construir um adequado MTM troquelizado. Novos estudos são necessários para buscar parâmetros de tolerâncias clínicas para estes desajustes em relação a troquelização.

O grupo PX apresentou as menores discrepâncias com valores médios no eixo X, de 0.015 mm +/- 0.002, no eixo Y, de 0.015 mm +/- 0.001, e , no eixo Z de 0.049 mm +/- 0.011. Outros estudos mostraram resultados similares. Serrano *et al.*¹³ encontraram valores de 0.007 mm para o eixo Y, 0.03 mm para o eixo X e 0.38 mm para o eixo Z; Wee *et al.*¹⁴ também encontraram discrepâncias médias de 0.04 mm. Aramouni e Millstein¹² encontraram valores de discrepâncias médios de 0.143 mm, entretanto foi usado gesso tipo III e um volume de gesso excessivo na construção da base de gesso, 200 g de gesso e 50 ml de água, neste estudo a base foi de gesso tipo IV.

Neste estudo não foi estabelecido uma diferença significativa entre os grupos quanto a qualificação dos grupos entre melhores e piores técnicas. Entretanto, nesta amostra e dados os números de cada sistema de troquéis, os sistemas PX, PS e PD ordenados do menor para o maior foram aqueles que apresentaram os menores valores de distorções. As variações das dimensões das medidas ocluso-apicais de todos os sistemas de troqueis são aquelas que apresentaram diferenças significativas, $p < 0.05$ e são, portanto, alterações importantes a se

considerar na técnica de troquelização quando se pretende usar a troquelização. Se estas distorções acontecerem de forma isotrópica pode-se eliminar a sua repercussão na reabilitação montando-se o MTM troquelizado no ASA depois do recorte dos troqueis. Novos estudos devem elucidar tais afirmações. Por fim, o sistema de troqueis BX apresentou os piores resultados e se mostrou diferente dos sistemas de troqueis PX, PD e PS.

CONCLUSÕES

De acordo com a metodologia de mensuração utilizada, o uso de pontos referenciais por agulhas nos eixos X, Y e Z foi validado neste estudo.

Este método de confecção do corpo de prova mostrou-se eficaz nas mensurações do estudo.

As médias das discrepâncias encontradas em todos os cinco tipos de troquelização, quanto ao reposicionamento dos troqueis após o corte, foi de 0.034 mm.

O sistema Pindex[®] de troquelização apresentou as menores discrepâncias quanto à capacidade de reposicionamento dos troqueis em suas posições originais.

No eixo Z ocorreram as maiores discrepâncias em todos os tipos de troquelização diferença estatisticamente detectada.

Não houve uma definição significativa sobre a qualificação ordenada dos tipos de troquelização. Mas, o sistema Bafix[®], em sua técnica convencional, apresentou o pior desempenho, diferentemente do sistema Bafix[®] modificado.

A modificação de técnica utilizada no grupo Bafix modificado mostrou-se eficaz na diminuição das discrepâncias quanto ao reposicionamento de troqueis e compatíveis com resultados encontrados nos grupos Pindex, pino simples e pino duplo.

Estudos deverão elucidar níveis de tolerância clínicos dos sistemas de troquelização.

REFERÊNCIAS

1. Rosenstiel SF, Land MF, Fujimoto J. Definitive casts and dies. In: Contemporary Fixed Prosthodontics, 4th Edition. Philadelphia: Elsevier Inc.; 2006. p. 526-554.
2. Shillingburg HT Jr, Hobo S, Whitsett L. Working cast and dies. In: Fundamentals of fixed prosthodontics. 3th Edition. Chicago: Quintessence Publishing Co;1997. p. 309-334.
3. Heshmati RH, Nagy WW, Wirth CG, Dhuru VB. Delayed linear expansion of improved dental stone. J Prosthet Dent. 2002; 88(1):26-31.
4. Martignoni M, Schonenberger A. Precision fixed prosthodontics: clinical and laboratory aspects. Chicago: Quintessence, 1990.
5. Vigolo P, Millstein P. Evaluation of master cast techniques for multiple abutment implant prostheses. Int J Oral Maxillofac Implants. 1993; 8(4):439-46.
6. Hsu CC, Millstein PL, Stein RS. A comparative analysis of the accuracy of implant transfer techniques. J Prosthet Dent. 1993; 69(6):588-93.
7. Myers M, Hembree JJ. Relative accuracy of four removable die systems. J Prosthet Dent. 1982; 48(2):163-5.
8. Covo L, Ziebert G, Balthazar Y, Christensen L. Accuracy and comparative stability of three removable die systems. J Prosthet Dent. 1988; 59(3):314-8.
9. Dilts W, Podshadley A, Ellison E, Neiman R. Accuracy of a removable die-dowel pin technique. J Dent Res. 1971; 50(5):1249-52.
10. Dilts W, Podshadley A, Sawyer H, Neiman R. Accuracy of four removable die techniques. J Am Dent Assoc. 1971; 83(5):1081-5.
11. Miranda F, Dilts W, Duncanson MJ, Collard E. Comparative stability of two removable die systems. J Prosthet Dent. 1976; 36(3):326-33.
12. Richardson DW, Sanchez RA, Baker PS, Haug SP. Positional accuracy of four die tray systems. J Prosthet Dent. 1991; 66(1):39-45.
13. Aramouni P, Millstein P. A comparison of the accuracy of two removable die systems with intact working casts. Int J Prosthodont. 1993; 6(6):533-9.
14. Serrano J, Lepe X, Townsend J, Johnson G, Thielke S. An accuracy evaluation of four removable die systems. J Prosthet Dent. 1998; 80(5):575-86.
15. Wee A, Cheng A, Eskridge R. Accuracy of 3 conceptually different die systems used for implant casts. J Prosthet Dent. 2002; 87(1):23-9.
16. Windhorn RJ. A simple technique for exposing margins on a solid working cast. J Prosthet Dent. 1998; 80(2):246-8.
17. Mejia R, Tobon SM. Marginal fit of metal ceramic restorations subjected to a standardized postsoldering technique. J Prosthet Dent. 2000; 83(5):535-9.
18. Stappert CF, Dai M, Chitmongkolsuk S, Gerds T, Strub JR. Marginal adaptation of three-unit fixed partial dentures constructed from pressed ceramic systems. Br Dent J. 2004; 196(12):766-70; discussion 0, quiz 80.
19. Wettstein F, Sailer I, Roos M, H€ummerle CH. Clinical study of the internal gaps of zirconia and metal frameworks for fixed partial dentures. Eur J Oral Sci. 2008; 116(3):272-9.

20. Att W, Komine F, Gerds T, Strub JR. Marginal adaptation of three different zirconium dioxide three-unit fixed dental prostheses. J Prosthet Dent. 2009; 101(4):239-47.
21. Smith CD, Nayyar A, Koth DL. Fabrication of removable stone dies using cemented dowel pins. J Prosthet Dent. 1979; 41(5):579-81.

Tabela 1

Valores das diferenças entre as medições inicial e final em cada tipo de troquelização.

Grupo	BX (n=80)	BMO (n=80)	PD (n=80)	PD (n=80)	PX (n=80)
Média (mm)	0.048	0.034	0.036	0.024	0.021
Erro padrão	+/- 0.005	+/- 0.003	+/- 0.004	+/- 0.002	+/- 0.002

N=80 (número de retas de cada corpo de prova X número de corpos de prova cada grupo)

Tabela 2

Valores das diferenças entre as medições inicial e final por tipo de reta e tipo de troquelização

Direção da reta	BX	BMO	OS	PD	PX
Eixo X (MD) N=30	0.028 EP (0.004)	0.028 EP (0.003)	0.015 EP (0.003)	0.025 EP (0.004)	0.015 EP (0.002)
Eixo Y (VL) N=30	0.076 EP (0.010)	0.046 EP (0.006)	0.025 EP (0.006)	0.027 EP (0.001)	0.015 EP (0.001)
Eixo Z (AO) N=20	0.049 EP (0.010)	0.050 EP (0.009)	0.048 EP (0.013)	0.029 EP (0.006)	0.049 EP (0.011)

Valores expressos em médias amostrais. EP=erro padrão.

Tabela 3

T test – pareado – comparação antes e depois (tipo de reta por grupo).

Grupos	Comparação entre grupos	Média das diferenças	Valor de p
BMO - (BAFIX MODIFICADO)	MD antes X MD depois	-0.02909	n.s.
	VL antes X VL depois	0.02083	n.s.
	OA antes X OA depois	0.09287	p<0.05
BX – (BAFIX)	MD antes X MD depois	-0.01680	n.s.
	VL antes X VL depois	-0.1110	n.s.
	OA antes X OA depois	-0.09737	p<0.05
PS – (PINO SIMPLES)	MD antes X MD depois	-0.009169	n.s.
	VL antes X VL depois	-0.01880	n.s.
	OA antes X OA depois	-0.09558	p<0.05
PD – (PINO DUPLO)	MD antes X MD depois	-0.01982	
	VL antes X VL depois	-0.05116	p<0.05
	OA antes X OA depois	-0.04261	p<0.05
PX – (PINDEX®)	MD antes X MD depois	-0.008862	n.s.
	VL antes X VL depois	-0.02058	n.s.
	OA antes X OA depois	-0.08171	p<0.05

MD – Mesio distal, VL – Vestíbulo lingual, OA – Ocluso apical, n.s. – não significativo.

Tabela 4

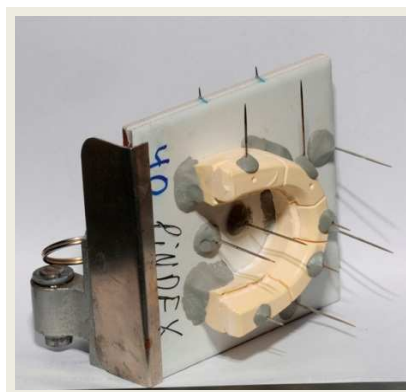
Anova – 1 critério, para comparação entre os grupos, médias e SD das proporções entre a medição inicial dividida pela diferença entre a medição inicial e final. IC=95%, $p=0.05$.

Eixos	Bafix	Bafix Modificado	Pino Simples	Pino duplo	Pindex®	Comparação entre os sistemas Valor de p
MD (X)	0.02836 SD 0.006	0.03937 SD 0.009	0.01984 SD 0.005	0.03268 SD 0.004	0.02394 SD 0.007	n.s.
VL (Y)	0.2643 SD 0.6	0.1597 SD 0.1	0.08499 SD 0.02	0.09091 SD 0.2	0.05895 SD 0.01	BX x PS – $p<0.05$ BX x PD – $p<0.05$ BX x PX – $p<0.05$
AO (Z)	0.2038 SD 0.03	0.1977 SD 0.04	0.1933 SD 0.07	0.0870 SD 0.02	0.2146 SD 0.06	n.s.

MD – Mesio distal, VL – Vestíbulo lingual, OA – Oclusal apical, n.s. – não significativo, SD – desvio padrão.



Figura 1. Placa Bafix®, pino duplo, pino simples e Pindex®



Figuras 2 e 3. Placa de cerâmica, placa de acrílico, base de gesso, dispositivo para

posicionamento vertical do corpo de prova, agulhas referenciais fixas na placa de cerâmica e agulhas referenciais removíveis na base de gesso.

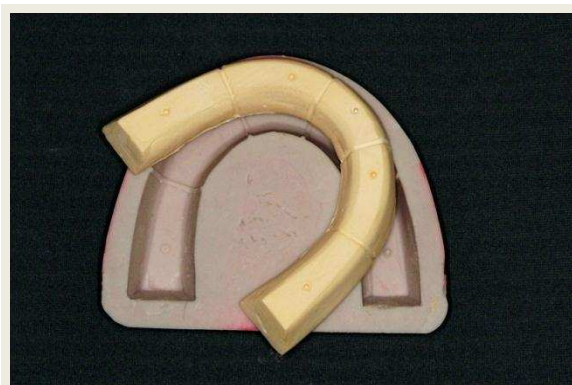


Figura 4 – Modelos padrão divididos em 5 regiões por marcações sulcadas com referências para as posições das agulhas referenciais removíveis.



Figura 5 – Modelo padrão colado com adesivo na base de gesso do grupo BMO fora da placa de acrílico.



Figura 6 – Modelo padrão troquelizado e base de gesso reposicionados na placa de acrílico.



Figura 7 – Perfuração para a fixação dos pinos metálicos



Figura 8 – Corte em bisel na base do modelo padrão



Figura 9 – Concavidades para impedir movimentos

rotacionais.



Figura 10 – Fixação de pinos com adesivo, sistema pino simples.

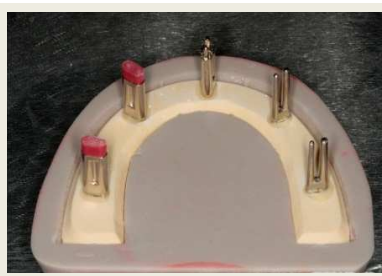


Figura 11 – Pinos duplos fixados no modelo padrão.



Figura 12 – Pinos Pindex® fixados no modelo padrão.



Figura 13 – Modelo padrão pronto para vazamento de base de gesso em molde de silicone.



Figura 14 – Vazamento de base de gesso do corpo de prova.



Figura 15 – Modelo padrão troquelizado.



Figura 16 – vazamento conjunto modelo padrão e base de gesso, grupo BX.



Figura 17 - Remoção do molde em Silicone de condensação para laboratório.



Figura 18 – Perforação com broca 1557 em modelo padrão para a fixação de agulhas referenciais removíveis para o eixo Z

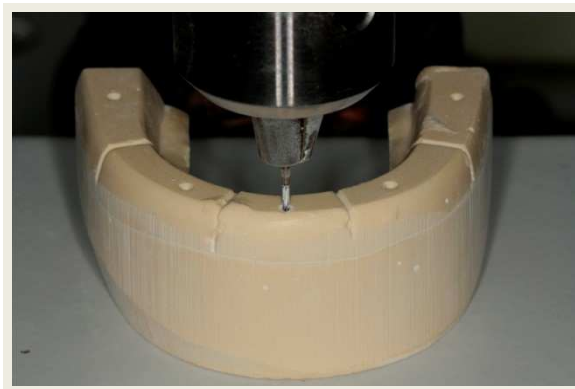


Figura 19 - Perforação com broca 1557 em modelo padrão para a fixação de agulhas referenciais removíveis para os eixos X e Y.



Figura 20 – Perforação com broca 1557 em placa de cerâmica para a fixação das agulhas referenciais fixas.



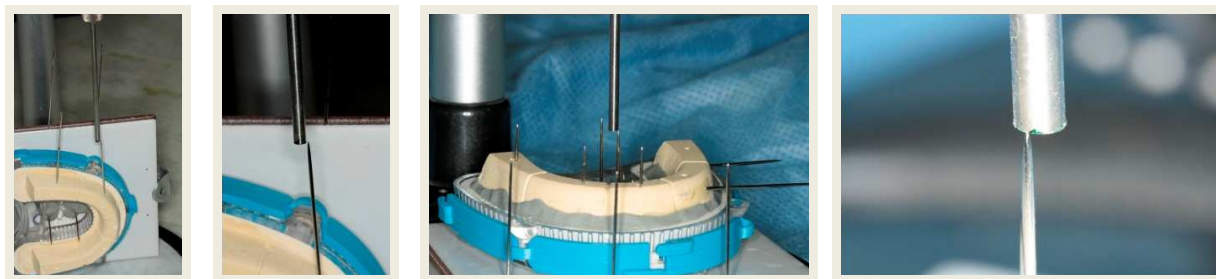
Figura 21 – Fixação do modelo padrão troquelizado na placa de cerâmica.



Figura 22 – Fixação do modelo padronizado em posição pré-determinada.



Figura 23 – Modelo padrão troquelizado fixado na placa de cerâmica.



Figuras 24 e 25 – ajuste e fixação das agulhas no eixo Z, Todas as agulhas descrevem um mesmo plano imaginário e paralelo em relação ao plano horizontal da placa.

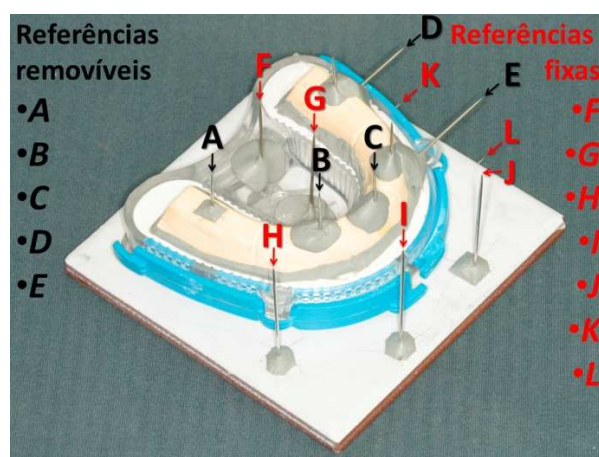


Figura 28 – Pontos referenciais removíveis (em vermelho) e pontos referenciais fixos (em preto).

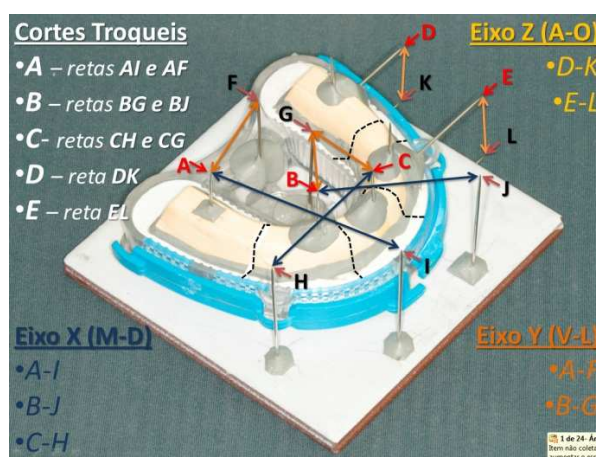


Figura 29 – Retas a serem medidas nos eixos X (3 retas - MD), Y (3 retas - VL), Z (2 retas - AO); áreas de corte dos troqueis, 5 áreas.



Figura 30 – Microscópio medidor e 50 corpos de prova medidos (3.200 medições).

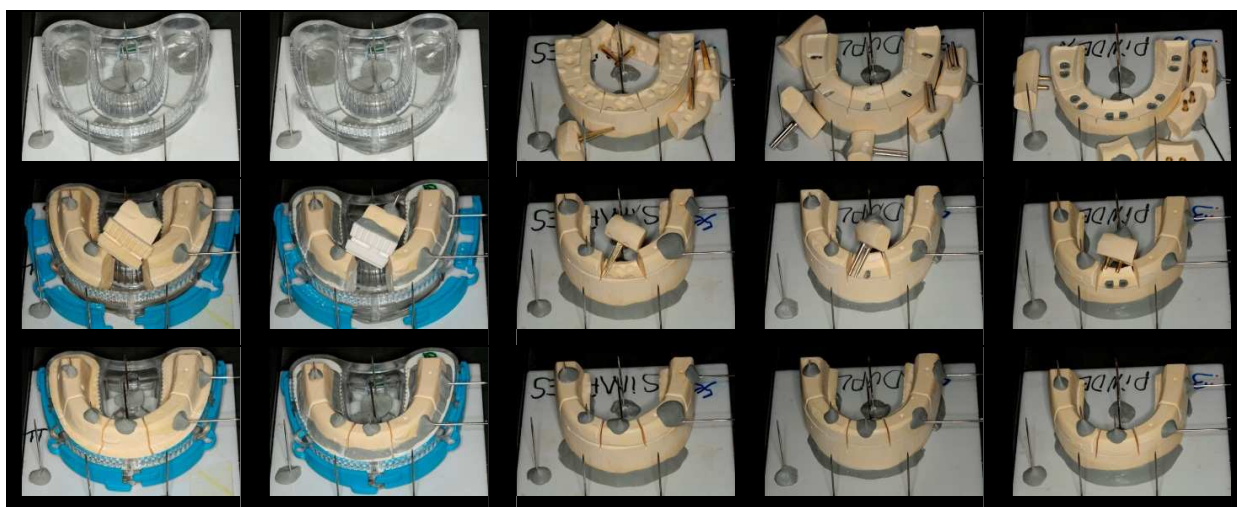


Figura 31 – Secção dos troqueis, remoção e recolocação dos troqueis nas suas posições originais.