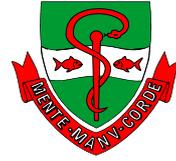




*Universidade Estadual de Campinas  
Faculdade de Odontologia de Piracicaba*



**MÁRCIA MIKA NAKAOKA**

**EFEITO DA TERMOCICLAGEM E DO CITRATO  
SOBRE A DEFORMAÇÃO PERMANENTE E  
RESISTÊNCIA À TRAÇÃO DA UNIÃO DE UM  
REEMBASADOR RESILIENTE UNIDO À RESINA  
ACRÍLICA**

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, para obtenção do título de Mestre em Clínica Odontológica – Área de concentração Prótese Dental.

PIRACICABA – SP  
2005

**MÁRCIA MIKA NAKAOKA**

**EFEITO DA TERMOCICLAGEM E DO CITRATO  
SOBRE A DEFORMAÇÃO PERMANENTE E  
RESISTÊNCIA À TRAÇÃO DA UNIÃO DE UM  
REEMBASADOR RESILIENTE UNIDO À RESINA  
ACRÍLICA**

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, para obtenção do título de Mestre em Clínica Odontológica – Área de concentração Prótese Dental.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Ferraz Mesquita

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Marcelo Ferraz Mesquita

Prof. Dr. Mauro Antônio de Arruda Nóbilo

Prof. Dr. Francisco de Assis Mollo Júnior

PIRACICABA – SP  
2005

|            |                                     |
|------------|-------------------------------------|
| UNIDADE    | FC                                  |
| Nº CHAMADA | T/Unicamp<br>N145e                  |
| V          | EX                                  |
| TOMBO BC/  | 63800                               |
| PROC.      | 16-86-05                            |
| C          | <input type="checkbox"/>            |
| D          | <input checked="" type="checkbox"/> |
| PREÇO      | 1,00                                |
| DATA       | 20/05/05                            |
| Nº CPD     |                                     |

Bibid: 350062

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA .  
BIBLIOTECA DA FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA**  
Bibliotecário: Marilene Girello – CRB-8ª. / 6159

N145e      Nakaoka, Márcia Mika.  
Efeito da termociclagem e do citrato sobre a deformação permanente e resistência à tração da união de um reembasador resiliente unido à resina acrílica. / Márcia Mika Nakaoka. – Piracicaba, SP : [s.n.], 2005.

Orientador: Marcelo Ferraz Mesquita.  
Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Prótese total. 2. Materiais dentários. 3. Resistência dos materiais. I. Mesquita, Marcelo Ferraz. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.  
(mg/fop)

Título em inglês: Effect of thermocycling and incorporation of citrate on permanent deformation and bond strength of acrylic-based soft denture liner

Palavras-chave em inglês (*Keywords*): Denture, complete; Dental materials; Strength of materials

Área de concentração: Prótese Dental

Titulação: Mestre em Clínica Odontológica

Banca examinadora: Marcelo Ferraz Mesquita; Mauro Antônio de Arruda Nóbilo; Francisco de Assis Mollo Júnior

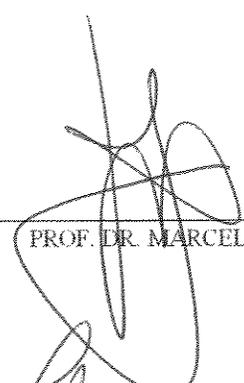
Data da defesa: 28/02/2005



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

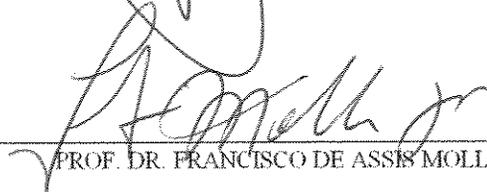


A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Dissertação de MESTRADO, em sessão pública realizada em 28 de Fevereiro de 2005, considerou a candidata MÁRCIA MIKA NAKAOKA aprovada.



---

PROF. DR. MARCELO FERRAZ MESQUITA



---

PROF. DR. FRANCISCO DE ASSIS MOLLO JUNIOR



---

PROF. DR. MAURO ANTONIO DE ARRUDA NÓBILO

200509636

**Dedico este trabalho:**

Aos meus pais **Tetsurone Nakaoka** (*in memorian*) e  
**Maria Helena Nakaoka** que nunca mediram esforços,  
renunciando a seus sonhos para que  
eu pudesse realizar os meus.

Aos meus irmãos **Roberto e Katsumi**,  
pelo amor e apoio em todos momentos .

Ao meu mais novo e pleno amor,  
minha sobrinha: **Rafaela Sayuri**.

Ao meu namorado **Fábio**, cujo amor  
possibilitou este momento.

A vocês, que apesar da distância, estão presentes na minha vida em todos os momentos,  
mesmo que só em mente, coração e oração...

**Agradecimento especial:**

A **Deus** por me conduzir, sem nada me faltar

**Agradecimento especial:**

Ao meu orientador **Prof. Dr. Marcelo Ferraz Mesquita**,  
que neste tempo de convívio, amizade e respeito,  
colaborou sobremaneira para meu engrandecimento profissional,  
demonstrando dedicação, confiança e competência.

Meus sinceros agradecimentos.

“Só compreende o saber quem o possui”

Thomas Hobbes

### **Meus Agradecimentos:**

À Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas – (FOP-UNICAMP), na pessoa de seu Diretor **Prof. Dr. Thales Rocha de Matos Filho** e seu Diretor Associado **Prof. Dr. Mario Fernando de Góes**.

Ao **Prof. Dr. Pedro Luiz Rosalen**, coordenador do Curso de Pós-Graduação FOP-UNICAMP e ao **Prof. Dr. Roger William Fernandes Moreira** coordenador do curso de Pós-Graduação em Clínica Odontológica FOP-UNICAMP, pela seriedade na condução do curso.

À **Luciana**, minha irmã de todas as horas. Com você tudo ficou mais alegre e menos difícil.

À **Mônica**, minha outra irmã, sempre ao meu lado em todos os momentos.

À minha mãe em Piracicaba, **D. Marlene** e às amigas **Luana, Belkys, Etienne e Eliane** pelo carinho, paciência e apoio no dia-a-dia.

Aos amigos **Wagner, Maurício, Ricardo, Alexandre, Isabela, Larissa e Poliana** que estiveram ao meu lado demonstrando grande carinho e amizade.

Aos amigos da cirurgia **Marvis e Paul** pela amizade e ótimo trabalho.

Aos **Profs. Drs. Guilherme Elias Pessanha Henriques, Mauro Antônio de Arruda Nóbilo e Rafael Leonardo Xediek Consani**, Professores da FOP-UNICAMP, pelo incentivo, amizade e conhecimentos transmitidos.

Ao **Prof. Dr. Krunislave Antônio Nóbilo**, exemplo de amor à profissão e grande generosidade em dividir o seu conhecimento.

À **Prof. Dra. Lizeti de Oliveira Toledo Ramalho**, tutora do PET, responsável por despertar a minha paixão pela vida acadêmica.

À diretora-geral da Faculdade São Lucas, **Dra. Maria Eliza de Aguiar Silva**, pelo incentivo à busca do conhecimento.

Ao **Profs. Drs. Simonides Consani e Mario Alexandre Coelho Sinhoreti**, Professores da área de Materiais Dentários da FOP-UNICAMP, pelas orientações e incentivo.

À **Prof. Dra. Gláucia Maria Bovi Ambrosano** pela análise e orientação estatística.

A **todos os Professores** da Pós-Graduação em Clínica Odontológica da FOP-UNICAMP.

Ao técnico do laboratório de Materiais Dentários, **Marcos Blanco Cangiani**, pelas orientações durante a utilização dos aparelhos.

Às funcionárias **Juliana de Souza e Shirley Rosana Sbravatti** pela competência e amizade durante todo esse período de curso.

À **Maria Elisabete Cardenas**, pela amizade e grande orientação laboratorial.

Aos técnicos da Microscopia, **Eliene Narvaes Romani e Adriano Luis Martins**, pela disponibilidade e grande auxílio neste trabalho.

À técnica do laboratório de Prótese Parcial Removível, **Joselene Casati Lodi**, pela dedicação e grande profissionalismo.

Ao técnico do laboratório, **Paulo Roberto Alcarde**, pelo auxílio em todas as horas.

Às secretárias da Pós-Graduação, **Érica Alessandra Pinho** e **Raquel Marcondes César Sacchi**, pela atenção e auxílio durante o curso.

À **Dentisply** pela contribuição neste trabalho.

A **todos os colegas** de Pós-Graduação da FOP – UNICAMP pelo bom convívio.

A **toda minha família** por todo apoio e estímulo em todos os momentos.

A **todos meus amigos** que, mesmo distantes, estiveram sempre torcendo pelo meu sucesso.

A **todos** que indiretamente auxiliaram na elaboração desse trabalho.

**Meus sinceros agradecimentos**

*“Não basta ensinar aos homens uma especialidade,  
É necessário que adquira um sentimento”.*

*Albert Einstein*

## SUMÁRIO

|   |    |
|---|----|
| RESUMO  | 1  |
| ABSTRACT  | 3  |
| 1 INTRODUÇÃO  | 5  |
| 2 REVISÃO DA LITERATURA                               | 9  |
| 3 PROPOSIÇÃO  | 40 |
| 4 METODOLOGIA   | 41 |
| 4.1 MATERIAIS   | 41 |
| 4.2 MÉTODO  | 42 |
| 4.2.1 CONFECÇÃO DAS MATRIZES METÁLICAS                | 42 |
| 4.2.2 CONFECÇÃO DAS AMOSTRAS                          | 44 |
| 5 RESULTADOS  | 58 |
| 5.1 RESISTÊNCIA À TRAÇÃO DA UNIÃO                     | 58 |
| 5.2 TIPOS DE RUPTURAS                                 | 59 |
| 5.3 OBSERVAÇÃO EM MICROSCÓPIO ELETRÔNICO DE VARREDURA | 61 |
| 5.4 DEFORMAÇÃO PERMANENTE                             | 64 |
| 6 DISCUSSÃO   | 66 |
| 7 CONCLUSÃO   | 71 |
| REFERÊNCIAS   | 72 |
| APÊNDICE  | 77 |

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar e comparar o desempenho de um material reembasador resiliente à base de resina acrílica (Eversoft com ou sem adição de citrato à composição), submetido ou não ao envelhecimento (termociclagem), sobre as propriedades de deformação permanente e resistência à tração da união com resina acrílica (QC-20<sup>®</sup>). Para a realização dos ensaios foram confeccionadas 80 amostras, metade para cada ensaio, separadas por composição e submetidas ou não à termociclagem, totalizando 8 grupos. Para o ensaio de tração, foram utilizadas matrizes retangulares de 10mm<sup>2</sup> de secção transversal e um espaçador de 3mm de espessura para padronizar o espaço para a base resiliente, cujo molde impresso no silicone polimerizado por reação de condensação foi preenchido com resina acrílica e material resiliente. A resina acrílica foi incluída com o espaçador e após a polimerização, o espaçador foi removido, as amostras de resina acrílica retiradas do molde e realizado o acabamento. As amostras de resina acrílica retornaram ao molde, e no lugar do espaçador, os materiais resilientes foram prensados e termopolimerizados de acordo com as instruções dos fabricantes. Para o ensaio de deformação permanente, foram utilizadas matrizes cilíndricas de 12,7mm de diâmetro e 19mm de altura, cujo molde impresso no silicone foi preenchido com material resiliente. Metade das amostras de cada ensaio foi levada ao termociclador MSCT-3 PLUS, onde foram realizados 3.000 ciclos de 1 minuto de imersão em água a 5±1<sup>o</sup>C e 1 minuto a 55±1<sup>o</sup>C. A outra metade foi armazenada em água numa estufa a 37<sup>o</sup>C durante 24 horas. As amostras foram submetidas ao ensaio de tração no equipamento EMIC-DL500MF com velocidade de 5 mm/minuto. As amostras foram avaliadas visualmente quanto ao tipo de ruptura ocorrida, e amostras representativas de cada tipo foram analisadas através de microscopia eletrônica de varredura em microscópio modelo JSM 5600 PV (JEOL, Japão). As amostras do estudo de deformação permanente foram ensaiadas em um aparelho mecânico recomendado na especificação n<sup>o</sup>18 da American Dental Association (A.D.A.). Todos os dados obtidos foram submetidos à análise de variância em esquema fatorial 2x2 e as médias comparadas pelo Teste de Tukey, em nível de significância de 5%. Em relação aos valores médios de resistência à tração da união dos materiais não submetidos à termociclagem, o Eversoft com citrato - Experimental

apresentou menor valor (0,39 MPa), porém sem diferença estatística com o Eversoft sem citrato – Eversoft<sup>®</sup> (0,44 MPa). Houve aumento dos valores médios de resistência à tração da união quando submetido à termociclagem para o Eversoft<sup>®</sup> (0,46 MPa) e Experimental (0,55 MPa), sendo estatisticamente significativo apenas para o material Experimental. Em relação aos tipos de fratura, para ambos materiais não submetidos à termociclagem, predominaram rupturas coesivas (80%); e quando submetidos à termociclagem, foram observadas rupturas adesivas para o material Experimental (80%) e adesivas e mistas (40% e 50%, respectivamente) para o Eversoft<sup>®</sup>. Em relação à deformação permanente, os valores médios obtidos para os materiais Eversoft<sup>®</sup> e Experimental não submetidos à termociclagem (1,06% e 1,82%, respectivamente) diferiram estatisticamente quando submetidos à termociclagem (1,36% e 1,98 %, respectivamente). A termociclagem não afetou a resistência à tração da união para o material Eversoft<sup>®</sup>, enquanto o Experimental apresentou elevação no valor médio de resistência à tração da união, com diferença estatística significativa. A termociclagem elevou os valores médios de deformação permanente para ambos materiais. Independentemente do tratamento, o material resiliente Experimental apresentou o valor médio mais elevado para deformação permanente.

## ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate and compare the effect of citrate added or not to a composition of acrylic-based soft liner (Eversoft) on its permanent deformation and bond strength with acrylic resin (QC-20®). Eighty samples were used to carry out the two assays containing 40 specimens each: 2 materials (Eversoft® and Eversoft + citrate) and 2 treatments (with and without thermocycling) totaling 8 groups of 10 specimens each. For the tensile test, rectangular specimens with a 10x10mm<sup>2</sup> cross sectional area were prepared for each acrylic resin and soft liner. Acrylic resin specimens were prepared by investing brass dies with a 3mm thick spacer in a denture flask. The dies and spacers were invested in silicone rubber. All dies and the spacer were machined to the same dimensions to standardize acrylic resin and soft liner shape. Specimens were made by processing soft liner against acrylic resin blocks according to the manufacturers' directions. For the permanent deformation, the specimens were prepared by investing brass dies (12.7 x 19.0 mm) in a denture flask and the model impressed was filled up with a soft liner. Half of the specimens of each assay were thermocycled using the MSCT-3 Plus with cycles of 1 minute in water at 5±1<sup>0</sup>C and 1 minute in water at 55±1<sup>0</sup>C, totaling 3000 cycles. The other half was stored in water at 37<sup>0</sup>C for 24h. For the tensile test, the specimens were submitted to a bond strength testing machine (EMIC DL-500 MF) at the crosshead speed of 5mm/minute. Samples were visually evaluated as to the types of rupture observed in this study. The Scanning Electron Microscope JSM 5600 PV (JEOL, Japan) was used to analyze the representative samples. Permanent deformation was measured with an instrument described in the American Dental Association (A.D.A.) - specification number 18. The data were submitted to a 2-way analysis of variance and the Tukey test (5%). The bond strength test, without thermocycling, revealed a lower mean value (0.39 MPa) for the group Eversoft with citrate - Experimental; however, no statistically significant difference was observed for the group Eversoft without citrate - Eversoft® (0.44 MPa). Thermocycling did not affect the bond strength regarding Eversoft® (0.46 MPa); however, Experimental presented a higher mean value (0,55 MPa) — statistically significant. Both materials, without thermocycling, presented cohesive failures (80%). When submitted to thermocycling, 80%

of adhesive failures were observed for Experimental, and 40% of adhesive and 50% of a combined mode of failures for Eversoft<sup>®</sup>. In relation to the permanent deformation, Eversoft<sup>®</sup> and Experimental, not submitted to thermocycling, presented mean values (1.06% and 1.82%, respectively) differing statistically from those submitted to thermocycling (1.36% and 1.98%, respectively). Thermocycling did not affect the bond strength regarding Eversoft<sup>®</sup>; however, Experimental presented a higher mean value. Thermocycling had a deleterious effect on the permanent deformation of both materials. Regardless of treatment, statistically significant difference was observed for Experimental group, showing the highest permanent deformation permanent value.

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente existem cerca de 500 milhões de idosos no mundo. Segundo dados do censo do IBGE-2000, residem 14.536.029 pessoas com mais de 60 anos no Brasil. Em 1991, a população de idosos representava 7,3% e em 2000 atingia 8,6% da população total. O aumento da expectativa média de vida aliada à piora significativa da saúde bucal com a idade, leva ao aumento da demanda por serviços odontológicos especializados, e no caso do nosso país, especificamente à necessidade de reabilitação bucal através das próteses totais.

O desempenho funcional da Prótese Total está relacionado à adaptação das suas bases às estruturas de suporte, proporcionando maior estabilidade, retenção e conforto (Radford *et al.*, 2000). Desde 1937, o material mais utilizado para confecção das próteses totais é o polimetilmetacrilato, devido às suas propriedades satisfatórias (Phillips, 1984). No entanto, por ser rígido, a saúde dos tecidos de suporte pode ser afetada por altas concentrações de forças durante a função e parafunção (Dootz *et al.*, 1993), podendo causar lesões aos tecidos bucais de alguns pacientes.

Assim sendo, pesquisadores desenvolveram os reembasadores resilientes ou “soft liners” (Bates & Smith, 1965), materiais com propriedades elásticas associadas à resina acrílica convencional para confecção de base de prótese total (Qudah *et al.*, 1991). O uso destes materiais permite a obtenção de bases de prótese com superfícies internas macias, sendo designado para distribuição e absorção de cargas mastigatórias (Emmer *et al.*, 1995; Sertgöz *et al.*, 2002), com o objetivo de minimizar o desconforto dos tecidos de suporte permanentemente doloridos, e diminuir a velocidade de reabsorção óssea.

Para conseguir este objetivo, o material reembasador resiliente utilizado na prótese deve apresentar aproximadamente 3mm (Schmidt & Smith, 1983) a 3,5mm de espessura (Yoeli *et al.*, 1996), sendo que uma espessura de 1,8mm deve ser a mínima para se obter resiliência satisfatória (Kazanji & Watkinson, 1988).

Existem muitas indicações para a utilização dos reembasadores resilientes na prática clínica, como por exemplo, casos de pacientes que apresentam xerostomia;

pacientes pós-irradiação (Bascom, 1966); rebordos reabsorvidos; pacientes com sensibilidade na região do forame mentoniano; “overdenture” sobre implantes; defeitos congênitos ou adquiridos; pacientes recém operados; próteses antagonizadas por dentes naturais (Gronet *et al.*, 1997; Sertgöz *et al.*, 2002).

Os materiais reembasadores resilientes comercialmente disponíveis são geralmente classificados em dois grupos (El-Hadary & Drummond, 2000): à base de silicone (basicamente compostos por polímeros de dimetilsiloxano) e à base de resina acrílica (compostos de polímeros e copolímeros acrílicos, monômero acrílico e plastificante). Os materiais reembasadores resilientes à base de resina acrílica podem variar em relação à resiliência, dependendo da composição e quantidade de componentes neste tipo de material. Entretanto, os materiais à base de silicone são geralmente mais rígidos que os à base de resina acrílica, pois não contém plastificante, sendo a resiliência derivada de suas ligações cruzadas. Materiais à base de silicone retornam à sua forma original quase imediatamente após a remoção da carga, devido ao grande número de ligações cruzadas (McCabe, 1976). Entretanto, materiais mais resistentes à deformação, apesar de apresentarem melhores propriedades elásticas, são menos confortáveis que materiais mais macios, e que deformam facilmente (Pesun, 2001).

Um dos maiores desafios da Odontologia Restauradora é fazer com que os resultados iniciais de um tratamento bem sucedido sejam mantidos pelo maior período de tempo possível. Apesar de todas as indicações, a maioria dos materiais resilientes não apresenta longevidade, apresentando degradação e perda de suas propriedades (Craig & Gibbons, 1961; Bascom, 1966). Poucos estudos verificaram que materiais reembasadores resilientes duram mais que três anos (Bates & Smith, 1965; Schimidt & Smith, 1983). Em contrapartida, a durabilidade da base da prótese total é superior a este tempo (Anil *et al.*, 2000).

A principal causa da falha dos reembasadores resilientes deve-se principalmente as suas propriedades físico-mecânicas, relacionadas ao descolamento da base resiliente da superfície das próteses (Schimidt & Smith, 1983; Polyzois, 1992; Anil *et al.*, 2000). A habilidade do material em resistir ao descolamento dependerá da qualidade da

união entre material resiliente e base da prótese total, bem como do estresse desenvolvido na interface entre eles (Al-Athel & Jagger, 1996; McCabe *et al.*, 2002).

Vários estudos têm focado os fatores que podem afetar a resistência à tração da união e a perda de resiliência. O problema mais comum é a absorção de água e solubilidade (Amin *et al.*, 1981; El-Hadary & Drummond, 2000) que resulta em inchaço, distorção e suporte para o crescimento de *Cândida albicans*, (Graham *et al.*, 1991; Nikawa *et al.* 2000a; Nikawa *et al.* 2000b; Garcia *et al.*, 2003) e bactérias (Radford *et al.*, 1997). No caso de materiais à base de resina acrílica, existe um limite difuso entre reembasadores resilientes com a base de resina acrílica da prótese (Bates & Smith, 1965). Entretanto, a resiliência e a estabilidade dimensional são influenciadas pela absorção de água, pois o material resiliente sofre a perda do plastificante, tornando-se rígido (Aydin *et al.*, 1999).

Portanto, a resistência à tração da união está relacionada com as composições químicas dos materiais resilientes (Amin *et al.*, 1981; Kawano *et al.*, 1992; Pinto *et al.*, 2002b). Em alguns estudos, o envelhecimento simulado através da termociclagem tem promovido decréscimo dos valores de resistência à tração da união para materiais resilientes à base de silicone (Pinto *et al.*, 2002b; Kulak-Ozkan *et al.*, 2003), e aumento para materiais à base de resina acrílica (Sinobad *et al.*, 1992; Pinto *et al.*, 2004).

Outro fator relacionado com as diferentes composições químicas é a deformação permanente de materiais resilientes submetidos ao envelhecimento, resultado da quebra da cadeia de polímero, ligação cruzada do oxigênio, lixiviação dos plastificantes e absorção de água (Hekimoglu & Anil, 1999). A deformação permanente indica deficiência da recuperação elástica do material depois de submetido a tensões de compressão. A propriedade de viscoelasticidade permite seu efeito amortecedor, permitindo distribuição uniforme da pressão, retornando a sua forma original. No caso de materiais resilientes à base de resina acrílica, há aumento da porcentagem da deformação permanente quando submetidos à termociclagem, principalmente pelo fato de liberar os plastificantes para o meio bucal, gerando diminuição da sua resiliência (Qudah *et al.*, 1991; Wagner *et al.*, 1995; Pinto *et al.*, 2002a,b; Pinto *et al.*, 2004).

Buscando minimizar esses problemas, pesquisadores descrevem técnicas modificadas e novos materiais, na tentativa de aumentar a longevidade dos reembasadores resilientes (McMordie & King, 1989; Polyzois, 1992; Casey & Scheer, 1993; Riggs *et al.*, 2002).

A escassez da literatura de trabalhos que avaliem o efeito da modificação da composição química dos materiais resilientes, e o efeito da termociclagem sobre suas propriedades físico-mecânicas, faz com que este trabalho se proponha a avaliar o comportamento de uma fórmula Experimental, não disponível no mercado, comparando-a com um material já largamente utilizado do mesmo fabricante.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

Craig & Gibbons analisaram, em 1961, as propriedades físicas de dureza, resistência à tração da união e ao rasgamento de dez materiais reembasadores resilientes, assim como alterações de peso, adesão do material resiliente com a base de resina acrílica, o efeito dos reembasadores na propriedade de resistência transversal (estabilidade) da base da prótese, e estabilidade de cor. O efeito da armazenagem em água foi analisado em todas as propriedades. Para o ensaio de dureza, amostras de 2mm de espessura foram analisadas em durômetro Shore-A, 24 horas após o processamento e diariamente durante 20 semanas após armazenagem em água destilada. O efeito da espessura das bases resilientes sobre a dureza também foi analisado. Para o ensaio de alteração de peso, as amostras foram pesadas a cada 48 horas em balança analítica, de acordo com o tempo de preparo das amostras. As resistências à tração da união e ao rasgamento foram determinadas utilizando uma máquina de ensaio Instron, com velocidade de deformação de 25 cm/minuto. Os valores foram determinados após 48 horas, respeitando o tempo total de polimerização para cada material, e após 20 semanas em água destilada. A estabilidade de cor foi avaliada por dois métodos. O primeiro método é descrito na especificação nº12 da A.D.A., que consiste em expor a base em luz ultravioleta por 24 horas. O segundo método utiliza a armazenagem das amostras em água destilada a 26<sup>o</sup>C durante 20 semanas. Quanto à dureza, as amostras apresentaram alteração principalmente após 4 semanas em água e sofreram pouco decréscimo até a vigésima semana, enquanto as alterações de peso continuaram até o final do ensaio. Em relação aos valores de dureza, os materiais resilientes apresentaram 4 comportamentos: permaneceram resilientes, alteraram de resilientes para moderadamente rígido e muito rígido, respectivamente, ou permaneceram rígidos. As espessuras maiores de 2 mm não apresentaram diferença na resiliência. Em relação à alteração de peso, todas as bases com exceção da Flexene, apresentaram aumento. O decréscimo de peso da base resiliente Flexene foi atribuído a uma grande perda de plastificante. As resistências à tração da união e ao rasgamento, na grande maioria, apresentaram aumento nos valores após armazenagem em água. As bases que sofreram decréscimo de resistência ao rasgamento (Flexene e Soft Line) ocorreram devido à perda do plastificante, resultando em amostras

mais rígidas. As amostras com rugosidades realizadas na resina acrílica, antes do processamento do material resiliente, apresentaram aumento dos valores de união após 4 semanas armazenadas em água. Todos os reembasadores, com exceção do Soft Line, não afetaram a resistência transversal da base da prótese. Os resultados do ensaio de estabilidade de cor foram semelhantes para os dois métodos, sendo que a armazenagem em água foi levemente mais severa. Os valores de estabilidade de cor apresentaram variações, desde ausência de alterações em algumas bases resilientes e alterações que variaram de moderadas a severas em outras.

Bates & Smith, em 1965, realizaram estudos laboratoriais e clínicos sobre reembasadores resilientes. Os ensaios laboratoriais avaliaram a absorção de água e óleo relacionada com o endurecimento do material, estabilidade de cor, deformação por compressão e recuperação elástica de 12 tipos comerciais de reembasadores resilientes. Também foram investigados a resistência desses materiais e o efeito de vários agentes de limpeza na sua superfície. Clinicamente, foram avaliados 89 pacientes para determinar conforto, irritação da mucosa, sabor e os efeitos do uso de 2 materiais reembasadores resilientes durante 3 anos. As amostras foram armazenadas em água a 37<sup>0</sup>C durante 30 dias e, então, a absorção foi quantificada. Para avaliar a absorção de óleo, foi realizada a imersão das amostras em óleo de hortelã ou de oliva. O aumento de peso foi usado como comparação para a absorção de óleo. A estabilidade de cor foi avaliada através da exposição à radiação de uma lâmpada de vapor combinado de tungstênio-mercúrio por 24 horas sob as condições da British Standard 2487 com metade das amostras e a outra metade foi avaliada de forma similar após 30 dias de armazenagem em água a 37<sup>0</sup>C e exposição à luz do dia. As áreas expostas ou não foram comparadas visualmente. Quanto ao ensaio clínico realizado em intervalos de 9 meses, foi observado que aproximadamente 20% dos pacientes apresentaram alguma irritação tecidual que, como se esperava, não poderia ser relacionada com as observações feitas a respeito do conforto. O gosto foi uma característica passageira e desapareceu em menos de 2 semanas. Ele apareceu levemente mais pronunciado no Palasiv (40%) que no Molloplast-B (30%). O maior fator de insatisfação do material Palasiv relatado pelo pacientes foi rugosidade da superfície, embora a deterioração tenha sido causada pela absorção de óleos principais dos agentes de limpeza usados, e devido à perda do plastificante, embora algumas deteriorações passageiras tenham ocorrido

quando nenhum material de higienização foi utilizado. Palasiv 62 tem sido introduzido recentemente e foi citado com a expectativa de superar os defeitos observados nessa pesquisa. Tentativas para correlacionar a dureza dos reembasadores resilientes com métodos de higienização falharam, como a limitação foi muito maior devido à variação da espessura. Existiram inúmeras variáveis envolvidas que apresentaram influência sobre a dureza, como lixiviação do plastificante e absorção do óleo de hortelã, que como previsto, causou inchaço do reembasador resiliente. Os autores concluíram que o material Molloplast-B, se manipulado corretamente no laboratório, e mantidos os cuidados pelo paciente, irá durar por 3 ou mais anos. É essencial limpá-lo com abrasivo suave, como o bicarbonato de sódio, e ocasionalmente com agente de limpeza ácido. Nenhuma conclusão pode ser feita se um material puramente elástico ou um tipo mais plástico é mais ideal. Foi esperado que os comentários dos pacientes sobre o conforto pudessem possibilitar uma conclusão, mas ambos materiais apresentaram-se clinicamente satisfatórios. O autor sugere que há necessidade de desenvolver materiais resilientes com maior durabilidade.

Bascom, em 1966, avaliou clinicamente reembasadores resilientes processados com a base da prótese e observados em intervalos variados durante 27 meses. O estudo incluiu 69 próteses, sendo utilizado como material reembasador: 47 à base de silicone e 22 à base de resina acrílica. Foram avaliadas alterações de cor, reação do paciente, dureza e alterações na superfície dos reembasadores. Observou-se pacientes com reações variadas. Alguns sentiram que o conforto propiciado foi muito melhor, enquanto outros perceberam pouca diferença. Quando o material foi usado na espessura maior que 1,5mm, o paciente relatou a sensação de uma “bola de borracha” durante a mastigação. Apesar dos materiais à base de resina acrílica endurecerem em pouco tempo, o conforto inicial facilitou a adaptação de uma nova prótese, que é o estágio considerado mais difícil. Todos os pacientes foram instruídos quanto ao método de limpeza adequado. Branqueamento foi observado em todos os reembasadores à base de resina acrílica. Manchas de tabaco foram observadas entre os pacientes fumantes e que utilizavam base resiliente à base de silicone. Endurecimento crescente foi observado em todos os reembasadores à base de resina acrílica, entretanto os pacientes não relataram este fato. Nenhum aumento na dureza foi observado nos materiais à base de silicone. Entretanto, estes materiais apresentaram alterações superficiais com presença de manchas brancas, o que pode indicar a presença de

*Cândida albicans*, mas seu crescimento dentro do material não foi demonstrado. Além disso, o autor afirmou que a adesão do silicone não é comprometida quando é dispensada atenção cuidadosa no processamento desta base resiliente.

Em 1976, McCabe analisou 5 materiais reembasadores resilientes à base de resina acrílica. Os materiais reembasadores resilientes disponíveis comercialmente são geralmente divididos em 2 grupos básicos: silicones e materiais do tipo acrílico. Os materiais à base de silicone têm composição similar aos materiais de impressão de silicone, sendo basicamente polímeros de dimetilsiloxano. O polidimetilsiloxano é um líquido viscoso que apresenta ligações cruzadas, possibilitando boas propriedades elásticas. O agente das ligações cruzadas é normalmente um alquil silicato e a reação é geralmente catalisada por um metal orgânico como o octoato de estanho (substância utilizada na vulcanização da borracha). À temperatura oral, a borracha de silicone está aproximadamente 160<sup>0</sup>C acima da temperatura de transição vítrea. Conseqüentemente, um material que é macio à temperatura bucal pode ser produzido por controle da quantidade de ligações cruzadas. Não é necessária a adição de plastificantes para produzir efeito resiliente. Os materiais à base de resina acrílica são mais numerosos que os à base de silicone. Eles geralmente consistem de componente líquido e pó, embora existam outros métodos de composição. A composição dos pós e líquidos não é documentada, mas geralmente são polímeros e copolímeros acrílicos juntamente com um líquido contendo monômero acrílico e plastificante. A proposta do plastificante é abaixar a temperatura de transição vítrea do polímero para um valor abaixo da temperatura bucal, diminuindo o módulo de elasticidade do material resiliente a um nível aceitável. O polibutilmetacrilato necessita de pequena quantidade de plastificante para apresentar resiliência, pelo fato de sua temperatura de transição vítrea ser próxima à temperatura da cavidade oral. Por outro lado, o polimetilmetacrilato necessita de grande quantidade de plastificante, pois sua temperatura de transição vítrea é bastante superior à temperatura da cavidade oral. Os materiais reembasadores resilientes à base de acrílico podem variar muito em relação à dureza ou maciez, o que indica grande variação na composição e quantidade de componentes neste tipo de material. Os materiais testados podem ser classificados em dois grupos. Primeiro, são aqueles que contêm monômeros acrílicos (Palasiv, Virina, Coe Super Soft). Segundo, aqueles em que o componente líquido é livre de monômero (Soft Oryl, Coe Soft), similares

aos condicionadores de tecido. Em geral, para polímeros de composição similar, a resiliência ou módulo de elasticidade dependerá da concentração do plastificante. Com concentração constante de plastificante, a resiliência dependerá da natureza do pó-polímero e monômero líquido. Reembasadores resilientes contendo apenas metilmetacrilato deverão produzir um material mais rígido que aqueles que contêm etil ou butilmetacrilato, desde que as temperaturas vítreas do polimetilmetacrilato, polietilmetacrilato e polibutilmetacrilato são 105, 65 e 20<sup>0</sup>C, respectivamente.

Amin *et al.* investigaram, em 1981, as propriedades adesivas de bases resilientes com a base de polimetil metacrilato, a natureza da interface entre os materiais, e o efeito da água sobre a adesão. Foram utilizados 4 materiais resilientes de composições químicas, formas físicas e ciclos de processamento diferentes. As propriedades físicas e mecânicas incluem ensaios de tração, cisalhamento, descolamento, compressão e sorção de água, com o objetivo de avaliar a eficácia da união entre material resiliente e base da prótese, e a sua resistência à demanda de cargas externas. Além disso, foi investigado o efeito da criação de rugosidades na superfície da resina acrílica. Metade das amostras foram armazenadas em água a 37±1<sup>0</sup>C durante 4 meses. Para o estudo da natureza da interface resina acrílica/ material resiliente, foi realizada a microscopia eletrônica de varredura. Os materiais reembasadores resilientes à base de resina acrílica são polímeros e copolímeros acrílicos com líquido contendo monômero acrílico e/ou plastificante. Os materiais reembasadores resilientes à base de silicone são polímeros de silicone de polidimetil siloxano com ligações cruzadas. Sua boa elasticidade é controlada pela quantidade de ligações cruzadas, e não é necessária a presença de plastificante para produzir efeito de resiliência. Os valores mais altos de força adesiva foram observados para as bases termopolimerizáveis, principalmente para o material à base de resina acrílica, com falhas predominantemente coesivas, sugerindo a possibilidade de formação de uma rede de moléculas na interface de união. As amostras com irregularidades na superfície de resina acrílica unida ao reembasador resiliente apresentaram os piores resultados na resistência adesiva. Isto pode ser explicado pelo fato da superfície possuir fendas e cavidades com formato de quinas e projeções, criando pontos de concentração de esforços, que podem iniciar a falha da união. Estas irregularidades na superfície podem permitir a entrada de ar ou gases e formar espaços vazios na interface da união. Os resultados desse estudo

demonstraram que o valor da resistência adesiva foi reduzido quando armazenado em água, com falhas predominantemente adesivas. Todos os materiais resilientes absorveram água, como confirmado pelo ensaio de absorção, resultando em efeitos diretos e indiretos sobre a resistência da união. A água poderia penetrar diretamente no local da união, provocando tumefação e conseqüente formação de esforços na interface da união. O efeito indireto seria que a água causaria alterações nas propriedades viscoelásticas das bases resilientes devido ao lixiviamento dos plastificantes do material resiliente, aumentando sua rigidez.

Schmidt & Smith, em 1983, realizaram um estudo retrospectivo de 6 anos em pacientes que utilizavam próteses reembasadas com o material resiliente Molloplast-B. As informações sobre a duração de cada base, número de reposições das bases e número de ajustes foram obtidas nas fichas dos pacientes. A integridade da base foi avaliada de acordo com seu poder de recuperação, adesão, textura, presença micótica e bacteriana, retenção de placa, presença de cálculo, manchas, alteração de cor, odor e utilização. O poder de recuperação foi mensurado a partir de um Durômetro, utilizando-se um instrumento novo com “stop” para cada prótese ensaiada, onde a medição foi realizada da ponta do instrumento até onde o instrumento penetrou com o “stop” posicionado. Quanto à adesão, sua integridade foi avaliada através de inspeção visual, pois qualquer separação era facilmente observada. Para observar a presença de fungos, a base foi enxaguada com água destilada por 5 segundos e posteriormente raspada na região dos molares do lado direito com espátula estéril de madeira e transferida para uma placa de Pétri com ágar-ágar e sangue. A higiene foi analisada pela quantidade de placa aderida sobre a base resiliente, com uso de Erytrosina a 5%. A presença de cálculo e sua localização também foram registradas. Quanto a odores, classificou-se como sendo de nicotina, café e outros. O grau de perda de cor da base resiliente foi comparado a uma amostra recém processada de Molloplast-B, além de observar a presença de manchas. O autor chegou aos seguintes resultados: 1- Poder de recuperação: não sofreu interferência do tempo de exposição da base ao uso; 2- Adesão: o descolamento ficou evidente em 20% das próteses; 3- Textura: foi observada textura anormal em 67,5% dos casos; 4- Presença de fungos: 28,2% das bases resilientes apresentaram resultado positivo para a cultura de fungos; 5- Higiene: a pontuação máxima de placa encontrada entre todas as bases foi de 41,6%; 6- Descoloração e manchamento: perda de cor estava presente em 62,5% dos casos e manchas foram

encontradas em 45% das bases resilientes. O autor concluiu que a base resiliente Molloplast-B pode ser considerada permanente, pois permanece útil durante um período compatível com a durabilidade das próteses de resina acrílica. Porém, sua longevidade está diretamente relacionada com a correta manipulação e preservação diária pelos pacientes. O poder de recuperação não sofreu alteração com o tempo e foi diretamente relacionado com espessura do material, sendo a espessura de 3mm considerada ideal.

Phillips, em 1984, relatou considerações técnicas sobre as resinas para bases de Próteses Totais. A resina mais empregada na atualidade é o poli (metacrilato de metila). Essa resina é transparente. Pode ser corada ou pigmentada, em quase qualquer cor e grau de translucidez. Sua cor e propriedades ópticas são estáveis nas condições normais; sua resistência e outras propriedades físicas são adequadas.

Kazanji & Watkinson, em 1988, analisaram a influência da espessura, do encaixotamento e armazenagem sobre a resiliência de materiais resilientes. Para o estudo, foram selecionados materiais com composições químicas e métodos de processamento diferentes: resinas acrílicas termopolimerizadas (Softic 49 e Coe Super-soft); resina acrílica autopolimerizável (Coe-soft); silicone termopolimerizável (Molloplast-B) e silicone autopolimerizável (Flexibase). Todos os materiais foram processados de acordo com as instruções dos fabricantes. Para o ensaio, foram utilizadas amostras em forma de disco dos materiais resilientes unidos à base de resina acrílica. A espessura da resina acrílica permaneceu constante (2,5mm), enquanto a espessura do material resiliente variou de 0,45 a 3,6 mm, com incrementos de 0,45mm. Todas as amostras foram armazenadas em água a  $37\pm 2^{\circ}\text{C}$  e ensaiadas após o primeiro dia e após o sexto mês. A resiliência foi avaliada através do durômetro Shore-A. Os resultados demonstraram que o aumento na espessura corresponde a aumento significativo em resiliência, sendo que a espessura de 1,8mm foi a mínima necessária para obter compressibilidade adequada. O encaixotamento não afetou a resiliência, com exceção do Molloplast-B, porém não sendo significativo clinicamente. A armazenagem em água a  $37^{\circ}\text{C}$  foi responsável pelos diferentes valores na resiliência devido às diferentes composições químicas desses materiais. O Coe Super-soft apresentou aumento da rigidez após a armazenagem, provavelmente pela lixiviação do plastificante. O Molloplast-B, sendo um material à base de silicone, e que portanto não contém

plastificantes, apresentou aumento de resiliência após 6 meses de armazenagem em água, sendo sugerido que este aumento deve ser resultado da absorção de água pela carga inorgânica deste material.

Em 1989, McMordie & King avaliaram três primers (Dow Corning 4040, S-226 e 1200) com o objetivo de determinar seus efeitos na resistência adesiva quando o Silastic 891 é polimerizado com a base de prótese (Lucitone 199). Para o ensaio, foram fabricadas matrizes para padronizar as o espaço da resina acrílica e material resiliente. A resina Lucitone 199 foi proporcionada e manipulada de acordo com as instruções do fabricante. Após a polimerização, as amostras foram desincluídas e as superfícies de contato com o material resiliente foram lixadas, limpas e secas. O primer foi aplicado para cada grupo de acordo com as recomendações dos fabricantes e quando as amostras estavam secas, foram recolocadas no molde e aplicado o material resiliente. O grupo controle foi obtido com o processamento do Silastic 891 diretamente sobre a resina acrílica Lucitone 199 sem a utilização de qualquer primer. Para o ensaio foram obtidas 40 amostras separadas em 4 grupos, sendo 10 amostras para cada grupo. Todas as amostras foram submetidas à tração em equipamento universal (Instron), com velocidade de ½ polegada/minuto. Como resultado, as amostras com a utilização dos primers apresentaram aumento significativo nos valores de resistência adesiva. Os maiores valores foram observados para as amostras com o primer Dow Corning 4040, com a base permanecendo fixa em 7 das 10 amostras, caracterizando falha coesiva. Todas as amostras dos primers 1200 e S-2260 apresentaram valores inferiores, caracterizando a falha de forma adesiva. Os autores concluíram que o ensaio de resistência à tração da união não é o mais adequado, pois as forças que ocorrem são mais próximas do cisalhamento. Entretanto, para avaliar o uso ou não do primer na resistência adesiva, o protocolo seguido serve como um bom método de investigação.

Graham *et al.* realizaram um estudo *in vivo*, em 1991, com o objetivo de determinar a presença e o crescimento de fungos em duas bases resilientes temporárias (Veltec e Coe-Comfort). Os materiais foram instalados nas próteses totais inferiores de 14 pacientes desdentados totais selecionados aleatoriamente. Utilizando uma espátula de madeira, foram recolhidas raspas de placa da superfície dessas bases resilientes após um

período de 1 hora e 1, 2, 7, 14 e 30 dias após a instalação das próteses. O esfregaço foi fixado na lâmina de vidro, sendo corado com reagente ácido Schiff. As lâminas foram examinadas em seqüência aleatória no microscópio, sendo observada a presença de hifas ou formas de levedura. A presença de hifas é um indicativo de infecção fúngica, enquanto formas de leveduras confirmam a presença do fungo. Quando ambos estão presentes é considerado presença e crescimento fúngico. O método de Fisher foi utilizado para determinar se houve diferença estatística entre os materiais e para cada período de análise. O autor observou a presença hifas e formas de levedura principalmente após o 4º dia para o material Coe-Comfort e após o 30º dia para o material Veltec. Não houve diferença significativa na prevalência e crescimento fúngico entre os materiais resilientes. O fabricante do Veltec recomenda o uso durante aproximadamente 30 dias, e o fabricante do Coe-Comfort, de 7 dias. O uso prolongado desses materiais na presença de fungos no meio oral é uma ótima oportunidade para a colonização de suas superfícies.

Kawano *et al.* realizaram um estudo em 1991, com o objetivo de avaliar a influência de 6 bases resilientes (Hydro-cast, Viscogel, Softone, Fitt, Soft-Liner e Coe-Comfort) na distribuição de forças na base da prótese. As amostras foram confeccionadas de acordo com as instruções de cada fabricante em temperatura de  $20\pm 3^{\circ}\text{C}$ . Foram utilizadas amostras com dimensões de 40x25x1mm, e também amostras com 2 e 3 mm de diâmetro para ensaios paralelos. As amostras foram armazenadas em água destilada  $37^{\circ}\text{C}$ . Foi utilizado para o ensaio um equipamento transdutor de pressão para mensurar a distribuição das forças na placa de ensaio, sendo que as amostras ficaram entre a placa de pressão e de ensaio. Foi aplicada carga de 5.000 g sobre as amostras durante 200 segundos, que seria a mais próxima àquela aplicada sobre uma prótese total ( $500\text{g}/\text{cm}^2$ ). Os resultados demonstraram que as bases resilientes distribuíram as forças na placa de maneira uniforme, indicando que podem distribuir as forças tensionais sobre os tecidos, além de agir como absorventes de força funcionais, essenciais para conforto e diminuir a absorção óssea alveolar.

Qudah *et al.* avaliaram, em 1991, o efeito da termociclagem sobre a dureza de 4 materiais reembasadores resilientes comumente utilizados na prática clínica, e dois condicionadores de tecido. Materiais reembasadores à base de resina acrílica tornam-se

rígidos com o tempo, provavelmente devido à lixiviação dos plastificantes. O material resiliente com espessura de 3mm, considerado ideal para uso clínico, foi polimerizado com a resina acrílica. Metade das amostras foi armazenada em água a  $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ , e a outra termociclada, alternando banhos de 1 minuto de imersão em água a  $18\pm 1^{\circ}\text{C}$  e banhos de 1 minuto de imersão em água a  $53\pm 1^{\circ}\text{C}$ . Para o ensaio de dureza foi utilizado um microdurômetro, que mede a profundidade de penetração da ponta ativa do aparelho para cada amostra. Devido à variação na resiliência destes materiais, não foi possível estabelecer uma carga de penetração comum a todos. As mensurações foram realizadas após 1, 7, 14 e 28 dias para todas as amostras processadas. Os autores observaram que embora os materiais estivessem longe do ideal, eram bastante utilizados. Acrescentaram ainda, que apesar da desvantagem de confeccionar a base resiliente em laboratório devido ao fato do paciente ficar sem a prótese por um tempo considerável, estas apresentavam propriedades melhores e conseqüentemente, longevidade superior àquelas próteses confeccionadas com material resiliente autopolimerizado. O Molloplast-B não contém plastificante, entretanto contém carga que pode absorver água, a qual levaria ao aumento da maciez quando armazenado em água. Entretanto, a termociclagem poderia agir promovendo efeito contrário. A profundidade das amostras controle foi duas vezes maior que as termocicladas após 28 dias. O Flexibase também apresentou diferença estatística em relação ao grupo controle, com aumento na dureza para as amostras termocicladas. O Coe-soft apresentou grande resiliência inicial, mas após uma semana apresentou endurecimento, tornando-se inadequado para o uso da carga a qual foi submetido no primeiro dia. Foi sugerido que a resiliência inicial era devido à grande quantidade de plastificante contida no monômero, e sua lixiviação na água seria responsável pelo endurecimento do material. Em todos os intervalos, as amostras controle foram mais resilientes que as termocicladas, embora as amostras controle tenham perdido resiliência com o tempo. Os materiais Coe-Comfort e Viscogel apresentaram diminuição na sua resiliência inicial em curto período de tempo, devido à presença de plastificantes e etilálcool. O grupo termociclado do material Viscogel apresentou distorção, impossibilitando o término do ensaio após o primeiro dia. Os autores concluíram que a termociclagem apresentou efeito prejudicial sobre a resiliência de todos os materiais ensaiados, e que materiais resilientes provisórios apresentaram rápida deterioração em temperaturas superiores a  $50^{\circ}\text{C}$ .

Em 1992, Kawano *et al.* investigaram a resistência à tração de união de 6 materiais reembasadores resilientes conhecidos com composições químicas diferentes: Prolastic, Vinasoft, Flexor, Super Soft, Novus e Molloplast-B (silicone, vinil, copolímero, resina acrílica com plastificante, polifosfazano e silicone termopolimerizável, respectivamente). Os materiais foram processados de acordo com as instruções do fabricante, utilizando-se seus respectivos adesivos, sendo o Novus com e sem adesivo. Com o alinhamento das matrizes e espaçador, obteve-se um molde de silicone flexível, que permitiu fácil desinclusão. Primeiramente, foi processada a resina acrílica Lucitone 199 de acordo com as indicações do fabricante. Após a polimerização, o espaçador foi removido da mufla e as duas partes da resina acrílica de cada amostra alisadas com pontas de silicone 240 e suas superfícies de contato tratadas de acordo com cada material resiliente. Os blocos de resina acrílica foram recolocados no molde, e os reembasadores resilientes processados no lugar do espaçador. Após a polimerização dos materiais resilientes, as amostras foram removidas e regularizadas com lâmina afiada. O ensaio de tração foi realizado no Equipamento Universal Instron, com velocidade de 2cm/min, até o rompimento total das amostras e a qualidade da fratura, se adesiva ou coesiva, observada através do microscópio óptico. A resistência à tração de união foi calculada com a força da fratura dividida pela área seccionada. Os piores resultados foram obtidos com o Prolastic (9,6 kg/cm<sup>2</sup>) e os melhores com o Novus com adesivo (26,1 kg/cm<sup>2</sup>), sendo que todos se apresentaram acima dos valores clinicamente aceitáveis (4,5 kg/cm<sup>2</sup>). O Prolastic, Super Soft e Molloplast-B fraturaram coesivamente, indicando que a resistência tensional foi mais fraca que a resistência à força da união. Já o Flexor, Novus e Novus com adesivo fraturaram adesivamente, enquanto que o VinaSoft apresentou os dois tipos de falhas.

Polyzois, em 1992, comparou as características de adesão de 3 materiais resilientes de composições diferentes com a base de resina fotopolimerizada. O estudo também avaliou o efeito de 3 agentes de união na força adesiva destes materiais e o efeito da armazenagem em água durante 4 meses. Foi realizado o teste de cisalhamento em máquina Monsanto (Model T10, Monsanto Ltda), com velocidade constante de 50mm/min até a separação entre os materiais. Todas as amostras armazenadas apresentaram valores significativamente reduzidos. Novus, um material reembasador à base de fluorelastômero polifosfazano, demonstrou os melhores valores de resistência da força da união,

apresentando principalmente falhas coesivas. Flexor e Perform foram semelhantes quanto à resistência à tração da união, sendo que o primeiro fraturou adesivamente e o segundo coesivamente, sugerindo resistência frágil do Perform às forças externas. Os agentes adesivos foram satisfatórios, com exceção do adesivo do material resiliente Perform.

No ano de 1992, Sinobad *et al.* realizaram um estudo *in vitro* com o objetivo de descrever a resistência adesiva e propriedades de rasgamento de cinco reembasadores resilientes comumente utilizados na prática clínica. Os materiais resilientes podem ser classificados em dois tipos: à base de resina acrílica e à base de silicone. Ambos tipos estão disponíveis na forma auto e termopolimerizável, diferindo na porcentagem de plastificantes, agentes de ligações cruzadas, catalisador, e carga. Foram utilizados 3 materiais resilientes à base de resina acrílica (Coe Soft, Coe Super-Soft e Vertex Soft), e 2 à base de silicone (Molloplast-B e Flexibase). O ensaio de descolamento foi designado para mensurar a quantidade de força necessária para descolar a base resiliente da base da prótese, sob uma taxa de tensão controlada. O segundo ensaio, foi utilizado para comparar a resistência ao rasgamento das bases resilientes. Ambos os ensaios foram realizados no aparelho de ensaios Universal Instron logo após o processamento das amostras, e após a imersão em água destilada a 37<sup>0</sup>C em 7 e 90 dias. Para o ensaio de descolamento, foram confeccionadas amostras de base rígida (Biocryl) e base resiliente de 75x25x3mm. Cada base resiliente foi sobreposta a 25mm da base rígida e 50mm não fixo, submetido à força de descolamento, com velocidade de 20mm/minuto. Para o ensaio de rasgamento, foram confeccionadas amostras medindo 50x12x2mm com um entalhe de 6mm de largura a 45<sup>0</sup> de um dos lados. A interface entre base resiliente e rígida foi examinada através de microscopia eletrônica de varredura. Alterações de peso também foram avaliadas para 4 amostras de cada material resiliente. As amostras medindo 50x50x2mm foram pesadas e colocadas em dessecador com óxido de fósforo, secas em forno a 37<sup>0</sup>C e pesadas até atingir peso constante. As amostras foram armazenadas em água destilada a 37<sup>0</sup>C e pesadas após 1,7, 30 e 90 dias. A resistência ao rasgamento foi baixa para todos os materiais, particularmente para o silicone autopolimerizável. No caso da imersão em água por 90 dias, houve aumento na resistência ao rasgamento para os materiais CoeSoft e Coe Super Soft, provavelmente devido à lixiviação dos plastificantes. Os materiais Vertex Soft, Molloplast-B e Flexibase apresentaram decréscimo na resistência ao rasgamento devido a sua alta

absorção de água, que pode ter ocorrido devido ao conteúdo de carga. A alteração de peso após saturação indicou que após ligeira elevação, houve diminuição de peso após 7, 30 e 90 dias para o Coe Soft e Coe Super Soft. Por outro lado, Vertex Soft e os materiais à base de silicone apresentaram aumento de peso durante o tempo de observação. O microscópio eletrônico de varredura confirmou a presença de união satisfatória entre bases resilientes de resina acrílica e à base polimetil metacrilato, apresentando uma linha indefinida que não sofreu alteração após imersão em água. Entretanto, no caso dos materiais à base de silicone, foi observada uma linha definida, sugerindo absorção e penetração de água na interface entre os dois materiais, principalmente para o Flexibase. Entretanto, a adesão ainda foi maior que a coesão após imersão durante 90 dias.

Casey & Scheer, em 1993, avaliaram através da microscopia eletrônica de varredura o efeito do tratamento superficial para material resiliente temporário (Coe-soft), com o objetivo de aumentar sua longevidade. O material foi avaliado antes e após o tratamento da superfície mono-poly glaze, monômero de poly (metil-metacrilato) e Minute-Stain glaze e também antes e após a instalação da prótese. Para o estudo, foi utilizada base de resina acrílica fotopolimerizada (Triad), onde foram criadas 4 cavidades na região posterior. No fundo da cavidade foi aplicado adesivo hidrocolóide irreversível para facilitar a remoção das amostras sem distorção. O material resiliente foi manipulado de acordo com as recomendações do fabricante e inserido na base da prótese, mantida durante 8 minutos. A área 1 não recebeu tratamento superficial; na 2, foi esfregado um aplicador de algodão saturado com monômero, com o objetivo de dissolver a consistência espessa do material resiliente, deixando a superfície brilhante, não presente na área 1; as áreas 3 e 4 foram recobertas com mono-poly glaze e Minute-stain glaze, respectivamente. Após secagem, as bases foram lavadas com água corrente por 2 minutos. A prótese foi utilizada durante trinta dias exceto durante o sono, e o paciente instruído a lavá-la duas vezes ao dia com escova própria para prótese, e deixá-la imersa durante a noite em líquido apropriado. Após trinta dias de uso, as amostras foram removidas cuidadosamente. Cada amostra foi dividida ao meio e colocada em discos próprios para o microscópio eletrônico de varredura, sendo que as amostras controle também foram analisadas. As amostras não tratadas utilizadas durante trinta dias, foram consideradas inapropriadas para o uso, criando um excelente meio para o crescimento de microorganismos. A amostra tratada com monômero após trinta dias

apresentou-se erodida, semelhante à amostra não tratada. A amostra tratada com mono-poly apresentou-se quase perfeita antes do uso e manteve sua condição após trinta dias de uso. Inicialmente, as amostras tratadas com Minute-stain glaze também se mostraram quase perfeitas. Entretanto, após trinta dias a amostra apresentou grande rugosidade, provavelmente como resultado da absorção de líquidos. Segundo os autores, várias marcas comerciais de materiais resilientes diferem no seu tempo de vida útil, podendo manter-se satisfatórias por semanas ou meses.

Em 1993, Dootz *et al.* realizaram um estudo *in vitro* com o propósito de comparar propriedades físico-mecânicas de onze bases resilientes comercialmente disponíveis submetidas a envelhecimento acelerado. Os elastômeros selecionados para esse estudo foram bases resilientes processadas em laboratório, onde os dados obtidos com o trabalho são de importância fundamental para o clínico antever a durabilidade de sua base resiliente selecionada. As amostras foram processadas de acordo com as instruções dos fabricantes e armazenadas em umidificador por 24 horas. Metade das amostras foram analisadas quanto à resistência à tração, ao rasgamento, percentual de alongamento, dureza e força coesiva. Os ensaios foram repetidos para a outra metade das amostras após o envelhecimento acelerado, realizado no equipamento Ometer (modelo 25-WR). As amostras foram submetidas a um ciclo de 900 horas de exposição à luz ultravioleta de xenônio a 110<sup>0</sup>F e 90% de umidade relativa. A cada 120 minutos era dirigido um spray de água destilada às amostras, durante 18 minutos. As amostras foram confeccionadas para o ensaio de resistência à tração com dimensões de 89x3x3mm e para o ensaio de rasgamento, com dimensões de 75x25x1mm com secção central. Ambos ensaios de resistência foram realizados em equipamento universal Instron, com velocidade de 50cm/minuto. O ensaio da força coesiva foi determinado de acordo com o método de Webber, onde a força coesiva está diretamente relacionada com a natureza elástica dos materiais resilientes. Dessa forma, as amostras em formato de “calças” foram tracionadas, onde cada perna era direcionada para lados opostos. Os valores do percentual de alongamento foram obtidos utilizando-se um extensômetro, e os de dureza obtidos em amostras de 10 mm de espessura, através do durômetro Shore-A. Os resultados observados tanto para dureza, quanto força coesiva apresentaram grandes variações entre as bases resilientes. Em relação à dureza, o material mais resiliente foi o Prolastic, e o mais rígido, o Verno-Soft antes e após envelhecimento.

Todas as bases resilientes permaneceram ou aumentaram seu índice de dureza após o envelhecimento, com exceção dos materiais Flexor e Molloplast-B. Em relação à força coesiva, todos os materiais apresentaram aumento dos valores após o processo de envelhecimento, com exceção do Soft-Park e Novus. Para a resistência ao rasgamento, também houve aumento geral nos valores após o envelhecimento, com exceção do Prolastic que apresentou decréscimo da resistência ao rasgamento. A maioria das bases resilientes apresentou aumento nos valores de resistência à tração após o envelhecimento, com exceção do Soft-Park. O percentual de alongamento dos materiais resilientes diminuiu para a maioria das amostras, com exceção do material Molloplast-B. Segundo os autores, o aumento da resistência à tração após o envelhecimento provavelmente ocorreu devido à continuidade no processo de polimerização e perda de plastificante, relacionado com a diminuição no percentual de alongamento e aumento da dureza, resistência ao rasgamento e poder coesivo na maioria dos materiais. Os autores concluíram que o sucesso e fracasso dos materiais resilientes não são completamente determinados pela suas propriedades observadas nesse estudo. Fatores adicionais, como resistência da união entre materiais resilientes e base da prótese, deformação, avaliações dinâmicas, absorção de água, manchamento, compatibilidade tecidual e a natureza germicida das bases também são igualmente importantes e devem ser considerados.

Emmer *et al.*, em 1995, avaliaram a adesão de bases resilientes com a base da prótese e determinaram os tipos de fraturas, utilizando um novo método de tração. Foram utilizadas bases resilientes fotopolimerizadas (Triad e Astron) e termopolimerizadas (Molloplast, Permasoft e Super Soft) unidas à resina acrílica Lucitone 199. Metade das amostras foram ensaiadas 24 horas após o processamento, e metade foram armazenadas em água a 72<sup>o</sup>F. Para o método de ensaio de tração, foi inserido um jig plástico pré-fabricado para assegurar o alinhamento das amostras no equipamento para tracionamento (MTS, modelo 810). As amostras foram separadas à velocidade de 1mm/segundo. O máximo de tensão antes da fratura, o modo de fratura e o tempo total decorrido antes da ocorrência da fratura foram registrados. Este último, indica a quantidade de deformação plástica antes da fratura ocorrer sob as condições constante de estresse. Triad e Astron falharam imediatamente após a deformação elástica, apresentando pouca elasticidade, porém com altos valores de resistência à fratura. Esses materiais apresentaram falhas coesivas e alto

poder adesivo, ou seja, a resistência adesiva foi maior que a coesiva para estes materiais. Molloplast-B apresentou elasticidade, porém baixa resistência à fratura. Permasoft e Super Soft falharam adesiva e prematuramente. Com relação às amostras armazenadas em água durante 6 meses, houve aumento da resistência à fratura, indicando perda de viscoelasticidade.

Wagner *et al.* em 1995, avaliaram *in vitro* as propriedades viscoelásticas de doze bases resilientes comercialmente disponíveis submetidas ao envelhecimento simulado. Para o estudo, foram confeccionadas 10 amostras para cada material, sendo metade ensaiada após 24 horas, e metade submetida a 900 horas de simulação de envelhecimento com exposição à luz ultravioleta e visível a 110<sup>0</sup>F realizado no equipamento Ometer (modelo 25-WR). A cada 120 minutos, era dirigido às amostras um spray de água destilada durante 18 minutos. Todas as amostras foram ensaiadas a 37<sup>0</sup>C e frequência de 1Hz com viscoelastômetro dinâmico. Foram obtidas três propriedades dinâmicas: módulo de armazenagem (E'), relacionada à maciez do material e relatada como módulo de elasticidade; módulo de perda (E'') e fator de amortecimento (tan), que corresponde à quantidade de energia absorvida. Em relação ao comportamento viscoelástico dinâmico total, foram observadas diferenças significativas entre os materiais. As bases de silicone e polifosfazano apresentaram os piores resultados (E', E'' e tan), e as maiores alterações após o envelhecimento. As resinas acrílicas demonstraram as maiores alterações e maiores valores totais após o envelhecimento, sendo que os materiais Super Soft e Justi Soft apresentaram valores de E' e E'' muito superiores aos outros materiais. As resinas de vinil apresentaram valores intermediários de viscoelasticidade entre os silicones e a resina acrílica. Em relação aos fatores de amortecimento, todos os materiais apresentaram aumento dos valores após o envelhecimento, com exceção do silicone Prolastic. Os autores concluíram que apesar da maior complexidade do meio oral, o envelhecimento simulado é um método efetivo para comparar o comportamento dos diferentes materiais.

Al-Athel & Jagger, em 1996, compararam a metodologia para realização de ensaios de resistência à tração da união entre material reembasador resiliente à base de silicone (Molloplast-B) com resina acrílica convencional da base da prótese (Trevalon). O efeito da espessura da base resiliente e taxa de deformação nos valores de resistência à

tração da união também foi avaliada. Foram utilizados três métodos para avaliar a resistência à tração da união: descolamento, tensional e cisalhamento. Todos os ensaios foram realizados em instrumento de ensaio Universal (Lloyd Instruments) a  $21\pm 1^{\circ}\text{C}$ . Para o ensaio de descolamento, as amostras de resina acrílica e material resiliente, de igual dimensão (75x25x3mm) foram polimerizadas com 25mm de sobreposição. Para o ensaio de tensão, foram confeccionadas amostras de material resiliente (6x6x6mm) unidas a dois segmentos de resina acrílica (30x6x6mm). No ensaio de cisalhamento, foram utilizadas amostras de base resiliente (10x10x2,5mm) posicionadas em duas placas de resina acrílica (50x10x3mm). Em todas as amostras, a superfície de resina acrílica em contato com a base resiliente foi preparada com fresa para resina, e em seguida, o primer aplicado nessa superfície. Foram preparadas amostras adicionais para avaliar o efeito da espessura e taxa de deformação sobre a resistência da união para os métodos tensional e de cisalhamento. Além disso, foi observado visualmente o tipo de falha: adesiva, coesiva ou mista. A diferença dos valores de resistência à tração da união registrada entre os métodos estudados pode ser atribuída à natureza diferente de cargas externas e direção das cargas aplicadas. O padrão da distribuição de tensão na base resiliente e sobre sua interface também representa um papel importante no tipo de falha da amostra. Portanto, ensaios laboratoriais necessariamente não representam a verdadeira carga que o material recebe clinicamente. Os ensaios laboratoriais só conseguem aplicar um tipo de força de cada vez, comparados com as forças mastigatórias a que as próteses são submetidas. Esse fator, além da natureza complexa do fenômeno de união, e o fato que as amostras não simulam a configuração atual da prótese, torna-se difícil a interpretação dos resultados de resistência à tração da união realizados em laboratório. Entretanto, testes laboratoriais são úteis para a comparação de diferentes materiais resilientes.

Em 1996, Willians *et al.* realizaram um estudo *in vitro* com o objetivo de examinar o comportamento de deformação de 5 materiais reembasadores resilientes submetidos à carga cíclica dinâmica sob forças aplicadas com uma máquina simulando forças mastigatórias. Foram confeccionadas 10 amostras para cada material, sendo armazenadas em ambiente seco até a realização do ensaio em uma máquina Instron. As amostras foram ensaiadas em banho de água a  $37^{\circ}\text{C}$  durante a aplicação da carga cíclica. Os deslocamentos das amostras foram medidos por um transdutor de deslocamento linear. As

forças aplicadas foram convertidas em tensões e os deslocamentos em tração. Foram calculadas trações de energia e densidades de tração de energia, sendo realizados mais de 100 ciclos. O módulo de elasticidade é uma propriedade importante e uma das características dos materiais resilientes. O Coe Super-Soft apresentou alto módulo de elasticidade e excelente resposta de recuperação, entretanto é rígido e absorve menor energia que os outros materiais quando submetidos ao mesmo tratamento, sugerindo que a energia recebida por ele é transferida ao tecido subjacente. Um material de baixo módulo de elasticidade apresenta maior deformação quando submetidos à determinada carga. Todos os materiais demonstraram elasticidade, mas não elasticidade linear perfeita. O Novus foi o que mais correspondeu em dissipar energia quando submetidos a cargas. O Molloplast-B absorveu maior energia com cargas baixas e o Novus com altas.

Yoeli *et al.*, em 1996, investigaram e compararam a consistência inicial de 4 bases resilientes comumente utilizadas com a base de resina autopolimerizada. Os objetivos desse trabalho foram determinar a fluidez inicial do Coe-Soft, Flexacril, Lynal e Permasoft e assegurar que estas bases resilientes atendiam aos novos critérios; compará-las com os silicones termopolimerizados Molloplast-B e Permaflex, sob condições reproduzíveis de ensaio, e determinar a espessura mínima necessária para obter uma base com resiliência confiável. A consistência inicial de reembasadores resilientes é uma propriedade importante que permite boa adaptação do material ao meio oral, com o mínimo de deslocamento de tecido antes da presa. Todos os testes foram realizados a  $37\pm 1^{\circ}\text{C}$ . Os materiais foram manipulados de acordo com as recomendações dos fabricantes, com exceção do Lynal, que se apresentou muito viscoso e poroso na proporção monômero/polímero recomendada, necessitando de alteração da proporção. Os fabricantes do Coe Soft e do Flexacril recomendam inserção mais demorada para que atinjam a consistência mais adequada para o trabalho. Para o ensaio de resiliência, foi utilizado o Durômetro Shore-A e preparados dois grupos de amostras para estabelecer a espessura mínima para o ensaio de resiliência. Um grupo com amostras de 8mm de espessura, e outro com amostras empilhadas de 1,1mm. Os silicones foram utilizados como controle devido à sua resiliência permanecer por longo período de tempo. Todos os materiais ensaiados seguiram as especificações da ISO 10139-1, sendo que a consistência do Coe-Soft e Permasoft foi semelhante e os valores obtidos indicaram fluxo inicial de consistência média. Entretanto, o Permasoft tomou presa mais

rapidamente que o Coe-Soft. A maioria das bases macias apresenta menor fluidez após 90 ou 180 segundos depois da mistura. A resiliência dos materiais testados variou bastante, e a maioria das bases resilientes autopolimerizadas apresentaram resiliência inicial maior que os silicones termopolimerizáveis, com exceção do Flexacril. Entretanto, a resiliência das 4 bases macias apresentou alteração com o tempo (o Permasoft foi o mais estável entre as bases resilientes autopolimerizáveis), ao contrário das bases de silicone, que permaneceram constantes. As leituras de resiliência apresentaram variação significativa com as diferentes espessuras das amostras, indicando a necessidade do desenvolvimento de critérios para analisar as propriedades de resiliência e determinar a espessura mínima requerida para um desempenho clínico adequado. Para este ensaio, as amostras deveriam ter espessura mínima de 3,5mm. Entretanto, essa espessura não deve ser interpretada como a recomendada para prática clínica. Investigações adicionais devem ser realizadas para estabelecer uma espessura mínima adequada para permitir às bases resilientes maior longevidade.

Em 1997, Gronet *et al.* avaliaram o efeito de dois selantes aplicados em 3 bases resilientes, sobre a resiliência desses materiais. Para o ensaio, foram confeccionadas 30 amostras para cada material (Visco-Gel, Lynal e Coe Soft), divididas em 10 amostras sem tratamento de superfície, 10 tratadas com selante Palaseal, e 10 amostras com selante mono-poly. Todas as amostras receberam termociclagem, com variação de temperatura entre 5<sup>o</sup>C e 45<sup>o</sup>C em 500 ciclos. Cada amostra foi comprimida 10 mm com velocidade de 30 mm/minuto em máquina Instron. A resiliência foi determinada, medindo-se a energia absorvida pelas bases resilientes quando receberam tensão até o limite elástico específico. Lynal apresentou a maior resiliência após termociclagem, sendo seguido do Visco-Gel e Coe Soft respectivamente. Resultados estatísticos demonstraram que as amostras das bases resilientes Lynal e Visco-Gel quando receberam tratamento superficial com o Palaseal e mono-poly, apresentaram aumento na resiliência quando comparadas com as amostras sem tratamento de superfície. Os autores concluíram que o tratamento do material resiliente temporário com selantes pode elevar a durabilidade da resiliência desses materiais.

Em 1997, Hayakawa *et al.* realizaram um estudo com o objetivo de analisar intra-oralmente as alterações das propriedades elásticas e rugosidade de um condicionador de tecido após tratamento superficial com utilização de copolímero fluorinado. A

superfície do condicionador foi tratada com agente em metade da superfície interna de 5 próteses totais e comparadas com a metade não tratada. Os efeitos amortecedores do condicionador foram avaliados medindo a resiliência do material em relação à tensão apresentada. O resultado do valor de resiliência na parte tratada era significativamente maior que na parte sem tratamento. Quanto à rugosidade, a parte não tratada apresentou índices de aspereza maiores. Segundo o autor, a aplicação desse copolímero aumenta clinicamente o brilho superficial da base, gerando assim um invólucro que acaba dificultando tanto a absorção de água, quanto à deterioração da base, prolongando o tempo de vida útil do condicionador de tecido utilizado.

Radford *et al.* avaliaram, em 1997, o efeito do tratamento superficial de três materiais utilizados na confecção da base da prótese. A resina acrílica termopolimerizável (Trevalon) e dois materiais resilientes (Molloplast-B e Novus) foram analisados em microscópio eletrônico de varredura e microscópio confocal. Essas duas técnicas foram utilizadas para se completarem, devido ao campo extenso do microscópio eletrônico e a quantidade de detalhes da superfície irregular que pode ser observada no microscópio confocal. Além disso, amostras para o microscópio confocal não necessitam desidratação e metalização. A escolha dos instrumentos rotatórios foi determinada pelos instrumentos mais utilizados na prática clínica e de acordo com recomendações dos fabricantes: carboneto de tungstênio, broca de aço com corte transversal, Arbor band e pedra para o Molloplast-B. Para o estudo, foram utilizadas 30 amostras para cada material. Em cada amostra foram produzidas três texturas, sendo duas superfícies tratadas e a terceira, o controle, obtido pela polimerização contra uma superfície de vidro. Os resultados demonstraram que o controle apresentava as superfícies com menor rugosidade e entre os materiais, o Molloplast-B apresentava os melhores resultados. A resina acrílica tratada com broca de tungstênio apresentava menores leituras de rugosidade que a broca de aço. As superfícies mais rugosas para os materiais resilientes foram visualizadas com as brocas Arbor band e pedra Molloplast-B, enquanto o material Novus com broca de tungstênio, apresentou a superfície mais lisa entre os materiais resilientes com superfície tratada.

Em 1999, Aydin *et al.* avaliaram as propriedades mecânicas e estruturais de 5 materiais reembasadores com estruturas químicas diferentes e disponíveis no mercado, com

a resina acrílica termopolimerizável da base da prótese (Paladent-20), sendo conduzido ensaio de tração (resistência à tração, porcentagem de alongamento e módulo de elasticidade) e fratura. Todas as amostras foram armazenadas em água destilada a  $37\pm 1^{\circ}\text{C}$  e analisadas em intervalos de tempo (0, 15, 30 e 60 dias). Para o ensaio de tração, foi utilizado o equipamento Instron, onde as amostras foram tracionadas até fratura com velocidade de 0,6cm/min. Para o teste de fratura, todas as amostras foram congeladas em nitrogênio líquido, sendo fraturadas perpendicularmente. A superfície aderida foi observada através do microscópio eletrônico de varredura. Os valores de resistência à tração da união da resina fotopolimerizável (Triad) foram superiores à resina termopolimerizável, mas ambas sofreram decréscimo nos valores após armazenagem em água por 30 dias. No caso de reembasadores resilientes, houve variações nos valores de resistência à tração da união no final de 30 dias de armazenagem em água: aumentou para o material resiliente à base de resina acrílica autopolimerizável (Express), diminuiu para à base de silicone autopolimerizável (Ufi Gel-P), enquanto à base de silicone termopolimerizável (Molloplast-B) manteve-se constante.

Hekimoglu & Anil, investigaram em 1999, o efeito do envelhecimento simulado sobre as propriedades físicas de materiais resilientes. Foi avaliada dureza, resistência à tração e porcentagem de alongamento de 5 materiais resilientes, antes e após o envelhecimento acelerado. Resistência à tração fornece informações sobre as propriedades finais de resistência, enquanto o alongamento fornece resultados sobre a habilidade do material em resistir antes da fratura. Para o ensaio de dureza, foi utilizado o Durômetro Shore-A e confeccionadas amostras de 1cm de espessura. O processo de envelhecimento foi realizado na Máquina Weather-Ometer. As amostras foram expostas à luz ultra-violeta e luz visível contínua, a temperatura de  $43,3^{\circ}\text{C}$  e um ciclo programado de 18 minutos de spray de água destilada entre cada período de 2 horas. Segundo os autores, apesar do meio oral ser mais complexo, este envelhecimento simulado é útil para comparar diferentes materiais. Em relação à dureza, o Molloplast-B apresentou maiores resultados e o Ufigel P, os menores. Entretanto, o Molloplast-B, Ufigel P e Flexor não sofreram alterações significativas após o envelhecimento, enquanto o Simpa e Ufigel-L apresentaram aumento da resiliência. O Flexor apresentou os valores mais elevados para o ensaio de resistência à tração não apresentando diferença estatística significativa após envelhecimento.

Sanchez, em 1999, realizou um estudo com o objetivo de comparar a resistência da união entre 3 bases resilientes (Dentuflex, Ufigel e Eversoft) e resina acrílica (QC-20), submetidas ou não à termociclagem. Foram utilizadas 60 amostras separadas em 6 grupos. Para a confecção das amostras, foram utilizadas matrizes metálicas incluídas em mufla, cujo molde impresso no silicone de condensação e no gesso foi preenchido com resina acrílica. Após polimerizadas, as amostras foram unidas duas a duas em seu eixo longitudinal por uma base resiliente. Metade das amostras foi levada ao termociclador MCT2 AMM Instrumental onde foram realizados 4.000 ciclos de 1 minuto em água a  $5\pm 1^{\circ}\text{C}$  e 1 minuto a  $55\pm 1^{\circ}\text{C}$ . A outra metade foi armazenada em água numa estufa a  $37^{\circ}\text{C}$  durante 24 horas. As amostras foram submetidas ao ensaio de tração no equipamento EMIC-DL500MF com velocidade de 5 mm/minuto. Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística pelo Teste de Tukey a 5 % e as amostras foram analisadas quanto ao tipo de falha ocorrida. O material Dentuflex apresentou os maiores valores de resistência à tração, independentemente do tratamento recebido, apresentando diferença estatística com os demais materiais. O material Eversoft quando termociclado apresentou superioridade estatística em relação ao Ufi-Gel. Para os materiais Dentuflex e Eversoft, a termociclagem aumentou os valores de resistência à tração, apresentando diferença estatística em relação ao controle; entretanto, para o Ufi-Gel, o comportamento não foi alterado.

Anil *et al.*, em 2000, pesquisaram microinfiltração entre base resiliente e material da base da prótese e o efeito do envelhecimento acelerado sobre as características de microinfiltração dos materiais. Foram investigados 6 materiais resilientes, sendo preparadas 40 amostras em forma de disco. Metade das amostras de cada material foram armazenadas em acelerador de envelhecimento durante 900 horas, onde foram expostas à luz ultravioleta e a luz visível, em uma temperatura de  $43^{\circ}\text{C}$ , e a um ciclo prolongado de pulverização com spray de água destilada de 18 minutos de duração a cada 2 horas, equivalendo a 3 anos de função clínica. Todas as amostras foram imersas por 2 dias em solução de radioisótopo  $^{45}\text{Ca}$ . Após a remoção, cada amostra foi colocada em bloco de resina acrílica autopolimerizável e seccionada longitudinalmente. Foram produzidas as auto-radiografias e a microinfiltração determinada de acordo com uma escala. Os autores concluíram que o Mucopren e o Molloplast-B mostraram o menor grau de infiltração, e os materiais Flexor e Simpa apresentaram o maior grau. Os procedimentos de envelhecimento

não afetaram as propriedades de infiltração do Simpa, Flexor, Mucropen silanizado e Tokuyama, enquanto nos outros materiais indicou tendência significativa de diminuição. Além disso, a silanização das bases resilientes pode ser benéfica na redução da microinfiltração, apesar de seu efeito diminuir com o envelhecimento.

Em 2000, El-Hadary & Drummond realizaram um estudo com objetivo de comparar a sorção de água, solubilidade e resistência à tração da união de dois materiais resilientes de composição química diferente. Para esse estudo, foi utilizado um material à base de silicone termopolimerizável (Luci-sof) e outro à base de resina acrílica (Permasoft), sendo este último avaliado através de duas técnicas de processamento: no laboratório e autopolimerizável em consultório. Para o ensaio de sorção e solubilidade, para cada material e forma de processamento, foram preparados 24 discos (45 mm de diâmetro e 1 mm de espessura) de acordo com as instruções dos fabricantes. Após a polimerização, as amostras foram secas em dessecador contendo anidro de sulfato de cálcio. Para as amostras de Permasoft foi aplicada uma primeira camada de sealer, aplicado ar por dois minutos, e uma segunda camada de sealer. As amostras foram armazenadas em água destilada a 37<sup>0</sup>C e divididas em grupos de 8 amostras, sendo que cada grupo foi ensaiado depois 1, 4 e 6 semanas. Além disso, os discos utilizados na primeira semana foram novamente armazenados em água destilada, e ensaiados novamente após 4 e 6 semanas de armazenagem. Seus pesos foram registrados, e a sorção e solubilidade calculadas seguindo dois métodos de avaliação: sorção relativa e absoluta. O primeiro segue a especificação nº12 da A.D.A. utilizada para avaliar sorção e solubilidade de polímeros da base da prótese (mg/cm<sup>2</sup>), e o segundo método utilizado está de acordo com os estudos de Kazanji e Watkinson (1988). Para o ensaio de resistência à tração da união, foram utilizadas 16 amostras para cada material e técnica de processamento, compostas de dois cilindros de resina Lucitone 199 (25mm de diâmetro e 25mm de comprimento) unidas ao material resiliente (3mm de espessura). A força de adesão foi determinada sob tração, com velocidade de 2mm/minuto para as amostras ensaiadas após 48 horas e 12 semanas de imersão em água destilada. O material Permasoft com ambos métodos de processamento apresentaram valores superiores de sorção e solubilidade em relação ao material Luci-sof, após 6 semanas de imersão em água. Segundo o autor, o método de avaliação utilizado nos estudos de Kazanji & Watkinson é mais representativo e possui menos variáveis na sua

obtenção. Em relação à resistência à tração da união, o material Luci-sof apresentou valores mais altos quando comparados ao Permasoft. Os resultados das amostras ensaiadas após 48 horas e 12 semanas não apresentaram diferença estatística significativa em relação à resistência à tração da união.

Nikawa *et al.*, em 2000a, avaliaram *in vitro* as interações entre materiais reembasadores resilientes submetidos à ciclagem térmica, películas de saliva e soro e *Cândida albicans*. Para o estudo do crescimento de *Cândida albicans* em saliva e soro foram utilizadas amostras de resinas acrílicas e 7 materiais resilientes. As amostras de cada material termociclado foram submetidas a banhos alternados em 1 minuto em água a 4<sup>o</sup>C e 70<sup>o</sup>C, durante 1.000 e 10.000 ciclos. No caso dos materiais resilientes controle (não termociclado e sem cobertura de soro), o efeito antifúngico dependeu do tipo de material resiliente utilizado. O efeito inibitório do crescimento de fungos dos materiais ensaiados foi analisado através do tempo de declínio do PH; taxa de alteração do PH e mínimo valor de PH alcançado. Os autores concluíram que alguns materiais resilientes exibem atividade anti-fúngica. Entretanto, ela é significativamente reduzida pela termociclagem ou pela película de proteína. Os autores sugeriram a necessidade de controle de placa para aumentar a longevidade desses materiais resilientes

Nikawa, *et al.*, em 2000b, investigaram *in vitro* o efeito das interações entre materiais reembasadores resilientes submetidos à ciclagem térmica, películas de saliva e soro, sobre a colonização de *Cândida albicans*. Para o estudo da colonização fúngica, foram utilizadas amostras de resina acrílica e 7 materiais resilientes. As amostras de cada material termociclado foram submetidas a banhos alternados em 1 minuto em água a 4<sup>o</sup>C e 70<sup>o</sup>C, durante 1.000 e 10.000 ciclos. No caso dos materiais resilientes controle (não termociclado e sem cobertura de soro), a colonização fúngica dependeu do tipo de material utilizado, sendo maior no Bio Resin (resina acrílica) e Evatouch (material resiliente autopolimerizável a base de silicone) e menor no Molloplast-B, Kurepeet Dough (silicone termopolimerizáveis) e Tokuyama Soft Relining (silicone autopolimerizável). A termociclagem essencialmente promoveu a colonização fúngica, causada pela redução significativa do efeito anti-fúngico das bases resilientes. As amostras cobertas com películas

de saliva e soro promoveram a colonização fúngica das bases resilientes e sua quantidade variou consideravelmente.

Pesun *et al.*, em 2001, descreveram uma técnica para obter valores de resiliência de 2 materiais reembasadores resilientes à base de silicone. Foram confeccionadas amostras de diferentes espessuras (1,1; 2,2; 3,3; 4,4 mm) para cada material (Molloplast-B e o novo material: MPDS-SL), de acordo com as orientações dos fabricantes. Para a realização do ensaio, foi aplicada carga de 3 libras durante 0,5 segundos e os valores foram obtidos através das ondas do osciloscópio, sendo registrado 5 ciclos para cada amostra. As diferentes espessuras apresentaram valores de dureza com diferença significativa, sendo que espessuras superiores a 2,2 mm não apresentaram aumento na resiliência. Entre os materiais utilizados para avaliar a técnica, o MPDS-SL apresentou comportamento mais elástico que o Molloplast-B. Segundo os autores, o método utilizado para obtenção da resiliência foi sensível para distinguir os materiais resilientes e as variações na espessura, sendo eficaz para avaliações clínicas.

McCabe *et al.*, em 2002, avaliaram a resistência da união entre três bases resilientes de polivinilsiloxano e resina acrílica termopolimerizável utilizando dois sistemas adesivos, através de ensaios de tração e descolamento. O estudo também realizou ensaios para determinar a elasticidade e resistência ao rasgamento desses materiais resilientes. Esses materiais contêm composições químicas semelhantes, exceto pela diferente quantidade de carga (GC Reline Soft, GC Reline Extrasoft, GC Reline Ultrasoft). Para o ensaio de tração, foram utilizadas amostras de 10 mm de diâmetro e 3 mm de espessura entre duas amostras de resina acrílica (Lucitone 199) que foram fixadas em jigs para permitir localização e alinhamento das amostras no equipamento. Para o ensaio de descolamento, foram utilizadas amostras de resina acrílica e materiais resilientes de 80x40x3mm, sendo que as amostras estavam unidas em uma área de 75x30x3 mm da base de resina. Os valores de resistência adesiva e o modo de fratura foram relacionados com a resistência inerente do adesivo, variação de elasticidade e resistência ao rasgamento dos materiais resilientes. Para o ensaio de tração, a falha de adesão ocorreu nos materiais com menor elasticidade, produzindo os maiores resultados de resistência da união. Entretanto, quando os mesmos materiais foram submetidos ao ensaio de descolamento, surgiu uma

tendência diferente, os materiais com menor elasticidade produziram piores resultados. Quando a ruptura ocorreu por falha coesiva, os valores de resistência à tração foram determinados pelo poder coesivo de cada material. Nas bases resilientes de menor elasticidade, o adesivo à base de etil-acetato produziu os maiores resultados de resistência à tração da união em comparação com as amostras tratadas com o adesivo à base de tolueno. As falhas de adesão nas amostras tratadas com adesivo tolueno foram predominantemente adesivas, e as amostras tratadas com adesivo de etil-acetato foram coesivas.

Pinto *et al.* avaliaram, em 2002a, o efeito da termociclagem sobre a deformação permanente de 2 materiais resilientes considerados definitivos pelos fabricantes e utilizados com a base da prótese, sendo um composto de silicone (Mucopren Soft) e o outro, de resina acrílica (Eversoft). Para o estudo foram confeccionadas matrizes metálicas cilíndricas de 13mm de diâmetro e 19mm de altura, cujo molde impresso no silicone de inclusão foi preenchido com os materiais resilientes. Utilizaram 200 amostras para cada material, sendo metade armazenada em água destilada a 37<sup>o</sup>C durante 24 horas e a outra metade foi submetida a 3.000 ciclos térmicos, alternando banhos de 1 minuto em água destilada a 5±1<sup>o</sup>C e 1 minuto a 55±1<sup>o</sup>C. Para o ensaio, foi utilizado um aparelho mecânico descrito na especificação nº18 da ADA. Os valores de deformação permanente foram comparados através da análise de variância e o teste de Tukey em nível 5% de probabilidade. Independente da realização da termociclagem, o Eversoft apresentou os maiores valores de deformação permanente, e o Mucopren Soft os menores. Segundo os autores, isso ocorreu devido ao fato do Mucopren Soft ser um material elastomérico. Esses materiais apresentam grande número de ligações cruzadas e isso indica melhor recuperação elástica. Com a realização da termociclagem, aumentou a porcentagem de deformação permanente e causou diferença estatística apenas para o material composto de resina acrílica. Esses materiais apresentaram alta porcentagem de deformação permanente principalmente pelo fato de liberar os plastificantes para o meio oral, gerando diminuição da sua resiliência e deterioração das suas propriedades elásticas. Esses plastificantes reduzem a temperatura de transição vítrea do polímero a um valor inferior ao da temperatura bucal, reduzindo o módulo de elasticidade do material a um nível aceitável. Já os materiais à base de silicone não necessitam de plastificantes para aumentarem sua resiliência.

Pinto *et al.* avaliaram *in vitro*, em 2002b, o efeito do envelhecimento acelerado reproduzido através da termociclagem sobre a deformação permanente e resistência à tração da união de 4 reembasadores resilientes disponíveis no mercado com 2 tipos de resina acrílica termopolimerizada. Para a confecção das amostras, foram utilizadas matrizes metálicas incluídas em mufla, cujo molde impresso no silicone foi preenchido com resina acrílica e/ou material resiliente. Para o ensaio da tração, foram utilizadas matrizes retangulares de  $10\text{mm}^2$  de secção transversal e um espaçador de 3mm de espessura para padronizar o espaço para a base resiliente. A resina acrílica foi incluída com o espaçador e foi polimerizada em água a  $75^{\circ}\text{C}$  durante 9 horas. Após a polimerização, o espaçador foi removido, as amostras de resina acrílica retiradas do molde, realizando o acabamento, e as superfícies tratadas de acordo com as recomendações dos fabricantes para cada material resiliente. As amostras de resina acrílica retornaram ao molde, e no lugar do espaçador, os materiais resilientes foram prensados e termopolimerizados de acordo com as instruções dos fabricantes. Para o ensaio de tração, as amostras foram submetidas sob tensão até a ocorrência da fratura no Equipamento Universal EMIC DL-500. As amostras também foram observadas quanto ao tipo de ruptura: adesiva, coesiva ou mista. Para o ensaio de deformação permanente, foram utilizadas matrizes cilíndricas de 12,7mm de diâmetro e 19mm de altura, sendo utilizado um dispositivo mecânico descrito na especificação nº18 da A.D.A.. As amostras foram divididas em 2 grupos: metade foi mantida em água a  $37^{\circ}\text{C}$  durante 24 horas e a outra metade foi submetida a 3.000 ciclos (MCT2 AMM), alternando banhos de imersão de 1 minuto em água a  $5\pm 1^{\circ}\text{C}$  e 1 minuto em água a  $55\pm 1^{\circ}\text{C}$ . Com relação ao estudo da resistência à tração da união, independentemente do tratamento recebido, o material Molloplast-B apresentou os maiores valores de resistência à tração e o material Permasoft, os menores. A termociclagem diminuiu todos os valores de resistência à tração e causou diferença estatística para os materiais Molloplast-B e Pro Tech. O tipo de resina acrílica utilizada independente do material e tratamentos utilizados, não gerou diferença estatística. Com relação ao estudo da deformação permanente, independentemente do tratamento recebido, o material Eversoft apresentou os maiores valores, e o Molloplast-B, os menores. A termociclagem aumentou a porcentagem de deformação permanente e causou diferença estatística apenas para os materiais à base de resina acrílica.

Sertgöz *et al.* realizaram, em 2002, um estudo para avaliar a adesão de reembasadores resilientes à base de silicone sobre a base de prótese antes e após a termociclagem e determinar se a falha era de origem adesiva, coesiva ou mista. Foi realizado ensaio de descolamento no equipamento Universal Instron, sendo confeccionadas amostras de dimensões 65x20x30mm para a resina acrílica (Impact); 4 materiais reembasadores resilientes termopolimerizáveis (Mollosil, Ufigel P, Ufigel C, Permaquick) e 2 materiais reembasadores autopolimerizáveis (Molloplast-B e Permafex). Foram confeccionadas 12 amostras para cada material resiliente, metade armazenada em água durante 24 horas e a outra metade submetida a 5.000 ciclos, alternando banhos em água a  $5\pm 1^{\circ}\text{C}$  e  $55\pm 1^{\circ}\text{C}$ . Os valores de resistência adesiva encontrados para os materiais Ufigel P e Ufigel C, antes e após a termociclagem, foram os mais baixos. O Molloplast-B e Permafex, antes da termociclagem, apresentaram falhas coesivas. Mollosil e Permaquick apresentaram falhas mistas, significando que a resistência adesiva é próxima da resistência coesiva. Entretanto, Ufigel P e Ufigel C, antes e após a termociclagem, fraturaram adesivamente, significando que a resistência coesiva desses materiais foi maior que a sua resistência adesiva com a base da prótese. A resistência ao descolamento de todos os materiais aumentou após a termociclagem, com exceção do Ufigel P e Ufigel C, sendo apenas o material Permaquick com diferença estatística significativa. Segundo os autores, esse aumento na resistência ao descolamento após a termociclagem ocorreu devido à absorção de água pela carga presente nesses materiais resilientes, tornando-os mais friáveis e provavelmente menos viscoelásticos. Já que os materiais avaliados neste estudo apresentaram resultados semelhantes na resistência ao descolamento, os autores sugeriram que os materiais autopolimerizáveis podem ser uma alternativa aos materiais termopolimerizáveis devido a sua fácil aplicação e uso no consultório, sem a necessidade de procedimentos laboratoriais.

Garcia *et al.* realizaram, em 2003, um trabalho com o objetivo de avaliar o efeito do agente de limpeza sobre a alteração de peso, rugosidade superficial e resistência à tração da união de dois reembasadores resilientes. Para o ensaio de alteração de peso e rugosidade superficial, foram confeccionadas amostras de 30 mm de diâmetro e 2mm de espessura para a resina acrílica de microondas (Onda-Cryl) unidas a 2mm de espessura de material reembasador resiliente (Coe-Soft e Dentusoft). Para o ensaio de resistência à

tração da união, foram utilizadas amostras confeccionadas à partir de dois blocos de 40x10x10mm de resina acrílica unidos ao material resiliente de espessura de 3mm. Todas as amostras foram avaliadas em intervalos de tempo após a armazenagem em saliva artificial (0, 24 horas, 7 dias e 15 dias) e metade sofreu tratamento de imersão em água corrente, enquanto a outra metade, foi imersa em agente de limpeza à base de enzimas (Polident) uma vez ao dia. A resistência à tração da união foi avaliada no Equipamento Universal (EMIC DL 500 MF), com velocidade de 5mm/minuto até a ocorrência da fratura. As fraturas foram consideradas como sendo adesivas, coesivas ou mistas. O Coe Soft e o Dentusoft imerso em Polident sofreram alterações de peso maiores em comparação aos imersos em água, e os valores de rugosidade, quando imersos em água, entre 7 e 15 dias foram mais altos e significativamente diferentes que quando imersos em Polident. A resistência de tração à união aumentou com o tempo para ambos os materiais, principalmente para o Coe-Soft, provavelmente devido à perda do plastificante resultando em aumento da rigidez. Ambos os materiais resilientes apresentaram falhas predominantemente coesivas (Coe soft: 76.04% e Dentusoft: 82.29%). Segundo os autores, estes resultados podem ser explicados pela adesão mecânica e pela adesão química. A adesão mecânica ocorreu devido ao tratamento da superfície da resina acrílica através do acabamento, que pode ter aumentado a porosidade da superfície e conseqüentemente a retenção mecânica. A adesão química pode ser explicada pela composição química similar da resina acrílica e dos materiais resilientes. Os autores concluíram que a escolha do higienizador depende de muitos fatores, incluindo a composição e o tempo de serviço esperado. A compatibilidade entre os reembasadores resilientes e agentes de limpeza deve ser considerada com o objetivo de minimizar as possíveis deteriorações das propriedades do material resiliente.

Kulak-Ozkan *et al.* realizaram um estudo, em 2003, com o objetivo de avaliar o efeito da termociclagem sobre a resistência à tração da união de seis reembasadores à base de silicone com a resina acrílica. A resiliência do material à base de silicone não é derivada do uso de plastificantes na sua composição. Essa propriedade é intrínseca do tipo de polímero que é composto. Dessa forma, o material resiliente composto de silicone mantém sua resiliência durante todo seu tempo de trabalho. Entretanto, como a união com a base da prótese é composta de dois materiais diferentes, é necessário o uso de um polímero de

siloxano em solvente volátil ou agente de união de alkilsiloxano para a união mais satisfatória. Foram utilizadas 24 amostras de 3x10x10mm para cada material resiliente processadas entre 2 amostras de metil metacrilato de acordo com as instruções dos fabricantes. Metade das amostras foram armazenadas em água por 24 horas, e a outra metade foi termociclada a 5.000 ciclos, entre banhos alternados de água a  $5\pm 1^{\circ}\text{C}$  e  $55\pm 1^{\circ}\text{C}$ . Todas as amostras foram submetidas à tração no equipamento universal Instron com velocidade de 5mm/minuto. O máximo de tensão foi registrado antes da ocorrência da fratura e a resistência à tração da união calculada com a força de fratura dividida pela área seccionada ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ). O tipo de fratura foi caracterizado como adesiva, (total separação entre material resiliente e base de prótese), coesiva (apenas o material resiliente) e mista (falha adesiva e coesiva), sendo utilizado um microscópio eletrônico de varredura. Todas as amostras apresentaram resistência de união aceitável clinicamente ( $4,5 \text{ kg}/\text{cm}^2$ ). O material Molloplast-B apresentou os melhores resultados de resistência à tração da união entre os materiais resilientes ensaiados antes da termociclagem. Ufigel C, Ufigel P e Permaflex apresentaram falhas adesivas, Molloplast-B somente falhas coesivas, enquanto nos materiais Mollosil e Permafix ocorreram falhas adesivas e coesivas. Todos os materiais, com exceção do Ufigel C e Mollosil, apresentaram decréscimo de sua resistência à tração da união após termociclagem. Isto provavelmente ocorreu devido à alta absorção de água, resultando em inchaço e esforços na interface de união ou alterações das propriedades viscoelásticas dos materiais resilientes que se tornam mais rígidos, transmitindo cargas externas na área de união. Segundo os autores, o aumento na resistência da união do Ufigel C e Mollosil indicou que os materiais tornaram-se menos viscoelásticos e mais friáveis. Permafix apresentou diferença estatística significativa no modo de fratura e apresentou o pior valor de resistência à tração da união após termociclagem.

Em 2004, Pinto *et al.* avaliaram *in vitro* a variação do tempo de envelhecimento reproduzido através da termociclagem sobre a deformação permanente e resistência à tração da união de 2 reembasadores resilientes disponíveis no mercado. Para a confecção das amostras, foram utilizadas matrizes metálicas incluídas em mufla, cujo molde impresso no silicone foi preenchido com resina acrílica e/ou material resiliente. Para o ensaio da tração foram utilizadas matrizes retangulares de  $10\text{mm}^2$  de secção transversal e um espaçador de 3mm de espessura para padronizar o espaço para a base resiliente. A resina

acrílica (QC-20) foi incluída com o espaçador e foi polimerizada em água a 100<sup>0</sup>C durante 20 minutos. Após a polimerização o espaçador foi removido, as amostras de resina acrílica retiradas do molde, realizado o acabamento, e as superfícies tratadas de acordo com as recomendações dos fabricantes para cada material resiliente. As amostras de resina acrílica retornaram ao molde, e no lugar do espaçador, os materiais resilientes foram prensados e termopolimerizados de acordo com as instruções dos fabricantes. Para o ensaio de tração, as amostras foram submetidas sob tensão até a ocorrência da fratura no Equipamento Universal EMIC DL-500 MF. As amostras foram observadas quanto ao tipo de ruptura: adesiva, coesiva ou mista. Para o ensaio de deformação permanente, foram utilizadas matrizes cilíndricas de 12,7mm de diâmetro e 19mm de altura, sendo utilizado um dispositivo mecânico descrito na especificação nº18 da A.D.A.. Para cada ensaio, as amostras foram separadas em 10 grupos (n=10): grupo controle os outros grupos foram submetidos a 200, 500, 1.000, 1.500, 2.000, 2.500, 3.000, 3.500 e 4.000 ciclos, respectivamente. Os tratamentos foram realizados em termocicladora MCT-3 plus, alternando banhos de imersão de 1 minuto em água a 5±1<sup>0</sup>C e 1 minuto em água a 55±1<sup>0</sup>C. A termociclagem não afetou estatisticamente a resistência à tração de união do material Softliner, enquanto o material Permasoft apresentou diferença estatística a partir de 4.000 ciclos. Com relação aos tipos de fratura, o Softliner apresentou 100% fratura adesiva e no grupo do Permasoft foram observadas 53% falhas adesivas, 12% coesivas e 35% mistas. A termociclagem aumentou a porcentagem de deformação permanente e causou diferença estatística apenas para o Permasoft a partir de 1.500 ciclos, não existindo diferença estatística entre os grupos de 3.500 e 4.000 ciclos.

### **3 PROPOSIÇÃO**

Com base nos relatos da literatura sobre os materiais reembasadores resilientes usados na superfície interna de bases de prótese total confeccionadas com resinas acrílicas ativadas termicamente, foi proposto:

- Determinar o efeito da termociclagem sobre a deformação permanente e resistência à tração da união entre resina acrílica ativada termicamente (QC-20) e os materiais reembasadores resilientes Eversof<sup>®</sup> e Experimental;
- Verificar os tipos de rupturas ocorridas na interface de união entre material reembasador resiliente e resina acrílica resultante do ensaio de resistência à tração, submetido ou não à termociclagem;

## 4 METODOLOGIA

### 4.1 MATERIAIS

Para a realização dos ensaios de resistência à tração da união e deformação permanente, foram selecionadas 2 composições de um mesmo material reembasador resiliente considerado definitivo pelo fabricante e 1 marca comercial de resina acrílica especificadas no Quadro 1 e ilustradas na Figura 1.

Quadro 1- Material, fabricante, marca comercial e composição química básica

| Material  | Fabricante     | Marca Comercial       | Composição Química Básica   |
|---|----------------|-----------------------|---|
| Base resiliente de Polietilmetacrilato ativada termo/quimicamente | Myerson/E.U.A. | Eversoft <sup>®</sup> | Polímero: Polietilmetacrilato; Monômero: Dibutilftalato; acetato de etila e álcool etílico; Selante: Etilcetona de metila |
| Base resiliente de Polietilmetacrilato ativada termo/quimicamente | Myerson/E.U.A. | Experimental          | Polímero: Polietilmetacrilato; Monômero: Dibutilftalato; acetato de etila e álcool etílico; adição de citrato             |
| Resina acrílica ativada termicamente                              | Dentsply/E.U.A | QC-20 <sup>®</sup>    | Polímero: Co-polímero metil/nbutil metacrilato e peróxido de benzoíla<br>Monômero: metacrilato de metila                  |



Figura 1- Ilustração das embalagens dos materiais

## 4.2 MÉTODO

### 4.2.1 CONFECÇÃO DAS MATRIZES METÁLICAS

Para o ensaio de resistência à tração da união entre material resiliente e resina acrílica, foram confeccionadas matrizes retangulares metálicas (Figura 2-A), com 40 mm de comprimento, 10 mm de altura e 10 mm de largura, com a finalidade de fornecer e padronizar o espaço para inserção da resina acrílica (Kawano *et al.*, 1992; Sanchez, 1999; Pinto *et al.*, 2002b; Kulak-Ozkan *et al.*, 2003; Pinto *et al.*, 2004).

Para a padronização do espaço onde foram inseridos os materiais reembasadores resilientes, foi confeccionada uma matriz metálica espaçadora (Figura 2-B) com 100 mm de comprimento, 10 mm de altura e 3mm de espessura. A matriz espaçadora

foi interposta entre as matrizes metálicas, proporcionando e padronizando o espaço (3 mm) a ser ocupado pelos materiais reembasadores resilientes. A espessura de 3mm é considerada ideal para bases resilientes no uso clínico (Schimidt & Smith, 1983; Qudah *et al.*, 1991).

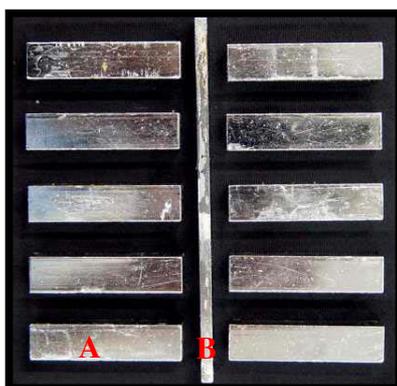


Figura 2- **A**- matrizes retangulares metálicas  
**B** - barra espaçadora metálica

Para o ensaio de deformação permanente, foram confeccionadas matrizes cilíndricas metálicas (Figura 3), com 12,7 mm de diâmetro e 19 mm de altura de acordo com a especificação nº18 da American Dental Association (1992), com a finalidade de fornecer e padronizar o espaço para a inserção do material resiliente.



Figura 3 – matriz cilíndrica metálica

## 4.2.2 CONFEÇÃO DAS AMOSTRAS

### a) Confeção das amostras para o ensaio de resistência à tração da união:

#### Preparo da mufla :

Foi utilizada uma mufla cilíndrica metálica especialmente confeccionada para esse estudo, com o diâmetro externo de 180mm. Assim sendo, foi possível a inclusão de um conjunto de 20 matrizes metálicas e 1 matriz espaçadora, que possibilitou a obtenção de 5 amostras por prensagem. Esta mufla (Figura 4) foi devidamente isolada na sua superfície interna com vaselina em pasta. A base da mufla foi preenchida com gesso pedra tipo III (Herodent - Vigodent, Rio de Janeiro, Brasil), proporcionado e espatulado na relação 100g de pó para 30ml de água, espatulado a vácuo (Multivac - Degussa, Alemanha) e vazado sob vibração constante.

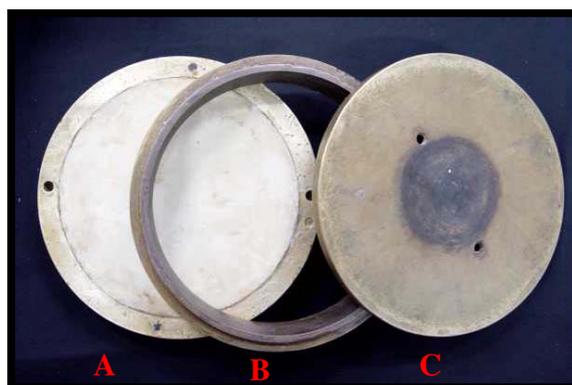


Figura 4- A- base da mufla preenchido com gesso;  
B- contra-mufla; C- tampa

#### Alinhamento e fixação das matrizes metálicas :

Para alinhar as matrizes retangulares de forma que ficassem paralelas entre si, foram utilizadas outras matrizes retangulares com as mesmas dimensões, para fornecerem espaçamento de 10mm em seu eixo longitudinal e entre elas, no eixo transversal, foi interposta a matriz espaçadora. Desse modo, o conjunto apresentava matrizes retangulares lado a lado no seu eixo longitudinal, e distância padronizada de 3mm no eixo transversal (Figura 5-A). O objetivo deste alinhamento das matrizes retangulares foi impedir a ação de

forças oblíquas ao sentido longitudinal da superfície de união das amostras durante os ensaios de tração (Sanchez, 1999; Pinto *et al.*, 2002b; Pinto *et al.*, 2004). Durante o alinhamento e posicionamento das matrizes retangulares, o conjunto foi fixado sobre o gesso da base da mufla com adesivo à base de cianoacrilato (Super-Bonder, Loctite). O adesivo foi colocado intercalando as matrizes retangulares de forma que uma matriz ficava colada e a vizinha solta, de modo que essas foram removidas antes da inclusão (Figura 5-B e C).

Para a aferição das distâncias obtidas pelos procedimentos supracitados, foi utilizado paquímetro digital com precisão de 0,01mm (Starret).

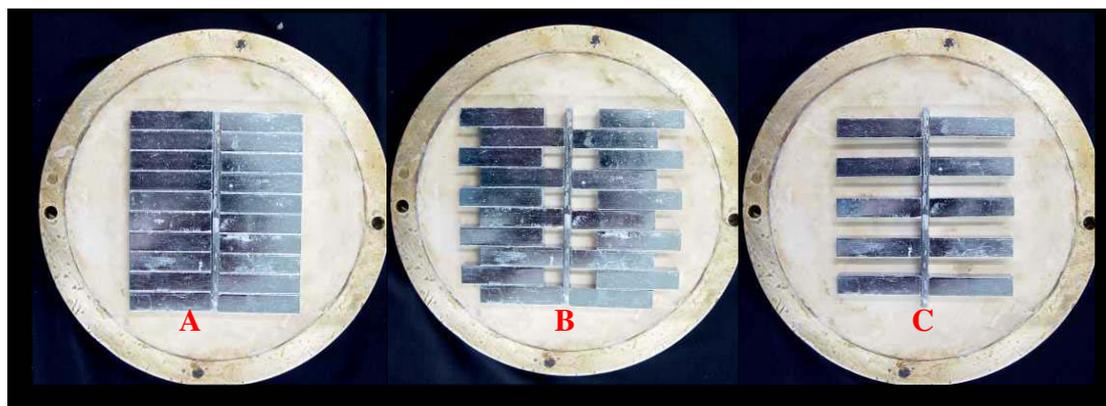


Figura 5 - A- posicionamento inicial das matrizes com a barra espaçadora; B- remoção das matrizes retangulares soltas; C- posicionamento final das matrizes coladas

As matrizes coladas sobre a base da mufla foram cobertas com silicone polimerizado pela reação de condensação da marca Zetalabor (Zhermack, Rovigo, Itália). A manipulação foi realizada seguindo as orientações do fabricante. A mistura preparada foi adaptada sobre o conjunto matrizes retangulares/barra espaçadora, sob pressão digital, obtendo-se uma camada de silicone com aproximadamente 10mm de espessura, e realizadas retenções na sua superfície para imbricamento com o gesso a ser vertido.

### Preparo da contra-mufla:

A contra-mufla e o gesso aparente foram isolados com vaselina em pasta. A contra-mufla foi preenchida com gesso pedra tipo III (Herodent - Vigodent, Rio de Janeiro, Brasil), proporcionado e espatulado na relação 100g de pó para 30ml de água, espatulado a vácuo (Multivac - Degussa, Alemanha) e vazado sob vibração constante. A contra-mufla foi fechada, e o conjunto levado à prensa hidráulica de bancada (Delta) e submetida à pressão de 1,25 tonelada durante 1 hora, evitando que a cristalização do gesso provocasse desadaptação nas regiões de encaixe da mufla.

### Abertura da mufla:

Decorrido o tempo de 1 hora, a mufla foi retirada da prensa e após a separação base da mufla/contra-mufla, apenas as matrizes retangulares foram removidas do silicone de condensação, obtendo-se assim o molde. A barra espaçadora permaneceu em posição no molde. As superfícies do gesso foram isoladas com isolante à base de alginato sódico Cel-Lac (S.S. White, Rio de Janeiro, Brasil).

### Obtenção dos blocos em resina acrílica:

A resina acrílica utilizada neste experimento foi a QC-20<sup>®</sup> (Dentsply, Chicago, Estados Unidos), proporcionada e manipulada de acordo com as orientações do fabricante. A resina acrílica foi manipulada num pote de vidro (Jon), sempre com saturação do monômero pelo polímero na proporção de 23g de pó/10ml de líquido. Em seguida, foi colocada a tampa sobre o pote até que atingisse a fase plástica (10 a 20 minutos) recomendada para a prensagem. Atingida esta fase, a resina foi assentada digitalmente no interior dos moldes obtidos na mufla e a prensagem realizada em duas etapas. Na primeira etapa, a resina adaptada no interior do molde foi coberta com película de polietileno, prensada vagarosamente em prensa hidráulica de bancada (Delta), até obter pressão de 1,25 toneladas. A mufla foi removida da prensa, suas partes separadas e tanto a película de polietileno quanto os excessos de resina, removidos. Sobre a superfície do gesso foi aplicada uma película de isolante à base de alginato sódico Cel-Lac (S.S. White). A mufla

foi fechada novamente e realizada a prensagem final. Em seguida, a mufla foi colocada em prensa de grampo e levada à termopolimerizadora Termotron para a realização do ciclo curto de polimerização, através de imersão da mufla em água a 100<sup>o</sup>C, permanecendo durante 20 minutos nesta temperatura, quando posteriormente foi retirada da polimerizadora e esfriada lentamente sobre a bancada até atingir novamente a temperatura ambiente.

#### Acabamento das amostras:

Após a desinclusão, as amostras foram submetidas ao acabamento, utilizando-se politriz plana montada com lixa d'água nº 400 (Buhler), com desgaste aferido com paquímetro digital Starrett com precisão de 0,01mm. As superfícies que receberam a base resiliente foram lixadas, também em politriz plana, com lixa d'água nº 200 (Buhler), padronizando a superfície de união em todas as amostras.

#### Armazenagem das amostras:

Após o acabamento, as amostras foram armazenadas em água destilada a 37±2<sup>o</sup>C durante 1 semana, numa estufa Odontobrás.

#### União das amostras com material reembasador resiliente:

Para a união das amostras, foi utilizado o mesmo tipo de molde confeccionado previamente para a inclusão da resina acrílica, porém sem a matriz espaçadora. Dessa forma, as amostras de resina acrílica foram posicionadas no molde e separadas pelo espaço correspondente à matriz espaçadora de 3mm (Figura 6). Este espaço foi posteriormente preenchido com os materiais resilientes (Kawano *et al.*, 1992; Sanchez, 1999; Pinto *et al.*, 2002b; Kulak-Ozkan *et al.*, 2003; Pinto *et al.*, 2004).

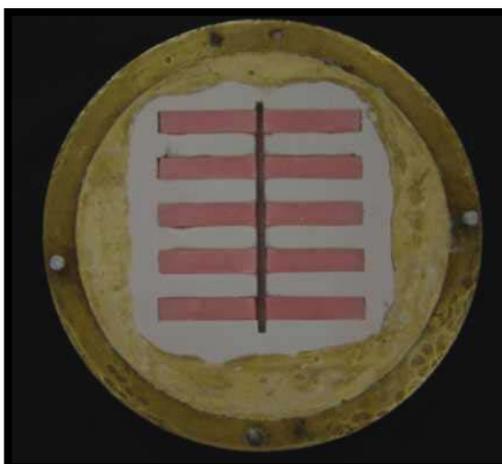


Figura 6 – Amostras de resina acrílica para aplicação do material resiliente

União das amostras com o material reembasador resiliente Eversoft<sup>®</sup> e Experimental:

Para ambos os materiais resiliente, a proporção pó-líquido utilizada foi de 10cc de pó para 4cc de líquido, e a manipulação realizada em pote de vidro (Jon). Em seguida, o material foi vertido sobre o molde, a mufla fechada, levada à prensa hidráulica de bancada e submetida à pressão de 1,25 tonelada. Em seguida, a mufla foi colocada em prensa de grampo e levada para um recipiente, onde foi coberta com água à temperatura ambiente controlada. A água foi aquecida até atingir 100<sup>0</sup>C, permanecendo por mais 15 minutos. Terminado o processo de termopolimerização e esfriamento lento, a mufla foi aberta e as amostras cuidadosamente desincluídas. Os excessos de reembasador foram eliminados com lâmina de bisturi n<sup>o</sup>15 (Kawano *et al.*, 1992), e as amostras armazenadas em água destilada a 37<sup>0</sup>C, numa estufa Odontobrás. Em cada prensagem foram obtidas 5 amostras, sendo o molde utilizado apenas uma vez. Foram realizadas 8 prensagens e obtidas 20 amostras do material reembasador resiliente Eversoft<sup>®</sup> e outras 20 do Experimental, as quais uniam as partes das amostras confeccionadas com a resina acrílica QC-20<sup>®</sup>. Para o material Eversoft<sup>®</sup>, no preparo das amostras, foram feitas com pincel, duas aplicações de “sealer” sobre toda a superfície seca do material, sendo realizada a primeira camada de “sealer”, e após 2 minutos, foi aplicada a segunda camada.

### Armazenagem das amostras:

As amostras confeccionadas (Figura 7), foram separadas em 4 grupos de 10 amostras, sendo metade delas armazenadas durante 24 horas em água destilada a 37<sup>0</sup>C, numa estufa Odontobrás (Sanchez, 1999; Pinto *et al.*, 2002b). A outra metade foi levada ao termociclador MSCT-3 PLUS (Marcelo Nucci-ME, São Carlos, Brasil) submetida a 3.000 ciclos térmicos (Sanchez, 1999; Pinto *et al.*, 2002b), alternando imersões de 1 minuto em água destilada a 5±1<sup>0</sup>C e 1 minuto em água a 55±1<sup>0</sup>C (Figura 8).



Figura 7 – amostra pronta



Figura 8 - Máquina de termociclagem: A -cuba de água fria e B –cuba de água quente

### Ensaio de tração:

Para a realização do ensaio de tração, a garra superior foi adaptada à célula de força do equipamento (100kgf). As extremidades da amostra foram posicionadas nas garras de maneira que ficassem perpendicular ao plano horizontal (Figura 9).

As amostras foram ensaiadas 24 horas após a obtenção, quando foi realizado o ensaio de tração (Emic DL- 500 MF, Paraná, Brasil), com velocidade de 5 mm/minuto.

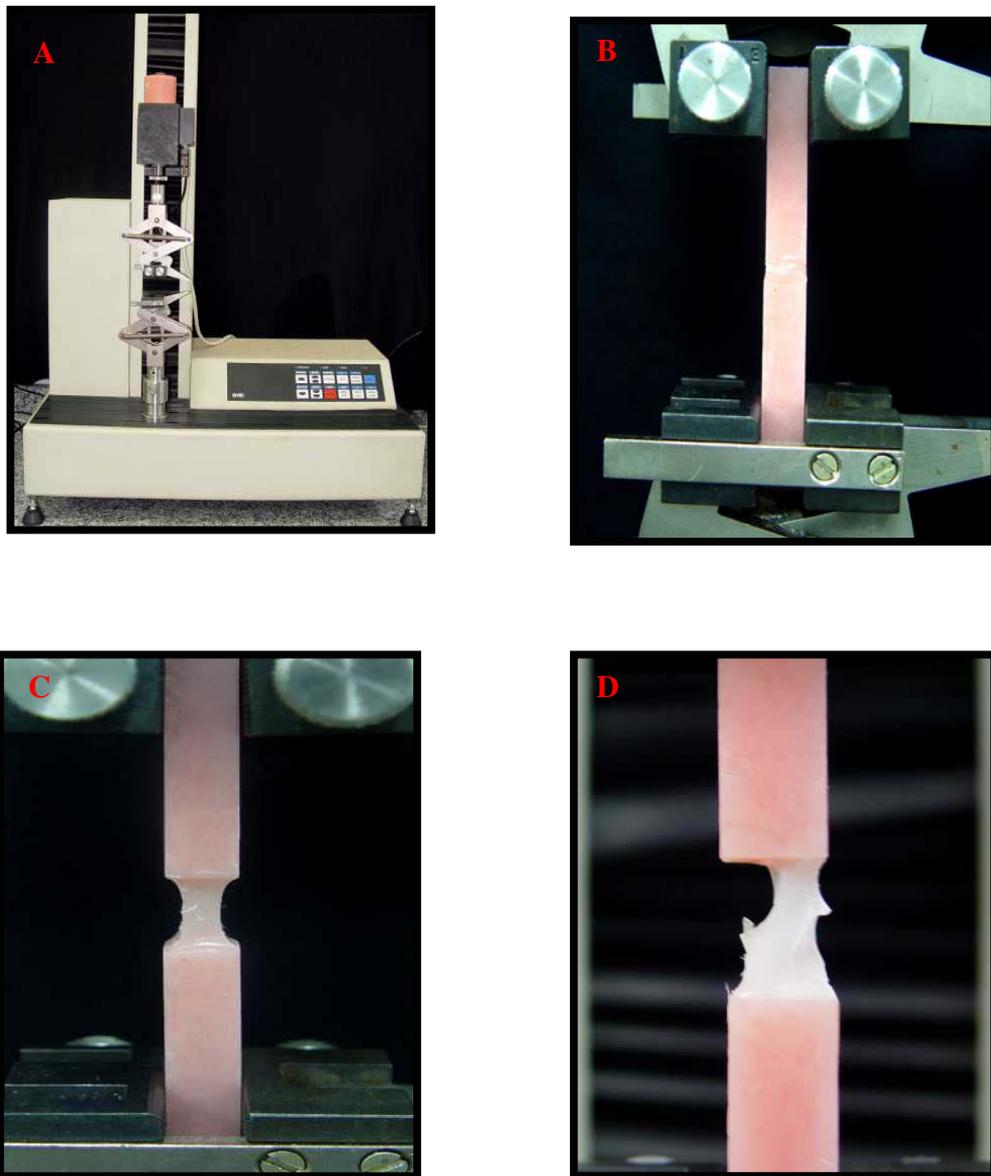


Figura 9 - A - vista panorâmica da máquina de tração; B - garras com a amostra pronta para o ensaio; C - amostra submetida à tração; D - ruptura inicial da amostra

Observação visual dos tipos de ruptura:

As superfícies de ruptura foram observadas visualmente quanto à origem: adesiva, coesiva ou mista (Schmidt & Smith, 1983; Al-Athel & Jagger, 1996; Sanchez, 1999; Pinto *et al.*, 2002b; Pinto *et al.*, 2004). A ruptura adesiva caracteriza-se pelo total desprendimento do material reembasador resiliente da resina acrílica. A coesiva caracteriza-se pelo total rompimento coesivo do material reembasador resiliente e a mista, pela mistura dos dois tipos de ruptura acima citadas (Figura 10).

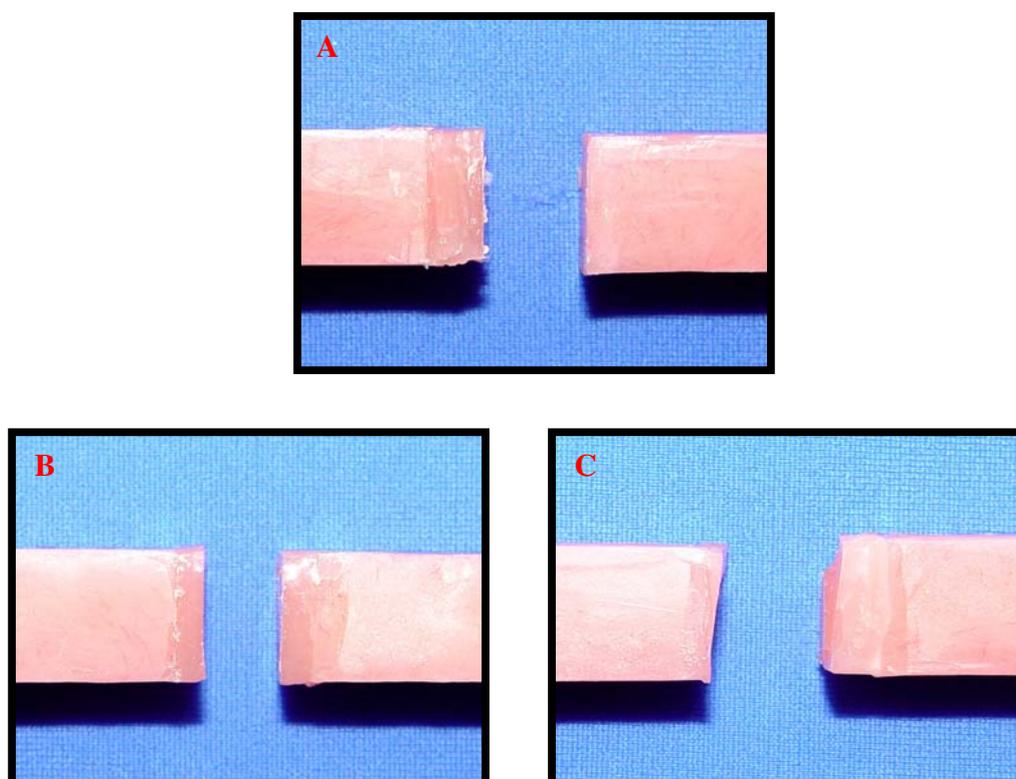


Figura 10 – Tipos de ruptura: A - adesiva; B - coesiva; C - mista

### Observação dos tipos de ruptura em Microscopia Eletrônica de Varredura:

Amostras representativas dos tipos de ruptura resultante do ensaio de tração da união foram preparadas para análise em MEV (JSM 5600 PV, JEOL, Japão), com o objetivo de ilustrar as características microscópicas das superfícies de união entre materiais reembasadores resilientes e a base de resina acrílica, submetidas ou não ao tratamento térmico.

Para tanto, 1 cm<sup>2</sup> de cada amostra foi fixado em suporte (stub), para levar a amostra ao microscópio. Esta fixação dos corpos de provas aos stubs foi realizada com fita adesiva contendo carbono, e em seguida foram submetidos ao processo de metalização com ouro, estando assim prontos para a análise microscópica

As padronizações seguidas para a observação em MEV constavam de:

- Tensão: 15 Kv
- Corrente de Emissão de Electrons: 60 Mj
- Diâmetro do Feixe: médio
- Aumento: 100x

### Análise estatística:

Para os valores de resistência à tração da união, inicialmente foi realizada a análise exploratória dos dados utilizando o Proquilab do Programa SANS. A seguir os mesmos dados foram submetidos à ANOVA em esquema fatorial 2x2 (tratamento X materiais) e as médias comparadas pelo Teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

**b) Confeção das amostras para o ensaio de deformação permanente:**Preparo da mufla:

Para este experimento, foi utilizada a mesma mufla descrita anteriormente. Desse modo, foram confeccionadas 10 matrizes cilíndricas por inclusão. Depois de isolar a superfície interna da mufla com vaselina em pasta, sua base foi preenchida com gesso pedra tipo III (Herodent), proporcionado na relação de 100g de pó para 30ml de água, espatulado à vácuo durante 1 minuto e vertido na mufla sob vibração constante, minimizando a ocorrência de porosidades no interior do gesso (Figura 4).

Alinhamento e fixação das matrizes cilíndricas:

As matrizes cilíndricas (12,7 mm de diâmetro e 19 mm de altura) foram colocadas lado a lado (Figura 11) com distância mínima de 10mm entre elas. A fixação das matrizes cilíndricas sobre o gesso pedra tipo III (Herodent) que preenche a base da mufla, foi realizada com adesivo à base de cianoacrilato (Super-Bonder, Loctite).



Figura 11 – posicionamento das matrizes metálicas

As matrizes posicionadas sobre a base da mufla foram cobertas com silicone polimerizado por reação de condensação da marca Zetalabor (Zhermack, Rovigo, Itália). A manipulação do silicone foi realizada seguindo as orientações do fabricante. A mistura

preparada e apresentando plasticidade foi adaptada sob pressão digital, obtendo-se uma camada de silicone de aproximadamente 10mm de espessura sobre as matrizes.

#### Preparo da contra-mufla:

Previamente ao preenchimento da contra-mufla, foi realizado o isolamento de toda a superfície do gesso e interior da contra-mufla, com vaselina em pasta. Este preenchimento foi efetuado com gesso pedra tipo III (Herodent) proporcionado na relação de 100g de pó para 30ml de água, espatulado a vácuo durante 1 minuto e vertido sob vibração constante. A contra-mufla foi fechada, levada à prensa hidráulica de bancada e submetida à pressão de 1,25 tonelada durante 1 hora, evitando que a cristalização do gesso provocasse desadaptação nas regiões de encaixe da mufla.

#### Abertura da mufla:

Decorrido 1 hora, a mufla foi retirada da prensa e então realizada a abertura da mufla. Após a separação base da mufla/contra-mufla, as matrizes foram retiradas, deixando o molde impresso na superfície do silicone.

#### Obtenção das amostras em material reembasador resiliente:

Os materiais resilientes Eversoft® e Experimental foram proporcionados e manipulados de acordo com as orientações dos fabricantes, como descrito anteriormente para o ensaio de resistência à tração da união.

#### Acabamento das amostras:

Após a desinclusão, as amostras foram submetidas ao acabamento. Os excessos de material resiliente foram eliminados com lâmina de bisturi nº15. Em cada prensagem foram obtidas 10 amostras, sendo o molde utilizado apenas uma vez. Foram realizadas 4 prensagens, perfazendo um total de 20 amostras para cada material resiliente. Para o

material Eversoft<sup>®</sup>, no preparo das amostras, foram feitas com pincel, duas aplicações de “sealer” sobre toda a superfície seca do material, sendo realizada a primeira camada de “sealer”, e após 2 minutos, foi aplicada a segunda camada.

#### Armazenagem das amostras:

As amostras (Figura 12) foram armazenadas do mesmo modo descrito para o ensaio de tração.



Figura 12 – amostra pronta

#### Ensaio de deformação permanente:

Para a realização deste ensaio, utilizou-se um aparelho mecânico recomendado na especificação nº18 da American Dental Association, 1992. Este aparelho possui um marcador analógico graduado em 0,01mm (Figura 13), ligado a uma haste metálica. As amostras foram submetidas à carga compressiva de 750g aplicada durante 30 segundos, e o marcador indicou a leitura da deformação (A). Após 30 segundos da remoção da carga, foi realizada nova leitura (B), indicando a taxa de recuperação elástica dos materiais. A diferença entre os valores de A e B, dividido pelo comprimento original das amostras e multiplicado por cem, foi considerada a deformação permanente dos grupos de materiais (American Dental Association, 1992)

$$\frac{A-B}{L} \times 100$$

19

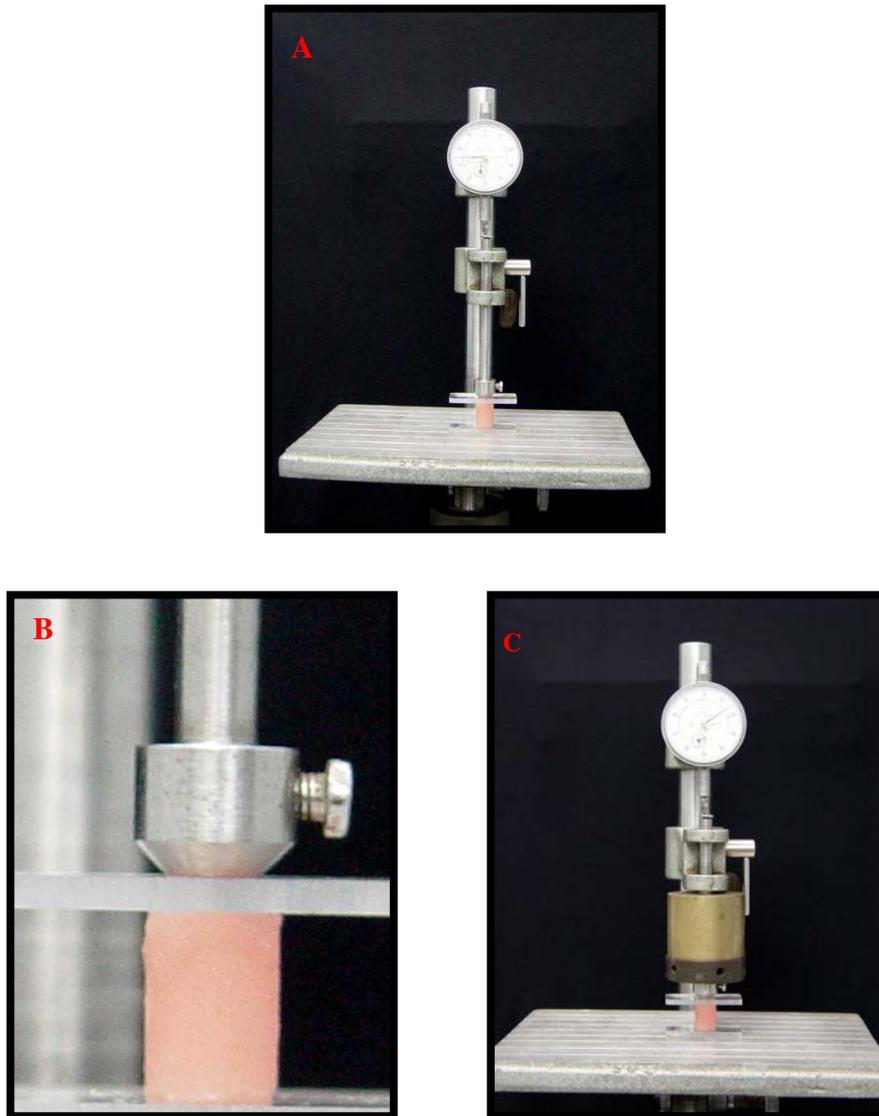


Figura 13 - A - dispositivo utilizado para o ensaio de deformação permanente sem receber compressão; B - vista aproximada da amostra; C – amostra recebendo compressão de 750 gramas.

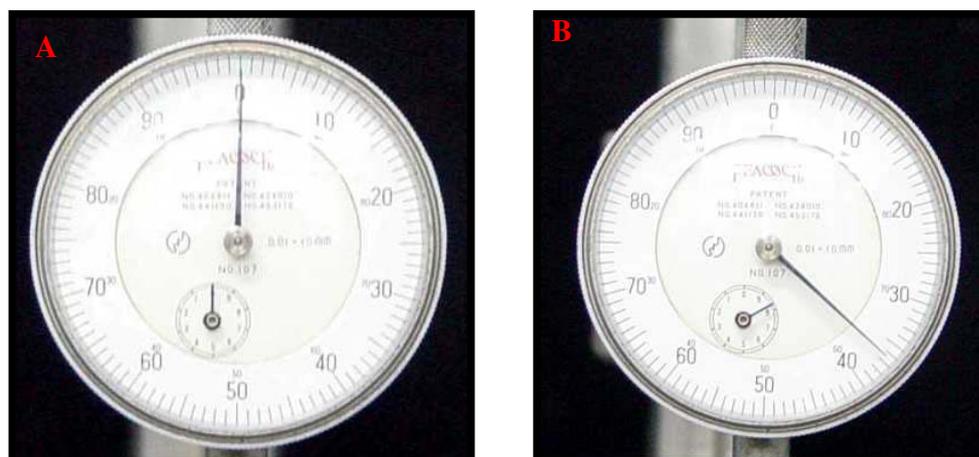


Figura 14 - A - marcadores analógicos graduados (zerados); B- marcadores analógicos graduados (amostra sofrendo compressão de 750g)

### Análise estatística

Para os valores de deformação permanente, inicialmente foi realizada a análise exploratória dos dados utilizando o Proquilab do Programa SANS. A seguir os mesmos dados foram submetidos à ANOVA em esquema fatorial 2x2 (tratamento X materiais) e as médias comparadas pelo Teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

## 5 RESULTADOS

As Tabelas 1, 2 e 3 e respectivas figuras apresentam os resultados obtidos neste estudo. As comparações entre médias foram realizadas através do teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

### 5.1 RESISTÊNCIA À TRAÇÃO DA UNIÃO

Tabela 1 – Médias e desvio padrão da resistência à tração de união entre os materiais resilientes e a resina acrílica, submetidos ou não à termociclagem (MPa).

| Material              | Termociclagem  |                |
|-----------------------|----------------|----------------|
|                       | sem            | com            |
| Eversoft <sup>®</sup> | 0,44 (0,06) Bb | 0,46 (0,05) Bb |
| Experimental          | 0,39 (0,04) Bb | 0,55 (0,08) Aa |

Médias Seguidas de letras distintas (maiúsculas na horizontal e minúsculas na vertical) diferem entre si pela análise de variância ( $p < 0,05$ )

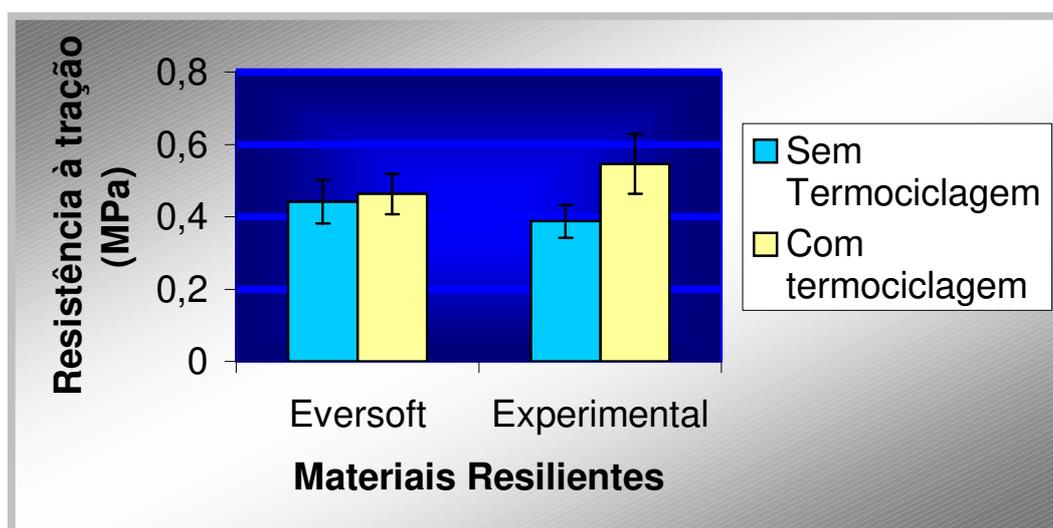


Figura 15 – Gráfico contendo os valores das médias (desvio-padrão) de resistência à tração da união entre materiais reembasadores resilientes e resina acrílica ativada termicamente submetidos ou não aos ciclos térmicos (MPa).

De acordo com a Tabela 1 e Figura 15, não foram detectadas diferenças significativas entre os valores médios de resistência à tração da união para os materiais reembasadores resilientes Eversoft<sup>®</sup> e Experimental. Os tratamentos diferem entre si em nível de 5% de significância e a interação também é significativa, indicando que a ação da termociclagem difere de material para material. Para o Eversoft<sup>®</sup>, não houve diferença significativa entre os valores médios de resistência à tração da união, submetidos (0,46 MPa) ou não à termociclagem (0,44 MPa). No entanto, para o material Experimental ocorreram diferenças, ou seja, o material termociclado apresentou valor médio superior (0,55 MPa) de resistência à tração da união. Observando os resultados, verifica-se que os materiais termociclados diferem entre si, com o Experimental apresentando valor de resistência à tração da união superior ao Eversoft<sup>®</sup>. Por outro lado, quando se observam os dados sem a termociclagem, não se constata diferenças significativas entre os materiais.

## 5.2 TIPOS DE RUPTURA

Tabela 2 – Tipos de ruptura de união entre material resiliente e resina acrílica ativada termicamente, submetidas ou não à termociclagem (%)

| Tratamento            | Não Termociclado |         |       | Termociclado |         |       |
|-----------------------|------------------|---------|-------|--------------|---------|-------|
|                       | Adesiva          | Coesiva | Mista | Adesiva      | Coesiva | Mista |
| Eversoft <sup>®</sup> | 10               | 80      | 10    | 40           | 10      | 50    |
| Experimental          | 0                | 80      | 20    | 80           | 10      | 10    |

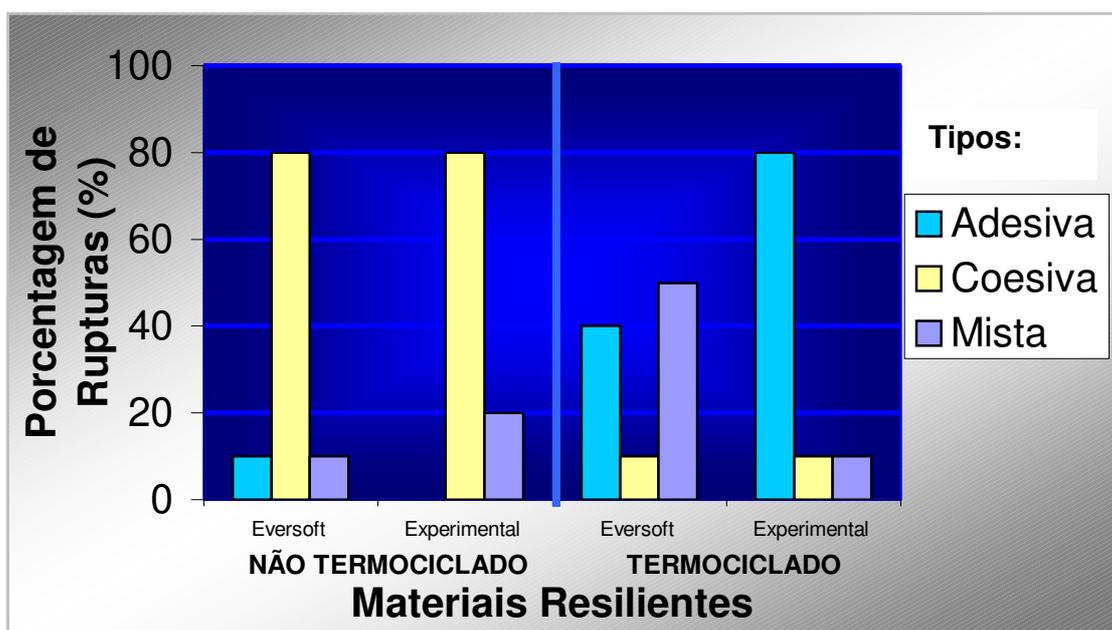


Figura 16 – Gráfico contendo a porcentagem dos tipos de ruptura dos materiais reembasadores resilientes, submetidos ou não à termociclagem.

De acordo com a tabela 2 e figura 16, verificou-se que sem termociclagem nos grupos Eversoft<sup>®</sup> e Experimental predominaram rupturas coesivas (80%); e com termociclagem no grupo Experimental as rupturas adesivas (80%) foram mais frequentes e no grupo Eversoft<sup>®</sup>, houve equilíbrio entre as rupturas mistas (50%) e adesivas (40%).

### 5.3 OBSERVAÇÃO EM MICROSCÓPIO ELETRÔNICO DE VARREDURA

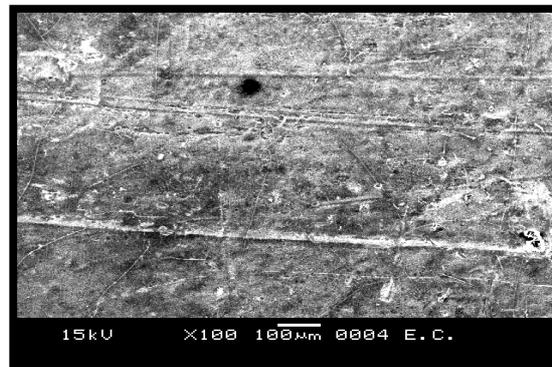
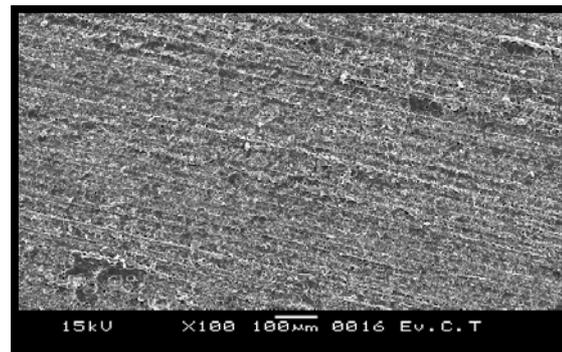
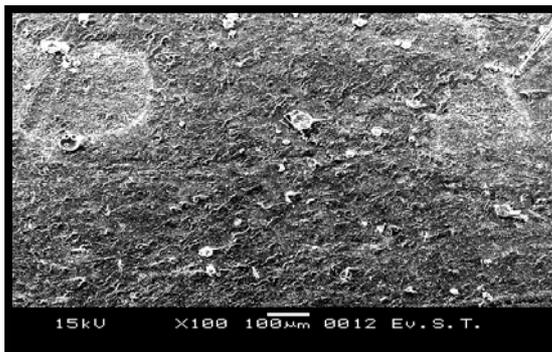
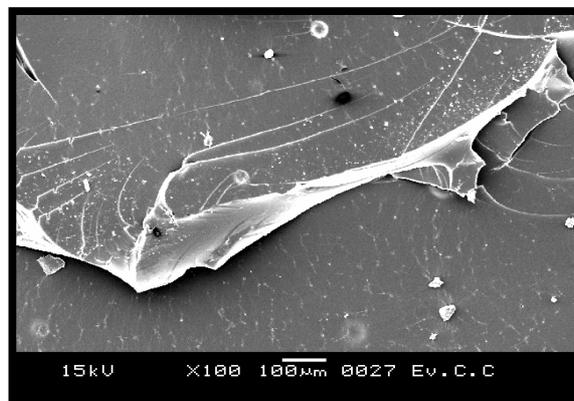
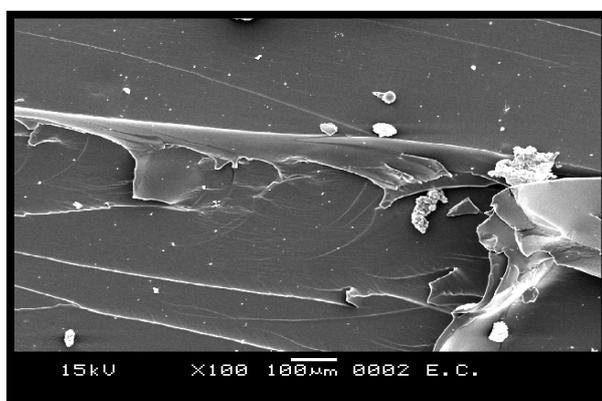


Figura 17 - Material Eversoft® sem termociclagem, após o ensaio de tração, apresentando ruptura adesiva.

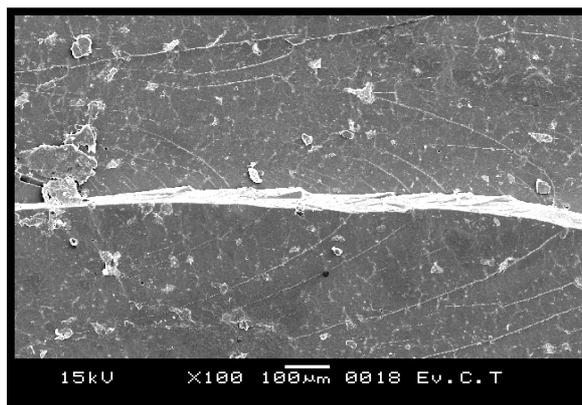
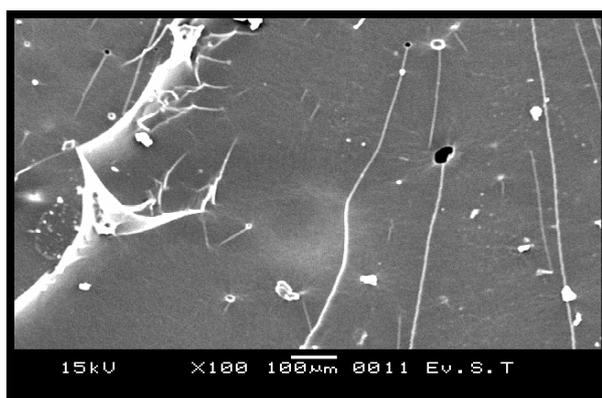


Figuras 18 e 19 - Materiais Eversoft® e Experimental, respectivamente, termocicladados, após o ensaio de tração, apresentando rupturas adesiva.

De acordo com as figuras 17, 18 e 19, verificou-se as superfícies de resina acrílica após o ensaio de tração, no quais as amostras dos materiais Eversoft® e Experimental, submetidos ou não à termociclagem apresentaram rupturas adesiva. Não foram observadas diferenças entre as superfícies de ambos materiais, submetidos ou não à termociclagem.

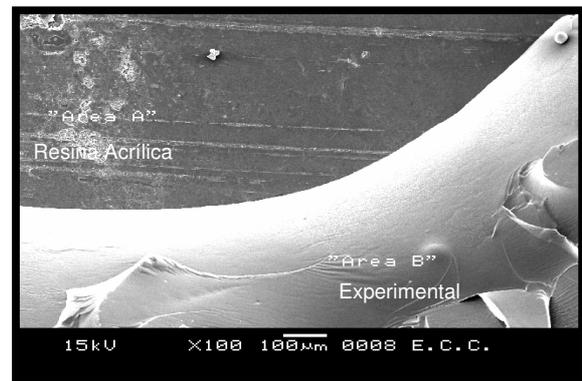
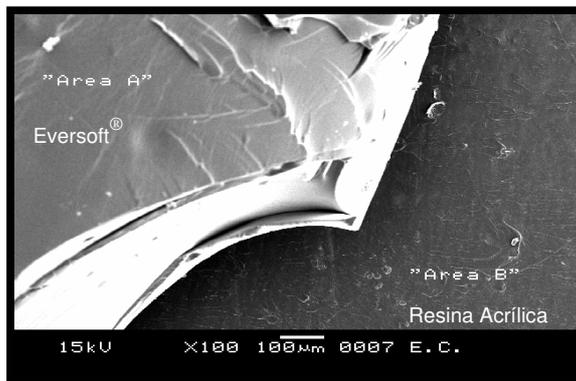


Figuras 20 e 21 - Materiais Eversoft® e Experimental, respectivamente, sem termociclagem, após o ensaio de tração, apresentando rupturas coesiva.

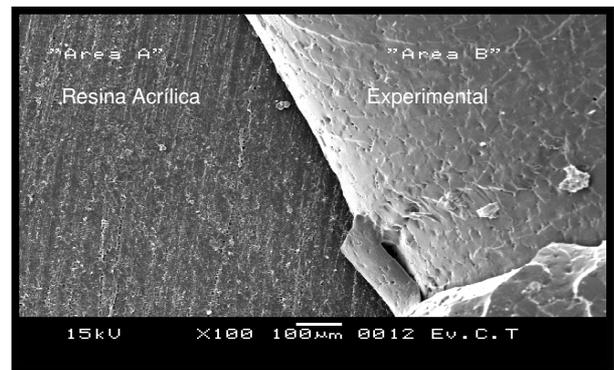
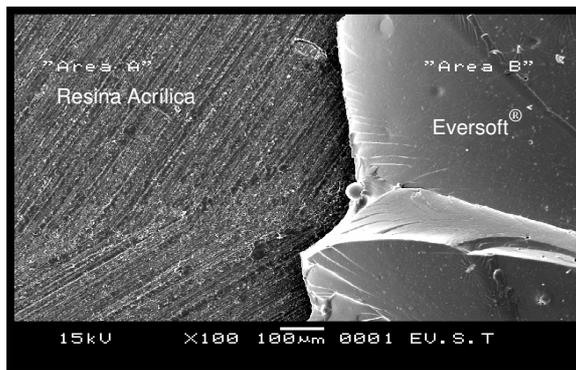


Figuras 22 e 23 - Materiais Eversoft® e Experimental, respectivamente, termociclados, após o ensaio de tração, apresentando rupturas coesiva.

De acordo com as figuras 20, 21, 22 e 23, verificou-se as superfícies dos materiais resiliente, após o ensaio de tração, no quais as amostras dos materiais Eversoft® e Experimental, submetidos ou não à termociclagem apresentaram rupturas coesiva. Não foram observadas diferenças entre as superfícies de ambos materiais, submetidos ou não à termociclagem.



Figuras 24 e 25 - Materiais Eversoft® Experimental, respectivamente, sem termociclagem, após o ensaio de tração, apresentando rupturas mista.



Figuras 26 e 27 - Materiais Eversoft® e Experimental, respectivamente, termociclados, após o ensaio de tração, apresentando rupturas mista.

De acordo com as figuras 24, 25, 26 e 27, verificou-se as superfícies de resina acrílica e material resiliente, após o ensaio de tração, no quais as amostras dos materiais Eversoft® e Experimental, submetidos ou não à termociclagem apresentaram rupturas mista. Não foram observadas diferenças entre as superfícies de ambos materiais, submetidos ou não à termociclagem.

## 5.4 DEFORMAÇÃO PERMANENTE

Tabela 3 – Médias (desvio padrão) da deformação permanente dos materiais resilientes, submetidos ou não à termociclagem (%).

| Material     | Termociclagem  |                |
|--------------|----------------|----------------|
|              | sem            | com            |
| Eversoft®    | 1,06 (0,30) Bb | 1,36 (0,51) Ab |
| Experimental | 1,82 (0,21) Ba | 1,98 (0,18) Aa |

Médias Seguidas de letras distintas (maiúsculas na horizontal e minúsculas na vertical) diferem entre si pela análise de variância ( $p < 0,05$ )

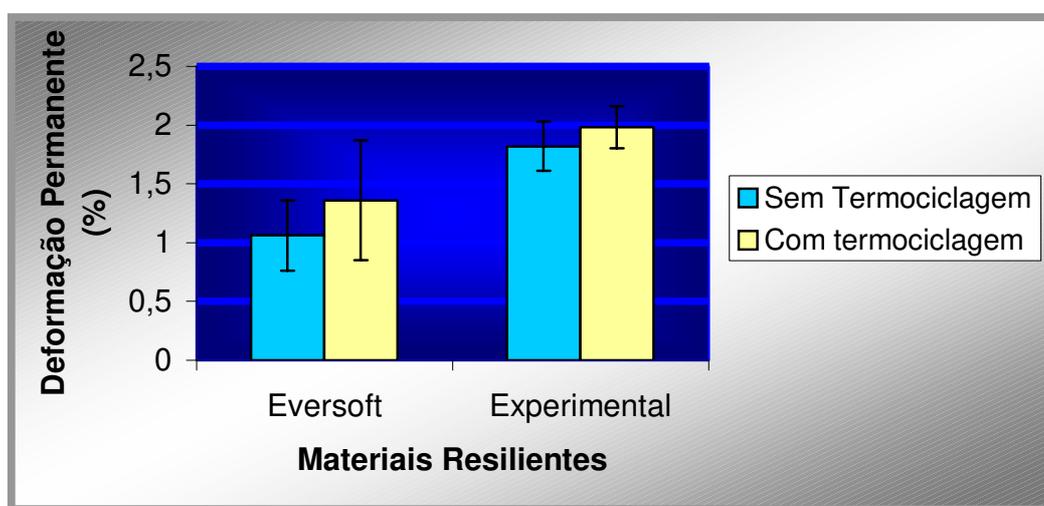


Figura 28 – Gráfico contendo os valores das médias de deformação permanente (desvio padrão) para os materiais reembasadores resilientes, submetidos ou não à termociclagem (%).

De acordo com a Tabela 3 e Figura 28, observou-se que independente do tratamento, o material Experimental apresentou valores médios mais elevados de deformação permanente, diferindo estatisticamente do Eversoft<sup>®</sup>. E independente dos materiais, a termociclagem elevou significativamente os valores de deformação permanente. Ainda de acordo com a Tabela 3 e Figura 28, observou-se que o material Experimental, submetido ou não à termociclagem, apresentou os valores médios de deformação permanente mais elevados em ambos os tratamentos (1,98% e 1,82%, respectivamente), quando comparado com o material Eversoft<sup>®</sup> (1,36% e 1,06%, respectivamente).

## 6 DISCUSSÃO

Nesse estudo, foram realizados 3.000 ciclos térmicos, simulando aproximadamente 3 anos de uso, sendo importante ressaltar que a variação de temperatura de  $5\pm 1^{\circ}\text{C}$  a  $55\pm 1^{\circ}\text{C}$  foi escolhida porque representa o choque térmico que ocorre durante a ingestão de alimentos durante as refeições, considerando que o paciente portador de próteses totais realiza 3 refeições diárias. Entretanto, este período é superestimado, uma vez que esse cálculo é baseado somente em um único ciclo térmico por refeição.

Para facilitar o entendimento, o assunto foi discutido em etapas, dentro da seqüência em que os resultados são apresentados.

De acordo com a Tabela 1 e Figura 15, os resultados de resistência à tração da união entre materiais resilientes e resina acrílica, observou-se que sem termociclagem, o material Experimental apresentou valor médio inferior, porém sem diferença estatística com o material Eversoft<sup>®</sup>. Ainda de acordo com a Tabela 1 e Figura 15, os valores médios de resistência à tração da união entre materiais resilientes submetidos à termociclagem, houve aumento estatisticamente significativo apenas para o material Experimental.

Antes de tecer considerações sobre aspectos envolvidos na união, é importante fornecer informações relacionadas a vários aspectos dos materiais reembasadores resilientes. Os materiais resilientes disponíveis no mercado dividem-se em dois tipos principais: materiais à base de resina, e à base de silicone (Qudah *et al.*, 1991; Sinobad *et al.*, 1992; El-Hadary & Drummond, 2000). Os materiais à base de silicone são compostos basicamente de polímeros de dimetilsiloxano, que possuem ligações cruzadas, geralmente apresentam boas propriedades elásticas, e sua maciez é controlada pela quantidade de ligações cruzadas (McCabe, 1976; Amin *et al.*, 1981). Nestes materiais, não é necessária a adição de plastificantes para obter resiliência. Estes materiais são geralmente mais rígidos que os à base de resina acrílica. Materiais à base de silicone retornam a sua forma original quase imediatamente após a remoção da carga devido ao seu grande número de ligações cruzadas (McCabe, 1976). Materiais com melhores propriedades elásticas são menos confortáveis que um material mais viscoso, como os materiais à base de resina acrílica

(Pesun, 2001). Além disso, os materiais resilientes à base de resina acrílica apresentam componentes similares à resina acrílica, acabam formando uma rede de moléculas entre as duas superfícies de união de composições similares (Amin *et al.*, 1981).

Assim sendo, transferindo esses dados para o uso clínico destes materiais resilientes, os materiais à base de resina acrílica apresentam melhor união com a base de prótese em comparação aos materiais à base de silicone sem adesivo. Ambos os materiais resilientes ensaiados pertencem ao grupo de materiais à base de resina acrílica, portanto possuem propriedades semelhantes, não apresentando diferença estatística entre eles sem a termociclagem.

Entretanto, ainda de acordo com a tabela 1 e figura 15, observou-se que com a termociclagem, houve aumento nos valores médios de resistência à tração da união para ambos, sendo apenas significativo para o Experimental. Provavelmente isso ocorreu devido ao fato do material resiliente Eversoft<sup>®</sup> apresentar em seu kit, um selante. A aplicação do selante produz um invólucro que dificulta tanto a absorção de água como a deterioração da base, prolongando o tempo de vida útil do material (Hayakawa *et al.*, 1997). Os materiais à base de resina acrílica são geralmente compostos de polímeros e co-polímeros acrílicos e contém plastificantes. Estes plastificantes abaixam a temperatura de transição vítrea do polímero próximo à temperatura bucal, diminuindo o módulo de elasticidade a um nível aceitável. O que varia nestes materiais é a quantidade de plastificante e o tipo de monômero acrílico, dependendo das diferentes marcas comerciais. Além disso, quando o solvente é o etilálcool ou etilacetato, pode-se esperar que estes materiais apresentem rápido endurecimento, pelo fato de serem eliminados nos fluídos bucais (MacCabe, 1976).

Em um estudo realizado por Sinobad *et al.*, 1992, a interface entre polímeros acrílicos apresentou uma linha indefinida, que não sofreu alteração após imersão em água. Para Amin *et al.*, 1981, a superfície de união sugeria penetração de água, o que afetava a adesão. A explicação para esse fato foi de que todos os materiais absorveram água, e isto teve um efeito direto e outro indireto sobre a resistência da união. O efeito direto seria a tumefação dos materiais pela absorção de água, que induzia a formação de tensão na interface de união. Para os materiais a base de resina acrílica, a água causaria

indiretamente, variação nas propriedades viscoelásticas do material, pelo fato deste lixiviar os plastificantes do material resiliente, aumentando sua rigidez.

Segundo a Tabela 2 e Figura 16, observou-se a ocorrência dos tipos de rupturas para cada material reembasador resiliente não submetidos à termociclagem, onde os materiais resiliente Eversoft<sup>®</sup> e Experimental apresentaram rupturas predominantemente coesivas (80%), demonstrando dessa forma, que o material na maioria dos casos rompeu coesivamente. Isto significa que a sua resistência adesiva é superior à coesiva desses materiais. Ainda de acordo com a Tabela 2 e Figura 16, o material Eversoft<sup>®</sup>, quando submetido à termociclagem, apresentou equilíbrio entre as rupturas mistas e adesivas, enquanto o material Experimental, rupturas adesivas foram mais frequentes. Isso ocorreu provavelmente devido à ausência do selante neste material. O selante citado anteriormente, provavelmente age impedindo a eliminação dos plastificantes do material para o meio, mantendo assim a resiliência do material no decorrer do uso, bem como a sua resistência à tração de materiais resilientes à base de resina acrílica. Portanto, o selante provavelmente minimizou o efeito da água sobre o Eversoft<sup>®</sup>, fato que foi observado pelo tipo de falhas ocorridas quando submetido à termociclagem. Neste material ocorreu equilíbrio entre força coesiva e de união, ou seja, no momento em que o material está para ser descolado da base rígida, começa a rasgar. No entanto, para o material Experimental, no qual o fabricante não fornece o selante, apesar do aumento do valor médio de resistência à tração da união, o material tornou-se mais rígido, ocorrendo prevalência de falhas do tipo adesiva (Tabela 2 e Figura 16).

De fato, a adição de citrato na composição química do material Experimental não minimizou a absorção de água na interface entre material resiliente e resina acrílica. Como o material não apresenta o selante em seu kit, esperava-se que o citrato se comportasse semelhante ao selante, com a vantagem de não ser lixiviado juntamente com outros componentes, uma vez que esse selante deve ser aplicado periodicamente em um curto período de 6 meses.

Estes resultados em relação ao comportamento dos materiais reembasadores resilientes à base de resina acrílica submetidos à termociclagem estão de acordo com os estudos de Sanchez, 1999 e Pinto *et al.*, 2004. Entretanto, para que esses materiais

resilientes possam ser considerados adequados para uso clínico, a literatura recomenda que a resistência à tração da união não deve ser inferior a 0,44 MPa (Craig & Gibbons, 1961; Kawano *et al.*, 1992). Considerando esse critério, todos os materiais resilientes, com exceção do Experimental sem termociclagem, apresentaram valores médios de resistência à tração da união satisfatórios.

De acordo com a Tabela 3 e Figura 28, segundo os resultados de deformação permanente, observou-se que independente do tratamento, o material Experimental apresentou valor médio superior, diferindo estatisticamente do material Eversoft<sup>®</sup>. O módulo de elasticidade é uma das propriedades importantes dos materiais resilientes. Com alto módulo de elasticidade, o material é mais rígido e, portanto absorve menos energia, sugerindo que a tensão recebida por ele seria transferida ao tecido subjacente (Williams *et al.*, 1996). Desta forma, o material resiliente apresenta diminuição de sua maciez e conseqüente menor absorção de impactos, perdendo suas vantagens em relação aos materiais comparativamente rígidos (Yoeli *et al.*, 1996). Apesar do material apresentar composição química semelhante, o componente citrato provavelmente tenha interferido no módulo de elasticidade do reembasador resiliente Experimental, diminuindo a recuperação elástica, ou seja, o seu módulo de elasticidade.

De acordo com a Tabela 3 e Figura 28, independente dos materiais, observou-se que a termociclagem aumentou significativamente o valor médio de deformação permanente. A explicação para esse fato é que todos os materiais absorveram água, e isto teve um efeito direto e outro indireto sobre os materiais. O efeito direto seria a tumefação dos materiais pela absorção de água, que induzia a formação de tensão na interface de união. Para os materiais a base de resina acrílica, a água causaria indiretamente, variação nas propriedades viscoelásticas do material, pelo fato dos plastificantes do material resiliente serem eliminados nos fluídos bucais (Bascom, 1966; Dootz *et al.*, 1993; Wagner *et al.*, 1995) . Segundo Kawano *et al.* em 1991, este fato leva uma conseqüente perda de absorção de impacto dessas bases devido a sua perda de resiliência, essenciais para a correta distribuição de forças na base de prótese sobre os tecidos bucais. Assim, de forma geral, quando a deformação permanente é avaliada após o envelhecimento, os valores

individuais do material à base de resina acrílica elevam os valores médios de deformação permanente dos materiais resilientes.

Ainda de acordo com a Tabela 3 e Figura 28, observou-se que o material Experimental apresentou valores médios de deformação permanente superiores quando submetidos ou não à termociclagem. De fato, como já citado anteriormente, a adição de citrato em sua composição química não impediu a absorção de água e eliminação de plastificantes durante o envelhecimento. Como o material não apresenta o selante em seu kit, esperava-se que o citrato se comportasse semelhante ao selante, com a vantagem de não ser lixiviado juntamente com outros componentes, uma vez que esse selante deve ser aplicado periodicamente em um curto período de 6 meses.

Desta forma, conhecendo os valores médios iniciais de resistência à tração da união dos materiais ensaiados, aliado aos seus valores médios de deformação permanente, submetidos ou não à termociclagem, o material Experimental mostrou-se inferior ao material Eversoft<sup>®</sup>. Portanto, apesar da adição de citrato na composição química do material Experimental e dos esforços dos fabricantes na busca de novos materiais reembasadores resilientes, o material Experimental continua sendo um material à base de resina acrílica e como tal, sofre a perda de plastificantes para o meio oral, apresentando endurecimento com o tempo. O ideal seria um material que apresentasse inicialmente alta resistência à tração da união e poder de recuperação elástica após sofrer compressão, com a conseqüente manutenção de suas propriedades durante tempos prolongados.

Pode-se concluir então, que os estudos laboratoriais servem como importante informação para determinar a performance geral dos materiais e eliminar materiais de propriedades deficientes antes de sua utilização em trabalhos clínicos. Entretanto, é necessário estudar diversas outras propriedades a fim de verificar a real utilidade e durabilidade desses novos materiais.

## 7 CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos e discutidos neste trabalho, foi possível concluir que:

- A termociclagem aumentou os valores de deformação permanente para ambos os materiais, sendo que o material Eversoft<sup>®</sup> apresentou melhor resultado comparado com o Experimental e aumentou os valores de resistência à tração da união apenas para o material Experimental.
- Houve prevalência de rupturas coesivas para ambos os materiais não submetidos à termociclagem. Quando submetidos à termociclagem, os materiais Eversoft<sup>®</sup> e Experimental apresentaram prevalência de rupturas mistas e adesivas, respectivamente.

## REFERÊNCIAS \*

Al-Athel MS, Jagger RG. Effect of test method on the bond strength of a silicone resilient denture lining material . **J Prosthet Dent** 1996; 76(5): 535-40.

American Dental Association. Guide to Dental Material and Devices. Specification nº 18 (alginate impression material). Chicago: American Dental Association for Dental Materials; 1992.

Amin WM, Fletcher AM, Ritchie GM. The nature of the interface between polymethyl metacrylate denture base materials and soft lining materials. **J Dent** 1981; 9(4): 336-46.

Anil N, Hekimoglu C, Büyükbas N, Ercan MT. Microleakage study of various soft denture liners by autoradiography: Effect of accelerated aging. **J Prosthet Dent** 2000; 84(4): 394-9.

Aydin A.K, Terzioglu H, Akinay AE, Ulubayram K, Hasirei N. Bond strength and failure analysis of lining materials to denture resin. **Dent Mater.** 1999; 15(3): 211-8.

Bascom PW. Resilient denture base materials. **J Prosthet Dent** 1966; 16(4): 646-9.

Bates JF, Smith DC. Evaluation of indirect resilient liners. **J Am Dent Assoc.** 1965; 70(2): 344-53.

Casey DM, Scheer EC. Surface treatment of a temporary soft liner for increased longevity. **J Prosthet Dent** 1993; 69(3): 318-24.

Craig RG, Gibbons P. Properties of resilient denture liners. **J Am Dent Assoc** 1961; 63(3): 65-72.

---

\* De acordo com a norma da UNICAMP/FOP, baseada no modelo Vancouver. Abreviatura dos periódicos em conformidade com o Medline.

Dootz ER, Koran A, Craig RG. Physical property comparison of 11 soft denture lining materials as a function of accelerated aging. **J Prosthet Dent** 1993; 69(1): 114-9.

El-Hadary A, Drummond JL. Comparative study of water sorption, solubility, and tensile bond strength of two soft lining materials. **J Prosthet Dent** 2000; 83(3): 356-61.

Emmer Jr TJ, Emmer TJ, Vaidynathan J, Vaidynathan TK. Bond strength of permanent soft denture liners bonded to the denture base. **J Prosthet Dent** 1995; 74(6): 595-601.

Garcia RM, Léon BLT, Oliveira VMB, Del Bel Cury, AA. Effect of a denture cleanser on weight, surface roughness, and tensile bond strength of two resilient denture liners. **J Prosthet Dent** 2003; 89(5): 489-94.

Graham BS, Jones DW, Burke J, Thompson P. In vivo fungal presence and growth on two resilient denture liners. **J Prosthet Dent** 1991; 65(4): 528-32.

Gronet PM, Driscoll CF, Hondrum SO. Resiliency of surface-sealed temporary soft denture liners. **J Prosthet Dent** 1997; 77(4): 370-4.

Hayakawa I *et al.* The effect of fluorinated copolymer coating agent on tissue conditioners. **Int J Prosthodont**. 1997; 10(1): 44-8.

Hekimoglu C, Anil N. The effect of accelerated ageing on the mechanical properties of soft denture lining materials. **J Oral Rehabil** 1999; 26: 745-8.

Kazanji MNM, Watkinson AC. Influence of thickness, boxing, and storage on the softness of resilient denture lining materials. **J Prosthet Dent** 1988; 59(6): 677-80.

Kawano F, Tada N, Nagao K, Matsumoto N. The influence of soft lining on pressure distribution. **J Prosthet Dent** 1991; 65(4): 567-74.

Kawano F, Dootz ER, Koran III A, Craig RG. Comparison of bond strength of six soft denture liners to denture base resin. **J Prosthet Dent** 1992; 68(2): 368-71.

Kulak-Ozkan Y, Sertgoz A, Gedik H. Effect of thermocycling on tensile bond strength of six silicone-based, resilient denture liners. **J Prosthet Dent** 2003; 89(3): 303-10.

McCabe JF. Soft lining materials: composition and structure. **J Oral Rehabil** 1976; 3(3): 273-8.

McCabe JF, Carrick TE, Kamohara H. Adhesive bond strength and compliance for denture soft lining materials. **Biomaterials**. 2002; 23: 1347-52.

McMordie R, King GE. Evaluation of primers used for bonding silicone to denture base material. **J Prosthet Dent** 1989; 61(5): 636-9.

Nikawa H, Jin C, Hamada T, Murata H. Interactions between thermal cycled resilient denture lining materials, salivary and serum pellicles and *Candida albicans* in vitro. Part I. Effects on fungal growth. **J Oral Rehabil** 2000a; 27: 41-51.

Nikawa H, Jin C, Hamada T, Makihira S, Kumagai H, Murata H. Interactions between thermal cycled resilient denture lining materials, salivary and serum pellicles and *Candida albicans* in vitro. Part II. Effects on fungal colonization. **J Oral Rehabil** 2000b; 27: 124-30.

Pesun IJ, Villar A, Hodges JS, DeLong R, Lai JH, Schneider D. Development of a nondestructive compliance test for resilient denture liners. **J Prosthodont** 2001;10(2): 91-6.

Phillips RW. **Materiais dentários de skinner**. 8. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1984, cap.12, p.126-38.

Pinto JRR, Mathias AC, Eduardo JVP, Sinhoreti MAC, Mesquita MF. Estudo dos materiais reembasadores resilientes em prótese total. **Rev Assoc Paul Cir Dent**. 2002a: 131-4.

Pinto JRR, Mesquita MF, Henriques GEP, Nóbilo MAA. Effect of thermocycling on bond strength and elasticity of 4 long-term soft denture liners. **J Prosthet Dent**, 2002b; 88(5): 516-21.

Pinto JRR Mesquita MF, Henriques GEP, Nóbilo MAA. Evaluation of varying amounts of thermal cycling on bond strength and permanent deformation of two resilient denture liners. **J Prosthet Dent**, 2004; 92(3): 288-93.

Polyzois GL. Adhesion properties of resilient lining material bonded to light-cured denture resins. **J Prosthet Dent** 1992; 68(5): 854-8.

Qudah S, Hugget R, Harrison A. The effect of thermocycling on the hardness of soft lining materials. **Quintessence Int.** 1991; 22(7): 575-80.

Radford DR, Watson TF, Walter JD, Challacombe SJ. The effects of surface machining on heat cured acrylic resin and two soft denture base materials: a scanning electron microscope and confocal microscope evaluation. **J Prosthet Dent** 1997; 78(2): 200-8.

Sanchez JLL. **Estudo “in vitro” da resistência da união entre resina acrílica e material reembasador resiliente submetidos ou não à termociclagem** [Dissertação]. Piracicaba: UNICAMP/FOP; 1999.

Schmidt Jr WF; Smith DE. A six-year retrospective study of Molloplast-B lined dentures. Part II: Liner serviceability. **J Prosthet Dent** 1983; 50(4): 459-65.

Sertgöz A, Kulak Y, Gedik H, Taskonak B. The effect of thermocycling on peel strength of six soft lining materials. **J Oral Rehabil** 2002; 29: 583-7.

Sinobad D, Murphy WM, Huggett R, Brooks S. Bond strength and rupture properties of some soft denture liners. **J Oral Rehabil** 1992; 19: 151- 60.

Wagner WC, Kawano F, Dootz ER, Koran III A. Dynamic viscoelastic properties of processed soft denture liners: Part II- Effect of aging. **J Prosthet Dent** 1995; 74(3): 299-304.

Williams KR, Jagger RG, Sadamori S, Waters MGJ. Cyclical deformation behaviour of denture soft lining materials. **J Dent.** 1996; 24 (4): 223-26.

Yoeli Z, Miller V, Zeltser C. Consistency and softness of soft liners. **J Prosthet Dent** 1996; 75(4): 412-8.

## APÊNDICE

### RESULTADOS ORIGINAIS

Tabela 4 – Valores individuais de tensão (MPa) da base resiliente Eversoft<sup>®</sup> unida à resina acrílica QC-20 não submetida à termociclagem.

| <b>Amostra</b> | <b>Força máx.<br/>Tensão (MPa)</b> |
|----------------|------------------------------------|
| 1              | 0,3605                             |
| 2              | 0,4094                             |
| 3              | 0,5044                             |
| 4              | 0,5029                             |
| 5              | 0,4795                             |
| 6              | 0,4957                             |
| 7              | 0,4541                             |
| 8              | 0,3795                             |
| 9              | 0,4723                             |
| 10             | 0,3552                             |

Tabela 5 – Valores individuais de tensão (MPa) da base resiliente Experimental unida à resina acrílica QC-20 não submetida à termociclagem.

| <b>Amostra</b> | <b>Força máx.<br/>Tensão (MPa)</b> |
|----------------|------------------------------------|
| 1              | 0,3605                             |
| 2              | 0,4450                             |
| 3              | 0,3814                             |
| 4              | 0,2980                             |
| 5              | 0,3738                             |
| 6              | 0,3552                             |
| 7              | 0,4132                             |
| 8              | 0,4196                             |
| 9              | 0,4450                             |
| 10             | 0,3821                             |

Tabela 6 – Valores individuais de tensão (MPa) da base resiliente Eversoft® unida à resina acrílica QC-20 submetida à termociclagem.

| <b>Amostra</b> | <b>Força máx.<br/>Tensão (MPa)</b> |
|----------------|------------------------------------|
| 1              | 0,4109                             |
| 2              | 0,4613                             |
| 3              | 0,3886                             |
| 4              | 0,5393                             |
| 5              | 0,4189                             |
| 6              | 0,4064                             |
| 7              | 0,4908                             |
| 8              | 0,5461                             |
| 9              | 0,4677                             |
| 10             | 0,4988                             |

Tabela 7 – Valores individuais de tensão (MPa) da base resiliente Experimental unida à resina acrílica QC-20 submetida à termociclagem.

| <b>Amostra</b> | <b>Força máx.<br/>Tensão (MPa)</b> |
|----------------|------------------------------------|
| 1              | 0,5408                             |
| 2              | 0,4851                             |
| 3              | 0,4598                             |
| 4              | 0,6798                             |
| 5              | 0,5737                             |
| 6              | 0,4787                             |
| 7              | 0,5416                             |
| 8              | 0,5553                             |
| 9              | 0,6853                             |
| 10             | 0,4601                             |

Tabela 8 – Valores individuais de deformação permanente (%) da base resiliente Eversoft® não submetida à termociclagem.

| <b>Amostra</b> | <b>Deformação permanente (%)</b> |
|----------------|----------------------------------|
| 1              | 1                                |
| 2              | 1                                |
| 3              | 1,10526                          |
| 4              | 1,15789                          |
| 5              | 0,78947                          |
| 6              | 1                                |
| 7              | 1,8421                           |
| 8              | 0,73684                          |
| 9              | 1                                |
| 10             | 1,05263                          |

Tabela 9 – Valores individuais de deformação permanente (%) da base resiliente Experimental não submetida à termociclagem.

| <b>Amostra</b> | <b>Deformação Permanente (%)</b> |
|----------------|----------------------------------|
| 1              | 2,0563                           |
| 2              | 2,21052                          |
| 3              | 1,78947                          |
| 4              | 1,94736                          |
| 5              | 1,68421                          |
| 6              | 1,78947                          |
| 7              | 1,68421                          |
| 8              | 1,57894                          |
| 9              | 1,57894                          |
| 10             | 1,89473                          |

Tabela 10 – Valores individuais de deformação permanente (%) da base resiliente Eversoft® submetida à termociclagem.

| <b>Amostra</b> | <b>Deformação permanente (%)</b> |
|----------------|----------------------------------|
| 1              | 1,10526                          |
| 2              | 1,21052                          |
| 3              | 1,57894                          |
| 4              | 1,15789                          |
| 5              | 2,63157                          |
| 6              | 1,15789                          |
| 7              | 1,42105                          |
| 8              | 0,89473                          |
| 9              | 1,57894                          |
| 10             | 0,89473                          |

Tabela 11 – Valores individuais de deformação permanente (%) da base resiliente Experimental submetida à termociclagem.

| <b>Amostra</b> | <b>Deformação Permanente (%)</b> |
|----------------|----------------------------------|
| 1              | 2,21052                          |
| 2              | 1,78947                          |
| 3              | 2,05263                          |
| 4              | 2,15789                          |
| 5              | 2,26315                          |
| 6              | 1,8421                           |
| 7              | 1,89473                          |
| 8              | 1,78947                          |
| 9              | 1,94736                          |
| 10             | 1,89473                          |

---

QUADRO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA  
RESISTÊNCIA À TRAÇÃO DA UNIÃO

---

| CAUSAS DA VARIAÇÃO | G.L. | S.Q.       | Q..M.      | VALOR F | PROB > F |
|--------------------|------|------------|------------|---------|----------|
| MATERIAL           | 1    | 0.00213452 | 0.00213452 | 0.55    | 0.4636   |
| TRATAMEN           | 1    | 0.08119812 | 0.08119812 | 20.87   | <.0001   |
| MAT*TRATAMEN       | 1    | 0.04703216 | 0.04703216 | 12.09   | 0.0013   |
| RESÍDUO            | 36   | 0.14003686 | 0.00388991 |         |          |
| TOTAL              | 39   | 0.27040166 |            |         |          |

---

MÉDIA GERAL = 0.459420

COEFICIENTE DE VARIAÇÃO = 13.57563 %

---

QUADRO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA  
DEFORMAÇÃO PERMANENTE

---

| CAUSAS DA VARIAÇÃO | G.L. | S.Q.       | Q..M.      | VALOR F | PROB > F |
|--------------------|------|------------|------------|---------|----------|
| MATERIAL           | 1    | 4.69910250 | 4.69910250 | 44.30   | <.0001   |
| TRATAMEN           | 1    | 0.52212250 | 0.52212250 | 4.92    | 0.0329   |
| MAT*TRATAMEN       | 1    | 0.04160250 | 0.04160250 | 0.39    | 0.5351   |
| RESÍDUO            | 36   | 3.81835000 | 0.10606528 |         |          |
| TOTAL              | 39   | 9.08117750 |            |         |          |

---

MÉDIA GERAL = 1.554250

COEFICIENTE DE VARIAÇÃO = 20.95394