



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de São José dos Campos
Instituto de Ciência e Tecnologia

CAROLINA SOUZA ALMEIDA

**AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA À FRATURA DE
PRÓTESES FIXAS TEMPORÁRIAS REFORÇADAS POR
UMA MALHA DE NYLON EXPERIMENTAL**

2015

CAROLINA SOUZA ALMEIDA

**AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA À FRATURA DE PRÓTESES FIXAS
TEMPORÁRIAS REFORÇADAS POR UMA MALHA DE NYLON
EXPERIMENTAL**

Dissertação apresentada ao Curso de Odontologia do Instituto de Ciência e Tecnologia, UNESP – Univ Estadual Paulista, Campus de São José dos Campos, como parte dos requisitos para obtenção do título de MESTRE pelo Programa de Pós-Graduação em ODONTOLOGIA RESTAURADORA, Especialidade em Prótese Dentária.

Orientador: Prof. Assist. Dr. Tarcisio José de Arruda Paes Junior

São José dos Campos

2015

BANCA EXAMINADORA

Prof. Adj. Tarcisio José de Arruda Paes Junior (Orientador)

Instituto de Ciência e Tecnologia
UNESP – Univ Estadual Paulista
Campus de São José dos Campos

Prof. Adj. Lafayette Nogueira Júnior

Instituto de Ciência e Tecnologia
UNESP – Univ Estadual Paulista
Campus de São José dos Campos

Prof. Dr. Alfredo Mikail Melo Mesquita

Universidade Paulista - UNIP

São José dos Campos, 15 de Janeiro de 2015.

DEDICATÓRIA

Em especial a Deus, por estar ao meu lado em cada momento da minha vida, me amparando, guiando e abençoando meu caminho. Obrigado pelo dom da vida

Aos meus pais **Antonio e Marly Almeida**

Muito obrigada pelo amor e zelo que me é concedido todos os dias da minha vida, pela educação e caráter que me foi passado ao longo dos anos. Jamais teria chegado tão longe se não tivesse o apoio de vocês, me ajudando nas escolhas da vida e dando suporte nos momentos mais difíceis. Vocês são tudo para mim e serão sempre meu melhor exemplo, por isso não tenho dúvida alguma de que esta conquista não é só minha, mas sim nossa.

Ao meu querido irmão **Tiago Souza Almeida**

Muito obrigada por fazer parte de minha vida, me ensinando coisas que meras palavras não são capazes de transparecer. Você se tornou um bom exemplo para se seguir, enchendo de orgulho não só a mim, mas também à nossa família. Você foi uma parte importante para que este momento se realizasse, pois sempre queremos dá motivos de orgulho para as pessoas que amamos, por isso esta conquista também é para você. Obrigada por sempre trazer alegria do seu jeitinho especial.

Aos meus amados amigos

Muito obrigada por compreenderem as muitas vezes que precisei me ausentar para poder me dedicar a este sonho, mas agradeço também por ainda que em muitos momentos eu estivesse afastada fisicamente, jamais faltou amor, apoio e respeito. Todo carinho e cada palavra de incentivo me deu força para continuar esta jornada e lutar pelos meus sonhos. Obrigada pela fé que depositam em mim e pela oportunidade de compartilhar minha vida com vocês, tornando meus dias mais felizes.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

Ao meu orientador **Tarcisio José de Arruda Paes Júnior**

Muito obrigada pela confiança a qual me foi depositada desde do início dessa trajetória, pela atenção e preocupação com este projeto, por se mostrar sempre disposto a transmitir seus conhecimentos e por ser um exemplo de profissional.

À minha amiga **Fernanda de Cássia Papaiz Gonçalves**

Você é além do que uma colega, você se tornou minha irmã e sem você eu teria desistido no meio do caminho. Muito obrigada pela amizade sincera, pelas risadas e lágrimas compartilhadas, pelas palavras de incentivo, por ter me acolhido como parte de sua família, por me fazer acreditar que daria tudo certo e por me aceitar como sou. São tantas coisas para agradecer, só posso te dizer que eu sempre serei grata à você e que te carregarei pro resto da minha vida.

À minha amiga **Evelyn Barbosa Carmona Monteiro**

Você foi a primeira pessoa que falou comigo quando cheguei e também foi quem me acolheu primeiro e desde então você se tornou essencial para meu crescimento nesse período. Só posso te agradecer pelo companheirismo, acolhimento, abraços sinceros, puxões de orelha e por sempre estar ao meu lado. Meu muito obrigado a você que me fez sentir mais pertinho de casa.

As minha amigas **Gabriela Freitas e Nathália Ramos**

Meu muito obrigado pelo companheirismo, apoio emocional, por sempre se mostrarem disposta em ajudar, tornando as dificuldades do meio do caminho mais amenas. Vocês foram muito importante para esta realização e por isso serei eternamente agradecida à vocês

Aos meus amigos de turma **Aline, Júlio, Lúcia, Ronaldinho e Vinícius**

Meu muito obrigado a toda ajuda que me foi dada durante toda esta jornada, pela troca de conhecimento e pelo suporte. Pelos momentos compartilhados dentro do laboratório e pela amizade que para sempre carregarei comigo.

Aos funcionários **Fernandinho, Lilian, Marcos Vestali, Marco Alfredo e Thais Paradella**

Muito obrigada por sempre se mostrarem dispostos em colaborar, pelas brincadeiras que suavizaram os dias mais complicados e por toda ajuda que me foi dada, possibilitando a concretização desta jornada.

AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, na pessoa do Diretor Prof. Dr. Carlos Augusto Pavanelli e do Vice-Diretor Prof. Titular Dr. Estevão Tomomitsu Kimpara.

Ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia Restauradora, Especialidade Prótese Dentária, coordenado pela **Profa. Tit. Márcia Carneiro Valera**, e ao coordenador da especialidade de Prótese Dentária **Prof. Tit. Marco Antonio Bottino**, pela oportunidade concedida.

Aos Professores do Programa de Pós-Graduação em Odontologia Restauradora, pela contribuição para a meu crescimento científico.

Aos professores da Disciplina de Prótese Total, Prof. Ass. Dr. Tarcisio Paes Júnior, Prof. Ass. Dr. Alexandre Luiz Souto Borges, Prof. Ass. Dr. Rubens Nisie Tango, Prof. Ass. Dr. Guilherme Saavedra, Profa. Dra Vanessa Macêdo e Profa. Ass. Dra. Paula Komori, pelo afincamento e preocupação em transmitir seus ensinamentos.

Aos funcionários da seção de pós-graduação Rose, Erena, Bruno e Ivan da Faculdade de Odontologia de São José dos Campos/UNESP, pelos serviços prestados.

Aos funcionários do departamento de prótese da Faculdade de Odontologia de São José dos Campos/UNESP, pela ajuda em todos os momentos.

Aos meus amigos da Pós-Graduação por todos os momentos divididos: os de alegria, angústia e conquista. Pelo convívio do dia a dia que me proporcionou aprendizado para além das metodologias de materiais dentários.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro concedido.

SUMÁRIO

LISTAS DE FIGURAS	10
LISTA DE QUADROS E TABELAS	12
RESUMO	13
ABSTRACT	14
1 INTRODUÇÃO	15
2 REVISÃO DE LITERATURA	19
2.1 Restaurações temporárias	19
2.2 Materiais para próteses temporárias	22
2.3 Fibras de reforço	28
3 PROPOSIÇÃO	36
4 MATERIAL E MÉTODOS	37
4.1 Material	37
4.2 Preparo das matrizes para confecção dos espécimes	37
4.3 Da utilização da malha de nylon	41
4.4 Confecção dos espécimes	42
4.4.1 Do delineamento experimental	43

4.4.2 Posicionamento da malha de nylon	44
4.4.3 Confeção dos espécimes com reforço	46
4.4.4 Confeção dos espécimes sem reforço	47
4.5 Termociclagem	49
4.6 Ensaio de resistência à fratura	49
4.7 Segundo experimento (Análise de resistência à flexão)	51
4.8 Confeção da matriz de silicone	51
4.9 Confeção dos espécimes com reforço	52
4.10 Confeção dos espécimes sem reforço	54
4.11 Termociclagem	54
4.12 Teste de flexão em três pontos	54
4.13 Da análise estatística	54
5 RESULTADOS	55
5.1 Da análise de resistência à fratura	55
5.2 Da análise de resistência à flexão	58
6 DISCUSSÃO	62
7 CONCLUSÃO	72
8 REFERÊNCIAS	73
ANEXOS	81

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Matriz metálica em aço temperado	38
Figura 2 – Prótese encerada realizada sob o pilar usinado (vista vestibular)	39
Figura 3 - Enceramento protético realizado sob pilar usinado (vista lingual)	40
Figura 4 - Dispositivo metálico que serviu de suporte para matriz de silicone	40
Figura 5 – Exemplo de molde de silicone confeccionado a partir do enceramento protético	41
Figura 6 - Malha de nylon no formato final da confecção	42
Figura 7 – Figura (sem escala) demonstrando a forma e as dimensões da grade de nylon	42
Figura 8 – Resina Structur 2SC	43
Figura 9 – A) Posicionamento da malha (horizontal); B) Alinhamento da malha com a oclusal dos preparos	45
Figura 10 - Posicionamento da malha (vertical)	45
Figura 11 – Fixação da malha com resina composta	46
Figura 12 – Modelo com refoço na posição horizontal	46
Figura 13 – Preenchimento da matriz de silicone para confecção da prótese provisória	48
Figura 14 - Vista vestibular do corpo de prova posicionado no dispositivo logo após sua confecção	48
Figura 15 – Posicionamento da ponta metálica no corpo de prova para realização de teste de fratura	50

Figura 16 – Espécime após ensaio de fratura	50
Figura 17 - Barras metálicas e mufla ocular que foram utilizadas para confecção da matriz de silicone	52
Figura 18 – Posicionamento da malha	53
Figura 19 – Posicionamento da malha no momento da confecção do corpo de prova	53
Figura 20 – Teste de flexão em 3 pontos	55
Figura 21- A) Gráfico de colunas (mediana $\pm$ faixa interquartil); B) esquema dos cinco números (<i>box-plot</i>) dos valores de RF (N), segundo as condições experimentais	58
Figura 22- A) Gráfico de colunas (mediana $\pm$ faixa interquartil); B) esquema dos cinco números (<i>box-plot</i>) dos valores de RF (MPa), segundo as condições experimentais	60
Figura 23 – Desenho da malha de nylon revestida por sílica	81
Figura 24 - Gráfico de homocedasticade dos grupos	82

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1 - Tipos, marcas comerciais e lote	37
Quadro 2 – Nomenclatura dos grupos	44
Quadro 3 - Resumo dos trabalhos que efetuaram ciclagem térmica para análise de materiais	66
Tabela 1 – Delineamento experimental do teste de resistência à fratura	44
Tabela 2 - Delineamento Experimental do teste de resistência flexional	51
Tabela 3 - Média e desvio padrão dos dados de resistência de fratura (N) obtidos no experimento	57
Tabela 4 - Teste de Dunn (5%). Formação de grupos homogêneos quanto à RF	59
Tabela 5 - Média e desvio padrão dos dados de resistência de flexão (MPa) obtidos no experimento	60
Tabela 6 -Teste de Dunn (5%). Formação de grupos homogêneos quanto à RF. (S - sim) e, (N – Não)	61
Tabela 7 – Valor da mediana das condições experimentais analisadas	82
Tabela 8 – Teste de Dunn (5%)	83
Tabela 9 – Análise de Dunn (5%), do ensaio de fratura	83
Tabela 10 – Dados complementares do teste de Dunn (5%), do ensaio de fratura	83
Tabela 11 – Mediana do ensaio de resistência à flexão	84
Tabela 12 – Teste de Kruskal- Wallis	84
Tabela 13 – Dados complementares do teste de Dunn (5%), do ensaio de flexão	84

Tabela 14 – Análise de Dunn (5%) para o teste de flexão.....	85
--	----

Almeida CS. Avaliação da resistência à fratura de próteses fixas temporárias reforçadas por uma malha de nylon experimental [dissertação]. São José dos Campos: Instituto de Ciência e tecnologia, UNESP - Univ Estadual Paulista; 2015.

RESUMO

O objetivo no projeto foi avaliar a resistência à fratura de próteses fixas temporárias, com ou sem reforço posicionado em diferentes orientações (horizontal ou vertical), antes e após a termociclagem. Foram confeccionadas 72 próteses fixas temporárias de quatro elementos com resina bis-acrítica, divididas em três grandes grupos: sem reforço, com reforço horizontal e com reforço vertical. Cada grupo foi subdividido em dois, submetidos ou não a ciclagem térmica, totalizando seis subgrupos ($n = 12$). O reforço consiste em uma malha de nylon revestida por sílica (experimental). Os grupos ciclados receberam 1.000 ciclos térmicos. Todos os espécimes foram submetidos ao ensaio de resistência à fratura em uma máquina de ensaio universal (EMIC), com velocidade de 1,0 mm/min. No segundo experimento foi avaliada a influência do reforço em barras com dimensões de 25 X 10,5 X 3,3mm. As barras foram submetidas à termociclagem como descrito acima e ao ensaio de resistência à flexão 3 pontos, com velocidade de 5mm/min, com celular de carga de 10 KN. A análise estatística foi realizada através dos testes de Kruskal-Wallis Dunn (5%) e demonstrou que a incorporação e a disposição da malha influenciaram a resistência à fratura e a resistência à flexão da resina bis-acrítica foi aprimorada após a adição da malha.

Palavras-chaves: Prótese fixa provisória. Resina bis-acrítica. Reforço.

Almeida CS. Fracture resistance analysis in temporary fixed prosthesis after reinforcement with a experimental nylon mesh [dissertation]. São José dos Campos: Institute of Science and Technology, UNESP - Univ Estadual Paulista; 2015.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate fracture resistance of temporary bridges as the influence of the addition of a modified nylon mesh in a bis-acrylic resin (Structur 2SC, VOCO, Cuxhaven, Germany). To the first step a temporary fixed prosthesis was made and were analyzed the presence or absence of the fiber and your position (horizontal or vertical). Some groups was subjected to thermal cycling of 1,000 to simulate a temporary fixed prosthesis with extended use period. All specimens were subjected to the test of fracture resistance in a universal testing machine (EMIC DL 1000, EMIC, Brazil), with a speed of 1.0 mm / min. For the second experiment, the test specimens was made in bar shaped (25 x 10.5 x 3.3 mm). The bars were analyzed concerning groups containing or not fibers. Some specimens were subjected to thermal cycling 1,000 cycles. All bars were submitted to the flexural strength by three points bending test in a universal testing machine at constant speed 5 mm/min with load cell of 10 kN. Statistical analysis was performed with Kruskal-Wallis and Dunn tests (5%) and demonstrated that the incorporation and arrangement of the mesh influence the fracture toughness and flexural strength of the bis-acrylic resin was improved afte adding the mesh

Keywords: Provisional fixed partial denture. Bis-acryl. Reinforcement.

1 INTRODUÇÃO

O tratamento reabilitador por próteses fixas convencionais, independente de sua extensão, requer a confecção de próteses temporárias, que visam resguardar o complexo dentina-polpa dos dentes preparados. Estas restaurações devem ser confeccionadas de forma bastante criteriosa a fim de que se assemelhem do ponto de vista funcional e estético, com uma prótese final, exceto pelo material que a compõe. Dessa maneira, o clínico deve utilizar essa fase do tratamento para planejar e corrigir possíveis falhas que se traduziriam em um comprometimento da restauração definitiva, por adoção de um caminho que conjecture o sucesso da prótese final (Burns *et al.*, 2003).

As próteses temporárias ou provisórias exercem um papel de guia para confecção da prótese final, e conseqüentemente representam uma fase importante nos tratamentos de reabilitação oral (Colán Guzmán *et al.*, 2008). O processo de confecção do provisório deve ser realizado a fim de servir como elemento diagnóstico, na qual poderá ser observado o prognóstico do caso, devolver função, fonação (Sham *et al.*, 2004), recuperação da dimensão vertical, conceber condicionamento dos tecidos periodontais (Colán Guzmán *et al.*, 2008), proteger o complexo dentina-polpa, auxiliar na estabilização de pilares com mobilidade, observação de possíveis hábitos parafuncionais, prevenir a movimentação dentária e fornecer uma estética adequada (Galindo *et al.*, 1998; Hazelton *et al.*, 1995; Hazelton *et al.*, 2002).

Apesar de seus inúmeros benefícios para o tratamento reabilitador, o uso de provisórios pode acarretar algumas desvantagens, principalmente quando estão planejadas para ficar em função durante um longo período. As fraturas acontecem com maior frequência nas peças que

permanecem em boca por um período prolongado. Em vista disto, a confecção de peças provisórias deve ser procedida da mesma seriedade na qual se executa uma prótese final, de modo que se confira a esta boas características e qualidade (Pegoraro *et al.*, 2000; Burns *et al.*, 2003; Uzun, Key, 2003).

Uma peça confeccionada sem que se respeitem os devidos cuidados, com polimento e adaptação marginal insatisfatória, podem resultar em cárie, mobilidade do pilar, acúmulo de placa, mau hálito, inflamação do tecido gengival, além de sucessivas fraturas (Gegauff, Pryor, 1987; Koumijan, Nimmo, 1990; Samadzadeh *et al.*, 1997; Nohrström *et al.*, 2000).

Para confecção de uma prótese provisória o material eleito deve possuir algumas características importantes, como as que foram descritas por Burns *et al.*, 2003: prover conforto, possibilitar uma boa adaptação marginal, permitir retenção apropriada, não ser poroso, ser biocompatível, ter boa estabilidade dimensional, ser susceptível a ajustes, de fácil manipulação, possibilitar reparo e reembasamentos, e propiciar uma estética satisfatória. Além disso, esse material deve ser resistente o suficiente para sustentar as forças mastigatórias a qual será submetido, principalmente em casos onde a prótese ficará em função por períodos prolongados ou, em casos de pacientes que possuam hábitos parafuncionais (Koumijan, Nimmo, 1990; Haselton *et al.*, 2002).

A resina de bisacrilato é um material relativamente novo, que passou a ser disponibilizado com a finalidade de proporcionar estabilidade mecânica às restaurações provisórias a longo prazo (Takamizawa *et al.*, 2015). Mas esta resina se tornou popular em razão, ainda por sua facilidade de utilização, estéticas e simplicidade no polimento (Ireland, 1998; Young *et al.*, 2001).

Por ser um material bifuncional, a bis-acrílica pode estabelecer ligação cruzada e ocasionalmente pode conter fibra inorgânica em sua composição, que está diretamente relacionada com uma maior

resistência à abrasão e menor contração de polimerização (Diaz-Arnold *et al.*, 1999; Haselton *et al.*, 2002).

A superioridade estética da resina bis-acrílica possibilita a confecção de um *mock up*, que permite a pré-visualização do resultado final. Segundo Haselton *et al.* (2002) a técnica do *mock up* consiste em um ensaio restaurador intraoral, que se baseia em um enceramento diagnóstico realizado a partir de um modelo de estudo. A vantagem desta técnica segundo o autor é a previsibilidade do resultado obtido, que em vista disto reduz a margem de erro. Nesta linha de raciocínio, pode ser empregada em reabilitações com grandes espaços protéticos, na qual se preconiza a utilização de matérias mais resistentes, que consigam suportar a tensão a qual a peça será submetida (Burns *et al.*, 2003).

A ocorrência de fratura da prótese provisória é um acontecimento comum na prática clínica, podendo estar associado a fatores como: cargas mastigatórias excessivas e falha flexural dos materiais (Tacir *et al.*, 2006; Dogan *et al.*, 2008).

Em tratamentos que necessitam de uma longa fase de uso de provisórios, a resistência e estabilidade ficam comprometidas, devido a uma contínua fadiga causada em consequência da mastigação ou de uma possível parafunção, principalmente em casos de próteses com longos espaços protéticos (Donovan *et al.*, 1985; Galindo *et al.*, 1998).

A busca pelo incremento nas características dos provisórios também tem sido realizada através de estudos de materiais de reforços e a adição de fibras para a matriz de resina acrílica tem demonstrado potencial para melhorar suas propriedades mecânicas (Jagger, 1999). Entretanto, o êxito do reforço de materiais depende de variáveis como tipo de material utilizado no reforço, porcentagem da fibra na matriz, a existência ou não de aderência da fibra à matriz do material que se pretende reforçar, distribuição, comprimento e orientação das fibras. Vallitu (1993) ainda acrescenta que o aumento da resistência à fratura de

uma resina acrílica é dependente da aderência entre a matriz da resina acrílica e as fibras.

John *et al.*, 2001 comparou em seu estudo a resistência a flexão de resina acrílica convencional com resina acrílica reforçada com fibra de vidro, de aramida e de nylon. Foi constatado que a resina reforçada com fibra de nylon apresentou uma maior resistência a fratura do que a resina sem reforço.

Na atualidade existe uma grande variedade de materiais de reforços: carbono, aramidas, fibras de vidro, nylon, fios de metal, entre outros (John *et al.*, 2001; Kim, Watts, 2004; Dogan *et al.*, 2008). Esses materiais foram desenvolvidos em resultado da necessidade de progresso dos materiais dentários e cada um deles possui uma particularidade: as fibras de carbono são esteticamente inadequadas, as fibras de vidro possuem grande diversidade de aplicação, as fibras de aramidas não possuem uma boa adesividade e as fibras de nylon apresentam boas características de resistência (Newell, 2010).

Apesar de alguns inconvenientes, de um modo geral, a utilização de reforço em próteses provisórias tem relatado resultados bastante satisfatórios, segundo Nohrstrom *et al.* (2000).

Recentemente foi desenvolvida uma malha de nylon revestida por sílica (experimental) no ICT UNESP, que foi utilizada como material para reforço de base de prótese total, o qual apresentou resultados positivos quanto ao aumento da resistência dos materiais em que foi utilizado (Gonçalves, 2012). A elaboração deste material surgiu com a idealização de associar as propriedades favoráveis do nylon com a sílica, que serviu para incrementar a união química da malha aos materiais poliméricos.

Pelo fato de ser um material novo, a malha de nylon (experimental) não foi analisada como reforços de próteses provisórias, entretanto presume-se ser essencial avaliar se este material pode ser indicado para este ofício e assim analisar sua versatilidade de aplicações.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Restaurações provisórias

O tratamento odontológico reabilitador tem como principal propósito restituir função e estética ao paciente, além de ser uma forma de reintegrá-lo socialmente. Na reabilitação oral todo caso deve ser precocemente estudado e planejado, a fim de reduzir a ocorrência de erros e repetições. Em todo planejamento que se preze e que se deseje ter maior confiabilidade do resultado final, deve constar a fase de utilização de coroas provisórias. O predado do molde e da peça protética final estão relacionados justamente com a adaptação da restauração provisória (Seelbach *et al.*, 2010), ademais esta restauração permite que o paciente compreenda o resultado possível de se alcançar, discriminando suas limitações (Zinner *et al.*, 1989; Burns *et al.*, 2003).

Restaurações provisórias desempenham diversos papéis no tratamento reabilitador, a peça protética deve proteger o pilar, o periodonto e a polpa dentária; impossibilitar a movimentação dentária e auxiliar em casos preexistentes, preservando os contatos oclusais e proximais; avaliar e restabelecer a dimensão vertical; preservar a integridade marginal; impedir extrusão de antagonistas; auxiliar na determinação da forma, tamanho e contorno da peça final; participação direta na avaliação dos aspectos funcionais, tais como mastigação, fonação, retenção de alimentos e higienização; auxílio na análise dos aspectos estéticos, além de serem uma forma importante de se avaliar o grau de retenção e paralelismo dos pilares (Zinner *et al.*, 1989; Koumijan,

Nimmo 1990; Dubois *et al.*, 1999; Seelbach *et al.*, 2010; Strassler, Lowe, 2011; Strassler, 2013).

As fases nos tratamentos reabilitadores são personalizados e individuais, de acordo com o planejamento do caso em questão. A “provisionalização” é uma fase aplicada no decorrer de tratamentos complementares assim como em casos de estética, ortodônticos, endodônticos, tratamentos periodontais, casos cirúrgicos, casos de prótese sobre implante e próteses convencionais (Rosenstiel *et al.*, 2006; Nishida, 2010).

Segundo Strassler, 2013, a utilidade de se fabricar uma coroa provisória de maneira diligente (bem polida, com superfície lisa, bem adaptado e ajustado) é a otimização do tempo no momento da instalação da prótese final.

Eventualmente, o cirurgião dentista se depara com casos que necessitam de uso prolongado de coroas provisórias, o fundamento para utilizar essa estratégia é o indispensável tratamento multidisciplinar que se faz necessário previamente à instalação da prótese final, que pode conter desde de cirurgias periodontais a instalação de implante (Nishida, 2010). Em algumas situações existe a necessidade de que o plano de tratamento reabilitador somente seja finalizado após a conclusão do tratamento periodontal, que consiste em raspagem, curetagem, instrução e motivação de higiene oral e terapias cirúrgicas avançadas (Bastos, 2003). Além disso, em pacientes com condições de distúrbio da articulação temporomandibular, demanda-se por um período de provisionalização estendido (Turgut *et al.*, 2013).

Ao contrário do que se possa imaginar, a utilização de provisórios durante um tratamento restaurador abrange não apenas a função de repor um dente perdido. Esta etapa preparatória deve ser utilizada como elemento diagnóstico e terapêutico, servindo como “plano piloto”, onde devem ser observados a possível existência de hábitos parafuncionais, determinado o prognóstico de polpas e do periodonto dos

pilares, avaliado a oclusão do paciente e realizado ajustes funcionais, oclusais e estéticos. Ressalta-se que com este procedimento é possível obter informações imprescindíveis a respeito das posições dentárias e relações oclusais (Kaiser, 1978; Baldissara *et al.*, 1998; Strassler, 2013). Dessa maneira, o cirurgião dentista deve utilizar esse período para avaliar seu planejamento, confeccionando um provisório com o mesmo empenho que se prepara uma prótese final, atribuindo-a boas características (Burns *et al.*, 2003).

Uma restauração temporária bem sucedida deve manter-se em boca, sem que haja movimentação até a instalação da peça final, prevenindo injúrias ao dente, periodonto e incômodo psicossocial ao paciente (Baldissara *et al.*, 1998). Um outro fator considerável, que influirá no sucesso da Prótese Parcial Fixa Provisória (PPFP) é a qualidade do agente cimentante, que deve proporcionar um grau de retenção que possibilite estabilidade necessária para que a peça protética desempenhe função mastigatória e que no momento da consulta clínica permita uma remoção de maneira descomplicada, sem que exista desconforto ao paciente (Zinner *et al.*, 1989; Guimarães *et al.*, 2010).

As técnicas para confecção de coroas provisórias podem ser divididas em técnicas diretas e indiretas. A técnica direta é aquela operada pelo próprio cirurgião dentista, a prótese é confeccionada diretamente sobre o dente preparado e o resultado é imediato, apesar de demandar um maior tempo clínico. Já na técnica indireta ou laboratorial, o provisório é confeccionado a partir de um modelo de gesso em ambiente laboratorial com temperatura e pressão controlados. Como resultado do maior investimento que deverá ser realizado pelo paciente, a prótese apresentará uma melhor qualidade superficial. Superfícies excessivamente rugosas podem influenciar negativamente o tratamento, já que são um ambiente propício para acúmulo de placa bacteriana e proliferação de microorganismo (Bollen *et al.*, 1997).

A confecção de uma Prótese Parcial Fixa Provisória (PPFP) de maneira imprudente pode ocasionar deslocamento, movimentação dentária que atuarão de maneira negativa na instalação da coroa final. É presumível que será necessário um maior tempo de atendimento para que seja realizado possíveis ajustes de contatos proximais em consequência do desleixo com a PPFP, além de existir o risco de ocorrer mudança na trajetória de inserção dos pilares devido a movimentação dentária (Strassler, 2013). Uma lesão periodontal, dano pulpar, sensibilidade dental, lesão de cárie e fratura são outros problemas que podem vir a acontecer, em decorrência de uma má adaptação da restauração temporária. A probabilidade da ocorrência de problemas relacionados com uma descuidada confecção da restauração provisória é maior quando o período de provisionalização é extenso (Sortera, 1973; Zinner *et al.*, 1989)

As funções de uma restauração provisória, estão diretamente dependentes das propriedades físicas dos materiais a partir dos quais são fabricados: resistência ao desgaste, polimerização, estabilidade, cor, resistência à fratura. Em casos de próteses extensas a resistência a fratura é um fator fundamental, e quanto maior o tempo em função, maior será a probabilidade de fratura. Levando-se em conta essa informação, comprova-se a importância da utilização de materiais e técnicas que possibilitem uma melhor resistência à fratura (Koumijan, Nimmo, 1990).

2.2 Materiais para próteses temporárias

Como foi visto até aqui a confecção de uma prótese provisória ou temporária é fator determinante para o sucesso do tratamento reabilitador pois é inegável que a provisionalização de tratamentos

reabilitadores é um procedimento que tem muito mais pontos positivos a acrescentar, do que danos. Em vista desta afirmação, faz-se necessário uma meticulosa escolha do material que irá ser utilizado, pois em soma com a técnica de confecção do provisório, ele estará diretamente relacionado com o sucesso do tratamento.

É de suma importância que a escolha do material restaurador provisório seja realizada de maneira bastante criteriosa. Possuir boas propriedades mecânicas e apresentar fácil manuseio vai influenciar diretamente no momento da escolha desse material (Duke, 1999).

Para ser eleito como restaurador provisório ideal, o material deve ser: biocompatível, não desencadeando processos alérgicos ou tóxicos, apresentar facilidade de contorno e polimento, possuir estabilidade dimensional, apresentar boa estética e estabilidade da cor, ter compatibilidade química com agentes cimentantes provisórios, possuir adequado tempo de trabalho, possuir tempo curto de presa, exibir boas propriedades mecânicas, que estão relacionadas com a durabilidade e precisão marginal; ser de fácil higienização e ter boa aceitação pelo paciente (Dubois *et al.*, 1999; Burns *et al.*, 2003; Rosenstiel *et al.*, 2006). Infelizmente muitas vezes nem todas estas características são inerentes a um único material sendo necessário que manobras técnicas minimizem os efeitos indesejáveis destes materiais.

No universo da reabilitação oral existe uma constante evolução acerca dos materiais e técnicas para confecção da restauração temporária. Inicialmente, as coroas unitárias temporárias eram confeccionadas a partir de *kits* pré-fabricados e pré-formados pelo fabricante, podendo o material ser plástico ou metal, com uma diversidade de forma e tamanho para possibilitar a seleção da peça diante de um caso clínico (Gegauf, Holloway, 2006).

Para a seleção de uma coroa unitária pré-fabricada deve ser levado em consideração a distância mesiodental dentro do arco, e seu

tamanho. Ajustes são necessários, uma vez que este tipo de peça não se adapta bem nas margens gengivais. Segundo Strassler (2013), coroas provisórias pré-fabricadas são formadas por uma série de materiais, como por exemplo aço inoxidável, alumínio, níquel-cromo, polimetilmetacrilato (PMMA), policarbonato e resinas compostas.

Os materiais provisórios mais comumente empregados são as resinas poliméricas, que podem ser classificadas como resina acrílica ou resina composta (Strassler, 2013).

Graças aos aspectos favoráveis da resina acrílica, este é o material restaurador mais utilizado para confecção de próteses temporárias (Christensen, 1997; John *et al.*, 2001). É possível encontrá-la em diferenciados ciclos e métodos de polimerização como o térmico e o químico.

A resina acrílica processada por calor tem grande estabilidade e resistência à degradação do polímero. Esse material ainda apresenta como vantagens, boa resistência ao desgaste, estabilidade de cor e manutenção do acabamento da superfície. Próteses provisórias fabricadas a partir desse material funcionam adequadamente durante um espaço de tempo prolongado (Davidoff, 1982).

A ativação da polimerização através do calor é comumente realizada em banho de água aquecida mas também pode ser realizada através de irradiação por micro-ondas, esse método possui grande vantagem em relação a polimerização através de banho de água, pois minimiza sobremaneira o tempo exigido para que ocorra a transferência de calor da água quente para a mufla, depois para o gesso de revestimento e, para a resina ao final. O processo de polimerização por micro-ondas acontece de maneira mais fácil, limpa e rápida (Levin *et al.*, 1989), além disso a resina acrílica polimerizada por este método apresenta propriedades semelhantes aquelas polimerizadas por banho de água (Barbosa *et al.*, 2003).

Por outro lado, resinas quimicamente ativadas são usualmente utilizadas para fabricação de próteses fixas provisórias, principalmente em casos que carecem de uso prolongado da peça (Donovan *et al.*, 1985). O que tornou esse material tão popular foi a combinação de propriedades que são favoráveis tanto ao profissional cirurgião dentista, quanto ao paciente: simplicidade de manuseio, estética razoável, propriedade mecânica aceitável e custo relativamente baixo (Chen *et al.*, 2009; Strassler, 2013).

A utilização de resinas acrílicas como material restaurador provisório apresenta vários pontos positivos, no entanto este apresenta algumas limitações. A contração volumétrica de polimerização, inerente ao processamento do material, consideravelmente alta, aliada a reação exotérmica são efeitos contraproducentes dos materiais poliméricos, que em caso de negligência do operador podem levar a danos pulpares (devido ao aumento de temperatura conferida pela reação exotérmica) e má adaptação da coroa (Zinner *et al.*, 1989; Altintas *et al.*, 2008; Strassler, 2013).

Recentemente, um novo material foi introduzido no mercado como uma alternativa para confecção direta de restaurações provisórias. A resina bis-acrílica possui em sua composição acrilatos bifuncionais, que propiciam uma maior resistência mecânica a este material. Além do mais, a adição de material inorgânico em sua composição confere uma menor contração de polimerização, e um aumento da resistência à abrasão (Moszner *et al.*, 2006).

Segundo Moszner *et al.*, 2006, a rede polimérica originada a partir dos dimetacrilatos apresentam como características benéficas quando contrastada com os metacrilatos de cadeias poliméricas lineares: maior taxa de polimerização e caráter mecânico elevado. Ademais, a cadeia polimérica que é gerada a partir da ligação cruzada não é solúvel em água.

Uma outra particularidade da composição do bisacrilato de metila é a existência de carga, que concede a esta resina caráter de material compósito, o que consequentemente potencializa as propriedades mecânicas (Knobloch *et al.*, 2011).

Tjan *et al.* (1997), realizaram um estudo que analisou a adaptação marginal de coroas provisórias confeccionadas a partir de seis diferentes materiais provisórios, incluindo uma resina bis-acrílica (Protemp Garant, Espe Premier Sales Co.). Foram fabricados moldes a partir de cinco molares artificiais (Ivory teeth, Columbia Dentoform Corp., Nova Iorque, N. Y.) que previamente receberam preparo para coroa total. 60 coroas foram fabricadas e em seguida analisadas em microscópio. Os resultados encontrados pelo autor mostraram significativa diferença entre os materiais utilizados. A respeito dos materiais testados, o autor afirmou que a resina bis-acrílica demonstrou facilidade de manipulação e pouquíssimo desperdício do material, além de apresentar boa adaptação marginal.

Kerby *et al.* (2013) avaliaram as propriedades mecânicas (resistência à flexão, módulo de flexão e resistência à fratura) de 6 materiais provisório, das quais 4 eram resina bis-acrílica. Após a confecção dos espécimes, estes foram armazenados em estufa 37 °C em diferentes condições: armazenamento em água destilada por 1 h, armazenamento em água destilada por 24 h e, em ambiente seco por 24 h. Ao final do estudo os autores afirmaram que o tempo de polimerização influenciou diretamente na resistência à flexão dos materiais analisados e que a resina bis-acrílica apresentou propriedades mecânicas superiores quando armazenada por 24 h.

Bacchi *et al.* (2012) analisaram a resistência à flexão de resina de duas resinas bis-acrílicas (Luxatemp e Structur 2) e de duas resinas acrílicas quimicamente ativadas. A partir de cada resina foram confeccionados 20 corpos de prova que foram armazenados em saliva artificial durante 24 h. Em seguida, 10 espécimes de cada grupo foram

testados e os outros 10 submetidos a processo de termociclagem de 2000 ciclos. Posteriormente ao teste mecânico, os autores puderam concluir que todas as resinas tiveram sua resistência diminuída após a ciclagem, entretanto as resinas bis-acrílicas mostraram-se mais resistentes do que as resinas convencionais.

Haselton *et al.* (2002) avaliaram a resistência à flexão de 13 resinas que usualmente são utilizadas para fabricação de provisórios, sendo que foram selecionadas resinas: acrílicas do tipo convencional e resinas bis-acrílica. Dez barras de cada resina foram confeccionadas a partir de molde metálicos, seguindo as instruções dos respectivos fabricantes. Os espécimes foram armazenados em saliva artificial em temperatura de 37 °C durante 10 dias. Posteriormente foi realizado o teste de flexão em 3 pontos em uma máquina de ensaio universal. Após coleta de dados e análise estatística, os autores afirmaram que os maiores valores de resistência a flexão foram apresentados pelas resinas bis-acrílicas.

As fraturas de prótese são uma ocorrência comum na Odontologia, principalmente em casos de próteses provisórias extensas e que permanecem em função durante um período estendido. As características mecânicas dos materiais utilizados para fabricação das peças protéticas promovem uma falha ou ruptura parcial da peça no decorrer do tempo, em outros casos a fratura acontece em consequência de uma tensão oclusal sobrecarregado (Chen *et al.*, 2009).

Segundo Lang *et al.* (2003), a fratura de próteses provisórias é um incomodo tanto para o paciente quanto para o cirurgião dentistas, podendo ser o seu reparo deficiente, além do tempo extra que deverá ser utilizado para este procedimento. Partindo dessa premissa, o autor realizou um estudo no qual comparou a resistência à fratura de quatro resinas bis-acrílicas e duas resinas acrílicas convencionais (PMMA). Dez espécimes, que simularam uma prótese fixa de três elementos, foram confeccionados a partir de cada resina. Os corpos de prova foram armazenados em água destilada durante 14 dias e posteriormente

submetidos concomitantemente a termociclagem e a ciclagem mecânica de 480.000 ciclos. O grupo controle (que não sofreu ciclagem) e os espécimes que permaneceram íntegros foram submetidos a teste de resistência à fratura em uma máquina universal de teste. Ao final dos testes, no grupo controle uma resina bis-acrílica apresentou a média da resistência à fratura quase que duas vezes maior que o restante dos materiais. Todos os corpos de prova que foram confeccionados a partir de resina acrílicas convencionais e que passaram por processo de ciclagem mecânica deformaram-se de forma permanente após a ciclagem. O material que apresentou maior valor de resistência à fratura foi a resina bis-acrílica, entretanto os autores salientaram a necessidade de mais estudos a respeito dos materiais provisórios.

Na procura por diminuir os episódios de fratura existe um constante estudo e desenvolvimento de materiais com propriedades superiores. Outra linha de pesquisa busca o aperfeiçoamento de próteses provisórias através da incrementação com materiais de reforço. Vários autores têm sugerido a utilização de fibras de reforço, sejam elas de vidro, polietileno ou fibra de nylon. Estas têm mostrado bons resultados quanto ao aumento na resistência mecânica, mesmo após o ciclo térmico ou mecânico (Tjan *et al.*, 1997; Young *et al.*, 2001).

2.3 Das fibras de reforço

A capacidade de um material resistir à propagação de trincas é demonstrada por sua tenacidade à fratura. A fratura de uma restauração provisória é uma ocorrência inoportuna para o tratamento (Kim, Watts, 2004; Hamza *et al.*, 2004) e podem ocorrer devido a fatores múltiplos como: fadiga flexural, força de impacto ou cargas mastigatórias excessivas (Kelly, 1969; Tacir *et al.*, 2006; Dogan *et al.*, 2008). Burns *et al.* (2003),

afirma que a propagação de trincas irá acarretar em fratura, provavelmente devido a insatisfatória resistência transversa e a inability para resistir à fadiga por um período prolongado do material.

Enquanto são submetidas a constantes ciclos de mastigação, a manutenção da integridade da resina é definida pelas características do material de resistência à propagação de trincas, a densidade e dureza, principalmente em casos de provisórios com grande extensão (Gegauff, Pryor, 1987; Covey *et al.*, 1992; Burns *et al.*, 2003).

Apesar do contínuo desenvolvimento dos materiais odontológicos ainda se encontram limitações a respeito dos materiais utilizados para fabricação de restaurações provisórias, principalmente em casos mais complexos com restaurações mais extensas e que estão planejadas para ficar em função por um longo período. Dessa maneira com o objetivo de melhorar as propriedades mecânicas dos materiais provisórios foi introduzido a pesquisa de reforços para esses materiais.

Um dos primeiros autores a descrever a respeito do uso de reforço em resinas acrílicas foi Grant, Greener (1967), que relataram que o reforço através de “fibras” segue o princípio de que uma matriz dúctil e relativamente macia pode transferir carga a fibras através de sua interface, ou seja, as fibras seriam os principais componentes de suporte de carga. Baseados nesta ideia, os autores avaliaram a resistência à flexão de resinas acrílicas quimicamente e termicamente ativadas reforçadas com fibra à base de alumínio, que foi nomeada de “sapphire whiskers”. Foram confeccionadas barras, seguindo as instruções dos respectivos fabricantes das resinas, e armazenados por 2 dias em temperatura de 37 °C, para o posterior teste de carga de três pontos. Os resultados obtidos demonstraram um aumento da resistência à flexão dos espécimes que incluíram uma pequena concentração de “sapphire whiskers”. Ainda foi ressaltado a importância da utilização de silano sobre as fibras, que mostrou uma melhor transferência de tensão para a fibra (Vallittu, 1995, 1998a; Jagger, 1999).

Na atualidade existe uma grande variedade de materiais de reforços: carbono, aramidas, fibras de vidro, nylon, fios de metal, entre outros (John *et al.*, 2001; Kim, Watts, 2004; Dogan *et al.*, 2008). Esses materiais foram desenvolvidos em resultado da necessidade de progresso dos materiais dentários e cada um deles possui uma particularidade: as fibras de carbono são esteticamente inadequadas, as fibras de vidro possuem grande diversidade de aplicação, as fibras de aramidas não possuem uma boa adesividade e as fibras de nylon apresentam boas características de resistência (Newell, 2010).

A busca pelo incremento nas características das resinas tem sido realizada através de estudos de materiais de reforços. Jagger (1999) realizou uma pesquisa na qual concluiu que a adição de fibras para a matriz de resina acrílica tem o potencial para melhorar suas propriedades mecânicas. Entretanto, o êxito do reforço de materiais depende de algumas variáveis: qual material utilizado no reforço, a porcentagem da fibra na matriz, a existência ou não de aderência da fibra à matriz do material que pretende-se reforçar, distribuição, comprimento e orientação das fibras. Vallitu (1993) ainda acrescenta que o aumento da resistência à fratura de uma resina polimérica é dependente da aderência entre a matriz da resina acrílica e as fibras.

Para alcançar o resultado satisfatório do reforço é imprescindível que se leve em consideração a impregnação das fibras (Vallitu, 1997). Fibras que não foram silanizadas ou que não foram impregnadas com o monômero do polímero se comportam como um corpo estranho e acabam por diminuir a resistência do material restaurador (Vallittu, 1997, 1998a, 1999; Jagger, 1999). Ademais, uma quantidade inadequada de impregnação promoverá um aumento de absorção de água através de espaços vazios, levando conseqüentemente à diminuição das propriedades mecânicas dos materiais reforçados (Miettinen, Vallittu, 1997).

Vallittu, 1995 declarou que fibras unidirecionais apresentam boas características mecânicas e que são mais utilizadas em regiões que suportam grandes tensões. Fibras orientadas em mais de uma direção podem ser utilizadas para reforçar polímeros desde que exista adesão química com a matriz polimérica.

Chen *et al.*, 2009 destacaram sua preferência a respeito da utilização de fibras com reforço de materiais provisórios ao afirmar a superioridade das características mecânicas e estéticas. Salientou ainda a importância da quantidade e a localização das fibras na eficácia do reforço. A partir dessas ideias, foi realizado estudo comparando uma resina acrílica quimicamente ativada reforçada por: fio metálico, fibra de vidro em diferentes comprimentos e fibra de polietileno em diferentes comprimentos. Os espécimes reforçados por fibra ainda possuíam a variável de receber ou não impregnação das fibras. Foram fabricados 80 corpos de prova padronizados simulando uma prótese parcial fixa de 4 elementos, a partir de um modelo metálico. Metade das amostras sofreram termociclagem de 600 ciclos e posteriormente todas foram submetidas a uma carga de 30 N e em seguida foi realizado teste de fratura. Os espécimes reforçados com fibra de polietileno e fibra de vidro apresentaram valor de resistência 50% maior do que os espécimes não reforçados ou reforçado com fio metálico.

Uzun e Key, 2003 exaltaram os benefícios em se utilizar fibras para reforço, sinalizando a capacidade de aumentar resistência flexional, resistência ao impacto e boa aparência estética das fibras: de vidro e polietileno. A fibra de carbono foi descrita pelos autores como “estética insatisfatória”. Diante das vantagens que podem ser adquiridas com o uso de reforços, os autores compararam a resistência de um material polimérico quando reforçadas com fibra de vidro, fibra de carbono, fibra de aramida e fibra de polietileno. Nos resultados foi evidenciado que os espécimes reforçados com polietileno apresentaram os maiores valores de ensaio.

Vallittu e Lassila, 1992 realizaram estudo utilizando fios metálicos semicirculares, fios metálicos achatados e trançados, fios metálicos cilíndricos, uma malha metálica, fibras de vidro contínuas e trançadas de carbono e fibras trançadas de aramida. Metade dos espécimes dos grupos de fios metálicos foram submetidos a jateamento com óxido de alumínio, já os grupos de fibra de vidro e aramida tiveram metade dos espécimes tratadas com silano. Os corpos de prova foram submetidos a teste de carga de três pontos e após análise dos resultados, observou-se um aumento significativo de resistência à flexão dos grupos reforçados com fios metálicos, entretanto não houve diferença estatística entre os espécimes jateados e os que não receberam este tratamento, já os espécimes reforçados com a malha metálica não apresentaram boas propriedades mecânicas. O reforço com fibra de vidro e aramida apresentaram uma maior resistência, exceto pelo grupo que não recebeu silano.

John *et al.* (2001) compararam em seu estudo a resistência a flexão de resina acrílica convencional com resina acrílica reforçada com fibra de vidro, de aramida e de nylon. Foi constatado que a resina reforçada com fibra de nylon apresentou uma maior resistência a fratura do que a resina sem reforço.

Grave *et al.* (1985) preocupados com a fragilidade dos materiais restauradores poliméricos e com as constantes ocorrência de fratura em prótese, realizaram estudo no qual comparou o reforço de uma resina acrílica quando reforçada com fibra de aramida e carbono em diferentes porcentagens. Os espécimes em forma de barra foram submetidos a teste de flexão e os resultados demonstraram que todos os espécimes reforçados apresentaram valor de resistência significativamente mais baixo do que os espécimes sem reforço.

Em estudo realizado por Geerts *et al.* (2008) foi avaliado a resistência à fratura de uma resina acrílica convencional e uma resina bis-acrílicas, quando reforçadas com: fio metálico fibra de poli (etileno) e fibra

de vidro. Com o auxílio de um molde de metal pré-fabricado foram confeccionados os corpos de prova que foram armazenados em temperatura de 37 °C por 24 h previamente ao teste de fratura. Os valores de resistência à fratura apresentados pelo fio metálico e fibra de vidro foram superiores em relação a fibra de polietileno. A resina acrílica convencional demonstrou menor resistência do que a resina bis-acrílica, que obteve maiores valor de resistência à fratura nos espécimes reforçados com fio metálico e fibra de vidro.

Em estudo realizado por Kamble, Parkhedkar (2012) foi analisada a resistência à fratura de uma resina acrílica termo ativada e uma resina bis-acrílica quando reforçados com fibra de polietileno e fibra de vidro. Os corpos de prova (60) foram confeccionados com o auxílio de uma matriz metálica que permitiu o escoamento de excesso. Foi adicionado um grupo controle para cada tipo de resina, que não receberam nenhum tipo de reforço, as fibras de polietileno foram impregnadas com monômero e as de fibra de vidro foram silanizadas. Após o teste de fratura, ficou evidente o aumento da resistência dos grupos que foram reforçadas em comparação aos grupos controle confirmando a eficiência deste método de reforço. Os autores ainda ressaltaram a superioridade dos resultados encontrados nos grupos confeccionados a partir da resina bis-acrílica.

A resistência à flexão de uma resina acrílica termicamente ativada, uma resina quimicamente ativada e uma resina bis-acrílica reforçadas com fibra de vidro e polietileno foi avaliada por Natarajan, Thulasingam (2013). Trinta corpos de prova de cada tipo de resina foram confeccionados e divididos em grupos de acordo com o tipo de fibra e, em um grupo controle (sem reforço). Os espécimes ficaram armazenados durante 24 h e em seguida submetidos a teste de resistência à flexão. Os resultados demonstraram que a resina bis-acrílica obteve os maiores valores de resistência flexional nos grupos reforçadas com fibra de vidro e polietileno, sendo que o grupo na qual foi utilizado fibra de vidro apresentou a maior resistência.

Em 2012 foi desenvolvido no ICT UNESP um novo material de reforço, que utilizou como elemento principal o nylon, que é um material polimérico de baixo módulo elástico e que já era utilizado anteriormente na odontologia. Entretanto, apesar de apresentar características favoráveis como: boa resistência e durabilidade (Newel, 2010), o nylon apresenta como limitação uma união insatisfatória com as resinas para confecção de provisórios. Para remediar esta limitação, Gonçalves (2012) incorporou 0,5% de sílica por volume de nylon e dessa forma atribuiu a esta malha (experimental) uma melhor união química.

Outra individualidade desta malha, se dá pelo fato de ser confeccionada em corpo único e não com fibras trançadas como é encontrado no mercado. Esta característica facilitou a distribuição da carga pela malha, que manifestou boas propriedades mecânicas e consequentemente demonstrou no estudo de Gonçalves (2012) valores de resistência à flexão estatisticamente superiores.

O estudo de Gonçalves (2012) comparou o comportamento de uma resina acrílica termoativada e outra ativada quimicamente para reembasamentos, quando reforçadas por uma malha de nylon, que apresentava em sua composição nylon 6 e partículas de sílica silanizadas. Foram avaliados quanto a resistência à flexão e alteração dimensional, para tal corpos de prova em formato de barra foram confeccionados, seguindo a instruções definidas pelos fabricantes para cada tipo de resina. Outra condição que os espécimes foram avaliados foi a realização de ciclagem termomecânica ou não. Após a coleta de dados e análise estatística, o autor comprovou que a adição da malha de nylon aumentou consideravelmente os valores de resistência flexional e diminuiu a alteração dimensional das resinas avaliadas.

Compreende-se que a utilização de próteses provisórias é um fator fundamental para o sucesso de reabilitações provisórias e que os materiais utilizados para sua confecção como as resinas acrílicas ou bis-acrílicas apresentam algumas limitações. A busca por soluções para

melhorar a durabilidade das restaurações temporárias é um desafio e diante das possibilidades para a melhoria destas restaurações, o incremento de reforço se mostra como uma alternativa satisfatória, a depender do material que é utilizado. O estudo de Gonçalves (2012) demonstrou resultados promissores com a incorporação de uma malha de nylon a resinas acrílicas para base de próteses totais, entretanto são necessários mais estudos que investiguem as propriedades, aplicações e limitações deste novo material de reforço. Neste sentido entende-se ser importante também analisar a possibilidade de indicar esse material experimental para próteses fixas temporárias.

O presente estudo visa analisar a associação de materiais que possam vir a melhorar a funcionalidade e durabilidade de restaurações indiretas provisórias.

3 PROPOSIÇÃO

Objetiva-se com esta pesquisa realizar as seguintes análises:

- a) Avaliar a influência do reforço com malha de nylon revestida por sílica na resistência à fratura de próteses fixas temporárias a base de resina bis-acrílica;
- b) Avaliar se a disposição da malha (horizontal ou vertical) influencia nos valores de resistência a fratura;
- c) Avaliar a influência da ciclagem térmica nos valores de resistência à fratura;
- d) Avaliar a influência do reforço com malha de nylon revestida por sílica na resistência à flexão de uma barra de resina bis-acrílica.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Material

Os materiais utilizados no presente estudo encontram-se listados no Quadro 1.

Quadro 1- Tipos, marcas comerciais e lote

MATERIAL	NOME COMERCIAL	FABRICANTE	LOTE
Resina Bis-acrílica	Structur 2 SC	Voco GMBH	1312256
Resina composta	Z 250	3M Brasil	6LP
Silicone de Condensação	Zetalabor	Zhermack	182394
Silicone de Condensação	Oranwash VL	Zhermack	163581
Catalisador	Indurent Gel	Zhermack	U112387/D
Malha de Nylon	Experimental	Natmar Moldes e Plásticos Ltda	xxxxxxxxx

4.2 Preparo das matrizes para confecção dos espécimes

Para a realização da pesquisa, inicialmente foi confeccionado um modelo, que teve como objetivo, simular uma prótese parcial fixa provisória de quatro elementos, suportada por dentes, sendo

dois pilares e dois pânticos. Esta possuiu uma extensão de pântico de 31,4 mm, considerando como pilares o primeiro molar superior direito e o canino superior direito. O tamanho determinado dos dentes seguiu uma média da dimensão de dentes superiores naturais (Cantisano, 1987).

Foi confeccionada uma matriz metálica em aço temperado com preparos geométricos, simulando preparos para coroas totais nos pilares, este serviu de suporte para confecção dos corpos de prova e para realização do ensaio de resistência à fratura (Figura 1). Esta possui dimensões: 60 mm de comprimento, 30 mm de largura e 4 mm e exibe dois suportes, que imitam o papel dos pilares protéticos com os respectivos preparos dentários para coroa total nas dimensões do canino e primeiro molar superior direito (altura de 5 mm, raio de 4 mm no pilar do primeiro molar e 2 mm no pilar do canino; conicidade 6°).



Figura 1 – Matriz metálica em aço temperado.

Com o objetivo de padronizar a obtenção das próteses provisórias, foram confeccionados moldes de silicone de polimerização por condensação (Zetalabor e Oranwash VL). Para fabricação deste molde, previamente foi realizado o enceramento protético sobre os preparos

usinados da matriz metálica, de um modelo intercalar de prótese parcial fixa de quatro elementos, apresentando como pilares o primeiro molar e o canino, e como pânticos o primeiro e o segundo pré-molar superiores direitos (Figura 2 e 3).

A partir do enceramento foi realizada uma moldagem para confecção dos modelos de reprodução, que foi realizada utilizando uma caixa metálica que se encaixava na base da matriz metálica (Figura 4), e que mantinha um íntimo contato com o mesmo.

Primeiramente foi feita a moldagem com a massa densa e, aguardou-se o tempo de polimerização indicado pelo fabricante, a seguir removeu-se a mesma. Um alívio na área foi realizado, de modo a permitir o reembasamento com a pasta fluída, a fim de reproduzir em detalhes a anatomia do enceramento (Figura 5).

Cada modelo de silicone confeccionou 12 peças e em seguida foi descartado.



Figura 2 – Prótese encerada realizada sob o pilar usinado (vista vestibular).



Figura 3 – Prótese encerada realizada sob o pilar usinado (vista lingual).

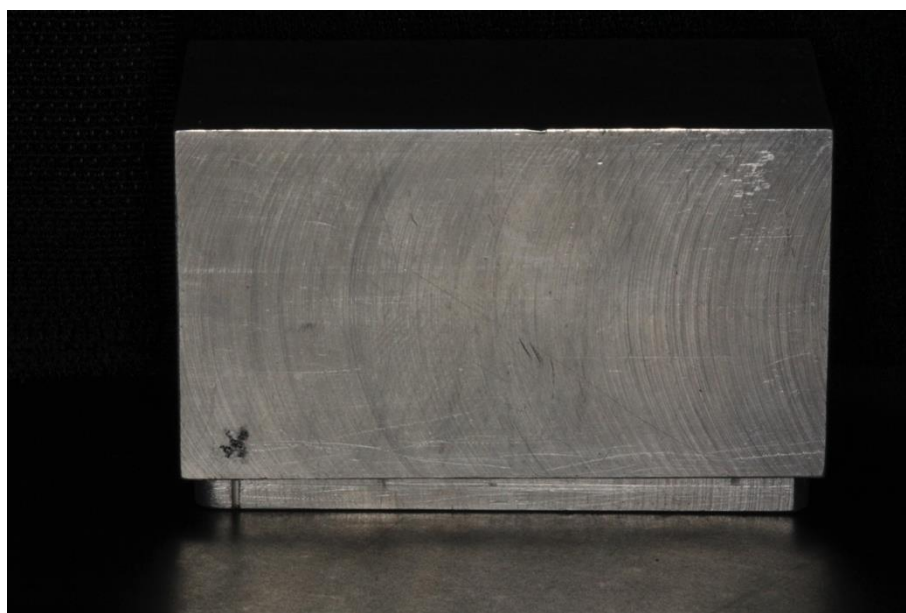


Figura 4 – Dispositivo metálico que serviu de suporte para o molde em silicone.



Figura 5 – Exemplo de Molde de silicone confeccionado a partir do enceramento protético.

4.3 Da utilização da malha de nylon

Para os grupos com reforço foi utilizada uma malha experimental, composta por nylon 6.0 e partículas de sílica silanizada, com formato de grade (Figuras 6 e 7), com 0,6 mm de espessura e espaçada em 3 mm de uma fibra a outra (Natmar Moldes e Plásticos Ltda, São Paulo, SP, Brasil). Basicamente os materiais utilizados na confecção da malha de nylon foram: Fibra de nylon 6.0 e Sílica (CAD – 0 Sil), as suas especificações quanto à composição e demais itens estão relacionados em arquivos anexos.

O projeto da malha foi desenvolvido durante a dissertação de mestrado de Gonçalves (2012) e, teve o depósito de patente sob o número BR1020120281198. Durante este mesmo projeto a mesma foi avaliada quanto a resistência a flexão, e os resultados encontrados foram satisfatórios (ANEXO A).

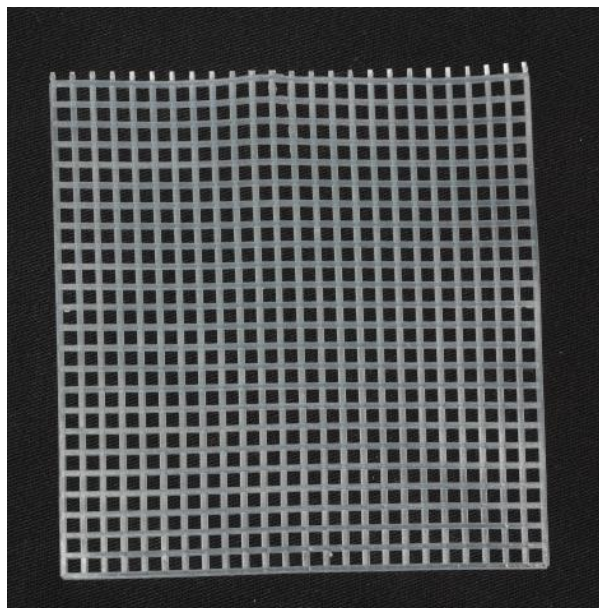


Figura 6 - Malha de nylon no formato final da confecção.

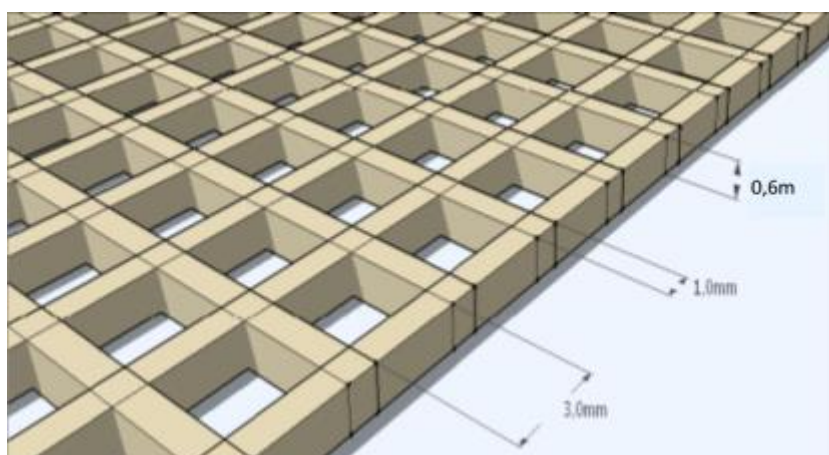


Figura 7 - Figura (sem escalas) demonstrando a forma e as dimensões da grade de nylon.

4.4 Confecção dos espécimes

Todos os espécimes foram fabricados em uma resina bis-acrílica Structur 2SC (VOCO, Cuxhaven, Alemanha), que é indicada pelo fabricante para confecção de coroas e pontes provisórias. A resina bis-acrílica Structur 2SC (Figura 8) é um sistema pasta-pasta quimicamente ativado, constituído por uma pasta base e uma catalisadora, as quais são

fornecidas em um conjunto de cartucho para auto mistura.



Figura 8 – Resina Structur 2SC e dispositivo de automistura do material.

4.4.1 Do delineamento experimental

Para a realização deste experimento os grupos foram constituídos conforme as variáveis propostas: reforço, posição da malha e ciclagem (Tabela 1 e Quadro 2).

Tabela 1 – Delineamento experimental do teste de resistência à fratura

GRUPO (N = 12)	REFORÇO COM NYLON	POSIÇÃO DA MALHA	TERMOCICLAGEM
Ct	-	-	-
Ct/TC	-	-	1.000 ciclos
Rv	Sim	Vertical	-
Rv/TC	Sim	Vertical	1.000 ciclos
Rh	Sim	Horizontal	-
Rh/TC	Sim	Horizontal	1.000 ciclos

Quadro 2 – Nomeclatura dos grupos

ABREVIATURA	SIGNIFICADO
Ct	Controle
TC	Termociclado
Rv	Reforço vertical
Rh	Reforço horizontal
R	Reforço

4.4.2 Posicionamento da malha de nylon

Para os modelos com reforço foram dispostas duas situações: uma onde a malha era posicionada na vertical e outra na horizontal. Todos os reforços foram centralizados entre os retentores e posicionados de maneira que aqueles em que a malha estava disposta na horizontal (Figuras 9A e 9B) esta foi nivelada com a superfície oclusal dos

preparos enquanto que, as dispostas na vertical (Figura 10) tiveram este nivelamento a partir da superfície que tangencia a área mais externa da malha.

Estes procedimentos foram possíveis mediante o auxílio de um delineador de bancada. Foi deixada uma distância padronizada de 1mm entre a face axial dos preparos de tal modo a permitir que a malha fosse estabilizada nestes preparos mediante a aplicação de uma porção de resina composta fotoativada cor A3 (Z 250 3M Brasil), que após inserida foi aplicada a fonte de luz led (Radii Cal, SDI Brasil Industria e Comercio LTDA.) por 40 s em duas faces laterais (Figuras 11 e 12).

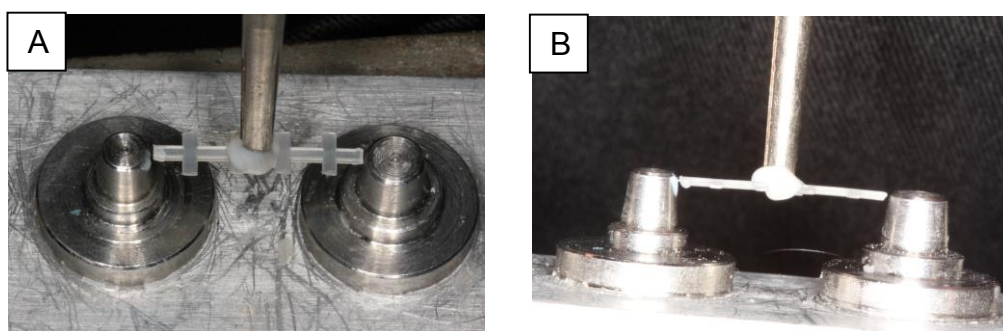


Figura 9 – A) Posicionamento da malha (horizontal); B) Alinhamento da malha com a oclusal dos preparos.



Figura 10 – Posicionamento da malha (vertical).

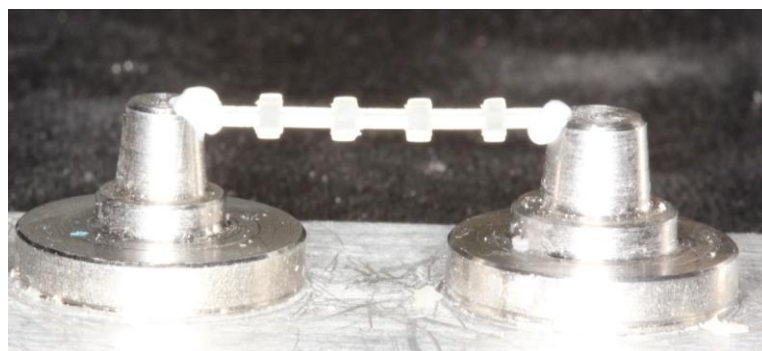


Figura 11 – Fixação da malha com resina composta na horizontal.



Figura 12 – Modelo com reforço na posição horizontal.

4.4.3 Confeccção dos espécimes com reforço

Para confecção dos modelos reforçados após a aplicação do incremento de resina composta para fixação das malhas aos pilares o molde de silicone foi colocado sobre bancada reta, o dispenser foi posicionado transversalmente sobre o molde e a resina bis-acrílica inserida por auto-mistura através da sua ponta aplicadora (Figura 13), de modo a

preencher todo o interior do molde de silicone.

Decorridos 5 min, a peça protética era removida do padrão metálico estando pronta para o acabamento e polimento (Figura 14), seguindo orientações do fabricante. Foi realizada verificação da qualidade dos espécimes, e aqueles que não possuíram a malha de nylon completamente envolvida pela resina foram descartados. Os espécimes que não foram submetidos a ciclagem, ficaram armazenados em água destilada à 37 °C, durante 48 h, antes da realização do teste de resistência à fratura.

4.4.4 Confeção dos espécimes sem reforço

A sequência da confecção dos espécimes sem reforços foi realizada da mesma forma como citado anteriormente. A resina foi injetada com o auxílio do dispensador, que faz parte do sistema da resina Structur 2SC no interior da matriz de silicone (Figura 13). Após completo preenchimento do interior da matriz de silicone, a matriz metálica foi posicionada dentro dela e mantida sob pressão até sua completa polimerização.

Decorridos 5 min, a peça protética estava pronta para o acabamento e polimento (Figura 14). Os espécimes que não foram submetidos a ciclagem, ficaram armazenados em água destilada à 37 °C, durante 48 h, antes da realização do teste de resistência à fratura.



Figura 13 – Preenchimento da matriz de silicone com resina para confecção da prótese provisória.



Figura 14 – Vista vestibular do corpo de prova posicionado no dispositivo logo após sua confecção.

4.5 Termociclagem

As amostras dos grupos Ct/TC, Rv/TC e Rh/TC foram submetidas à ciclagem térmica em máquina termocicladora (Cicladora Erios, modelo ER-37000), durante 1.000 ciclos com temperatura variando de 5 °C(± 1) a 55 °C(± 1) em água. As próteses foram posicionadas por grupos no cesto acondicionador.

O tempo de imersão em cada banho foi de 30 s e o tempo de transferência entre os dois banhos foi de 2 s.

4.6 Ensaio de resistência à fratura

O ensaio de resistência à fratura foi realizado em uma máquina universal de testes (EMIC DL 1000, EMIC, Brasil).

Após o posicionamento da prótese sobre a matriz metálica, uma carga foi exercida gradualmente com uma velocidade de 1,0 mm/min através de uma ponta metálica com diâmetro de 6,0 mm que estava localizada na porção central entre as cristas marginais dos pré-molares no modelo de pântico, como está ilustrada na Figura 15 (Vallitu, 1998b).

Os espécimes foram submetidos à carga compressiva até a fratura (Figura 16) e tiveram seus valores de carga máximo registrados.



Figura 15 – Posicionamento da ponta metálica no corpo de prova para realização de teste de fratura.



Figura 16 – Espécime após ensaio de fratura.

4.7 Segundo experimento (Análise de resistência à flexão)

A fim de embasar os resultados obtidos nos testes com as próteses provisórias, também foram confeccionados barras em resina acrílica (Structur 2SC). As amostras foram divididos em grupos, como descreve a Tabela 2 e, foram submetidas a teste de resistência à flexão.

Tabela 2 – Delineamento Experimental do teste de resistência flexional

GRUPO (N = 12)	REFORÇO COM NYLON	TERMOCICLAGEM
Ct	-	-
Ct/TC	-	1.000 ciclos
R	Sim	-
R/TC	Sim	1.000 ciclos

4.8 Confeção da matriz de silicone

A partir de uma matriz metálica (25 x 10,5 x 3,3 mm) foi elaborada réplica negativa com auxílio de uma mufla metálica empregada em prótese ocular (Figura 17).

Para que o posicionamento da malha ocorresse de maneira centralizada em relação à altura da barra, foi utilizado uma segunda barra metálica (25 X 10,5 X 1,6 mm) na confecção da matriz de silicone, com o objetivo de marcar a posição de inserção da barra.



Figura 17 – Barras metálicas e mufla ocular que foram utilizadas para confecção da matriz de silicone.

4.9 Confecção dos espécimes com reforço

Para confecção dos espécimes foi realizada a manipulação da resina bis-acrítica seguindo as instruções do fabricante, esta foi aplicada no interior da mufla, previamente preparada, a malha posicionada (Figura 18) e a contra-mufla foi preenchida com a resina (Figura 19). Após o preenchimento da matriz de silicone com uma primeira camada de resina bis-acrítica, que possuiu aproximadamente metade do volume da matriz, foi realizada a inclusão da malha de nylon, seguindo a marcação que foi realizada durante a confecção da matriz.

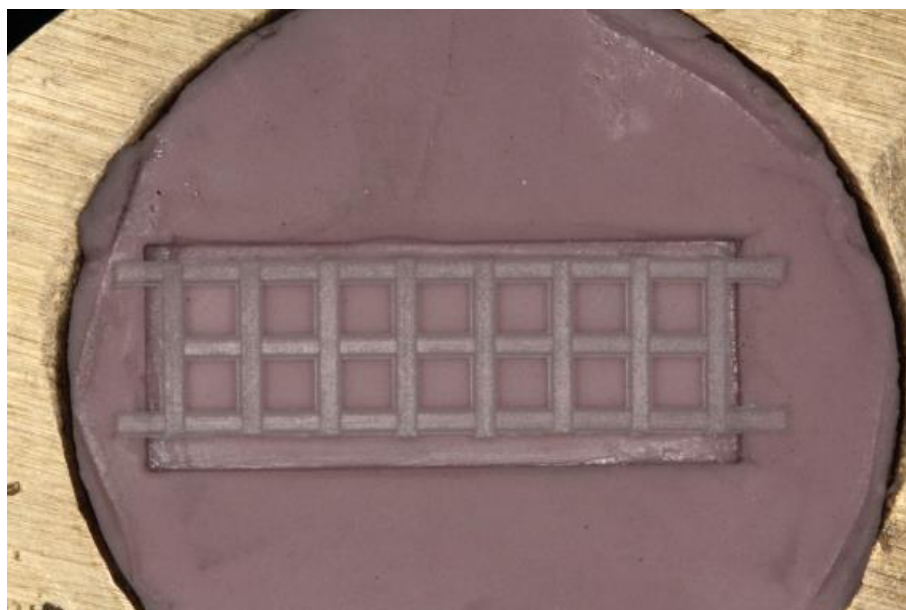


Figura 18 – Posicionamento da malha.



Figura 19 – Posicionamento da malha no momento da confecção do corpo de prova.

Em seguida prensada mantendo-se uma carga estática de 500 kgf em prensa de bancada.

Após a remoção dos corpos de provas, estes receberam acabamento e polimento manualmente, com lixas de carbetto de silício nas granulações 180, 600, 1000 e 1200, com água corrente, por 20 s em cada

face. Com auxílio de um paquímetro digital, as amostras tiveram as dimensões conferidas.

Foi realizada verificação da qualidade dos espécimes, aqueles que não possuísem a malha de nylon completamente envolvida pela resina foram descartados.

Os espécimes, que não foram submetidos a ciclagem, ficaram armazenados em estufa, submersas em água destilada à 37° durante 48 h, antes da realização do teste de resistência à flexão (Hamza *et al.*, 2006).

4.10 Confeção dos espécimes sem reforço

Para confecção dos espécimes que não receberam a malha de nylon, foi realizada a manipulação da resina bis-acrílica seguindo as instruções do fabricante, esta foi aplicada no interior da mufla e contra-mufla e em seguida a peça foi prensada.

Após a remoção dos corpos de provas, estes receberam acabamento e polimento manualmente, com lixas de carbetto de silício nas granulações 180, 600, 1000 e 1200, com água corrente, por 20 s em cada face. Com auxílio de um paquímetro digital, as amostras tiveram as dimensões conferidas.

4.11 Termociclagem

As amostras dos grupos Ct/TC e R/TC foram submetidas à ciclagem térmica em máquina termocicladora (Cicladora Erios, modelo ER-37000), durante 1.000 ciclos com temperatura variando de 5 °C(±1) a 55

°C(±1) em água. As próteses foram posicionadas por grupos no cesto acondicionador.

O tempo de imersão em cada banho foi de 30 s e o tempo de transferência entre os dois banhos será de 2 s.

4.12 Teste de flexão em três pontos

As amostras dos grupos foram submetidas ao ensaio de flexão em três pontos na máquina universal de ensaio (EMIC DL 1000, EMIC, Brasil) até fratura das amostras (Figura 20). A máquina esteve programada para uma velocidade constante de 5mm/min, com célula de carga de 10 kN.

Os valores de resistência a flexão foram obtidos em megapascal (Mpa) utilizando-se $\gamma = 3FD/2LH^2$ (ISO 1567:1999).

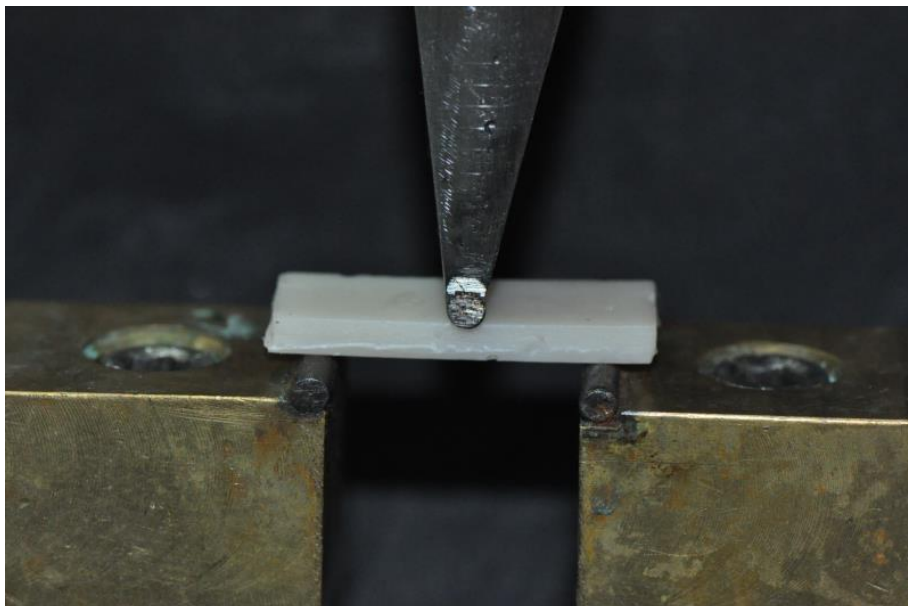


Figura 20 – Teste de flexão em 3 pontos.

4.13 Da análise estatística

Os valores obtidos nos ensaios de resistência à fratura e flexional foram computados e os dados submetidos à análise estatística através dos testes Kruskal-Wallis e Dunn (5%).

5 RESULTADOS

5.1 Da análise de resistência à fratura

Em decorrência da diferença dos valores de dispersão (desvio padrão) entre as condições experimentais, uma abordagem paramétrica não foi indicada, uma vez que não atendeu à suposição de homocedasticidade (APÊNDICE A). As informações contidas na Tabela 3 foram obtidas através de análise não paramétrica, via teste de Kruskal-Wallis. Nesta abordagem, os valores de Newtons (N) foram representados na Figura 21 (A e B), a seguir.

Tabela 3 - Média e desvio padrão dos dados de resistência de fratura (N) obtidos no experimento

Reforço	Ciclagem		Linha (m±dp)
	Ausência	Presença	
Ausência	249,10 ± 93,34*	217,5 ± 61,13	233,30 ± 78,84
Vertical	230,80 ± 44,00	254,3 ± 67,34	242,50 ± 56,91
Horizontal	776,80 ± 123,36	863,10 ± 75,32	820,00 ± 109,24
Coluna (m±dp)	418,90 ± 272,16	445,0 ± 307,49	

*n = 12

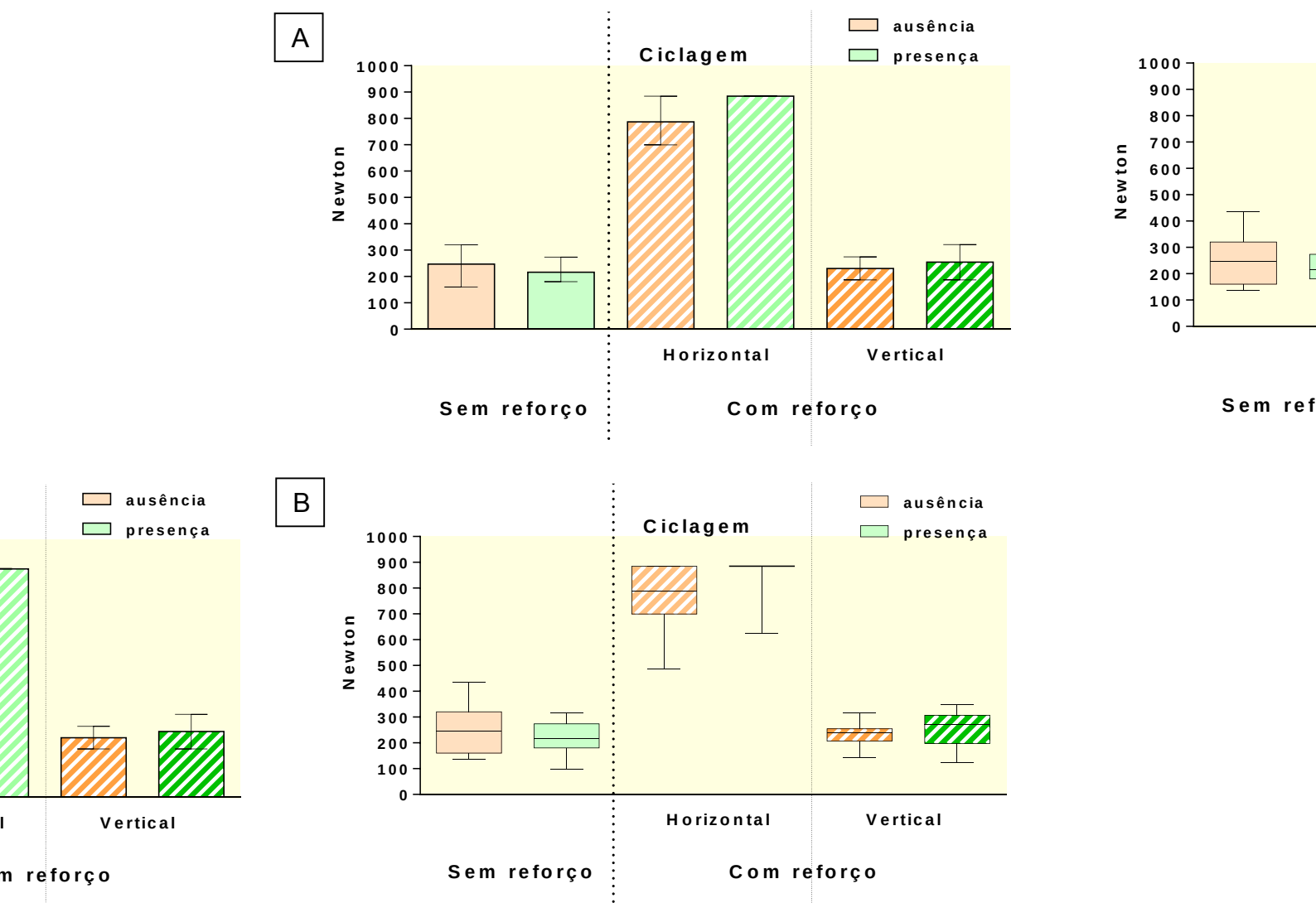


Figura 21- A) Gráfico de colunas (mediana $\pm$ faixa interquartil); B) Esquema dos cinco números (*box-plot*) dos valores de RF (N), segundo as condições experimentais.

O teste de Kruskal-Wallis indicou que os valores apresentam diferença de distribuição ($kw = 49,06$; $gl = 6 - 1 = 5$; $p\text{-valor} = 0,0001 < 0,05$). Por meio do teste de Dunn (5%), pode-se estabelecer que a condição sob reforço horizontal (independentemente da termociclagem) foi a mais resistente a fratura.

As condições sem reforço e sob reforço vertical (independentemente da termociclagem) não diferiram entre si e não foram as de menores valores (Tabela 4).

Tabela 4 - Teste de Dunn (5%). Formação de grupos homogêneos quanto à RF

Reforço	Ciclagem	Mediana (Newton)	Grupos Homogêneos
H	A	787	A
H	P	885	A
V	A	241	B
V	P	271	B
A	A	247	B
A	P	216	B

(H= reforço horizontal; V = reforço vertical; A = ausência de reforço)

5.2 Da análise de resistência à flexão

Pode-se constatar, por meio das informações contidas na Tabela 5, a diferença entre os valores de dispersão (desvio padrão) entre as condições experimentais. Assim, uma abordagem paramétrica, via modelo ANOVA (2 fatores) passou a não ser recomendada por não atender à suposição de homocedasticidade. Optou-se, portanto, por uma abordagem não paramétrica, via teste de Kruskal-Wallis. Nesta abordagem, os valores de MPa estão representados na Figura 22, a seguir.

Tabela 5 - Média e desvio padrão dos dados de resistência de flexão (MPa) obtidos no experimento.

Reforço	Ciclagem		Linha (m±dp)
	Ausência	Presença	
Ausência	27,18 ± 8,99*	21,94 ± 3,16	24,56 ± 7,11
Presença	65,93 ± 12,36	47,20 ± 27,35	56,57 ± 22,81
Coluna (m±dp)	46,55 ± 22,44	34,57 ± 23,00	40,56 ± 23,28

*n = 12

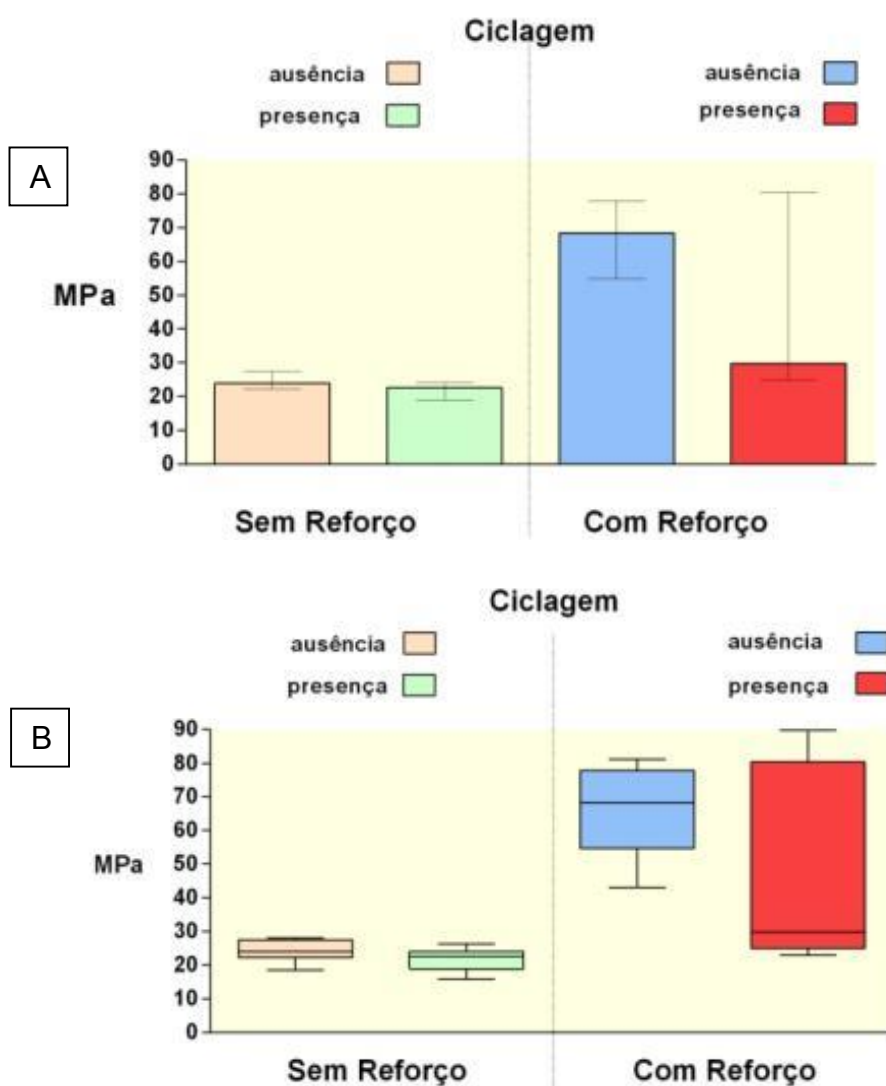


Figura 22- A) Gráfico de colunas (mediana ± faixa interquartil); B) Esquema dos cinco números (box-plot) dos valores de RF (MPa), segundo as condições experimentais.

O teste de Kruskal-Wallis indicou que os valores apresentaram diferença de distribuição ($kw = 28,4$; $gl = 4 - 1 = 3$; $p\text{-valor} = 0,0001 < 0,05$). Por meio do teste de Dunn (5%), pode-se estabelecer que a condição NS (grupo sem reforço e ciclado) é a menos resistente enquanto a SN (com reforço e ciclado) mostrou a maior valor de resistência (Tabela 6).

Tabela 6 - Teste de Dunn (5%). Formação de grupos homogêneos quanto à RF. (S - sim) e, (N – não)

Reforço	Ciclagem	Mediana (MPa)	Grupos Homogêneos	
N	S	22,6	A	
N	N	24,0	A	B
S	S	29,8		B C
S	N	68,3		C

6 DISCUSSÃO

Tratamentos protéticos, seja por uma coroa unitária ou prótese parcial fixa, carecem de um processo de múltiplas sessões clínicas e laboratoriais, que requisitam a confecção de restaurações temporárias que conduzam o planejado para a restauração final, independente do material utilizado. Um dos principais objetivos para realização desta restauração é o de dar previsibilidade e minimizar as adequações das restaurações finais, otimizando o tempo de atendimento clínico (Strassler, 2013).

O primeiro passo para confecção de uma restauração temporária se dá através da escolha do material, que deve ser realizada de maneira prudente, visto que este deve preencher requisitos biológicos e estéticos. Além disto, as propriedades mecânicas também devem ser levadas em consideração no momento da escolha, principalmente nos casos de próteses provisórias fixas extensas, que necessitam por vezes de um material mais durável (Rosenstiel *et al.*, 2006).

Ainda que nos últimos tempos venha ocorrendo um expressivo progresso no ramo dos materiais odontológicos, nenhum material atual é completamente efetivo e desse modo, ainda nos deparamos com adversidades. Um dos desafios encontrados nos tratamentos reabilitadores durante a fase provisória de restaurações extensas e de uso prolongado, é a alta incidência de fraturas de próteses provisórias.

Os episódios de fratura são comuns na rotina clínica e podem permitir a movimentação dos pilares, riscos de agressões ao órgão pulpar, alterações periodontais, além da insegurança que pode proporcionar ao paciente de ordem estética e funcional (Ireland *et al.*,

1998). Com objetivo de minimizar estes percalços iniciou-se a busca por soluções para aprimorar as características das restaurações provisórias. Uma das soluções encontradas para se alcançar uma melhor rigidez e resistência destas restaurações foi pela incorporação de reforços no interior das restaurações, que começaram a ser relatados desde a década de 60 por Grant e Greener (1967).

A incorporação de materiais como: fio metálico, fibra de carbono, fibra de poli (etileno), fio de aramida, fibra de nylon e fibra de vidro, passou a ser estudada e, indicada por diversos autores como uma alternativa para aumento da resistência ds materiais restauradores (John *et al.*, 2001; Kim, Watts, 2004; Dogan *et al.*, 2008).

Nosso estudo visou a análise da incorporação de uma malha de nylon revestida por sílica no interior de próteses fixas provisórias de 4 elementos, confeccionadas com uma resina bis-acrúlica denominada comercialmente Structur 2SC (VOCO, Cuxhaven, Alemanha). A malha experimental de reforço utilizada foi desenvolvida e teve seus primeiros testes realizados em estudo anterior de Gonçalves (2012), que demonstrou resultados positivos quanto ao aumento da resistência à flexão de resinas acrílicas ativadas termicamente. Os promissores resultados obtidos daquele estudo mostraram ser importante continuar as pesquisas a respeito desta malha, a fim de pormenorizar suas aplicações.

A razão pelo qual foi utilizada uma resina bis-acrúlica neste estudo remete-se ao fato de ser um material indicado para confecção de próteses extensas e de uso prolongado, além de ser referido como superior em suas propriedades mecânicas em relação a resina acrílica quimicamente ativada. A princípio, devido as informações expostas pelo fabricante sobre as propriedades mecânicas existente a respeito deste material, poderíamos imaginar que seria desnecessário o seu reforço. Entretanto, em estudo realizado por Yilmaz e Baydas (2007), onde foi avaliado a resistência à fratura de próteses provisórias confeccionadas a partir de policarbonato, resina acrílica termicamente ativada, resina acrílica

quimicamente ativada e resina bis-acrílica demonstrou a necessidade em realizar reforços nos compostos de bisacrilatos.

Na pesquisa, após a confecção dos espécimes, estes foram mantidos em água destilada em temperatura ambiente durante 24 horas para posteriormente ser realizado teste de resistência à fratura, onde os espécimes de polycarbonato demonstraram os maiores valores de resistência, já a resina bis-acrílica apresentou valor de resistência superior apenas aos espécimes da resina acrílica quimicamente ativada.

O estudo desenvolvido por Fahmy e Sarawi (2009) também demonstrou uma menor resistência à fratura de uma resina bis-acrílica em relação a duas resinas acrílicas quimicamente ativadas (Duralay e Snap). Os espécimes foram confeccionados a partir de um pilar e moldes metálicos e em seguida, foram submetidos a teste de compressão, onde a carga necessária para fraturar as peças foi registrada. Dos espécimes que não foram reforçados, o grupo confeccionado a partir da Duralay apresentou os maiores valores de resistência e os espécimes confeccionados a partir da Snap apresentaram menor valor de resistência. Posteriormente a análise dos resultados obtidos nos espécimes reforçados, onde a resina bis-acrílica apresentou os menores valores de resistência em comparação aos outros grupos, os autores puderam concluir que os reforços utilizados não alteraram a resistência à fratura da resina bis-acrílica utilizada.

Após a análise da literatura foi percebido: uma fragilidade dos compostos bisacrilatos, um insuficiente acervo de estudos a respeito deles e uma escassa literatura que avalie a influência da incorporação dos diversos tipos de reforços existentes na sua resistência (Yilmaz, Baydas, 2007; Fahmy, Sarawi, 2009), que juntamente com a necessidade de um aprofundamento no estudo da malha de nylon revestida por sílica, originou o presente estudo.

Assim o objetivo inicial do nosso estudo foi de avaliar a influência da presença da malha, quando submetida a processo de

envelhecimento. Entretanto, em razão do formato da malha, observou-se a oportunidade de analisar também se a modificação da sua disposição influenciaria na resistência das peças. A partir desse pensamento foi incrementado ao estudo a análise de corpos de prova com a malha disposta na vertical e na horizontal.

Para confecção e ensaio dos espécimes foi utilizado uma matriz metálica com dois pilares que simularam preparos para coroa total de um canino e primeiro molar. As dimensões para fabricação dos pilares metálicos seguiram uma média de dentes superiores naturais. Outros autores confeccionaram matriz metálica semelhante para realizar análise de prótese parcial fixa provisória (Samadzadeh *et al.*, 1997; Vallitu, 1998; Nohrstrom *et al.*, 2000; Hamza *et al.*, 2006; Bastos, 2006; Fahmy, Sarawi, 2009; Chen *et al.*, 2009).

Diante da natureza do material do pilar metálico, não ocorreu uma reprodução da condição dental e periodontal, pois a carga incidiu de maneira mais intensa sobre a peça, o que difere de uma condição em boca, pois quando é aplicada a carga sobre a estrutura dental, existe uma melhor distribuição desta, o ligamento periodontal controla e absorve parte da energia. Além disso, não foi realizado processo de cimentação das próteses no pilar, assim como em estudos anteriores (Fahmy, Sarawi, 2009; Chen *et al.*, 2009).

A partir da matriz metálica foi realizado um enceramento, simulando uma prótese parcial fixa de 4 elementos, com dois pilares e dois pânticos. A escolha do tipo e extensão da prótese se deu com a proposta em analisar uma situação de estresse na região intermediária dos pânticos, que representaria a região passível de maior incidência de fratura face à extrusão da área edêntula simulada.

A ciclagem térmica foi um dos métodos escolhidos para analisar parcialmente a degradação dos materiais, de forma a simular as condições em meio oral. Os espécimes ciclados foram submetidos a mil ciclos, número este que aproximadamente representa 1 mês de uma

prótese provisória em função (Gale, Darvel, 1999). Entretanto, não existe um protocolo padrão a respeito de quantos ciclos devem ser submetidos na termociclagem de materiais. Na literatura podemos encontrar uma grande variedade de ciclos utilizados na termociclagem de materiais, assim como demonstra o Quadro 3.

Quadro 3 – Resumo dos trabalhos que efetuaram ciclagem térmica para análise de materiais

AUTOR/ANO	MATERIAL	CICLO TÉRMICO
Vallitu, 1998	PEMA	-
Dubois et al., 1999	PMMA	3.400 ciclos
Lang et al., 2003	PMMA e Resina composta	2.400 ciclos
Bastos, 2006	PMMA	6.000 ciclos
Balkenhol et al., 2007	Bis-acrílica	5.000 ciclos
Fahmy e Sarawi, 2008	Bis-acrílica, PMMA, PEMA	-
Meriç e Ruyter, 2008	PMMA	500 e 12.000 ciclos
Nejatidanesh, Momeni e Savabi, 2008	Bis-acrílica, PMMA, PEMA	2.500 ciclos
Chen et al., 2009	PMMA	600 ciclos
Malafaia, 2009	Bis-acrílica e PMMA	2.000 ciclos
Bacchi et al., 2012	Bis-acrílica e PMMA	2.000 ciclos
Al Twal, Chadwick, 2012	Bis-acrílica e Resina composta	-
Kerby et al., 2013	Bis-acrílica e Uretano	-
Silva et al., 2013	PMMA e PEMA	5.000 ciclos

Um outro fator utilizado para análise das peças confeccionadas foi o armazenamento em água destilada em ambiente com temperatura de 37 °C durante 48 h. Na literatura não há um protocolo padrão para armazenamento de materiais provisórios e desse modo os autores utilizam diversos tempos de estocagem: 1 h (Kerby *et al.*, 2013; Knobloch *et al.*, 2011), 24 h (Ireland *et al.*, 1998; Hamza *et al.*, 2004; Yilmaz

e Baydas, 2007; Chen *et al.*, 2009; Kerby *et al.*, 2013; Bacchi *et al.*, 2012; Knobloch *et al.*, 2011), 48 h (Silva *et al.*, 2013), 7 dias (Koumijan, Nimmo, 1990; Al Twal, Chadwick, 2012), 10 dias (Haselton *et al.*, 2002), 14 dias (Diaz-Arnold *et al.*, 1999; Nejatidanesh *et al.*, 2008), 30 dias (Ireland *et al.*, 1998; Kim, Watts, 2007) e 60 dias (Ireland *et al.*, 1998).

Para o presente estudo foi determinado 48 h de armazenagem por ser o período de tempo semelhante a que as próteses que foram submetidas ao processo de envelhecimento ficaram na máquina de ciclagem e, dessa maneira padronizou-se o tempo entre a confecção de todos os espécimes e a realização do teste.

Para o teste de resistência à fratura utilizou-se uma máquina universal de teste, onde cada amostra foi previamente posicionada sobre os pilares metálicos e em seguida uma carga foi exercida gradualmente sobre ela. Para este procedimento foi utilizado uma célula de carga de 100 kgf. A carga monolítica foi aplicada através de uma ponta metálica com diâmetro de 6,0 mm que foi posicionada na porção central entre as cristas marginais dos pré-molares. Estudos anteriores, independente da extensão do pântico, utilizaram posicionamento semelhante para o teste de fratura: porção central do pântico (Vallittu, 1998b; Bastos, 2006; Fahmy, Sarawi, 2009).

O resultado do valor médio de resistência à fratura encontrado no nosso trabalho (249,10 N), quando avaliado os espécimes sem a presença da malha, foi superior ao resultado encontrado por Fahmy, Sarawi (2009), que apresentou a média de resistência à fratura de 95,9 N. Este estudo foi o único encontrado na literatura que apresentou metodologia semelhante a que foi utilizada nesta pesquisa. O estudo de Yilmaz, Baydas (2007) confeccionou coroas provisórias unitárias e avaliaram a resistência à fratura de uma bis-acrílica que apresentou valor superior (380,0 N) ao encontrado no presente estudo. Alguns autores desenvolveram trabalhos com a bis-acrílica analisando resistência flexural (Hamza *et al.*, 2004; Kerby *et al.*, 2013; Al Twal, Chadwick, 2012), módulo

de flexão (Kerby *et al.*, 2013), tenacidade à fratura (Hamza *et al.*, 2004; Kim, Watts, 2004; Hamza *et al.*, 2006; Geerts *et al.*, 2008; Kamble, Parkhedkar, 2012; Knobloch *et al.*, 2011) e trabalho de fratura (Kerby *et al.*, 2013), em contra partida não existe outros estudos que analisem a resistência à fratura.

No ensaio de resistência à fratura o grupo que apresentou maior valor de resistência foi o reforçado com a malha na posição horizontal. Dos 12 espécimes reforçados com a malha na horizontal e armazenados em estufa, apenas 8 fraturam. As 4 peças que não fraturaram, após a célula de carga atingir sua força máxima e a máquina de ensaio universal ter parado, foi realizado a remoção da ponta aplicadora de força e, foi possível notar que a peça até o momento prévio da remoção estava levemente deformada devido a carga a que foi submetida, e em seguida ao deslocamento da ponta ela aparentemente retornou a sua conformação original.

As próteses provisórias que foram reforçadas com a malha de nylon revestida por sílica, independentemente da posição da mesma, tiveram valores de resistência à fratura maior nos espécimes que foram submetidos à ciclagem térmica, do que os espécimes que foram armazenados em estufa apenas. Essa ocorrência difere do resultado da influência da ciclagem térmica no valor de resistência encontrado por outros autores (Malafaia, 2009; Bacchi *et al.*, 2012).

Outro aspecto importante que ocorreu com a incorporação da malha experimental foi o fato do reforço não permitir que, após a fratura da prótese houvesse a separação das partes da peça. Dessa forma ao supor uma situação clínica, em uma casualidade de fratura apesar do elemento “funcional” ficar comprometido, ele pode se manter em posição por não haver separação entre as partes.

Um outro tipo de teste realizado para este material foi o de resistência à flexão, amparado pelas condições de norma ISO (1567:1999). O ensaio de resistência à flexão é realizado com corpos de

prova no formato de barras e foi adicionado a este estudo com a finalidade de complementar os resultados obtidos no teste de fratura. Para confecção das barras, foi empregado um molde de silicone, de modo que permitisse o posicionamento da malha no meio da fibra. Para isso, foi necessário que uma pequena parte da fibra ficasse exposta. Optou-se por não fazer a remoção desta pequena parte da malha previamente ao teste de flexão para evitar aplicar tensão ao corpo de prova.

O resultado do valor médio de resistência à flexão encontrado neste trabalho (27.18 MPa), quando avaliado os espécimes sem a presença da malha, diferiu dos valores apresentados por alguns autores: Al Twal e Chadwick (2012) encontraram na análise da flexão do Protemp 4 um valor de 116.5 MPa, já no estudo proposto por Kerby *et al.*, (2013) ele relatou que a Protemp plus obteve 94.8 MPa, a Temphase Fast-Set 85.3 MPa, a Integrity 85.1 MPa e a Turbo Temp 2 78.9 MPa.

Ainda em relação a resistência à flexão, quando avaliada apenas a influência do reforço, a malha de nylon incrementou em aproximadamente 240% do valor de resistência de flexão (27,18 - 65,93 MPa) no presente estudo, enquanto os reforços utilizados no estudo de Al Twal e Chadwick (2012) incrementaram em 236% (fibra de vidro) e 113% (fibra de polietileno) na resistência à flexão da resina. Já no estudo realizado por Hamza *et al.* (2004) os materiais de reforço utilizados (fibra de vidro e fibra de polietileno) incrementaram desde de 114% até 320% o valor de resistência da bis-acrílica.

Como dito anteriormente, o teste de flexão foi acrescentado a este estudo com o intuito de complementar as informações encontradas a partir do teste de resistência à fratura. Contudo, não é possível fazer uma comparação direta dos resultados dos dois testes, já que os corpos de prova diferiram em formato e disposição da malha. Apesar disso, de maneira geral os resultados obtidos nestes testes demonstraram que a incorporação da malha foi benéfica para ambas as situações.

Apesar do estudo de Gonçalves (2012) ter sido realizado com um tipo de resina diferente da utilizada neste estudo, ao comparar os resultados obtidos nos testes de resistência à flexão notamos que a malha incrementou em aproximadamente 200% o valor de resistência das barras reforçadas e não cicladas, quando comparado aos espécimes não reforçados e nem ciclados. Já no presente estudo, foi observado que a malha incrementou sobre maneira o valor de resistência dos espécimes reforçados e sem ciclagem, em relação as barras que não foram reforçadas e nem cicladas.

A explicação para o incremento de resistência da resina bis-acrílica com o reforço pode ser explicada de duas formas: pelo próprio embricamento mecânico da resina por entre regiões da malha, que por seu desenho e, também em razão da presença de sílica silanizada contida no nylon e que confere uma possível união química entre a resina e a malha.

Quanto ao fato da disposição horizontal da malha ter mostrado melhores resultados, pode se supor que seja devido a esta ser posicionada perpendicularmente a área de aplicação de força, diferentemente do posicionamento vertical que estaria mais sujeita ao fato de cisalhamento entre a malha e a resina, muito embora este tipo de posicionamento da malha tenha também apresentado um ganho de resistência da resina bis-acrílica. A malha ser confeccionada em corpo único também pode ter sido um diferencial pois a maioria dos materiais de reforço para resina são confeccionadas com fibras trançadas ou entrelaçadas (Vallittu, Lassila, 1992; John *et al.*, 2001; Kim, Watts, 2004; Dogan *et al.*, 2008; Chen *et al.*, 2009).

O resultado satisfatório deste trabalho se dá não apenas pela questão de aumento da resistência do material que foi utilizado, mas também pelo fato da elaboração de uma técnica de reforço que pode ser reproduzido facilmente no ambiente clínico.

A técnica da incorporação da malha à resina foi adequada e exequível, já que sua estabilização nos pilares previamente a confecção

das peças foi realizada com resina composta, que é um material compatível com a resina bis-acrílica. Além disto, a incorporação foi realizada de tal forma que toda a malha ficasse envolvida pela resina, o que é um efeito benéfico, pois evita a exposição da malha ao meio e a absorção de fluidos bucais pelo nylon.

Dentro das circunstâncias avaliadas e métodos utilizados, constatamos duas limitações no presente estudo. A primeira limitação foi o fato do pilar padrão não ter sido fabricado com um material similar ao dente humano, inviabilizando assim uma reprodução da condição dental. O ajuste da dimensão da malha se mostrou como outro fator limitante, embora de menor expressão, pois foi necessário ajuste prévio para evitar sua exposição, ao mesmo tempo que foi preciso cuidar para não reduzir drasticamente a dimensão da malha.

Diante dos dados obtidos a partir foi possível supor que a malha de nylon revestida por sílica pode ser indicada como método para reforço na fabricação de restaurações provisórias com resina bis-acrílica, apresentando como vantagem sobretudo o ganho na resistência mecânica da resina e a simplicidade técnica para sua adaptação. Desse modo, podemos constatar que a confecção de restaurações temporárias reforçadas com a malha de nylon é um procedimento simples de ser realizado e eficiente na produção de restaurações mais resistentes.

Ao final do presente estudo e a partir da análise de estudos similares, foi possível perceber a grande variedade de variáveis que podem influenciar diretamente nos materiais de reforços. Dessa maneira é aconselhável continuar explorando a malha experimental, submetendo-a a diferentes variáveis (materiais, fadiga mecânica, modo e tempo de armazenamento) e materiais, com o intuito de revelar suas aplicações e limitações.

7 CONCLUSÃO

Com base na proposta deste estudo, pode-se concluir que:

- a) A incorporação da malha disposta na horizontal influenciou de maneira positiva na resistência à fratura para o modelo de prótese provisória proposto;
- b) A disposição da malha na prótese influenciou positivamente nos valores de resistência à fratura das próteses onde, posicioná-la na horizontal propiciou melhores resultados;
- c) A ciclagem térmica não influenciou na resistência à fratura das próteses provisórias;
- d) A incorporação da malha experimental gerou um aumento do valor de resistência à flexão das barras, embora a ciclagem tenha influenciado negativamente para esta situação.

8 REFERÊNCIAS*

Al Twal EQH, Chadwick RG. Fiber reinforcement of two temporary composite bridge materials – effect upon flexural properties. J Dent. 2012;40:1044-51.

Altintas SH, Yondem I, Tak O, Usumez A. Temperature rise during polymerization of three different provisional materials. Clin Oral Investing. 2008;12(3):283-6.

Bacchi A, Schneider LF, Malafaia F, Garbossa M. Resistência à flexão de resinas de metacrilato de metila e bisacrilato de metila submetidas à termociclagem. Rev odontol UNESP. 2012;41(5):330-4.

Baldissara P, Comin G, Martoni F, Scotti R. Comparative study of the marginal micro leakage of six cements in fixed provisional crowns. J Prosthet Dent. 1998;80(4):417-22.

Balkenhol M, Ferger P, Mautner MC, Wostmann B. Provisional crown and fixed partial denture materials: mechanical properties and degree of conversion. Dent Mater. 2007;23(12):1574–83.

Barbosa DB, Souza RF, Lucas MG, Leles CR, Compagnoni MA. Resistência à flexão de resina acrílica polimerizada pela energia de microondas. Cienc Odontol Bras. 2003 Abr/Jun;6(2):72-9.

Bastos LGC. Avaliação da resistência flexional, do módulo de elasticidade e do tipo de fratura de uma resina acrílica para restaurações provisórias – Efeito de diversos reforços [dissertação]. Bauru (SP): Faculdade de Odontologia de Bauru, USP - Universidade de São Paulo; 2003.

Bastos LGC. Avaliação do comportamento mecânico de próteses fixas provisórias durante e após o ensaio de fadiga – efeito de três tipos de reforços (fibra de vidro, fibra de aramida e fio de aço) e duas extensões de pântico (12,5 mm e 22,75 mm) [tese]. Bauru (SP): Faculdade de Odontologia de Bauru, USP - Universidade de São Paulo; 2006.

* Baseado em: International Committee of Medical Journal Editors Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical journals: Sample References [Internet]. Bethesda: US NLM; c2003 [atualizado 20 ago 2013; acesso em 25 out 2014]. U.S. National Library of Medicine; [about 6 p.]. Disponível em: http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform_requirements.html

Bollen CM, Lambrechts P, Quirynen M. Comparison of surface roughness of oral hard materials to the threshold surface roughness for bacterial plaque retention: A review of the literature. *Dent Mater J.* 1997;13(4):258-69.

Burns DR, Beck DA, Nelson SK. A review of selected dental literature on contemporary provisional fixed prosthodontic treatment: report of the committee on research in fixed prosthodontics of the academy of fixed prosthodontics. *J Prosthet Dent.* 2003;90(5):474-97.

Cantisano W, Palhares WR, Santos HJ. *Anatomia dental escultura.* 3 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1987.

Chen WC, Hung CC, Huang YC, Wang CK, Wang JC. Fracture load of provisional fixed partial dentures with long-span fiber-reinforced acrylic resin after thermocycling. *J Dent Sci.* 2009;4(1):25-31.

Christensen GJ. Tooth preparation and pulp degeneration. *J Am Dent Assoc.* 1997;128(3):353-4.

Colán Guzmán P, Freitas FFA, Ferreira PM, Freitas CA, Reis KR. Influence of different cantilever extensions and a glass or polyaramid reinforcement fibers on fracture strength of implant-supported temporary fixed prosthesis. *J Appl Oral Sci.* 2008;16(2):111-5.

Covey DA, Tahaney SR, Davenport JM. Mechanical properties of heat-treated composite resin restorative materials. *J Prosthet Dent.* 1992;68(3):458-61.

Davidoff SR. Heat-processed acrylic resin provisional restorations: an in-office procedure. *J Prosthet Dent.* 1982;48(6):673-5.

Diaz-Arnold AM, Dunne JT, Jones AH. Microhardness of provisional fixed prosthodontic materials. *J Prosthet Dent.* 1999;82(5):525-8.

Dogan OM, Bolayir G, Keskin S, Dogan A, Bek B. The evaluation of some flexural properties of a denture base resin reinforced with various aesthetic fibers. *J Mater Sci Mater Med.* 2008;19(6): 2343-9.

Donovan TE, Hurst RG, Campagni WV. Physical properties of acrylic polymerized by different techniques. J Prosthet Dent. 1985;54(4):522-4.

Dubois RJ, Kyriakakis P, Weiner S, Vaidyanathan. Effects of occlusal loading and thermocycling on the marginal gaps of light-polymerized and autopolymerized resin provisional crowns. Prosthet Dent. 1999;82(2):161-6.

Duke ES. Provisional restorative materials: a technology update. Compend Contin Educ Dent. 1999;20(5):497-500.

Fahmy NZ, Sharawi A. Effect of two methods of reinforcement on the fracture strength of interim fixed partial dentures. Prosthodont. 2009;18(6):512-20.

Gale MS, Darvell BW. Thermal cycling procedures for laboratory testing of dental restorations. J Dent. 1999 Feb;27(2):89-99.

Galindo D, Soltys JL, Graser GN. Long-term reinforced fixed provisional restorations. J Prosthet Dent. 1998;79(6):698-701.

Geerts GAVM, Overturf JH, Oberholzer TG. The effect of different reinforcements on the fracture toughness of materials for interim restorations. J Prosthet Dent. 2008;99(6):461-7.

Gegauff AG, Holloway JA. Interim fixed restorations. In: Rosensteil SR, Land MF, Fujimoto J, eds. Contemporary Fixed Prosthodontics. 4th ed. St. Louis, MO: Mosby Elsevier; 2006:466-504.

Gegauff AG, Pryor HG. Fracture toughness of provisional resins for fixed prosthodontics. J Prosthet Dent. 1987;58(1):23-9.

Gonçalves FCP. Influência da utilização de uma fibra de nylon modificada na resistência à flexão e alteração dimensional de resinas acrílicas. [dissertação]. São José dos Campos (SP): Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, UNESP – Univ Estadual Paulista; 2012.

Grant AA, Greener EH. Whisker reinforcement of polymethyl methacrylates denture base resins. Aust Dent J. 1967;12(1):29-33.

Grave AMH, Chandler HD, Wolfaardt JF. Denture base acrylic reinforced with high modulus fibre. *Dent Mater*. 1985;1(5):185-7.

Guimarães GD, Greco GD, Jansen WC. Avaliação da retenção de prótese parcial fixa provisória ao longo do tempo clínico de confecção do trabalho final. *Arq Bras Odontol*. 2010;6(1):33-7.

Hamza TA, Rosenstiel SF, Elhosary MM, Ibraheem RM. The effect of fiber reinforcement on the fracture toughness and flexural strength of provisional restorative resins. *J Prosthet Dent*. 2004;91(3):258–64.

Hamza TA, Rosentiel SF, El-Hosary MM, Ibraheem RM. Fracture resistance of fiber-reinforced PMMA interim fixed partial dentures. *J Prosthodont*. 2006;15(4):223-8.

Haselton DR, Diaz-Arnold AM, Vargas MA. Flexural Strength of provisional crown and fixed partial denture resins. *J Prosthet Dent*. 2002;87:225-8.

Hazelton LR, Nicholls JI, Brudvik JS, Daly CH. Influence of reinforcement design on the loss of marginal fixed partial denture. *Int J Prosthodont*. 1995;8(6):572-9.

Ireland MF, Dixon DL, Breeding LC, Ramp MH. In vitro mechanical property comparison of four resins used for fabrication of provisional fixed restorations. *J Prosthet Dent*. 1998;80:158–62.

Jagger D. The effect of the addition of surface treated chopped and continuous poly (methyl methacrylate) fibres on some properties of acrylic resin. *J Oral Rehabil*. 1999;28(9):865-72.

John J, Gandadhar SA, Shah I. Flexural strength of heat-polymerized polymethyl methacrylate denture resin reinforced with glass, aramid, or nylon fibers. *J Prosthet Dent*. 2001;86(4):424-7.

Kaiser DA. Accurate acrylic resin temporary restorations. *J Prosthet Dent*. 1978;39(2):158-61.

Kamble VD, Parkhedkar RD. In vitro comparative evaluation of the effect of two different fiber reinforcements on the fracture toughness of provisional restorative resins. *Indian J Dent Res*. 2012;23(2):140-4.

Kelly E. Fatigue failure in denture base polymers. *J Prosthet Dent*. 1969;21(3):257-66.

Kerby RE, Knobloch LA, Sharples S, Peregrina A. Mechanical properties of urethane and bis-acryl interim resin materials. *J Prosthet Dent*. 2013 Jul;110(1):21-8.

Kim SH, Watts DC. Effect of glass-fiber reinforcement and water storage on fracture toughness (K_{IC}) of polymer-based provisional crown and FPD materials. *Int J Prosthodont*. 2004;17(3):318–22.

Knobloch LA, Kerby RE, Pulido T, Johnston WM. Relative fracture toughness of bis-acryl interim resin materials. *J Prosthet Dent*. 2011;106(2):118-25.

Koumijan JH, Nimmo A. Evaluation of fracture resistance of resins used for provisional restorations. *J Prosthet Dent*. 1990;64(6):654-7.

Ladha K, Shah D. An In-Vitro Evaluation of the Flexural Strength of Heat-Polymerized Poly (Methyl Methacrylate) Denture Resin Reinforced with Fibers. *J Indian Prosthodont Soc*. 2011;11(4):215–20.

Lang R, Rosentritt M, Behr M, Handel G: Fracture resistance of PMMA and resin matrix composite-based interim FPD materials. *Int J Prosthodont*. 2003;16(4):381-4.

Lázaro-Filho M. Efeito do Eugenol no endurecimento de resinas acrílicas ativadas quimicamente e efeitos de possíveis tratamentos paliativos [dissertação]. São Paulo (SP): Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, USP - Universidade de São Paulo; 2000.

Levin B, Sanders JL, Reitz PV. The use of microwave energy for processing acrylic resins. *J Prosthet Dent*. 1989;61(3):381-3.

Malafaia FM. Efeito da ciclagem térmica e imersão em clorexidina nas propriedades físicas das resinas de bisacrilato de metila e metacrilato de metila [tese]. Taubaté (SP): Universidade de Taubaté; 2009.

Manak E, Arora A. A comparative evaluation of temperature changes in the pulpal chamber during direct fabrication of provisional restorations: an in

vitro study. J Indian Prosthodont Soc. 2011 Sep;11(3):149-55.

Meriç G, Ruyter IE. Influence of thermal cycling on flexural properties of composites reinforced with unidirectional silica-glass fibers. Dent Mater. 2008;24(8):1050–7.

Miettinen VM, Vallittu PK. Water sorption and solubility of glass fiber-reinforced denture polymethyl methacrylate resin. J Prosthet Dent. 1997;77(5):531–4.

Moszner N, Fischer UK, Angermann J, Rheinberger V. Bis-(acrylamide)s as new cross-linkers for resin-based composite restoratives. Dent Mater. 2006;22(12):1157-62.

Natarajan P, Thulasingham C. The effect of glass and polyethylene fiber reinforcement on flexural strength of provisional restorative resins: an in vitro study. J Indian Prosthodont Soc. 2013 Dec;13(4):421-7.

Nejatidanesh F, Momeni G, Savabi O. Flexural strength of interim resin materials for fixed prosthodontics. J Prosthodont. 2009;18(6):507–11.

Newell JA. Fundamentos da moderna engenharia e ciência dos materiais. Rio de Janeiro: LTC; 2010.

Nishida CL. Análise da rugosidade superficial de diferentes marcas comerciais de resina acrílica para coroas provisórias [dissertação]. Bauru (SP): Faculdade de Odontologia de Bauru, USP - Universidade de São Paulo; 2010.

Nohrstrom TJ, Vallittu PK, Yli-Urpo A. The effect of placement and quantity of glass fibers on the fracture resistance of interim fixed partial dentures. Int J Prosthodont. 2000;13:72-8.

Paes Junior TJA, Kiausinis V, Kimpara ET, Luchini LC. Estudo das resinas acrílicas para bases de próteses totais com relação à resistência flexural e à quantidade de monômero residual superficial. RPG Rev Pós Grad. 2006;13(3):229-35.

Pegoraro, LF, Valle AL, Bonfante, G, Bonachela, W, Conti, PCR. Prótese Fixa. São Paulo: Artes Médicas; 2000. (série EAP-APCD, v.7).

Ronald E, Kerby RE, Knobloch LA, Sharples S, Peregrina A. Mechanical properties of urethane and bis-acryl interim resin materials. *J Prosthet Dent*. 2013;110(1):21-8.

Rosenstiel SF, Land MF, Fujimoto J, Contemporary fixed Prosthodontics. 4th ed. St Louis: Mosby; 2006.

Samadzadeh A, Kugel G, Hurley E, Aboushala A. Fracture strengths of provisional restorations reinforced with plasma-treated woven polyethylene fiber. *J Prosthet Dent*. 1997;78(5):447-50.

Seelbach P, Finger WJ, Ferger P, Balkenhol M. Temperature rise on dentin caused by temporary crown and fixed partial denture materials: influencing factors. *J Dent*. 2010;38(12):964-73.

Sham AS, Chu FC, Chai J, Chow TW. Color stability of provisional prosthodontic materials. *J Prosthet Dent*. 2004;91:447-52.

Silva CDS, Machado AL, Chaves CDAL, Pavarina AC, Vergani CE. Effect of thermal cycling on denture base and autopolymerizing relined resins. *J Appl Sci*. 2013;21(3):219-24.

Sortera AJ. A direct technique for fabricating acrylic resin temporary crowns using the Omnivac. *J Prosthet Dent*. 1973;29(5):577-80.

Strassler HE, Lowe RA. Chairside resin-based provisional restorative materials for fixed prosthodontics. *Compend Contin Educ Dent*. 2011;32(9):10-2.

Strassler HE. Fixed prosthodontics provisional materials: making the right selection. *Compend Contin Educ Dent*. 2013;34(1):22-4, 26: quiz 28,30.

Tacir IH, Kama JD, Zortuk M, Eskimez S. Flexural properties of glass fibre reinforced acrylic resin polymers. *Aus Dent J*. 2006;51(1):52-6.

Takamizawa T, Barkmeier WW, Tsujimoto A, Scheidel D, Erickson RL, Latta MA, et al. Mechanical properties and simulated wear of provisional resin materials. *Oper Dent*. 2015;40(1). (epub ahead of print)

Tjan AH, Castelnuovo J, Shiotsu G. Marginal fidelity of crowns fabricated

from six proprietary provisional materials. *J Prosthet Dent.* 1997;77(5):482–5.

Turgut S, Bagis B, Ayaz EA, Ulusoy KU, Altintas SH, Korkmaz FM, et al. Discoloration of Provisional Restorations after Oral Rinses. *Int J Med Sci.* 2013;10(11):1503-9.

Uzun G, Key F. The effect of fiber reinforcement type and water storage on strength properties of a provisional fixed partial denture resin. *J Biomater Applications.* 2003;17(4):277-86.

Vallittu P. Glass fiber reinforcement in repaired acrylic resin removable dentures: preliminary results of a clinical study. *Quintessence Int.* 1997;28(1):39-44.

Vallittu PK. Comparison of two different silane compounds used for improving adhesion between fibres and acrylic denture base material. *J Oral Rehabil.* 1993;20(5):533-9.

Vallittu PK. Flexural properties of acrylic polymers reinforced with unidirectional and woven glass fibers. *J Prosthet Dent.* 1999;81(3):318-26.

Vallittu PK. Some aspects of tensile strength of unidirectional glass fiber polymethyl methacrylate composite used in dentures. *J Oral Rehabil.* 1998a;25(2):100–5.

Vallittu PK. The effect of void space and polymerization time on transverse strength of acrylic-glass fiber composite. *J Oral Rehabil.* 1995;22(4):257–61.

Vallittu PK, Lassila VP. Reinforcement of acrylic resin denture base material with metal of fibre strengtheners. *J Oral Rehabil.* 1992;19(3):225-30.

Vallittu PK. The effect of glass fiber reinforcement on the fracture resistance of a provisional fixed partial denture. *J Prosthet Dent.* 1998b;79(2):125-30.

Yilmaz A, Baydas S. Fracture resistance of various temporary crown materials. *J Contemp Dent Pract.* 2007;8(1):44-51.

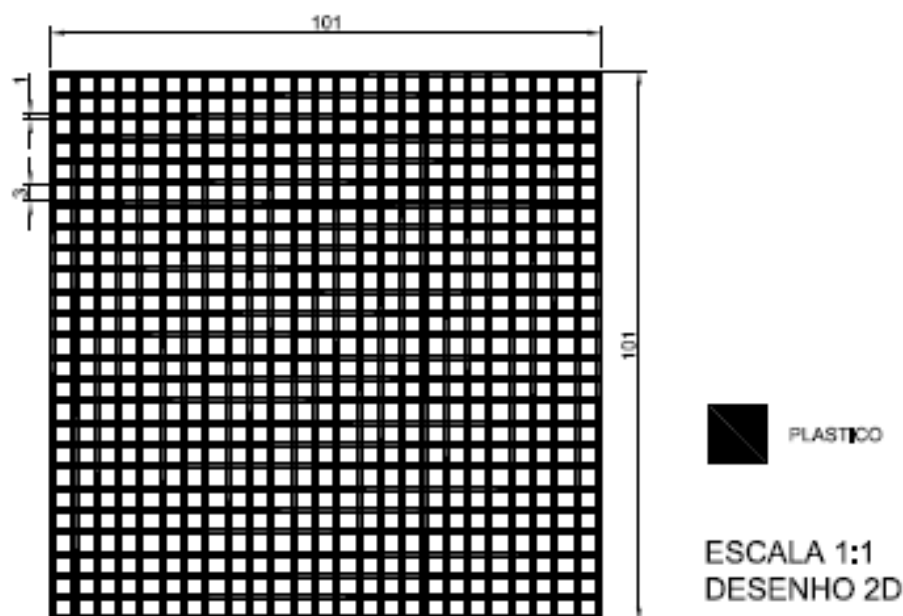
Young HM, Smith CT, Morton D. Comparative in vitro evaluation of two

provisional restorative materials. J Prosthet Dent. 2001;85(2);129–32.

Zinner ID, Trachtenberg DI, Miller RD. Provisional restorations in fixed partial prosthodontics. Dent Clin North Am. 1989;33(3):355-77.

ANEXO A - Dados do projeto da malha de nylon

Natmar Moldes e Plasticos Ltda.
 CNPJ - 58.835.299/0001-84 Inscrição Estadual - 112.093.048.111 - ME
 Rua: Cristóvão de Gouveia, 434 - Parque São Domingos - CEP 05120-020 São Paulo - SP
 Fones: (11) 3621-4866 / (11) 3621-2329 / (11) 3621-3030
 Fax: (11) 3622-3578 e-mail: natmar@natmar.com.br



COMPRIMENTO 101 MM (100 MM APÓS CONTRAÇÃO)
 LARGURA 101 MM (100 MM APÓS CONTRAÇÃO)
 ESPESSURA 1 MM

Figura 23 - Desenho da malha de nylon revestida por sílica.

NATMAR MOLDES E PLASTICOS LTDA
 CLIENTE: TARCISIO
 PRODUTO: TELA EM NYLON
 MATERIAL: NYLON
 DESENHO N°: 23/2011 DATA: 03/05/2011
 RESPONSÁVEL: PEDRO SANTOS DE PASCHÔA

ANEXO B - Figuras e tabelas complementares do teste de resistência à fratura

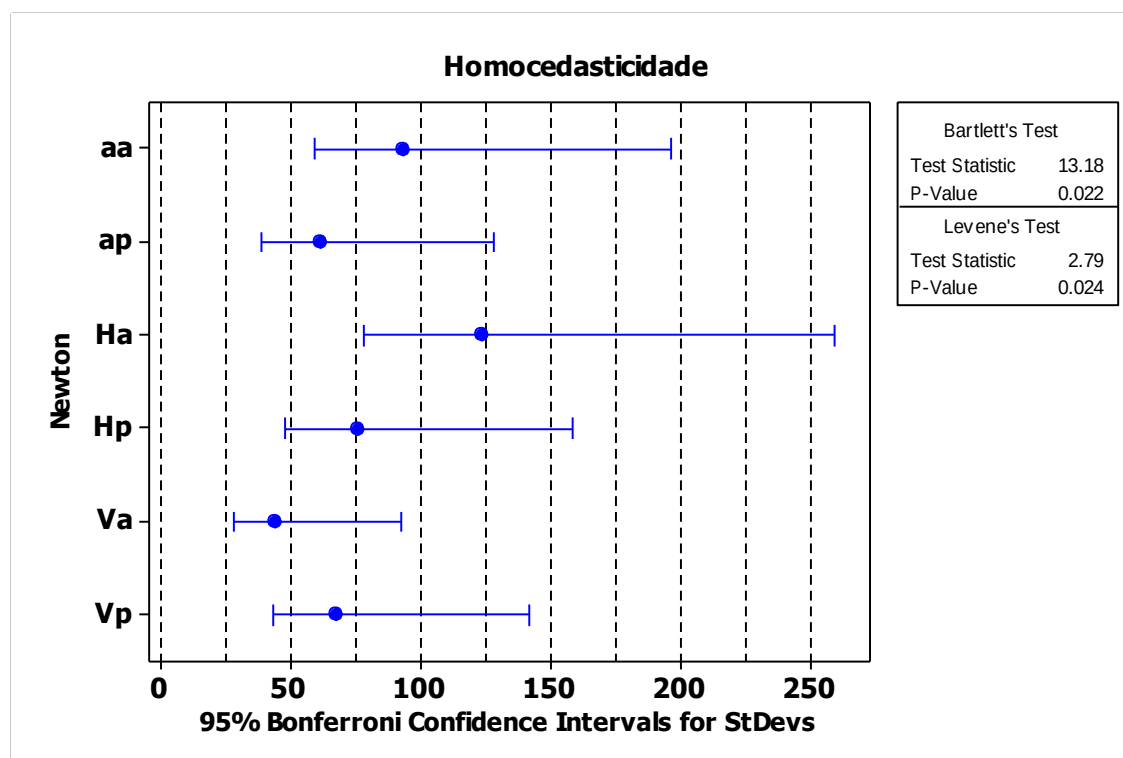


Figura 24 – Gráfico de homocedasticidade dos grupos

Tabela 7 – Valor da mediana das condições experimentais analisadas

estatística	RaCa	RaCp	RHCa	RHCp	RVCa	RVCp
N	12	12	12	12	12	12
Mínimo	135	98.7	488	624	143	122
25% Percentil	160	181	700	884	207	198
Mediana	247	216	787	885	241	271
75% Percentil	321	273	884	886	255	307
Máximo	437	318	886	886	315	350
Média	249	217	777	863	231	254
DP	93.3	61.1	123	75.3	44.0	67.3
CV	37.47%	28.11%	15.88%	8.73%	19.06%	26.48%

Tabela 8 – Teste de Dunn (5%)

Kruskal-Wallis test	
P value	< 0.0001
Exact or approximate P value?	Approximate
P value summary	****
Do the medians vary signif. (P < 0.05)	Yes
Number of groups	6
Kruskal-Wallis statistic	49.1

Tabela 9 – Análise de Dunn (%5), do ensaio de fratura

Dunn's multiple comparisons test	Summary	Adjusted P Value
RaCa vs. RaCp	ns	> 0.9999
RaCa vs. RVCa	ns	> 0.9999
RaCa vs. RVCp	ns	> 0.9999
RaCp vs. RVCa	ns	> 0.9999
RaCp vs. RVCp	ns	> 0.9999
RHCa vs. RHCp	ns	> 0.9999
RVCa vs. RVCp	ns	> 0.9999

Tabela 10 – Dados complementares do teste de Dunn (%5), do ensaio de fratura

Dunn's multiple comparisons test	Summary	Adjusted P Value
RHCa vs. RaCa	**	0.0037
RHCp vs. RaCa	***	0.0001
RHCa vs. RaCp	***	0.0003
RHCp vs. RaCp	****	< 0.0001
RHCa vs. RVCa	***	0.0009
RHCa vs. RVCp	*	0.0153
RHCp vs. RVCa	****	< 0.0001
RHCp vs. RVCp	***	0.0006

ANEXO C - Tabelas complementares do teste de resistência à flexão

Tabela 11 – Mediana do ensaio de resistência à flexão

	Ra-Ca	Ra-Cp	Rp-Ca	Rp-Cp
N	12	12	12	12
Mínimo	18.6	15.8	43.1	22.9
25% Percentil	22.3	19.0	54.8	25.0
Mediana	24.0	22.6	68.3	29.8
75% Percentil	27.5	24.1	77.9	80.4
Máximo	50.2	26.3	81.2	89.8
Média	27.2	21.9	65.9	47.2
DP	8.99	3.16	12.4	27.3
CV	33.09%	14.41%	18.74%	57.94%

Tabela 12 – Teste de Kruskal-Wallis

Kruskal-Wallis test	
P value	< 0.0001
Exact or approximate P value?	Approximate
P value summary	****
Do the medians vary signif. (P < 0.05)	Yes
Number of groups	4
Kruskal-Wallis statistic	28.4

Tabela 13 – Dados complementares do teste de Dunn (5%), do ensaio de flexão

Dunn's multiple comparisons test	Summary	Adjusted P Value
24 Ra-Ca vs. Ra-Cp 22,6	ns	> 0.9999
24 Ra-Ca vs. Rp-Cp 29	ns	0.1859
68 Rp-Ca vs. Rp-Cp 29	ns	0.7993

Tabela 14 – Análise de Dunn para o teste de flexão

Dunn's multiple comparisons test		Summary	Adjusted P Value
24 Ra-Ca vs. Rp-Ca 68		**	0.0015
22 Ra-Cp vs. Rp-Ca 68		****	< 0.0001
22 Ra-Cp vs. Rp-Cp 29		**	0.0046