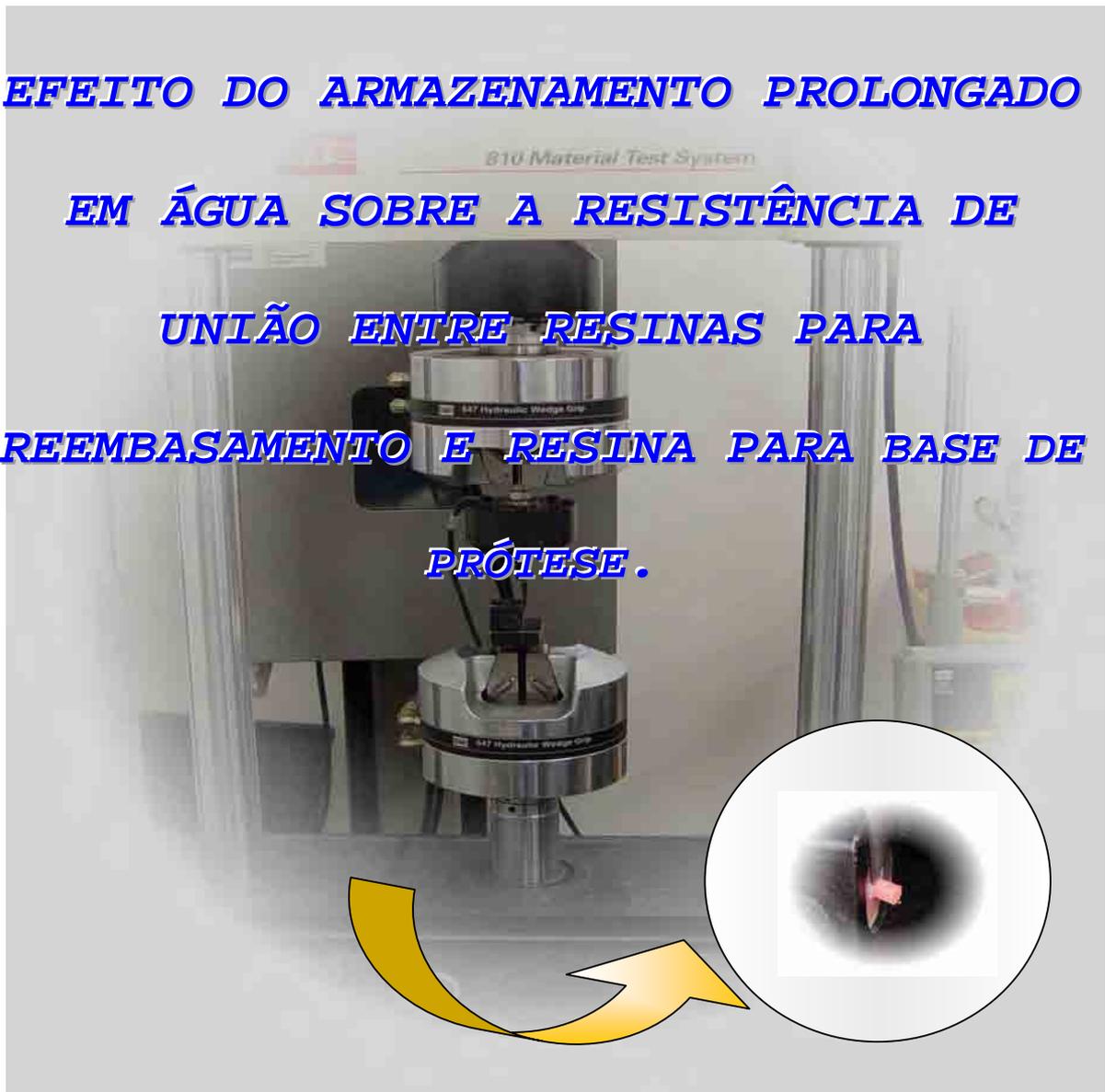


Universidade Estadual Paulista - UNESP
Faculdade de Odontologia de Araraquara

ANDRÉA AZEVEDO

**EFEITO DO ARMAZENAMENTO PROLONGADO
EM ÁGUA SOBRE A RESISTÊNCIA DE
UNIÃO ENTRE RESINAS PARA
REEMBASAMENTO E RESINA PARA BASE DE
PRÓTESE.**



Araraquara

2005



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE ARARAQUARA

ANDRÉA AZEVEDO

**Efeito do armazenamento prolongado em água
sobre a resistência de união entre resinas para
reembasamento e resina para base de prótese.**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação da Faculdade de Odontologia de Araraquara, da Universidade Estadual Paulista para obtenção do título de Mestre em Reabilitação Oral - Área de Prótese.

ORIENTADORA : Prof.^a Dr.^a ANA LUCIA MACHADO

ARARAQUARA

2005

Azevedo, Andréa

Efeito do armazenamento prolongado em água sobre a resistência de união entre resinas para reembasamento e resina para base de prótese / Andréa Azevedo. – Araraquara : [s.n.], 2005.

123 f. ; 30 cm.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Odontologia.

Orientador: Profa. Dra. Ana Lucia Machado

1. Resinas acrílicas 2. Resistência ao cisalhamento
3. Reembasadores de dentadura 4. Imersão I. Título

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Marley Cristina Chiusoli Montagnoli CRB 8/5646

Serviço de Biblioteca e Documentação da Faculdade de Odontologia de Araraquara / UNESP

Data da defesa: 24 de fevereiro de 2005.

Banca Examinadora

Prof^a. Dra. Ana Lucia Machado – Orientadora, Prof. Adjunto do Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese da Faculdade de Odontologia do “*Campus*” de Araraquara da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - UNESP.

Prof^a. Dra. Eunice Teresinha Giampaolo - Prof. Adjunto do Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese da Faculdade de Odontologia do “*Campus*” de Araraquara da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP.

Prof. Dr. Cláudio Rodrigues Leles – Prof. Adjunto do Departamento de Prevenção e Reabilitação Oral da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Goiás.

DADOS CURRICULARES

ANDRÉA AZEVEDO

NASCIMENTO	11/12/1974 – Ribeirão Preto/SP
FILIAÇÃO	Manoel Eudes de Azevedo Vera Lúcia Puga de Azevedo
1996/1999	Curso de Graduação em Odontologia Faculdade de Odontologia de Araraquara - UNESP
2003/2005	Programa de Pós-Graduação em Reabilitação Oral, nível Mestrado - Área de Prótese, na Faculdade de Odontologia de Araraquara - UNESP

Dedicatória

A **DEUS** pelo *dom* da vida, pela *força* de continuar a caminhar nos momentos de desespero, pela *mão estendida* durante a queda e pelo *apoio* para me reerguer. Pela *luz* que ilumina e mostra o caminho da *fé*, e que me faz acreditar e ter *amor* pelas pessoas. Obrigada pela minha sagrada Família e pelas boas almas que sempre estão ao meu redor.

Obrigada meu Deus!

“A semente que caiu em terra boa, vingou, cresceu, deu flores e deu frutos...A palavra de Jesus é semente do bem, seja o nosso coração terra boa!”

*O Senhor é o meu ajudador, e não temerei
O que me possa fazer o homem...(Hb 13,6)*

Dedico este trabalho.

Dedico

Aos meus pais, **Manoel** e **Vera**, pela criação e por todos os sacrifícios a que se submeteram para a concretização dos meus sonhos. Pela orientação, pelos princípios e educação que me conduziram à plena formação pessoal, tanto como ser humano, como profissional. Pela doação de seus melhores momentos de vida; por compartilhar as dores, as alegrias, e as conquistas...Pelo intenso laço de família em que fui criada e por todo o **AMOR** transmitido durante toda a vida a seus filhos. Obrigada por tudo.

Eu amo vocês!

***Honra teu pai e tua mãe, para que se prolonguem os teus dias na terra que o Senhor, teu Deus, te dá.
(Ex 20,12)***

Dedico

Aos meus irmãos *Carlos Eduardo, Karina e Rochele...*
as três razões que me impulsionam a viver intensamente cada
instante da minha passagem. Pela **Amizade**, pelo
Companheirismo, pelo **Amor** e **Incentivo** em concretizar os
meus sonhos...por me fazer enxergar as coisas boas da vida e
acreditar com otimismo no futuro
(o agora)!

A quem dedico todo o meu *Amor, Carinho*
e minha *Eterna gratidão!*

*Cada um que passa em nossa vida, passa sozinho...
Porque cada pessoa é única para nós, e nenhuma substitui a outra.
Cada um que passa em nossa vida passa sozinho, mas não vai só...
Levam um pouco de nós mesmos e nos deixam um pouco de si
mesmos.
Há os que levam muito, mas não há os que não levam nada.
Há os que deixam muito, mas não há os que não deixam nada.
Esta é a mais bela realidade da vida...
A prova tremenda de que cada um é importante e que ninguém se
aproxima do outro por acaso... (Antoine de Saint-Exupéry)*

**Nem por acaso permanecem eternamente em minha
vida como Irmãos...**

Dedico especialmente

A meu irmão **Carlos Eduardo** (*in memorian*), meu maior exemplo a seguir...de **Força**, **Otimismo**, **Vontade** de vencer e uma inesgotável **Alegria** em viver!

Você, meu irmão, é a luz que ilumina o meu caminho... a **Estrela de brilho intenso**, que jamais se apagará... Tenho dentro do peito uma **Saudade** imensurável...e uma vontade imensa de dizer, mais uma vez, o quanto...

...eu o **Amo!!!**

Siga o seu caminho em PAZ...

“Há momentos na vida em que sentimos tanto a falta de alguém, que o que mais queremos é tirar essa pessoa de nossos sonhos e abraçá-la...”

(Clarice Lispector)

Agradecimentos especiais

À Prof^a. Dr^a. **Ana Lucia Machado** pela orientação compreensiva, pelo privilégio de poder compartilhar do seu conhecimento e pela sapiência demonstrada em guiar de forma majestosa os passos de seus alunos. Um exemplo de educadora, profissional dedicada, que trabalha com seriedade e respeito. Foi, e ainda é uma honra tê-la tido como orientadora durante toda a minha permanência nesta Faculdade.

Obrigada pela confiança e por todos os seus ensinamentos!

À minha Amiga e “Mamãe do coração” **Ana**, agradeço pela paciência e por todo o tempo dedicado não só ao desenvolvimento científico, como também ao meu crescimento pessoal. Pelo *companheirismo, amizade, conselhos e confiança*.

Dedico-lhe todo o meu carinho de “filha”. Meu Obrigada!

“Tu és eternamente responsável por aquilo que cativas.”(Saint Exupéry)

Agradecimentos especiais

Aos meus avós **Domingos e Geny**, pela presença constante, pela admiração e por acreditarem em mim! Adoro vocês!

A querida tia **Arlete**, presença sempre constante em minha vida, que proporcionou a realização de muitos sonhos...Obrigada! Te adoro “minha tia”!

As minhas amigas “irmãs” **Catherine e Thais**, por todos os momentos que passamos juntas, por fazerem da palavra **amizade** uma prática diária, assim como o companheirismo e a solidariedade.

Aos meus amigos da Graduação e Profissão, **Fábio, Clarissa, Carina, Vivianne, Antônio, André, Val**, pela amizade, consideração e pelos momentos compartilhados.....Obrigada!

A minha amiga **Anelise**, por seu companheirismo, respeito, amizade e disponibilidade em sempre querer ajudar e, principalmente, pela paciência de ouvir...Meu muito Obrigada! Deus sabe exatamente em que momento deve colocar as pessoas em nossa vida...

A minha amiga **Daniela**, pela amizade e prontidão em sempre servir...Obrigada!

Ao amigo **Alessandro** pelo companheirismo, e pela amizade. Foi um prazer trabalhar com você. Obrigada!

Às colegas **Milena, Natália e Liziane**, pela amizade, prontidão em servir e por toda a colaboração que prestaram ao desenvolvimento desta pesquisa.

Ao amigo **Roger André**, pelo carinho e pela disponibilidade em servir nos momentos em que precisei....são pessoas certas nos momentos também certos!

Agradecimentos especiais

Aos professores da Disciplina de **Prótese Parcial Removível**, *Prof. Dr. Carlos Eduardo Vergani, Prof^ª. Dr^ª. Eunice Teresinha Giampaolo e Prof^ª. Dr^ª. Ana Cláudia Pavarina*, pelo convívio e apoio amigo demonstrado durante a realização deste trabalho. Obrigada por nos ensinar a trabalhar em Equipe!

Prof. Dr. José Arana Varela, pela amizade, generosidade e pelo incentivo transmitido!

Ao *Conselho de Pós-Graduação em Reabilitação Oral*, em nome do *Prof. Dr. Gelson Luis Adabo*, agradeço pela responsabilidade, seriedade e dedicação ao curso e aos alunos.

Aos docentes do Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese desta Faculdade, *Prof. Dr. Carlos Cruz, Prof. Dr. Gelson Luís Adabo, Prof^ª. Dr^ª. Renata Garcia Fonseca, Prof. Dr. Luís Geraldo Vaz, Prof^ª. Dr^ª. Cinara Maria Camparis, Prof. Dr. Sérgio Russi, Prof. Dr. Francisco Guedes Pereira de Alencar Júnior, Prof. Dr. Sérgio Sualdini Nogueira, Prof. Dr. João Neudenir Arioli Filho, Prof. Dr. Francisco de Assis Mollo Junior, Prof. Dr. Marco Antonio Compagnoni, Prof^ª. Dr^ª. Regina Helena Barbosa Tavares da Silva e Prof. Dr. José Cláudio Martins Segalla*, pela humildade em compartilhar os seus conhecimentos e pela minha formação.

Agradecimentos especiais

Aos funcionários do Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese, *Maria Lúcia, Marta, Malu, Sílvia, D. Cida, Dulce, Adelaide, Adelaidinha, Moacir, Cláudio, João Vito, Manoel, Ângela, José Carlos, Maria Inês*, pelo convívio e pela cooperação no desenvolvimento deste estudo.

Às secretárias da Pós-Graduação, *Mara, Vera, Silvia e Rosângela*, à funcionária da Clínica de Pós-Graduação, *Conceição*, e às funcionárias da biblioteca, *Maria Helena e Marley*, por todas as sugestões profissionais sugeridas.

A todos os meus colegas de **Mestrado turma 2001/2003 e Doutorado turma 2003/2005** - *André, Eduardo, Fabiana, Fabiano, José Fernando, Márcio Ticianeli, Márcio Mendonça, Max, Roberta, Suzana, Weber, Raphael, Renata, Sabrina* em especial *Karin, Nara, Vanessa, Rosângela, Janaina, Sicknan, Polyanna* pelo companheirismo e pela disponibilidade e boa vontade em sempre querer ajudar. *Meu muito Obrigada!*

A todos os meus colegas de **Mestrado turma 2003/2005** – *Ana Carolina, Ana Paula, Anelise, Anne, Daniela, Ewerton, João Gustavo, José Maurício, Juliana, Karina, Luciano (Zeca), Marcelo, Mariana, Matheus, Michael e Roberta*, pela amizade, companheirismo e união durante nosso convívio. *Minha eterna gratidão.*

Agradecimentos

À diretora da **Faculdade de Odontologia - “Câmpus” de Araraquara**, **Prof.ª. Dr.ª. Rosemary Adriana Chiérici Marcantônio**, e ao ex- diretor, **Prof. Dr. Ricardo Samih Georges Abi Rached**, pelos serviços prestados `a Faculdade.

À **Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP)**, pela concessão da Bolsa de Mestrado, processo nº 02/10622-4, que tornou possível a realização deste trabalho.

Ao **Programa de Apoio à Pós-Graduação e Pesquisa (PROAP)**, pelo auxílio financeiro para a realização deste trabalho.

Ao Prof. **Romeu Magnani**, por ter realizado a estatística deste estudo.

Ao Prof. **Luis Geraldo Vaz**, pela amizade e disponibilidade durante a realização da parte experimental da tese.

Aos técnicos **Kléber e Fabíola**, da Universidade Federal de São Carlos (CCDM), pelo profissionalismo na realização da microscopia eletrônica de varredura.

A todos que, embora não tenham sido citados, contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

Meus sinceros agradecimentos.

Mensagem

*Estrela sim, cometa não...
Há pessoas estrelas e pessoas cometas.
Os homens passam. Apenas são lembrados pelas datas que passam e retornam.
As estrelas permanecem.
O sol permanece. Passam-se os anos, milhões de anos e as estrelas
permanecem. Os cometas desaparecem.
Há muita gente cometa. Passa de tal forma pela vida da gente que não prende
ninguém e a ninguém se prende. Gente sem amigos.
Gente que passa pela vida sem iluminar, sem aquecer, sem marcar presença.
Há muita gente cometa. Assim são muitos artistas. Brilham por instantes nos
palcos da vida e com a mesma rapidez com que aparecem, também
desaparecem. Assim são muitos reis e rainhas.
Reis de nações, rainhas de clubes, de concursos de beleza.
Assim são as pessoas que vivem numa mesma família e que passam um pelo
outro sem serem presença.
Importante é ser estrela. Permanecer, estar presente, marcar presença, estar
junto, ser luz, ser calor, ser vida.
Amigo é estrela, podem passar anos, podem surgir distâncias, mas a marca fica
no coração. Coração que não quer enamorar-se de cometas que apenas atraem
olhares passageiros. E muitos são cometas por momentos.
Passam, a gente bate palmas, e desaparecem.
Ser cometa é não ser amigo. É ser apenas companheiros por instantes,
é explorar os sentimentos humanos, é ser aproveitar das
pessoas e das situações, é fazer acreditar e desacreditar ao mesmo tempo.
A solidão de muitas pessoas é consequência de não poder contar com ninguém.
A solidão é resultado de uma vida cometa.
Ninguém fica. Todos passam e a gente também passa pelos outros.
Há necessidade de criar um mundo de estrelas.
Todos os dias poder vê-las e senti-las.
Poder contar com elas e sentir sua luz e calor.
Assim são os amigos, estrelas na vida da gente.
Olhando os cometas, é bom não sentir-se como eles.
Nem desejar prender-se a sua cauda.
Olhando para os cometas, é bom sentir-se estrelas. Marcar presença, ter vivido
e construído uma história pessoal. Ter sido luz para muitos amigos.
Ter sido calor para muitos corações.
Ser estrela neste mundo passageiro, neste mundo cheio de pessoas cometas,
é um desafio, mas acima de tudo uma recompensa.
É nascer e ter vivido, e não apenas existido.*

Sumário

1.	Introdução	15
2.	Revisão da literatura	20
3.	Proposição	64
4.	Material e método	66
5.	Resultado	83
6.	Discussão	91
7.	Conclusão	104
8.	Referências	106
9.	Apêndice	112
	Resumo	117
	Abstract	121

1 Introdução

As resinas acrílicas autopolimerizáveis indicadas para o reembasamento do tipo imediato têm sido utilizadas para corrigir o desajuste entre as bases das próteses e os tecidos de suporte que ocorre em função da reabsorção contínua do osso alveolar. Esse procedimento restabelece a retenção e a estabilidade da prótese, contribuindo para a manutenção das condições de saúde da mucosa que reveste o rebordo residual e a preservação do tecido ósseo remanescente. Esses materiais podem também ser utilizados para a realização imediata de pequenos reparos e correções na área de selado periférico, evitando, dessa forma, que o paciente fique sem a prótese. Além disso, esses materiais permitem prolongar a longevidade de próteses que ainda apresentam condições consideradas satisfatórias nos casos em que a confecção de novas próteses não é recomendada devido às condições de saúde geral do paciente ou dos tecidos de suporte.²¹ Os materiais para reembasamento imediato são especialmente formulados para utilização intra-oral e sua composição difere daquela apresentada pelas resinas acrílicas autopolimerizáveis convencionais, à base de metil metacrilato^{7,9}. Estudos têm demonstrado que essas diferenças na composição podem influir nas propriedades mecânicas dos materiais reembasadores⁸ e, conseqüentemente, na resistência final da base reembasada¹⁴. Apesar das propriedades mecânicas do material reembasador utilizado contribuírem para a resistência final obtida, esse aspecto, isoladamente, não assegura o sucesso do reembasamento. Em função das forças de flexão geradas na mastigação, a interface de união, entre a resina da base e a resina para reembasamento, é submetida a uma complexa distribuição de tensões. Sendo assim, a resistência de união também deve ser considerada durante a seleção dos materiais⁴². Se o material reembasador apresentar uma união deficiente com a resina de base, provavelmente ocorrerão falhas adesivas na interface entre as resinas sob tensões relativamente baixas¹⁴. Uma união efetiva entre os materiais utilizados também é importante para prevenir a infiltração na interface resina de base/material reembasador, que pode resultar em manchamento e proliferação de microrganismos⁶.

A união entre os diversos tipos de resinas ocorre pela formação de uma estrutura polimérica, denominada entrelaçamento ou combinação, na interface entre os materiais. Esse polímero é resultante do contato físico e da reação química entre as resinas, e sua formação depende da difusão de monômero de um dos materiais para a estrutura interna do outro. Após a polimerização, a magnitude da resistência de união obtida está relacionada com a efetividade de penetração desses monômeros, conforme salientado por Takahashi e Chai³⁹. As pesquisas realizadas demonstram que a resistência de união entre resinas para base e para reembasamento varia dependendo dos materiais utilizados, do tratamento realizado na superfície da resina de base e do tipo de teste empregado para a avaliação^{6,12,15,16,19,26,33}. Os estudos que vêm sendo realizados são, em sua maioria, relacionados à resistência de união entre resinas para base de prótese e resinas para reparo de próteses fraturadas. Esses estudos usualmente utilizam testes de flexão ou de tração e os resultados obtidos são comparados com aqueles observados quando as resinas de base são testadas intactas. Nesse tipo de avaliação, tem sido verificado que a resistência dos reparos realizados com resinas autopolimerizáveis convencionais à base de metilmetacrilato pode variar de 65%²⁷ a 80%³⁶. Entretanto, estudos sobre a resistência de união entre resinas de base e resinas autopolimerizáveis para reembasamento, em que as resinas de base também foram utilizadas como parâmetro de comparação, têm demonstrado que os valores obtidos são inferiores àqueles observados nos reparos, variando de 23,87%¹⁶ a 45,1%⁶.

Esses aspectos demonstram que a união entre as resinas de base e para reembasamento pode constituir um fator crítico na utilização clínica desses materiais. Uma união insatisfatória pode ocasionar o deslocamento do material reembasador resultando na necessidade de substituição freqüente e, conseqüentemente no aumento dos custos e dos retornos periódicos. Além disso, a união obtida inicialmente, quando da realização do reembasamento, não deve ser alterada, negativamente, durante a utilização da prótese, considerando-se que a mesma permanece imersa em saliva, em água ou soluções recomendadas para a limpeza. Estudos têm demonstrado, no entanto, que as resinas apresentam o

fenômeno de absorção de água por meio do processo de difusão entre as macromoléculas do polímero¹¹. De acordo com Anusavice^{3,4}, as moléculas de água no interior da resina polimerizada interferem no entrelaçamento das cadeias poliméricas e, dessa forma, atuam como um plastificante, diminuindo a resistência e a rigidez da resina^{40,41}. Por outro lado, durante a imersão em água, o monômero residual que também atua como plastificante pode ser liberado a partir da resina polimerizada^{44,45}. Uma redução do conteúdo de monômero residual pode também ser obtida por meio de reação de polimerização adicional ou continuada^{24,37}. Esses mecanismos não atuam como processos isolados, mas existem simultaneamente. Dessa forma, é possível que a interação entre esses mecanismos altere a interface de união ou as propriedades mecânicas dos materiais de base e reembasadores, influenciando na resistência de união obtida. Além disso, tem sido demonstrado que a absorção de água e a solubilidade das resinas polimerizadas dependem de sua composição⁹, e diferenças significativas entre resinas termopolimerizáveis para base de prótese e autopolimerizáveis para reembasamento têm sido observadas^{7,15}. Takahashi et al.⁴⁰ avaliaram a resistência à flexão no limite proporcional de uma resina de base termopolimerizável e de quatro resinas para reembasamento, sendo duas autopolimerizáveis e duas fotoativadas. As amostras foram armazenadas em água por 24 horas e 30 dias antes dos testes de flexão. Foi observado que a imersão em água afetou de maneira diversa as resinas avaliadas, tendo proporcionado redução nos valores de resistência da resina de base e de uma das resinas para reembasamento, enquanto os valores obtidos com os demais materiais permaneceram inalterados. Os autores relacionaram esses resultados com as diferenças na composição dos materiais e na absorção de água, tendo em vista que a resistência das resinas após imersão depende da resistência característica do material e da quantidade de água absorvida. Os autores sugeriram que estudos com períodos de imersão mais longos deveriam ser realizados. Em estudo posterior, os mesmos autores⁴¹ avaliaram quatro resinas de base e quatro para reembasamento e verificaram que o tempo necessário para que os materiais atingissem o equilíbrio nos valores da resistência à flexão no limite proporcional variou de 1 dia a 4 meses.

Apesar de alguns estudos terem avaliado o efeito da imersão em água sobre a resistência de união entre resinas de base e para reembasamento^{15,16,30,33}, poucas pesquisas têm avaliado o efeito do armazenamento prolongado em água^{10,39}. É importante salientar ainda que, no estudo de Takahashi e Chai³⁹, que avaliou a resistência de união entre resinas para base e para reembasamento após um período mais longo de armazenamento (4 meses), não foram realizados os testes logo após a união dos materiais, necessários para constatar se a água influenciou negativamente os valores obtidos. Além disso, as resinas foram submetidas à ciclagem térmica, outro fator que pode ter influenciado os resultados obtidos. Assim, consideramos que o efeito da água sobre a resistência de união ainda não foi completamente investigado. Além disso, novos materiais reembasadores têm sido desenvolvidos e precisam ser avaliados em relação a esse aspecto.

Com base nessas considerações, julgou-se oportuno avaliar a resistência de união entre resinas acrílicas para reembasamento imediato e resina acrílica termopolimerizável, bem como o efeito do armazenamento prolongado em água sobre essa propriedade. Os resultados obtidos poderão auxiliar os profissionais para a seleção de materiais reembasadores imediatos que apresentam melhor comportamento com relação à propriedade avaliada.

2 Revisão da literatura

A absorção de água pelas resinas acrílicas segue, de acordo com Braden¹¹ (1964), princípios matemáticos de difusão. Desse modo, são necessários dois parâmetros físicos para se definir o processo de absorção de água: coeficiente de difusão e equilíbrio de concentração. O coeficiente de difusão relaciona-se ao tempo necessário para saturar uma amostra, sendo, portanto, uma propriedade física de grande importância. A temperatura apresenta um efeito significativo no coeficiente de difusão, pois o tempo necessário para saturar uma amostra irá depender diretamente da temperatura do meio. Por outro lado, a temperatura não altera o equilíbrio de concentração. Levando em consideração que o processo de absorção de água segue princípios matemáticos de difusão, o tempo necessário para saturar uma amostra pode ser previsto. Esse tempo parece ser muito superior ao utilizado na prática. De acordo com o autor, a imersão de um provisório em água durante 48 horas seria insuficiente para saturá-lo, principalmente se a água estiver fria. Além disso, a relação entre o período de tempo necessário para saturação e a espessura das amostras também deve ser considerada.

A resina Kallodent 222, utilizada para a confecção de corpos-de-prova, que foram polimerizados a 71°C por 90 minutos, seguidos de 30 minutos a 100°C, foi avaliada por Leong e Grant²⁷ em 1971. Para os reparos, foi utilizada também a resina quimicamente ativada Paladur. Os reparos foram realizados com resina termopolimerizável processada na bancada e autopolimerizável processada sob pressão de 50 lb/in e temperatura de 37°C. Os valores médios foram mais baixos para os corpos-de-prova polimerizados à temperatura ambiente e sob pressão, enquanto valores mais altos foram obtidos para os reparos com resina termopolimerizável. Além disso, a resistência transversa dos corpos-de-prova reparados com resina termopolimerizável representou 80% do valor obtido quando a resina foi testada intacta. Quando o reparo foi realizado com resina quimicamente ativada, a resistência do reparo foi de 65% da resistência da resina

de base e, quando a polimerização foi realizada sob pressão e temperatura de 37°C, valor maior foi obtido (75%). Os resultados indicaram que, quando maior quantidade de material foi utilizada para o reparo, se obteve resistência transversa superior. Esse fato pode ser explicado pelo maior grau de polimerização devido à maior quantidade de material, assim como à temperatura mais alta durante a polimerização. Os resultados sugerem, ainda, que os reparos realizados com as resinas autopolimerizáveis podem apresentar resistência transversa adequada desde que o espaço entre as partes fraturadas não exceda 1,5 mm, as superfícies de união sejam preparadas para se diminuir a tensão residual e a resina de reparo seja aplicada em excesso e desgastada após a polimerização.

No mesmo ano, Rupp et al.³⁴ investigaram a adesão entre dentes artificiais de três marcas diferentes e duas resinas autopolimerizáveis para base de prótese, sendo uma convencional (Acralite) e uma fluida (Pronto II). Previamente à união com as resinas autopolimerizáveis, os autores avaliaram vários tipos de tratamento químico da superfície dos dentes artificiais comparando-os com o grupo controle, constituído por dentes artificiais unidos a uma resina termopolimerizável. Os tratamentos químicos avaliados envolveram a associação dos solventes clorofórmio e diclorometano com o monômero metil metacrilato, tendo sido utilizado diferentes concentrações e tempos de exposição. Segundo os autores, esses sistemas contendo solvente e monômero polimerizável atuam dissolvendo e expandindo a camada superficial, permitindo a difusão do material polimerizável. Durante a polimerização, uma rede de cadeias poliméricas é formada entre os dois materiais. A resistência de união é dependente do grau de penetração do solvente e da resistência das cadeias do polímero de entrelaçamento. Nesse estudo, a aplicação de diclorometano (50%) e metil metacrilato (50%) proporcionou resistência à tração maior que 80% daquela obtida com a união dente artificial e resina de base termopolimerizável.

Em 1983, Lamb et al.²⁴ avaliaram os efeitos da proporção pó/líquido, da temperatura de polimerização e de armazenamento e da presença de oxigênio

sobre o conteúdo de monômero residual de uma resina acrílica autopolimerizável (Simplex Rapid) por um período de 40 dias após a polimerização. Foi encontrada uma maior quantidade de radicais livres remanescentes nas resinas polimerizadas a 22°C em comparação às aquelas polimerizadas a 55°C. Segundo os autores, a decomposição do peróxido de benzoíla em radicais livres e a conseqüente terminação da cadeia polimérica ocorreriam em maior grau conforme o aumento da temperatura de polimerização. Níveis mais altos de monômero residual foram registrados para as amostras confeccionadas com a menor proporção pó/líquido. Ainda, de acordo com os autores, quanto maior a concentração de iniciadores (peróxido de benzoíla, contido no pó), maior também seria a quantidade de radicais livres e a polimerização ocorreria em maior grau. Imediatamente após a polimerização a 22°C, as amostras apresentaram maior conteúdo de monômero residual que aquelas polimerizadas a 55°C e uma rápida diminuição ocorreu posteriormente, provavelmente, devido à sua maior concentração de radicais livres. As amostras armazenadas a 50°C apresentaram um menor conteúdo de monômero residual em comparação às aquelas armazenadas a 22°C e 37°C. Esses resultados confirmaram a hipótese de que a diminuição dos níveis de monômero residual, após a polimerização, foi devida a uma polimerização adicional nos locais dos radicais ativos proporcionada pelo armazenamento em temperaturas mais altas. A temperatura mais alta permitiu que as moléculas de monômero se difundissem mais rapidamente, atingindo os radicais livres e causando uma diminuição na concentração de monômero residual. A molécula de oxigênio pode inibir a polimerização da resina e, portanto, níveis mais baixos de monômero residual foram detectados quando o experimento foi realizado em ambiente anaeróbio. Os autores concluíram que o conteúdo de monômero residual pode ser reduzido aumentando-se a proporção pó/líquido, realizando-se a polimerização a uma temperatura mais baixa inicialmente, seguida de uma polimerização complementar a uma temperatura mais elevada, e eliminando-se o ar, o que resultaria, portanto, em melhoria das propriedades mecânicas relevantes da resina acrílica, como, por exemplo, a resistência à fratura.

Em 1984, Shen et al.³⁵ avaliaram o efeito do condicionamento químico sobre a resistência de reparos realizados em resinas acrílicas. Para esse estudo, foram confeccionados corpos-de-prova retangulares (60 mm x 10 mm x 2,5 mm) utilizando-se duas resinas acrílicas termoativadas (Permatone e Lucitone). Após o acabamento, todos os corpos-de-prova foram armazenados em água destilada à temperatura ambiente, por 48 horas, previamente aos ensaios mecânicos. Após os testes de resistência à flexão em três pontos, todos os corpos-de-provas fraturados foram reposicionados nos respectivos moldes, mantendo-se uma distância entre as partes de 2,0 mm para o material de reparo, obtida por meio de desgaste com fresa. Foram utilizados dois tratamentos nas superfícies de união: 1) limpeza com água destilada em ultra-som e 2) condicionamento com clorofórmio por 5 segundos e, em seguida, secagem com ar e limpeza com água destilada. Além disso, dois métodos de reparo foram avaliados: 1) reparo com a própria resina para base de prótese e 2) reparo com resina acrílica ativada quimicamente. As superfícies de reparo foram avaliadas por meio de microscopia eletrônica de varredura. Essa análise indicou que o desgaste com fresas proporcionou uma superfície com micropartículas, saliências e irregularidades, as quais não foram removidas pela limpeza com água, tendo sido verificada maior frequência de fratura na interface de reparo. O tratamento com clorofórmio melhorou a qualidade das superfícies de união, proporcionando maior resistência aos corpos-de-prova reparados nesse grupo. Por outro lado, esse aumento significativo só foi observado para os reparos realizados com a resina termoativada. De acordo com os autores, esse fato seria explicado pela maior penetração do monômero dos materiais de reparo durante a inserção e prensagem das resinas termoativadas em comparação à penetração de monômero das resinas quimicamente ativadas, a qual ocorre em um intervalo de tempo bem inferior, devida à rápida reação de polimerização desses materiais.

O aumento de temperatura durante a polimerização, a estabilidade de cor das resinas e a resistência de união entre cinco materiais reembasadores diretos e quatro materiais para base de prótese foram avaliados por Bunch et al.¹² em 1987.

As resinas rígidas para reembasamento avaliadas foram: Perm Reline and Repair Resin (metil metacrilato), Flexacryl-Hard (copolímero de etil metacrilato), Rebase Acrylic (metil metacrilato), COE-Rect (metil metacrilato) e Kooliner (copolímero etil-metacrilato). A mensuração da temperatura foi realizada segundo a especificação para materiais reembasadores n° 17 da ADA. Também foi realizado um teste de temperatura intra-oral com as resinas que obtiveram o maior e o menor pico de temperatura, respectivamente Perm Reline e Kooliner. A estabilidade de cor foi avaliada por meio de um espectrofotômetro após o envelhecimento das resinas expostas à luz, durante 24 horas a 90% de umidade relativa e 43°C, situação equivalente a 300 horas intra-oralmente. Para os testes de resistência de união, foram utilizadas as resinas para base de prótese Astron 77 (vinil acrílico), Lucitone caracterizada (polimetil-metacrilato termopolimerizável), Lucitone 199 (butadieno polimetil-metacrilato) e Howmedica Pro-fit (resina fluida à base de polimetil metacrilato). A resina para reembasamento Flexacryl foi testada com e sem o agente de união recomendado. Após a confecção dos corpos-de-prova, as superfícies foram uniformizadas com uma lixa 120, sendo em seguida submetidas ao acabamento em duas direções com uma lixa 220. Um molde de latão foi utilizado para posicionar o corpo-de-prova e permitir a união com as resinas autopolimerizáveis, sendo então armazenados em água destilada durante 12 horas antes dos testes de tração. Quanto à temperatura de polimerização, as resinas que obtiveram os maiores picos foram Perm (53,4°C) e Rebase Acrylic (51,9°C). Todos os materiais diminuíram rapidamente a temperatura após o pico de polimerização, com exceção da resina Kooliner, que apresentou diminuição gradual da temperatura. Com relação à estabilidade de cor, houve alterações significativas com a simulação de envelhecimento em três dos produtos testados: Flexacryl, COE-Rect e Rebase Acrylic. Para a resistência de união, o material Astron apresentou os maiores valores, e a falha de união ocorreu na própria resina de base quando unida a três dos quatro materiais reembasadores avaliados. A resina Kooliner apresentou falhas adesivas em relação aos materiais de base Lucitone 199, Lucitone caracterizada e Howmedica. A resina Flexacryl, com e sem a aplicação do primer, faliu coesivamente com todos os materiais de

base testados. Kooliner apresentou os menores valores de resistência de união, fato esse comprovado pelas falhas adesivas observadas na interface Kooliner / resina de base.

Com a finalidade de simular os procedimentos de limpeza utilizados por pacientes portadores de próteses, as quais apresentavam alteração de cor, Arab et al.⁵, em 1989, confeccionaram amostras de resina acrílica utilizando dois ciclos de polimerização: A – 16 horas a 70°C seguidas por 3 horas a 100°C e B – 8 horas a 70°C. As amostras foram imersas, por 30 minutos, em uma das seguintes soluções: 1- agente de limpeza de prótese dissolvido em água a 50°C; 2- água a 50°C; 3- agente de limpeza dissolvido em água a 100°C e 4- água a 100°C. Esses ciclos foram repetidos, diariamente, por um período de 100 dias, durante o qual foi realizada análise visual das amostras para avaliar a degradação. Amostras controles foram armazenadas em água à temperatura ambiente (18°C) por 100 dias. Os resultados demonstraram que o alto nível de monômero residual, presente nas amostras obtidas com o ciclo B, não afetou o processo de alteração de cor, o qual foi atribuído à elevada temperatura da água utilizada, independentemente da presença do agente de limpeza. As amostras obtidas com o ciclo A não alteraram seu nível de monômero residual após a imersão nas quatro soluções. Aquelas obtidas com o ciclo B, imersas nas soluções 1 e 2 (50°C), também não demonstraram alteração. Entretanto, quando imersas nas soluções 3 e 4 (100°C), essas amostras apresentaram redução de 43% no nível de monômero residual, a qual segundo os autores, poderia ser devida a uma polimerização adicional. As amostras com alto nível de monômero residual (ciclo B) demonstraram redução na resistência flexural e na dureza superficial. Os autores relataram que o monômero residual afetaria de modo adverso essas propriedades mecânicas em consequência de um efeito plastificante que reduziria efetivamente as forças entre as cadeias moleculares e que, dessa forma, a deformação poderia ocorrer mais facilmente sob a ação de forças.

Curtis et al.¹⁹, em 1989, compararam por meio de ensaio de cisalhamento, a resistência de união entre as resinas para base de prótese Lucitone (termopolimerizável), e VLC (fotopolimerizável), e resinas para reembasamento Perm (autopolimerizável), e Triad (fotopolimerizável). Para a resina Lucitone, foram confeccionados 126 corpos-de-prova e 24, para a resina Triad VLC, em forma de cilindro hexagonal, nas dimensões de 1 cm X 0,7 cm. Cada corpo-de-prova foi termociclado durante 4 horas, em intervalos de 1 minuto, entre 6° e 60°C. As superfícies foram polidas com lixa 240 para simular a rugosidade observada clinicamente. A área de união foi padronizada por meio da colocação de fita adesiva com orifício central de 2 mm de diâmetro. Para o reembasamento com a resina autopolimerizável, a superfície da resina Lucitone foi tratada sob duas condições: com a aplicação do monômero da resina de base, aguardando-se 20 segundos antes de secar com ar, e sem nenhum tratamento. Para a resina VLC, a superfície de união foi tratada com o agente adesivo e seco por 2 minutos, ou pela associação de aplicação do monômero da resina de base e tratamento com o adesivo em seguida. Após a união, os corpos-de-prova foram armazenados em água a 37°C por 7 dias. Para a resina autopolimerizável, quando o monômero da resina de base foi aplicado sobre a superfície previamente ao reembasamento, a união obtida (31,4 MPa) foi significativamente maior que aquela observada quando esse procedimento não foi realizado (21,6 MPa). Provavelmente, o monômero dissolveu a resina, permitindo que uma união química ocorresse. Para a resina Triad VLC, os maiores valores de resistência de união foram obtidos pela união com ela mesma (27,4 MPa). Os resultados também demonstraram que o procedimento de adesão afeta a resistência de união entre as resinas Triad VLC e Lucitone. A aplicação do agente de união resultou em melhor adesão (22,5 MPa) quando comparada a aplicação do monômero (12,7 MPa). A associação do monômero ao agente de união não resultou em união mais resistente entre as resinas Triad VLC e Lucitone (23,5 MPa) quando comparada à utilização somente do agente de união da resina Triad (22,5 MPa). Quando a superfície de união não foi tratada, a resistência média obtida foi de apenas 5,8 MPa. A união da resina

Triad com Triad obteve resultados mais favoráveis comparada à união com a Lucitone, talvez em razão de uma melhor ligação entre materiais similares.

A união entre uma resina de base ativada por luz (Triad) e três materiais reembasadores resilientes foi estudada por Khan et al.²³ em 1989. Foram confeccionados corpos-de-prova cilíndricos de 65 mm X 16 mm com a resina de base, os quais foram seccionados ao meio e posicionados com uma distância de 3 mm entre as duas partes. A união foi, então, realizada com os materiais resilientes Molloplast-B, Tru-Soft e Esscheem. A superfície de união foi tratada com o agente adesivo da resina Triad por 2 minutos. Feito o reparo, metade dos corpos-de-prova foi testada, por meio de teste de tração, após 48 horas de armazenagem em água a 37°C e metade após 30 dias. Após o período de 48 horas, foram observadas falhas coesivas para todos os materiais. Depois de 30 dias de imersão, somente a resina Esscheem apresentou falha adesiva. O material Molloplast-B não apresentou diferença significativa para os dois períodos de imersão avaliados; no entanto, diferença foi observada entre as duas resinas, Tru-Soft e Esscheem. Os autores sugeriram que a água pode ter influenciado diretamente na superfície de união, infiltrando-se nessa região, proporcionando um aumento de volume e, conseqüentemente, tensões na interface. Além disso, a água pode atuar indiretamente, por meio da liberação de substâncias plastificantes do material reembasador, alterando características, aumentando a rigidez e reduzindo o efeito amortecedor. Como conseqüência, as forças de tração aplicadas são transmitidas diretamente para a interface em vez de serem absorvidas pelo material reembasador.

Em 1990, Razavi et al.³³ avaliaram as características de união, por meio de ensaios de cisalhamento e de tração, da resina para reembasamento fotopolimerizável Triad em relação a quatro resinas utilizadas para a confecção de base de prótese (Fricke High Impact, Lucitone, Estron, e Hydrocryl). Para os testes de tração, foram utilizados corpos-de-prova (50 mm X 14 mm X 4,5 mm), testados intactos ou após terem sido seccionados ao meio, proporcionando um

espaço de 5 mm para a resina de reembasamento. Na superfície a ser reembasada, foi aplicado o monômero da resina Lucitone. Corpos-de-prova foram também reembasados utilizando-se as mesmas resinas de base para a união. Os corpos-de-prova intactos e os reembasados com a resina Triad foram submetidos aos testes de tração 48 horas após sua confecção. Para os corpos-de-prova unidos com as mesmas resinas para base termopolimerizáveis, os testes de tração foram realizados após a união e após a armazenagem em água por 48 horas. Para os testes de cisalhamento, foram confeccionados corpos-de-prova retangulares (75 mm X 25 mm X 3 mm), superpostos no comprimento em uma extensão de 5 mm, com uma camada de 1 mm de espessura da resina Triad localizada entre as duas partes. Os testes de cisalhamento foram efetuados após a polimerização e após a armazenagem em água a 37°C por 48 horas. Todas as resinas avaliadas quando unidas à resina Triad demonstraram aumento significativo na resistência de união, nos testes de cisalhamento após 48 horas de imersão. Resultados semelhantes foram observados para os testes de tração dos corpos-de-prova das resinas unidas ao mesmo material.

Em um estudo de 1991, Andreopoulos et al.² investigaram a resistência de reparos realizados com a resina Triad VLC em resinas para base de prótese, termopolimerizável SR 3/60 e fotopolimerizável Triad, por meio de testes de resistência à tração, à fratura e à deflexão. Os corpos-de-prova (65 mm X 65 mm X 2,5 mm) foram testados após a união e após a armazenagem em saliva artificial a 37°C durante o período de 4 meses. A distância entre as partes foi padronizada em 2 mm, a qual foi reparada com resina autopolimerizável Jet Repair Acrylic ou Triad fotopolimerizável. Quando a resina para base Triad foi reparada com o mesmo material, foram avaliados dois preparos da superfície de união: aplicação do agente adesivo da resina Triad ou do monômero metil metacrilato. Os resultados demonstraram que a resina de base termopolimerizável reparada com a resina autopolimerizável apresentou a maior resistência, enquanto o menor valor foi observado quando a resina Triad foi reparada com o mesmo material. Segundo os autores, a adesão é uma função do umedecimento das superfícies dos corpos-

de-prova e é a afinidade entre o material de reparo e o substrato. Para se obter correto umedecimento, as superfícies devem ser limpas e valores adequados de tensão interfacial e viscosidade devem ser selecionados. Por outro lado, a afinidade é uma propriedade mais complexa, incluindo aspectos como união química e física. Assim, a baixa resistência observada pela resina Triad unida a ela mesma pode ser atribuída ao baixo umedecimento, considerando-se que a viscosidade desse material é maior que a da resina autopolimerizável no momento da aplicação. O tratamento da superfície com o agente adesivo não apresentou efeito significativo na resistência de união, mas a aplicação do metil metacrilato resultou em aumento dessa propriedade. Para os autores, esse aumento deve ter sido proporcionado pela limpeza da superfície, pois o rápido umedecimento não é suficiente para a absorção do monômero e subsequente reação com Triad durante a sua polimerização. Para todos os grupos, a imersão prolongada (4 meses) em saliva artificial resultou em moderada redução da resistência.

Em 1992, Kawano et al.²² avaliaram a resistência de união, por meio de teste de tração, de seis materiais para reembasamento resilientes e uma resina para base de prótese Lucitone 199. Os autores confeccionaram corpos-de-prova utilizando espaçadores de 3 mm para proporcionar o espaço a ser preenchido com os materiais resilientes. As superfícies de união foram polidas com lixa 240 e tratadas de acordo com as instruções dos fabricantes de cada material resiliente. Após os testes de tração, o tipo de falha foi classificado utilizando um microscópio ótico. Três grupos distintos de materiais apresentaram diferença estatística. Os materiais Prolastic, VinaSoft e Flexor apresentaram os valores médios mais baixos, entre 9,6 kg/cm² a 11,3 kg/cm². Um segundo grupo, constituído pelos materiais Super-Soft, Novus e Molloplast-B, demonstrou valores maiores, entre 16,7 kg/cm² e 17,6 kg/cm². No terceiro grupo, o material Novus apresentou os valores mais altos para resistência de união (26,1 kg/cm²). Prolastic falhou coesivamente, assim como Super-Soft e Molloplast-B. O material Flexor falhou adesivamente e a resina VinaSoft apresentou ambas as falhas. O material

Novus, avaliado com ou sem a aplicação do agente de união, apresentou falhas adesivas.

Polyzois³², em 1992, estudou as propriedades adesivas de três materiais resilientes para reembasamento (Novus, Flexor e Perform soft), unidos à resina para base fotopolimerizável Triad VLC, por meio de teste de cisalhamento. Foram confeccionados 10 corpos-de-prova (46 mm X 13 mm X 3 mm) com a resina de base, sobre os quais foram unidos os materiais reembasadores com dimensões iguais, tendo sido, porém, a superfície de união restrita a uma área de 23 mm x 13 mm. Após polimerização, os excessos foram recortados e 25 corpos-de-prova foram testados imediatamente. A outra metade foi armazenada em água a 37°C por um período de 4 meses, para então ser testada. Após a armazenagem, todos os materiais demonstraram uma redução significativa na resistência de união. Essa redução é o resultado do aumento de volume do material causado pela absorção de água, que gera tensões na interface de união, ou da alteração das propriedades viscoelásticas do material resiliente, tornando-o mais rígido e, dessa forma, transmitindo as forças externas para a área de união. O material Novus apresentou o maior valor médio de resistência de união e falhas predominantemente coesivas. Os materiais Flexor e Perform exibiram resistência de união similares; entretanto, o primeiro falhou adesivamente e o segundo falhou coesivamente, indicando uma frágil resistência do Perform em relação às cargas externas.

O objetivo do estudo de Arena et al.⁶ (1993) foi avaliar a resistência à flexão de cinco resinas autopolimerizáveis, unidas a duas resinas para base de prótese. Foram confeccionados corpos-de-prova com as resinas Lucitone 199 (PMMA) e Triad VLC (uretanodimetacrilato) nas dimensões 2,8 mm X 14 mm X 64 mm, que foram unidos na região central (secção de 10 mm) com as resinas para reembasamento autopolimerizáveis Kooliner e Flexacryl, de polimerização dual Extoral e Light Liner, e fotopolimerizável Triad VLC. Os corpos-de-prova foram submetidos ao polimento com lixa 320 e armazenados em água por 50 horas. A secção de 10 mm, removida da região central, foi preenchida com

material reembasador. Os grupos controles foram constituídos por corpos-de-prova das resinas para base mantidos intactos. Os resultados obtidos indicaram que, para a resina de base Lucitone 199, a resina Light Liner proporcionou o valor de resistência de união mais alto. Segundo os autores, a resina Light Liner é composta por poli etil metacrilato, que, aparentemente, apresenta alta afinidade com a resina à base de poli metil metacrilato. Para a resina de base Triad VLC, o valor mais alto foi obtido com a resina para reembasamento Triad VLC utilizada com o agente adesivo. Esses resultados foram relacionados ao fato dos dois materiais apresentarem composições idênticas. Em relação à resistência de união comparada com a resistência das resinas testadas intactas, a união resina de base Triad / resina para reembasamento Triad proporcionou uma porcentagem de 79,3%. Os demais materiais reembasadores atingiram valores de união menores que a metade da resistência das resinas de base testadas intactas. Todos os materiais falharam adesivamente, com exceção da resina Extoral, que, analisada posteriormente, apresentou porosidades que podem ter colaborado para o tipo de falha coesiva apresentada pela resina. Houve diferença significativa de união entre as várias composições e os tipos de reembasadores e resinas de base.

Andreopoulos e Polyzois¹, em 1994, avaliaram a resistência e a deflexão de reparos realizados em uma resina de base fotopolimerizável Triad e em uma termopolimerizável SR3/60. As resinas fotopolimerizáveis Triad, Triad Gel, Extoral e Unifast e a autopolimerizável Novodur foram os materiais selecionados para a realização dos reparos. Foram confeccionados corpos-de-prova nas dimensões de 2,5 mm X 10 mm X 65 mm com as resinas para base, os quais foram armazenados, durante 7 dias, em água a 37°C. Após o período de armazenagem, os corpos-de-prova foram seccionados em partes iguais, simulando fratura, e posicionados em moldes de gesso com as dimensões originais, de tal forma que a distância entre as duas partes fosse de 3 mm. Uma lixa de granulação 240 foi utilizada nas superfícies seccionadas, mantendo o paralelismo entre as faces e a perpendicularidade em relação ao longo eixo dos corpos-de-prova. O reparo foi realizado seguindo as instruções do fabricante de cada resina

selecionada. A seguir, os corpos-de-prova foram armazenados em água a 37°C por um período adicional de 7 dias, previamente ao teste. Independente da resina de base, os valores de resistência para a resina Novodur foram os mais altos em relação aos outros materiais. Os valores obtidos para as resinas Triad, Triad gel e Unifast representaram cerca de 50% a 58% do maior valor obtido para a resina Novodur e os menores valores foram obtidos com a resina Extoral. Em relação à deflexão, os melhores resultados também foram encontrados para a resina Novodur, valores intermediários para Unifast e Triad unidas à resina de base SR 3/60 e os valores mais baixos para as resinas Triad gel e Extoral.

Tsuchiya et al.⁴⁴, em 1994, realizaram um estudo para avaliar a liberação e a citotoxicidade do formaldeído e do metil metacrilato a partir de resinas acrílicas para base de prótese e, além disso, testar um método para reduzir essa liberação. Os materiais avaliados foram a resina autopolimerizável Rebaron, a resina termopolimerizável Acron e a resina para microondas Acron MC. Corpos-de-prova foram imersos em saliva humana ou artificial e incubados a 37°C. Dessas soluções, foram removidas alíquotas, analisadas diariamente. Paralelamente, foi realizado um estudo *in vivo*, em que discos da resina autopolimerizável foram inseridos na cavidade oral de pacientes. A saliva foi coletada a cada 30 segundos, durante 5 minutos. O conteúdo de formaldeído foi avaliado pela análise de fluxo de injeção e o metil metacrilato por cromatografia líquida de alta eficiência. A análise revelou que o formaldeído foi liberado a partir de todos os meios de imersão; entretanto, foi observada uma menor liberação durante os experimentos *in vivo*. Durante o primeiro dia de imersão, a resina autopolimerizável liberou $41,9 \pm 2,1$ nmol/mL/dia de formaldeído e $0,97 \pm 0,06$ µmol/mL/dia de metil metacrilato. Por outro lado, a liberação dessas substâncias a partir das outras resinas estudadas foi, aproximadamente, de uma a duas vezes inferior aos valores apresentados pela resina autopolimerizável. Quando a resina Rebaron foi imersa em saliva artificial durante um curto período de tempo, uma liberação significativa de formaldeído e de metil metacrilato foi detectada. Os resultados ainda demonstraram que ambas substâncias apresentaram potenciais citotóxicos, tendo

vido o formaldeído o mais tóxico, até mesmo em concentrações inferiores às do metil metacrilato. Foi observado, ainda, que a imersão das amostras em água reduziu a liberação subsequente dos compostos avaliados e que essa diminuição foi dependente do aumento da temperatura. Para o formaldeído, a imersão a 50°C reduziu a quantidade liberada pela metade e, para o metil metacrilato, a ¼ do valor inicial.

Vallittu et al.⁴⁷, em 1994, avaliaram a resistência transversa (flexão) de corpos-de-prova de resina acrílica termopolimerizável (Pro Base) reparados com resina acrílica autopolimerizável (Pro Base Cold) em função do período de contato com o monômero da resina de base metil metacrilato (MMA), assim como as alterações morfológicas da superfície de união. Os corpos-de-prova da resina termopolimerizável foram polimerizados e recortados ao meio, e as superfícies de união foram biseladas em 35° e submetidas ao polimento com lixa 120. A superfície da resina de base a ser reparada foi umedecida com MMA por períodos de 0, 5, 60 e 180 segundos antes do reparo ser realizado. O grupo controle foi constituído por corpos-de-prova da resina de base mantidos intactos. Previamente aos testes, os corpos-de-prova foram armazenados em água durante 4 dias, à temperatura ambiente. Os resultados demonstraram que o número de falhas adesivas diminuiu de 100 % para 17% quando o período de aplicação do monômero metil metacrilato aumentou de 0 para 180 segundos. Visualizada por meio de microscopia eletrônica de varredura, a superfície da resina de base tratada com metil metacrilato durante 60 ou 180 segundos apresentou textura mais lisa quando comparada à não tratada. Os resultados da resistência à flexão, associados com as análises visuais dos tipos de falhas, indicam que a união da resina autopolimerizável foi melhorada quando a superfície do reparo foi tratada com metil metacrilato. Entretanto, a retenção mecânica das superfícies rugosas não tratadas não proporcionou resistência de união suficiente entre a superfície da resina termopolimerizável e a da autopolimerizável. A união entre a resina autopolimerizável e a superfície dissolvida de PMMA é baseada na formação de novas cadeias poliméricas entre as superfícies. Tendo em vista que a união é

química, é importante que as superfícies apresentem-se livres de contaminação. Os autores concluíram que: 1- o tratamento da área a ser reparada com metil metacrilato dissolve a camada superficial; 2- o tempo de aplicação do metil metacrilato de 180 segundos diminui o número de falhas adesivas dos corpos-de-prova reparados quando comparado a períodos de aplicação mais curtos.

As propriedades de resistência à flexão, absorção de água e solubilidade das resinas para reembasamento Rebaron, Tokuso Rebase, Mild, Metabase, Kooliner e New Truliner e da resina para base de prótese Acron foram estudadas por Arima et al.⁷ em 1995. Dos seis materiais para reembasamento avaliados, quatro apresentavam agentes de ligação cruzada. Previamente ao ensaio de resistência à flexão, os corpos-de-prova foram confeccionados (64 mm X 10 mm X 2,5 mm) e armazenados em água destilada a 37°C por 50 horas. Para avaliar as propriedades de absorção de água e solubilidade ($\mu\text{g}/\text{mm}^3$), após a confecção, os corpos-de-prova (50 mm X 0,5 mm) foram armazenados em dessecador a 37°C até atingirem massa constante. Após esse período, os corpos-de-prova eram armazenados em água destilada a 37°C por 7 dias, pesados e novamente dessecados até que atingissem massa constante. Os resultados demonstraram que a resistência à flexão dos materiais reembasadores foi significativamente menor que a observada para a resina termopolimerizável. As resinas contendo agente de ligação cruzada, como a Metabase, Tokuso Rebase e Mild, demonstraram resistência à flexão significativamente maior que a resina acrílica sem agente de ligação cruzada, com exceção da resina Rebaron. Para o teste de absorção de água, com exceção da resina Kooliner, as resinas para reembasamento demonstraram valores significativamente menores que a resina Acron. As resinas com agente de ligação cruzada demonstraram absorção de água significativamente menor que as resinas sem agente de ligação cruzada. Com exceção da resina Metabase, as resinas para reembasamento imediato apresentaram maior solubilidade que a resina termopolimerizável Acron.

Ciclos de polimerização de várias resinas acrílicas para base de prótese com diferentes tempos e temperaturas foram realizados por Dogan et al.²⁰, em 1995, para avaliar os níveis de monômero residual, resistência à tração, alongamento e absorção de água. As resinas termopolimerizáveis (QC 20, Paladon 65 e SR-Ivocap) foram polimerizadas em água em ebulição durante 30, 40 e 50 minutos, e as resinas autopolimerizáveis (Meliodent e Palapress) foram polimerizadas em água a temperaturas constantes de 20°, 25° e 30°C por 30 min. O método empregado para avaliar o conteúdo de monômero residual foi a cromatografia de gás líquido (CGL). Os resultados demonstraram diminuição considerável do nível de monômero residual com o aumento do tempo de polimerização para as resinas termopolimerizáveis e com o aumento da temperatura para as autopolimerizáveis. Segundo os autores, o monômero residual presente na matriz polimérica poderia formar porosidades quando eliminado. Dessa forma, as propriedades mecânicas que estariam intimamente relacionadas à porosidade também seriam relacionadas com o nível de monômero residual. Os resultados demonstraram que, com o aumento no tempo de polimerização e conseqüente redução no nível de monômero residual, houve aumento nos valores de resistência à tração. Os autores explicaram que o monômero agiria como um plastificante, reduzindo essa propriedade mecânica. O monômero residual da superfície da resina, provavelmente, se difundiria para a água, causando uma diminuição no peso das amostras. Entretanto, se estiver confinado em camadas mais profundas, esse monômero não poderá se difundir em um pequeno tempo de imersão.

O objetivo do estudo realizado por Vallittu et al.⁴⁸, ainda em 1995, foi determinar o conteúdo de monômero residual (MMA) e a quantidade liberada a partir do armazenamento em água de uma resina acrílica termopolimerizável (Pro Base Hot) e de uma resina acrílica autopolimerizável (Pro Base Cold). O método utilizado para a mensuração do monômero residual foi a cromatografia líquida de alta eficiência. O material termopolimerizável foi polimerizado em água em ebulição durante 40 minutos e o material autopolimerizável, em água a 40°C sob

pressão de 200 kPa durante 15 min. A resina acrílica termopolimerizável apresentou um conteúdo de monômero residual de 2,13%, enquanto a autopolimerizável apresentou um conteúdo de 5,3%. Durante o armazenamento em água por 4 semanas, o nível de monômero residual diminuiu em ambos os materiais. A temperatura de armazenamento provocou diminuição significativa do conteúdo residual apenas para a resina autopolimerizável. Os valores encontrados foram 1,62% para a resina termopolimerizável e 2,25% para a autopolimerizável após o período de armazenamento a 37°C. Em relação à liberação do monômero residual em água, durante o primeiro dia de armazenamento, 1906,7 ppm foram liberados a partir da resina autopolimerizável, enquanto apenas $34,7 \pm 9,8$ ppm foram liberados a partir da resina termopolimerizável. Os autores observaram que a temperatura e o tipo de material influenciaram a liberação do monômero residual durante o primeiro dia de análise. Os resultados revelaram que temperaturas mais altas aumentaram a difusão do monômero em água durante o primeiro dia. Entretanto, após períodos maiores de armazenamento, apenas o tipo de material afetou a liberação de monômero. A maior liberação de monômero a partir da resina autopolimerizável foi atribuída à maior concentração inicial de monômero residual e à presença em maior quantidade de porosidades, que facilitariam a difusão dessa molécula. Segundo os autores, alguns fatores podem ter influenciado nos resultados obtidos, entre eles a evaporação e conseqüente redução do monômero durante o polimento das amostras, o ciclo de polimerização utilizado, a espessura das amostras avaliadas e a proporção pó/líquido utilizada.

Arima et al.⁸, em 1996, avaliaram o efeito da adição de seis diferentes agentes de ligação cruzada ao líquido de uma resina autopolimerizável para base de prótese sobre a sorção de água e a solubilidade. Foi observado que o 1,4-butanediol dimetacrilato, o 1,6-hexanediol dimetacrilato, o etilenoglicol dimetacrilato e o trimetilolpropano trimetacrilato, quando adicionados ao material, diminuíram a sorção de água proporcionalmente ao aumento de suas concentrações, enquanto os agentes de ligação cruzada dietilenoglicol dimetacrilato e trietilenoglicol dimetacrilato apresentaram um aumento dessa

propriedade. Além disso, os compostos 1,6-hexanediol dimetacrilato, dietilenoglicol dimetacrilato, trietilenoglicol dimetacrilato e trimetilolpropano trimetacrilato apresentaram uma tendência de diminuição da solubilidade da resina com o aumento de suas concentrações. De acordo com os autores, além da afinidade da molécula de água com o polímero e da densidade do agente de ligação cruzada, outros fatores, como ligações duplas remanescentes, temperatura e método de polimerização, também afetam a sorção de água. Quanto à outra propriedade avaliada, os autores relataram que o PMMA não é solúvel em água, portanto, a solubilidade apresentada pelo material ocorre em razão da dissolução de monômeros residuais e de iniciadores da reação. O monômero residual age como plastificante, diminuindo as propriedades mecânicas do material, além de poder causar reações teciduais caso seja liberado para a cavidade oral. Logo, um alto valor de solubilidade não é considerado favorável para resinas para base de prótese.

Arima et al.⁹, em 1996, estudaram, por meio de microscopia eletrônica de varredura a composição dos adesivos das resinas acrílicas autopolimerizáveis para reembasamento imediato assim como o efeito desses adesivos sobre a textura superficial da resina para base de prótese Acron. Foram avaliados os adesivos Tokuso Rebase Aid (RA), Metabase Primer A (MP), Bosworth Bonding Liquid (BL), Pical (PI), e os monômeros das resinas autopolimerizáveis Rebaron e Kooliner, que não possuem adesivo próprio. Corpos-de-prova (20 mm X 10 mm X 2 mm) foram confeccionados com a resina termopolimerizável (Acron), armazenados em água destilada a 37°C durante 2 semanas e, então, polidos com lixa de granulação 600, lavados com água destilada e secos com ar. Para avaliar o efeito dos adesivos em condições similares à utilização clínica, eles foram aplicados com pincéis sobre a superfície do corpo-de-prova, segundo as recomendações dos fabricantes. Além disso, para avaliar o efeito do período de tratamento, cada corpo-de-prova foi imerso nos três adesivos à temperatura ambiente durante 5, 10 e 30 segundos respectivamente. Um corpo-de-prova foi mantido sem tratamento e utilizado como controle. Em seguida, os corpos-de-

prova foram lavados com etanol, dessecados durante 7 dias e submetidos ao processo de metalização de sua superfície. Com relação à composição, os autores concluíram que os adesivos das resinas Tokuso Rebase (RA) e Metabase Primer A (MP) apresentaram solventes como o diclorometano e acetona. Após 5 segundos de aplicação, o adesivo RA desenvolveu uma camada de estrutura esponjosa na superfície da resina. O metacrilato foi encontrado no adesivo da resina New Truliner (BL), assim como no líquido das resinas Rebaron e Kooliner. A aplicação do adesivo BL produziu um leve amolecimento na superfície do corpo-de-prova, entretanto nenhuma alteração na superfície da resina de base foi observada para os corpos-de-prova imersos nesse adesivo. A aplicação do monômero Rebaron produziu uma superfície porosa no corpo-de-prova. O monômero do Kooliner não apresentou nenhuma alteração quando comparado ao grupo controle. O adesivo Pical (PI) foi classificado no grupo contendo monômero metacrilato e polímero. Segundo os autores, os adesivos que possuem solventes podem dissolver a superfície da resina de base e promover a interpenetração da resina de reembasamento, essa reação pode resultar na formação de uma camada mista de resina de base e de reembasamento. Os adesivos que contêm monômeros metacrilato em sua composição possuem baixa capacidade para dissolver a superfície da resina de base. Entretanto, o monômero difunde-se na resina de base e polimeriza-se simultaneamente com a resina de reembasamento. O monômero do material Rebaron resultou em poros na superfície da resina de base e, conseqüentemente, um tipo de retenção mecânica entre a estrutura dos dois materiais pode ter sido estabelecida por meio dessa camada. Esses poros podem aumentar a área de adesão. Os adesivos que possuem monômero metacrilato e polímero formam uma fina camada na superfície da resina de base e o sucesso da adesão entre essas camadas é, então, estabelecido. Considerando-se que a aplicação com escovação produziu efeito significativo, os autores recomendaram esse procedimento para a aplicação do adesivo.

O efeito de diferentes temperaturas de polimerização na resistência de união entre resina para base de prótese e dentes artificiais foi avaliado por

Büyükylmaz e Ruyter¹³ em 1997. Foram selecionadas três resinas, duas autopolimerizáveis (Palapress Vario-PV e Probase Cold-PC) e uma termopolimerizável (Probase Hot-PH), e os dentes utilizados possuíam carga (sílica) e ligações cruzadas. A resistência de união foi avaliada por meio de testes de separação (“peel”) e cisalhamento. Para a resina PV, a resistência de união variou de 12,41 MPa a 19,32 MPa, com aumento significativo para as temperaturas de 30°C a 70°C. Para o material PC, as médias de resistência de união obtidas variaram de 11,87 MPa a 18,90 MPa, com aumento significativo para as temperaturas de 30 a 60°C. Todos os corpos-de-prova da resina termopolimerizável PH apresentaram falhas coesivas e proporcionaram os maiores valores (média de 25,30 MPa). Para a resina PV, falhas adesivas foram observadas nas temperaturas de 30°C e 40°C. Para as temperaturas de 50°C ou acima, as falhas foram coesivas. Para a resina PC, o teste “peel” resultou em falhas adesivas para todas as temperaturas, de 30°C a 70°C. Segundo os autores, com as resinas termopolimerizáveis, o tempo disponível para a difusão dos monômeros no dente artificial e para a formação de cadeias poliméricas de entrelaçamento é maior que aquele proporcionado com as resinas autopolimerizáveis. As temperaturas mais altas também devem ser favoráveis, em consequência da maior velocidade de difusão. Neste estudo foi verificado, ainda, que, com o aumento da temperatura de polimerização, as falhas passaram de adesivas para coesivas. As diferenças nos tipos de falhas para as resinas PV (coesivas) e PC (adesivas) observadas no teste “peel” podem ser resultado da diferença na formulação entre os dois materiais. A resina PV contém os agentes de ligação cruzada citados na seqüência que se segue: etileno-glicol dimetacrilato (EGDMA), 1,6-bis (metacrilóiloxi-2-etoxicarbonilamino)-2,4,4-trimetilhexano (UEDMA) e trimetilolpropano trimetacrilato; entretanto, a resina PC contém somente o agente de ligação cruzada 1,4-butanediol dimetacrilato.

Ainda em 1997, Takahashi et al.⁴² caracterizaram a resistência flexural no limite proporcional (PL_f) de quatro materiais reembasadores para base de prótese, tendo sido avaliadas quatro variações na espessura do material reembasador e do

material de base: 0,5:2 mm; 1:1,5 mm; 1,5:1 mm; 2:0,5 mm. As resinas fotopolimerizáveis Triad e Rebaron LC e as autopolimerizáveis Tokuso e Rebaron foram utilizadas para o reembasamento. A resina termopolimerizável Acron foi utilizada para a confecção das bases. Após a confecção, os corpos-de-prova foram polidos com lixa de granulação 600 e, a seguir, sobre a superfície, previamente ao reembasamento, foi aplicado o respectivo adesivo que acompanha o material. Um grupo controle confeccionado apenas com a resina de base foi testado. Além disso, corpos-de-prova confeccionados apenas com as resinas para reembasamento também foram testados. Os corpos-de-prova foram armazenados em água destilada a 37°C durante 24 horas antes do teste de flexão. Todos os corpos-de-prova reembasados em todas as espessuras apresentaram valores significativamente menores quando comparados ao grupo controle (resina de base). Duas razões podem ser apresentadas para explicar esses resultados. A primeira é terem os materiais reembasadores geralmente apresentado um PL_f menor que a resina de base e, dessa forma, a presença de um material menos resistente diminui a resistência do conjunto. Essa afirmativa foi posteriormente comprovada pela tendência do PL_f diminuir com o aumento da espessura do material reembasador. Essa diminuição foi observada para todos os materiais, exceção feita para a resina Triad. Para o material Triad, os corpos-de-prova confeccionados apenas com essa resina apresentaram maiores valores de PL_f quando comparados com os feitos com outras resinas para reembasamento, testados intactos, e os corpos-de-prova reembasados. E, os corpos-de-prova de Triad de 1,5 mm de espessura mostraram valores de PL_f significativamente menores que o grupo de 2,0 mm de espessura. Assim, a diminuição de PL_f observada nos corpos-de-prova reembasados com esse material em relação ao controle (resina de base) não pode ser atribuída ao menor valor de PL_f do material reembasador. Para os autores, os resultados obtidos para a resina Triad podem ser explicados pela falha do tipo adesiva entre a base e o material reembasador. A aplicação do agente de união é recomendada pelo fabricante, e sua principal função é o umedecimento da superfície da base, alterando quimicamente essa superfície para aumentar a adesão química com o material reembasador. É

possível que a adesão inadequada tenha sido resultado de: incompatibilidade do agente de união com o material reembasador ou de base; um agente de união muito espesso, resultando em falha coesiva dentro do agente de união; presença de ar durante a aplicação, influenciando, negativamente, a adesão. Falha adesiva também pode ocorrer por causa da alta viscosidade do material reembasador. Um material muito viscoso ou que é aplicado em uma fase posterior da reação de polimerização pode resultar em adaptação incorreta ao material de base. A resina Triad apresenta maior viscosidade provavelmente em razão do seu conteúdo de sílica. O menor valor de PL_f dos corpos-de-prova reembasados com a resina Triad pode ter sido o resultado do mecanismo adesivo, da alta viscosidade ou da combinação desses dois fatores. O reembasamento com qualquer um dos quatro materiais diminuiu a resistência à deformação plástica, o mesmo ocorrendo proporcionalmente ao aumento da espessura da resina para reembasamento. Portanto, a base da prótese não deve ser desnecessariamente desgastada durante o procedimento de reembasamento e a espessura deve ser preservada para se obter resistência adequada.

Vallittu e Ruyter⁴⁶, em 1997, estudaram a difusão dos monômeros da resina termopolimerizável SR 3/60 e da resina autopolimerizável Palapress Vario em dentes artificiais de resina acrílica (Vitapan) e o fenômeno do aumento de volume do polímero resultante desse processo (“swelling”). A resina autopolimerizável foi polimerizada durante 15 minutos, sob pressão de 300 kPa, tendo sido avaliadas três diferentes temperaturas: 30°C, 50°C e 70°C, com cinco corpos-de-prova para cada temperatura. A resina termopolimerizável foi processada a 70°C por 60 minutos e, em seguida, a 100°C por 30 minutos. Após a união, os corpos-de-prova foram desgastados até a espessura de 0,21 mm para a análise por meio de microscópio óptico. Em seguida, foram tratados com solvente tetrahidrofurano por 5 segundos, secos em ar a 23°C por 60 minutos, tendo a superfície sido analisada por microscopia eletrônica de varredura. Os autores verificaram que, para as temperaturas de polimerização de 30°C e 50°C, o monômero da resina autopolimerizável apresentou pequena difusão na matriz

polimérica do dente artificial, a qual possui alto grau de ligações cruzadas, enquanto a 70°C a matriz tornou-se susceptível à penetração. Para a resina termopolimerizável SR 3/60, a interface entre a resina e o dente artificial foi penetrável para que a espessura da camada de monômero difundido na estrutura polimérica do dente e conseqüente aumento de volume pudessem ser mensurados. Segundo os autores, a maior extensão da difusão dos monômeros a partir da resina termopolimerizável para a estrutura do dente artificial não foi somente devida à temperatura de polimerização mais alta desse material de base. Uma outra explicação para esse resultado poder ter sido o fato de que a resina SR 3/60 permaneceu em contato com o dente artificial de resina acrílica por período de tempo mais longo que a resina autopolimerizável antes que a polimerização ocorresse. Abaixo da temperatura de transição vítrea do polímero, existe uma relação linear entre tempo e difusão. Esse fenômeno permitiu que os monômeros da resina termopolimerizável se difundissem mais efetivamente dentro da estrutura polimérica do dente artificial.

Em 1998, Chai et al.¹⁴ estudaram a resistência flexural no limite proporcional (PL_f) de resinas para base de prótese processadas por diferentes métodos e avaliaram as possíveis alterações nessa propriedade após o reembasamento desses materiais com uma resina fotopolimerizável. Foram confeccionados 10 corpos-de-prova (65 mm X 10 mm X 2,5 mm) para cada resina de base de prótese utilizada: Acron (90 minutos a 70°C e 30 minutos a 100°C), Acron MC (3 minutos a 500W), Palapress (50°C a pressão de 4 kg/cm² por 20 minutos) e Triad (fotopolimerização por 10 minutos). Para o outro grupo, foram confeccionados corpos-de-prova (65 mm X 10 mm X 1,5 mm) das resinas para base de prótese, reembasados com a resina fotopolimerizável (Triad). Para isso, um agente de união era aplicado na superfície superior de cada corpo-de-prova e fotopolimerizado por 2 minutos. Após esse período, a resina era adaptada sob pressão dentro do molde e novamente fotopolimerizada por 10 min através de uma placa de vidro, obtendo-se, assim, 1,0 mm de espessura do material reembasador. A resistência à flexão do grupo sem reembasamento foi testada após

31 dias de armazenagem em água. Os corpos-de-prova foram reembasados após 30 dias de armazenagem das resinas de base em água a 37°C, e os testes foram realizados 24 horas após o reembasamento. O estudo demonstrou que o reembasamento com a resina fotopolimerizável Triad manteve a resistência à flexão de dois materiais para base de prótese (Acron MC e Palapress) e aumentou a resistência de outros dois materiais (Triad e Acron). Segundo os autores, a capacidade do material reembasador de resistir às forças e reforçar a base da prótese depende não somente das suas propriedades mecânicas como também de sua adesão à resina de base. Quando há uma união deficiente entre a base de prótese e o material reembasador, uma falha adesiva pode ocorrer nessa interface, sob tensões relativamente baixas. A melhora na propriedade de união entre a base de prótese e o material de reembasamento garante um aumento de resistência, de modo que os materiais possam suportar melhor a tensão aplicada. Os corpos-de-prova reembasados com as resinas Acron e Triad apresentaram falhas principalmente do tipo coesivas, e as resinas Acron MC e Palapress apresentaram falhas tanto no material como na interface, sugerindo que uma melhor união contribui para uma resistência flexural maior da base da prótese após o reembasamento.

As propriedades de absorção de água e solubilidade, assim como a resistência de união entre as resinas autopolimerizáveis Duraliner II e Kooliner e a resina para base de prótese Lucitone 550, foram avaliadas, em 1998 por Cucci et al.¹⁵ Os corpos-de-prova foram confeccionados utilizando-se um padrão em aço inox circular com as dimensões de 50 mm de diâmetro por 0.5 mm de espessura. Foram obtidos seis corpos-de-prova de cada material, mantidos em estufa a 37°C por 23 horas, seguido de 1 hora à temperatura ambiente. Sucessivas pesagens foram realizadas até que a perda de massa não ultrapassasse 0,0002 g, considerado como peso constante. A seguir, os corpos-de-prova foram imersos em água destilada a 37°C durante 7 dias. Transcorrido esse período, os corpos-de-prova foram pesados e armazenados em dessecador até atingirem massa constante. A absorção de água e a solubilidade foram calculadas em microgramas por

milímetro cúbico. A resistência de união foi avaliada por meio do teste de flexão em 3 pontos, utilizando-se corpos-de-prova (2,5 mm X 10 mm X 64 mm) confeccionados com a resina termopolimerizável de acordo com as instruções do fabricante. Após a polimerização, os corpos-de-prova foram armazenados em água a 37°C por 50 horas. Uma secção de 10 mm da região central de cada corpo-de-prova foi removida, as superfícies foram tratadas com o agente de união da resina Duraliner II e com o monômero da resina Kooliner, e a união entre as partes foi realizada. Após a união, os corpos-de-prova foram divididos em dois grupos, sendo um testado após 48 horas de imersão em água a 37°C e outro por 30 dias nas mesmas condições. Os resultados obtidos demonstraram que a resina Duraliner II exibiu uma menor absorção de água quando comparada às resinas Kooliner e Lucitone, que não apresentaram diferença significativa entre si. Nenhuma diferença na solubilidade foi notada entre as resinas avaliadas. Com relação à resistência de união, não houve diferença entre os dois períodos de armazenagem avaliados. A resina Kooliner falhou adesivamente com a resina de base, enquanto as falhas apresentadas pela resina Duraliner II foram coesivas. A resina Lucitone, testada intacta, obteve médias de resistência à flexão superiores àquelas observadas após sua união com as duas resinas para reembasamento imediato avaliadas.

O objetivo do estudo de Takahashi et al.⁴⁰, em 1998, foi avaliar o efeito da absorção de água sobre a resistência flexural no limite proporcional (PL_f) de quatro materiais para reembasamento e o efeito de diferentes espessuras nessa propriedade. Foram selecionadas para o estudo duas resinas fotopolimerizáveis (Triad e Rebaron LC) e duas resinas autopolimerizáveis (Tokuso Rebase e Rebaron). Para a confecção da base, foi utilizada a resina termopolimerizável Acron polimerizada por 90 min a 70°C e em seguida a 100°C por mais 30 minutos. Após a confecção dos corpos-de-prova (65 mm X 10 mm X 2,5 mm), estes foram submetidos ao polimento com lixa de granulação 600. A espessura do material reembasador e da resina de base foi variada entre 0,5:2 mm e 1,5:1 mm. As três condições de imersão em água foram: (1) os corpos-de-prova do material

de base foram armazenados em água destilada por 24 horas, reembasados e testados 24 horas após imersão; (2) os corpos-de-prova do material de base foram armazenados em água destilada por 30 dias, reembasados e testados 24 horas após imersão; (3) os corpos-de-prova do material de base foram armazenados em água destilada por 30 dias, reembasados e testados após 30 dias de imersão. Para fins comparativos, foram também avaliados corpos-de-prova, confeccionados com cada um dos materiais isoladamente, após 24 horas e 30 dias de imersão em água. Os testes de flexão foram realizados em uma máquina de ensaios mecânicos com velocidade de 2 mm/min. O estudo verificou que a resistência flexural no limite proporcional do material para base Acron e da resina para reembasamento fotopolimerizável Triad foi menor quando o tempo de imersão aumentou de 24 horas para 30 dias. Segundo os autores, os menores valores do FS_p dos corpos-de-prova dos materiais Acron e Triad podem ser explicados pelo efeito plastificador da maior quantidade de moléculas de água absorvida. Nenhuma diferença significativa na resistência flexural no limite proporcional foi detectada para as resinas Rebaron LC, Tokuso e Rebaron após o mesmo período de imersão. Os autores concluíram que a imersão em água diminuiu a resistência flexural no limite proporcional dos corpos-de-prova reembasados. O efeito foi mais pronunciado para aqueles corpos-de-prova com maior espessura de material reembasador, ou seja, os que apresentaram espessura de 1,5 mm. O efeito da imersão em água decrescendo a resistência flexural no limite proporcional pode ser diminuído quando o material de reembasamento não é afetado pela água.

Aydin et al.¹⁰, em 1999, avaliaram a resistência de união entre cinco materiais para reembasamento (dois rígidos: Kooliner – quimicamente ativado e Triad – fotoativado e três resilientes: Express – quimicamente ativado, Molloplast B – termoativado e Ufi Gel P - polimerizado à temperatura ambiente) e uma resina termoativada para base de prótese (Paladent-20) por meio de testes de tração, fratura (compressão) e análise em microscopia eletrônica de varredura. Tanto para a confecção dos corpos-de-prova para os ensaios de tração (80 mm X 10 mm X 2,0 mm), quanto para os ensaios de compressão (10 mm X 10 mm), 3,0

mm da região central dos corpos-de-prova das resinas para base de prótese foram removidos após a polimerização. A seguir, as superfícies de união foram submetidas ao acabamento com lixa de granulação 240, tratadas de acordo com as instruções dos fabricantes e unidas com os materiais reembasadores. Após a confecção, os corpos-de-prova foram imersos em água destilada a $37^{\circ} \pm 1^{\circ} \text{C}$ e avaliados em intervalos de 0, 15, 30 e 90 dias. Os corpos-de-prova reparados com o material Triad exibiram resultados de resistência à tração mais próximos do controle (resina para base de prótese), seguidos pelos valores dos materiais Kooliner e Molloplast B. A menor resistência de união foi verificada para o material Ufi Gel P. Após 90 dias, os corpos-de-prova reembasados com os materiais Triad e Kooliner apresentaram redução na resistência de união enquanto para aqueles do grupo controle foi verificado um aumento nos valores obtidos. Inicialmente, quando comparados ao controle, os materiais Triad e Kooliner demonstraram união satisfatória à resina de base, mas vários pontos com falha de união foram observados após a análise em microscópio. Para a resina Triad, essas falhas diminuíram com o tempo, o que poderia ser explicado pela expansão do material (devido à absorção de água), diminuindo a distância nos pontos de separação. O oposto foi verificado para o material Kooliner, e isso se explica pela difusão de seus componentes em água, pela alteração da propriedade de dilatação da estrutura e pela diferença na contração em relação à resina de base após a imersão em nitrogênio líquido, realizada previamente à análise em microscopia eletrônica de varredura. Entre os materiais resilientes, após a armazenagem em água, a maior união foi verificada para o material Express e a menor para o material Ufi Gel-P, enquanto a resina Molloplast B não demonstrou alterações.

Em 1999, Cucci et al.¹⁶ estudaram a resistência de união de duas resinas para reembasamento imediato (Kooliner e Duraliner II) com uma resina termopolimerizável para base de prótese Lucitone 550 em função de dois períodos de armazenagem em água precedendo os testes. Os corpos-de-prova foram confeccionados a partir de um padrão em latão utilizado para obtenção de moldes em silicone incluídos em mufla. A resina Lucitone 550 foi manipulada de acordo

com as instruções do fabricante. Após a polimerização, os corpos-de-prova foram polidos com lixa 400 e armazenados por 50 horas em água. Decorrido esse período, foi removida uma secção de 7,5 mm da região central de cada corpo-de-prova. Previamente à união, as superfícies da resina de base foram tratadas com o agente adesivo do material Duraliner II e com o monômero da resina Kooliner por 180 segundos. Os corpos-de-prova obtidos foram divididos em dois grupos de armazenagem: 50 horas e 30 dias antes dos testes de tração. Um grupo de corpos-de-prova da resina Lucitone 550 foi mantido intacto para efeito de comparação. Os resultados obtidos demonstraram que a resistência à tração do Lucitone 550 intacto foi superior àquelas proporcionadas após a união com as duas resinas avaliadas. Não houve diferença significativa entre os períodos de imersão para a resina Lucitone 550 intacta e nos corpos-de-prova unidos à resina Kooliner. A resina Duraliner II apresentou, para o período de 50 horas, valores superiores quando comparada à Kooliner. Entretanto, após 30 dias de imersão, houve redução nos valores obtidos com o material Duraliner II, de $320,16 \text{ kgf/cm}^2$ para $69,83 \text{ kgf/cm}^2$. Quanto ao tipo de falha, as duas resinas, Kooliner e Duraliner II, falharam adesivamente em ambos os períodos de imersão.

Cunningham e Benington¹⁸, também em 1999, estudaram a resistência de união, por meio de ensaio de tração, de quatro resinas para base, sendo duas termopolimerizáveis convencionais (Trevalon e Redilon), uma termopolimerizável de alto impacto (Trevalon HI) e uma autopolimerizável (RR), unidas a dentes artificiais (Dentsply). Foram utilizados 36 dentes para cada condição avaliada, perfazendo um total de 22 grupos. A área de contato entre dente e resina de base foi padronizada em 5 mm de diâmetro. Os testes de tração foram realizados em uma máquina de ensaios mecânicos universal utilizando-se uma velocidade de 2,5 mm/min. Os autores avaliaram: 1- efeito do tempo decorrido entre a manipulação da resina de base e a prensagem, 2- efeito das condições da superfície do dente artificial (desgastada, com sulco retentivo, recoberta com isolante ou contaminada com cera), 3- efeito das variações no processamento da resina (ciclos de polimerização longos e curtos), 4- efeito da

aplicação do monômero das resinas termopolimerizáveis, convencional e de alto impacto, e da autopolimerizável, 5- avaliação de dois cimentos para união: Vitacoll e um experimental – F3. Os resultados obtidos demonstraram que o menor tempo decorrido entre a manipulação e a prensagem da resina pode produzir próteses menos densas em virtude da falta de consistência da massa polimérica no momento da prensagem, a qual acarretaria um contato inadequado entre a superfície do dente e a resina, considerado necessário para se obter sucesso na adesão. O tratamento da superfície com monômero produziu resistência superior. A aplicação do monômero da resina Trevalon Hi, o qual apresenta maior quantidade de agente de ligação cruzada (etileno glicol dimetacrilato), proporcionou o maior aumento na resistência de união. Os cimentos testados para preparar a superfície do dente demonstraram um aumento significativo na resistência de união, tendo sido maior o efeito do material experimental F3, composto por solvente, ácido fraco e agente de ligação cruzada. O estudo demonstrou que o passo mais importante para a união do dente artificial e a resina de base é a remoção da cera e a aplicação de um cimento de resina adequado.

Papazoglou e Vasilas³¹, ainda em 1999, estudaram a influência de diferentes tratamentos de superfície na resistência de união entre dentes de resina acrílica e resinas compostas. Dez grupos foram formados de acordo com os tratamentos avaliados. Três grupos foram armazenados em água destilada por 30 dias para serem hidratados. Os outros sete grupos foram armazenados em ar à temperatura ambiente pelo mesmo período. Após a armazenagem, as superfícies foram preparadas utilizando-se fresas de tungstênio em baixa rotação. Uma área circular de 5,5 mm de diâmetro foi delimitada como área de união. Os seguintes procedimentos foram realizados para cada grupo: **A**- superfície umedecida com metil metacrilato (MMA) por 3 minutos e unida à resina autopolimerizável (controle); **B**- superfície umedecida com vinil etil metacrilato (VEMA) e unida à resina polivinílica; **C**- superfície umedecida com MMA por 3 minutos e unida à resina composta fotopolimerizável, com aplicação prévia de duas camadas de agente de união; **D**- superfície umedecida com MMA por 3 minutos e unida à

resina fotopolimerizável sem carga; E- superfície umedecida com VEMA por 3 minutos e unida à resina composta com aplicação prévia de duas camadas do agente de união; F- superfície umedecida com MMA e unida à resina composta com aplicação prévia de modificador de cor amarelo; G- duas camadas de resina sem carga foram adicionadas e fotopolimerizadas e, a seguir, a resina composta foi aplicada - para este grupo não foi utilizado o monômero MMA. Para os três grupos de dentes hidratados foram realizados os mesmos procedimentos dos grupos A, B e C respectivamente. Todos os corpos-de-prova foram armazenados por 7 dias a 37°C e 100% de umidade relativa, e termociclados às temperaturas de 5° e 55°C, durante 1 minuto, por 1.000 ciclos, antes dos testes de cisalhamento. As falhas do Grupo A foram coesivas e ocorreram no dente artificial. Todos os demais grupos apresentaram falhas do tipo adesiva. Os resultados sugerem que a aplicação de metil metacrilato na superfície do dente artificial aumenta significativamente a união com a resina composta, comparado com os grupos tratados com vinil etil metacrilato (E) ou sem tratamento (G). O processo de polimerização do MMA e do Bis-GMA segue um padrão similar de ativação e ligação cruzada porque os grupos metacrilatos reativos das moléculas são similares. Alguma adesão química entre o compósito e a resina acrílica deve ocorrer se ligações cruzadas são proporcionadas no dente de resina acrílica para a adesão ao compósito. Entretanto, é possível que não ocorra união química. Talvez o metil metacrilato se difunda no dente artificial, causando um aumento de volume e permitindo, dessa forma, que a resina composta penetre dentro de microirregularidades superficiais e resulte em união mecânica. Segundo os autores, é provável que ocorra uma combinação de adesão química e mecânica entre o compósito e o dente de resina acrílica tratado com metil metacrilato.

A resistência flexural no limite proporcional (PL_f) de quatro resinas para base de prótese e quatro resinas para reembasamento, após a imersão prolongada em água, foi avaliada por Takahashi et al.⁴¹ em 1999. Foram selecionados quatro polímeros para base de prótese (termopolimerizável convencional - Acron, processado em microondas - Acron MC, autopolimerizável fluida - Palapress e

ativado por luz - Triad) e quatro polímeros para reembasamento (dois foto-ativados – Triad e Rebaron LC e dois autopolimerizáveis – Tokuso Rebase e Rebaron). Foram confeccionados 50 corpos-de-provas de cada material, os quais foram polidos com lixa 600 e armazenados em água a 37°C. Os períodos de armazenagem foram de 1 dia, 1, 2, 3 e 4 meses. Em uma máquina de ensaios mecânicos, os testes de flexão foram realizados aplicando-se uma carga no sentido vertical, no ponto médio de cada corpo-de-prova à uma velocidade de 10 mm/min. O tempo necessário para as resinas atingirem equilíbrio na resistência flexural no limite proporcional (PL_f) variou de 1 dia para a resina Acron MC a 4 meses para os materiais Acron e Rebaron LC. As resinas para base de prótese Acron e Palapress apresentaram diminuição na resistência flexural no limite proporcional após 4 e 2 meses de imersão em água respectivamente. As resinas para reembasamento, com exceção da resina Triad, apresentaram um aumento inicial nos valores da resistência flexural, no limite proporcional (PL_f), seguido por diminuição gradativa até atingirem o equilíbrio. Os autores sugeriram que esses comportamentos são relacionados a dois processos que dependem do tempo: a presença de constituintes solúveis nos polímeros e a difusão de água para o interior da resina. Se os constituintes que são liberados exercerem menor efeito plastificante que as moléculas de água absorvidas, então a resistência do polímero é diminuída. Inversamente, se os constituintes liberados exercerem efeito plastificante maior comparado ao das moléculas de água, então a resistência dos polímeros deve aumentar. Os autores concluíram que a imersão em água afetou a resistência da maior parte dos polímeros estudados. Os polímeros apresentaram variações no tempo necessário para atingir o equilíbrio de resistência, e os valores de equilíbrio obtidos foram estatisticamente diferentes entre os diversos polímeros avaliados.

Por meio de ensaio mecânico de cisalhamento, Cunningham¹⁷, em 2000, avaliou a resistência de união entre dentes artificiais e duas resinas para base de prótese, a termopolimerizável Trevalon e a fotopolimerizável Triad VLC. O autor testou três diferentes tratamentos de superfície dos dentes artificiais previamente à

união com a resina termopolimerizável: 1) sem tratamento (grupo controle); 2) aplicação de um agente de união comercial (Vitacoll); 3) aplicação de um agente de união experimental contendo em sua composição solvente, ácido fraco e agente de ligação cruzada. Os agentes de união foram aplicados utilizando-se um pincel e aguardando-se 5 minutos antes da inserção da resina. Os corpos-de-prova que foram unidos à resina de base fotopolimerizável receberam três tratamentos de superfície: aplicação do agente de união da resina Triad VLC, do cimento Vitacoll ou do agente de união experimental. Os corpos-de-prova foram submetidos ao ensaio de cisalhamento com velocidade de 2,5 mm/min. Para a resina termopolimerizável, a aplicação do cimento Vitacoll produziu uma melhora na resistência de união comparada à do grupo não tratado, no entanto não significativa. O agente adesivo experimental melhorou significativamente a união comparando tanto com os corpos-de-prova sem tratamento como com aqueles tratados com o cimento Vitacoll. Quanto ao exame da falha ocorrida na interface obtiveram: 39% de falhas adesivas/coesivas para corpos-de-prova sem tratamento; 44% de falhas adesivas/coesivas para corpos-de-prova tratados com cimento Vitacoll, e 83% de falhas adesivas/coesivas para os corpos-de-prova tratados com agente de união experimental. Para a resina fotopolimerizável, foi observado um aumento significativo nos valores obtidos com a utilização do agente de união Vitacoll em relação ao agente adesivo da própria resina Triad VLC. O valor médio proporcionado pelo agente de união experimental foi superior ao observado com o agente comercial. Não foram observadas falhas do tipo adesivas/coesivas para a resina fotopolimerizável. Segundo o autor, os agentes de união devem incluir em sua composição constituintes que resultem em superfície de união quimicamente limpa, atuem como solvente na estrutura dos dentes artificiais e proporcionem um agente de ligação cruzada que irá reforçar a união entre a base de resina e o dente. Os resultados desse estudo sugerem que a resistência de união entre o dente artificial e o material para base pode ser consideravelmente melhorada pela aplicação de um agente de união adequado. Pode-se considerar que o agente adesivo aumente o umedecimento da superfície do dente artificial e apresente um efeito solvente, favorecendo uma difusão mais efetiva dos

monômeros da resina de base para o interior do dente artificial. A diferença na estrutura polimérica entre os dentes artificiais e a resina de base fotopolimerizável não proporciona a mesma transferência de monômero livre como aquela observada com as resinas termopolimerizáveis.

Takahashi et al⁴³, em 2000, avaliaram a resistência de união entre dentes artificiais convencionais, com ligações cruzadas e de porcelana a três tipos de resinas: termopolimerizável (Acron), microondas (Acron MC) e uma autopolimerizável (Palapress Vario). Os autores avaliaram, ainda, o efeito do preparo da superfície dos dentes artificiais, utilizando o solvente diclorometano ou uma retenção circular, na resistência de união. Todos os corpos-de-prova foram armazenados em água a 37°C durante 10 dias antes dos testes que foram realizados aplicando-se carga compressiva em ângulo de 45° em relação ao longo eixo do dente, à velocidade de 1 mm/min até a fratura. Os resultados demonstraram que os dentes artificiais convencionais apresentaram uma resistência de união maior quando comparados ao dente com ligação cruzada (IPN). Quanto às resinas utilizadas no estudo, a resina termopolimerizável convencional Acron apresentou resistência de união superior em relação à Acron MC, para microondas, seguida pela resina Palapress Vario. O tratamento da superfície com diclorometano melhorou a união dos dentes artificiais às resinas de base. Por meio de microscopia eletrônica de varredura, pôde ser observado que os dentes que não sofreram tratamento químico apresentaram uma superfície homogênea e isenta de irregularidades, ao passo que a aplicação do diclorometano resultou em superfícies porosas e com canaletas. Essas características provavelmente representam espaços previamente ocupados por resina que foi dissolvida. O diclorometano é um solvente não polimerizável que facilita a expansão do polímero do dente artificial (“swelling”) e, dessa forma, aumenta a difusão dos materiais polimerizáveis, notadamente o metil metacrilato, a partir da resina de base. Segundo os autores, os dentes artificiais que tiveram sua superfície tratada quimicamente com o diclorometano apresentaram falhas predominantemente coesivas sugerindo que o solvente pode ter facilitado a

difusão do material polimerizável da resina de base e a formação de uma cadeia polimérica de entrelaçamento mais extensa. A topografia da superfície dos dentes sugere, ainda, que a retenção mecânica pode ser um outro mecanismo proporcionado pelo tratamento com o diclorometano para aumentar a adesão.

Em 2001, a resistência de união entre a resina para reembasamento Kooliner e a resina para base de prótese Lucitone 550 foi avaliada, por meio de teste de flexão, em função de diferentes tratamentos de superfície por Leles et al.²⁶ Corpos-de-prova (25 mm X 10 mm X 64 mm) da resina Lucitone 550 foram confeccionados e polimerizados de acordo com as instruções do fabricante, sendo, em seguida, polidos com lixa 400 e armazenados em água a 37°C por 48 horas. Nove corpos-de-prova foram mantidos intactos para servirem como parâmetro de comparação. Os 54 corpos-de-prova remanescentes foram seccionados, tendo sido removidos 10 mm da região central. Os corpos-de-prova foram, então, divididos em seis grupos de acordo com o tratamento da superfície: 1- sem tratamento; 2- aplicação do monômero da resina Lucitone 550 por 180 segundos; 3- aplicação do monômero da resina Kooliner por 180 segundos; 4- aplicação de clorofórmio por 5 segundos, seguida de aplicação de água destilada e secagem com ar; 5- aplicação de acetona por 5 segundos, seguida de aplicação de água destilada e secagem com ar; 6- aplicação de um adesivo experimental, composto por acetona e resina Kooliner polimerizada, durante 5 segundos. Após o tratamento das superfícies, a união entre as partes foi realizada com a resina Kooliner, sendo, a seguir, os corpos-de-prova mantidos em água a 37°C por 48 horas. O teste de resistência à flexão foi realizado em três pontos a uma velocidade de 0,5 mm/min. Os resultados obtidos demonstraram que as falhas ocorridas entre a resina Kooliner e a resina de base Lucitone 550 foram predominantemente adesivas sugerindo que a resistência de união da interface foi mais frágil quando comparada à dos materiais. As superfícies tratadas com o monômero da resina Lucitone 550 por 180 segundos apresentaram maior resistência à flexão

comparada às dos grupos 1, 5 e 6. A utilização da acetona não resultou em aumento da resistência à flexão comparada à do grupo controle. A aplicação do clorofórmio resultou em melhora significativa. Os autores concluíram que a adesão da resina Kooliner à resina de base pode variar de acordo com o tratamento da superfície. Os tratamentos superficiais com o monômero da resina Lucitone 550 ou com clorofórmio melhoraram os locais de adesão e promoveram valores mais altos de resistência de união.

Matsumura et al.²⁸, em 2001, avaliaram clinicamente, durante o período de um ano, a resina Tokuso Rebase indicada para reembasamento imediato. Para realizar essa avaliação, os autores consideraram as seguintes características: 1- manchamento, 2- descoloração, 3-separação entre o material reembasador e a resina de base, 4- adaptação da base aos tecidos de suporte, e 5- irritação dos tecidos orais. Para o estudo, foram selecionados 50 pacientes portadores de próteses que necessitavam de reembasamento. A adaptação da prótese foi analisada utilizando-se silicone de baixa viscosidade. A seguir, cada prótese foi desgastada internamente com uma fresa de tungstênio e a superfície desgastada tratada com diclorometano. O material foi, então, manipulado, a prótese inserida na boca até a polimerização e os excessos recortados. Após esses procedimentos, o agente endurecedor (Tokuso) foi aplicado sobre a superfície da prótese, durante 5 minutos e a 45°C, sendo, a seguir, realizado o ajuste oclusal e o polimento da prótese. Para a avaliação das características, utilizou-se os sistemas de classificação: Alfa=1, Bravo= 2 e Charlie=3. Embora os resultados tenham demonstrado um aumento no manchamento do material reembasador, o número de ocorrências foi o mesmo tanto para o reembasador como para a resina de base. A descoloração da material reembasador após um ano foi significativamente maior que aquela observada no período inicial, enquanto para a resina de base esse fato não ocorreu. Esses resultados indicam que a estabilidade de cor da resina para reembasamento é inferior àquela das resinas termopolimerizáveis, e uma razão para esse fato pode ser a presença de agente redutor no material reembasador. Outro aspecto que pode contribuir para a menor estabilidade de cor

é a baixa conversão de monômero. Para o fator irritação tecidual, apenas um paciente queixou-se de leve sintomatologia. Das 50 próteses reembasadas, somente 3 apresentaram falha na união entre a resina de base e a de reembasamento. Esses resultados, segundo os autores, indicaram que o material Tokuso Rebase pode ser adequadamente aderido à resina de base desde que a superfície seja desgastada e condicionada com diclorometano. A adaptação das próteses foi considerada muito satisfatória. Os autores concluíram que a resina Tokuso Rebase apresentou excelente comportamento em relação às características avaliadas, embora períodos mais longos de observação sejam ainda necessários.

Em 2001, Takahashi e Chai³⁹ estudaram a resistência de união entre quatro resinas para base de prótese (Acron, Acron MC, Palapress Vario e Triad) e 4 materiais para reembasamento imediato (Rebaron, Tokuso Rebase, Rebaron LC e Triad) por meio de teste de cisalhamento. Segundo os autores, nesse tipo de teste, além de a carga ser aplicada na união entre os materiais, a força de cisalhamento representaria melhor que as forças de tração o tipo de tensão ao qual a interface de união entre as resinas é submetida clinicamente. Nesse estudo, foram confeccionados corpos-de-prova (10 mm de altura x 8 mm de diâmetro) com cada uma das quatro resinas de base. As superfícies foram submetidas ao acabamento com lixa de granulação 600 e armazenadas em água a 37°C por 1 dia. Uma fita adesiva com orifício central foi posicionada sobre a superfície para padronizar a área de união. Os materiais reembasadores foram aplicados utilizando-se tubos de Teflon com 5 mm de diâmetro e 5 mm de altura. Após o reembasamento, os corpos-de-prova foram armazenados em água a 37°C, por 4 meses, para atingir o equilíbrio das propriedades mecânicas. Os corpos-de-prova foram, então, termociclados entre 4° e 60°C durante 1 minuto por 10.000 ciclos. A seguir, foi realizado o teste de cisalhamento, com velocidade de 1 mm/min. A análise do tipo de falha também foi realizada. Os resultados demonstraram que a resistência de união da resina de base Triad com os materiais reembasadores foi geralmente menor que aquelas obtidas com as demais resinas de base avaliadas. Segundo os autores, esses resultados podem ser atribuídos ao fato da resina Triad, em função

de sua composição, apresentar maior ligação cruzada. Essa maior ligação cruzada provavelmente pode ter dificultado a penetração dos monômeros por causa da alta densidade da estrutura polimérica, dessa forma não proporcionando união efetiva com os materiais reembasadores. Esses resultados, segundo os autores, vêm comprovar, pelo menos em parte, a hipótese de que a união entre a resina de base e o material reembasador pode influir na resistência final da base reembasada. A resina Triad apresentou melhor união à resina para reembasamento Triad, provavelmente pela similaridade química entre os materiais. O menor valor de união foi observado entre a resina de base Triad e o reembasador Rebaron (4,7 MPa) e o maior valor, entre a resina de base Palapress Vario e o reembasador Rebaron (15,2 MPa). Para o material Tokuso Rebase, os valores variaram de 9,4 MPa, quando unido à resina de base Triad, a 11,7 MPa, quando unido a resina de base Acron. Segundo os autores, a maioria dos valores de união estabelecidos entre os materiais avaliados poderia ser considerada adequada. A resina de base Triad uniu-se bem à resina para reembasamento Triad (11,4 MPa), porém apresentou menores valores quando unida aos demais reembasadores. Os valores de união obtidos pelo material reembasador fotopolimerizável Rebaron LC em relação a algumas das resinas de base foram inferiores: Palapress Vario – 9,5 MPa; Acron MC – 7,5 MPa; Triad – 4,8 MPa.

Takahashi e Chai³⁸, em 2001, avaliaram a influência de cinco diferentes tratamentos de superfície sobre a resistência de união entre três resinas para reembasamento e uma resina para base de prótese. Tem sido sugerido que a resistência de união entre a resina de reembasamento e a resina para base da prótese afeta diretamente a propriedade mecânica da prótese reembasada. A união do material reembasador ao polímero da prótese depende da capacidade do monômero do material reembasador em penetrar no polímero da resina de base e estabelecer uma cadeia polimérica de entrelaçamento. Na tentativa de melhorar a adesão, os fabricantes recomendam o desgaste, antes do reembasamento, da superfície da prótese ou a aplicação de agentes adesivos próprios que acompanham a resina para reembasamento. Nesse estudo, foram confeccionados

corpos-de-prova (10 mm de altura x 8 mm de diâmetro) e resina acrílica termopolimerizável Lucitone 199, cujas superfícies foram polidas com lixa de granulação 600 a seguir, armazenados em água a 37°C por 30 dias. Os corpos-de-prova foram divididos em seis grupos: 1- não-tratados (controle); 2- tratados com diclorometano; 3- tratados com o monômero da resina de base; 4- tratados com o agente de união ou o monômero do material reembasador; 5- polido com lixa de granulação 240; 6- submetido à abrasão com ar e partículas de óxido de alumínio (50 µm). A área a ser reembasada foi delimitada com fita circular e matriz de teflon (5 mm de altura X 5 mm de diâmetro), na qual os materiais reembasadores (Kooliner, Triad VLC Reline Material, GC Reline) foram inseridos. Todos os corpos-de-prova foram armazenados em água a 37°C por 1 dia e termociclados entre 4° e 60°C durante 1 minuto, por 10.000 ciclos. Foi realizado o teste de cisalhamento, com velocidade de 1 mm/min. Não houve diferença significativa na resistência de união entre os materiais reembasadores para os corpos-de-prova não tratados. Nenhum tratamento de superfície alterou significativamente a resistência de união do material Kooliner. A aplicação do monômero do Kooliner proporcionou menor resistência de união quando comparado aos outros tratamentos de superfície. Para a resina Triad VLC, houve aumento na resistência de união quando foi aplicado o próprio agente adesivo, comparado à utilização do monômero ou da abrasão com ar, que foram iguais entre si. Esses três tratamentos foram superiores ao grupo controle. A utilização do diclorometano ou da lixa não alterou significativamente a resistência de união comparada com a do grupo não tratado. Todos os tratamentos de superfície avaliados melhoraram a resistência de união do material GC Reline. A alteração mais significativa foi observada com a aplicação do monômero da resina de base e do agente de união da própria resina GC. Para a resina Kooliner, o maior valor de resistência de união foi observado com o tratamento com diclorometano (5,6 MPa), enquanto a aplicação do agente adesivo e do monômero da resina de base proporcionaram os maiores valores para os materiais Triad (13,4 MPa) e GC Reline (12,9 MPa) respectivamente. A resistência de união da resina Kooliner tratada com o diclorometano foi menor quando comparada com aquela obtida com a aplicação do agente de união para a

resina Triad e com o tratamento com o monômero da resina de base para o material GC Reline. Todas as falhas apresentadas pelos corpos-de-prova foram do tipo adesiva, sem nenhum remanescente de material reembasador sobre a superfície da resina de base.

Stipho e Talic³⁶ em 2001, testaram a resistência de união, por meio de testes de tração e de cisalhamento, entre uma resina para reembasamento fotopolimerizável (Triad VLP reline) e três resinas convencionais para base de prótese, sendo uma fotopolimerizável (Triad VLP) e duas à base de polimetil metacrilato, as quais foram avaliadas com e sem reforço de fibras de vidro (GF-PMMA e PMMA, respectivamente). Os valores obtidos foram comparados com aqueles obtidos para corpos-de-prova reparados com resina acrílica autopolimerizável pela técnica convencional. Para a primeira série de testes (tração), foram confeccionados 14 corpos-de-prova (2 mm X 6 mm X 50 mm) com a resina de base Triad VLP. Sete corpos-de-prova foram seccionados e, para padronização, as superfícies de união foram arredondadas. Nessas superfícies foi aplicado o monômero da resina Lucitone, e o espaço de 2 mm entre as duas partes foi preenchido com o material de reembasamento Triad reline VLP. Os corpos-de-prova foram, então, armazenados em água por 48 horas. Para as outras duas séries de testes de tração, foram confeccionados corpos-de-prova iguais aos anteriores utilizando-se, no entanto, as resinas PMMA e GF-PMMA. Após a polimerização, os corpos-de-prova foram seccionados, divididos em dois grupos e unidos utilizando-se a resina fotopolimerizável Triad reline VLP ou a resina autopolimerizável. A seguir, foram armazenados em água por 48 horas. Para os testes de cisalhamento, corpos-de-prova 2 mm X 6 mm X 25 mm foram preparados com as três resinas para base. Após o tratamento da superfície de união com o monômero da resina Lucitone, os corpos-de-prova foram superpostos, dois a dois, com 1 mm de material Triad reline VLP entre eles. Para os três materiais testados, houve uma redução entre 19,29% a 37,46% na carga máxima de resistência à tração após o reparo. A resina de base Triad VLP apresentou a mais alta resistência à tração antes e após o reparo com a resina

para reembasamento Triad reline VLP. Os resultados demonstraram, ainda, que a resina para base Triad VLP apresentou maior resistência que as resinas PMMA e GF-PMMA. Os resultados demonstraram que a resistência à tração foi influenciada significativamente pelo material de reparo utilizado. Foi observado que a resistência à tração da resina PMMA testada intacta foi de 46,81 kg, enquanto o valor obtido após o reparo com a resina autopolimerizável foi de 37,78 kg. Nos testes de cisalhamento, a resistência de união mais alta foi observada para a resina Triad reline VLP unida à resina de base Triad VLP (539,39 N/cm²) e o menor valor foi obtido, quando o mesmo material reembasador foi unido à resina GF-PMMA (213,25 N/cm²). Esses resultados podem ser atribuídos a uma possível alta proporção de ligações cruzadas entre materiais similares e à menor interação e à ausência de adesão ou coesão entre o material para reembasamento Triad reline VLP e as resinas acrílicas PMMA e GF-PMMA.

O propósito do estudo realizado por Lee et al.²⁵, em 2002, foi avaliar os efeitos das condições de polimerização como temperatura, pressão e ambiente de polimerização (água ou ar) sobre a dureza e o conteúdo de monômero residual das resinas acrílicas à base de PMMA, Alike (autopolimerizável) e Namilon (termopolimerizável). A quantidade de monômero residual MMA liberada em água foi analisada por CLAE 7 dias após a imersão. Os valores de monômero residual liberado em água foram maiores para as amostras da resina Alike polimerizadas em contato com o ar, sob pressão e temperaturas ambientes (317 ± 36 ppm), e menores para as amostras do grupo controle da resina termopolimerizável (5 ± 1 ppm), que foram processadas por 1 hora em água em ebulição. Os grupos com as condições de polimerização em ar a 50°C, à pressão ambiente e em água a 50°C, sob pressão de 250 kPa, demonstraram níveis de monômero liberado relativamente mais baixos quando comparados com os outros grupos da resina autopolimerizável. O grupo polimerizado em água a 24°C e pressão de 250 kPa apresentou uma quantidade moderada de MMA liberado. Os resultados demonstraram que a temperatura de polimerização foi o fator que mais

influenciou no aumento da dureza superficial, enquanto a polimerização em água influenciou na redução do conteúdo de monômero residual. O fator pressão de polimerização não influenciou nenhuma das propriedades testadas.

Haywood et al.²¹, em 2003, avaliaram três resinas para reembasamento em relação a alguns aspectos estabelecidos: conforto, adaptação, alteração de cor, manchamento e integridade do material. Para a realização desse estudo, um total de 30 próteses foram reembasadas, sendo 16 superiores e 14 inferiores. Um clínico coletou as informações antes e imediatamente após o reembasamento, sendo os pacientes chamados para uma reavaliação após 3 e 6 meses. No retorno dos pacientes após 12 meses, dois clínicos, sem nenhum conhecimento sobre o material utilizado em cada prótese, realizaram a coleta de novas informações. Os resultados foram analisados de acordo com um score estabelecido previamente. Os autores concluíram que a resina Tokuso Rebase Fast set apresentou o menor tempo de trabalho e polimerização, sendo a resina mais estável, durável e resistente ao manchamento. A resina Coe Kooliner apresentou uma manipulação difícil em virtude de sua alta fluidez. O maior tempo de trabalho e polimerização foi proporcionado pela resina Total Hard, além de ter apresentado pouca resistência, durabilidade, e, ainda, uma perda precoce de material (antes dos 12 meses). Esse material também foi mais susceptível ao manchamento. Perda severa de materiais reembasadores foi observada somente após 12 meses da realização do procedimento de reembasamento, bem como o efeito mais pronunciado para as próteses inferiores. Para os outros aspectos analisados, nenhuma diferença foi notada entre os materiais. Segundo os autores, o melhor desempenho clínico, entre os materiais avaliados, foi observado para a resina Tokuso Rebase Fast set.

No ano de 2004, Minami et al.²⁹ avaliaram a influência da absorção de água sobre a resistência de união de uma resina para base de prótese (Lucitone 199) unida a duas resinas quimicamente ativadas, com ou sem ciclagem térmica. Foram confeccionados corpos-de-prova da resina Lucitone 199 em forma de discos (12 mm X 3,0 mm), os quais foram divididos em três grupos: 1) corpos-de-

prova saturados com água (controle), 2) corpos-de-prova saturados com água e secagem superficial por jato de ar; 3) desidratação completa. Além disso, esses corpos-de-prova foram submetidos a três tratamentos superficiais: 1) sem tratamento algum, 2) abrasão a ar ou 3) aplicação de diclorometano. Em seguida, essas resinas foram reparadas (5,0 mm de diâmetro na área de união) com as resinas quimicamente ativadas (Repair Material - resina para reparo e Tokuso Rebase normal set- resina para reembasamento). A ciclagem térmica foi realizada por meio de 50.000 ciclos entre as temperaturas de 4° e 60°, com intervalos de 1 minuto. A resistência de união foi avaliada por meio de testes de cisalhamento em máquina de ensaios mecânicos (1,0 mm/ min.). A resistência de união dos corpos-de-prova da resina para base de prótese reparada com a resina Repair, quando tratadas com abrasão a ar, não foi influenciada nem pela termociclagem nem pelo conteúdo de água nos corpos-de-prova. Por outro lado, quando reparada com a resina Tokuso Rebase, foi observada uma diminuição significativa na resistência de união após termociclagem, independentemente do tratamento superficial e do conteúdo de água. Quando os corpos-de-prova foram saturados por água e tratados com diclorometano, a resistência de união entre as resinas para reparo e para reembasamento e a resina de base foi significativamente superior em relação àquela observada para os corpos-de-prova desidratados e submetidos à ciclagem térmica. A resina para reparo à base de metil metacrilato apresentou resistência de união superior e maior resistência à termociclagem que a resina para reembasamento à base de β -metacrilóil oxietil propionato e 1,6-hexanediol dimetacrilato. Segundo os autores, essa diferença poderia estar relacionada ao peso molecular, que é menor para o metil metacrilato (aproximadamente 100) em relação ao β -metacrilóil oxietil propionato (186) e 1,6-hexanediol dimetacrilato (254). Tendo em vista que a união entre as resinas depende da difusão e da penetração do monômero para a estrutura da resina de base, um monômero com menor peso molecular pode ser vantajoso para a adesão. Uma outra possível explicação relatada pelos autores para a maior resistência de união obtida com a resina para reparo, em comparação com a resina para reembasamento, seria a manipulação dos materiais. Clinicamente, as resinas para reembasamento são

utilizadas sob pressão oclusal. Entretanto, nesse estudo para a obtenção dos corpos-de-prova, a resina para reembasamento foi inserida no molde, sem pressão. Esse procedimento pode ter permitido a formação de bolhas ou resultado em umedecimento incompleto da superfície da resina de base. Foi também observado que o tratamento com diclorometano para os corpos-de-prova saturados com água geralmente proporcionou melhor resistência à termociclagem. Segundo os autores, o diclorometano provavelmente atingiu áreas mais profundas das cadeias poliméricas por meio do deslocamento da água, facilitando a penetração do monômero.

3 Proposição

O objetivo deste estudo foi avaliar a resistência de união, por meio de teste de cisalhamento e análise por microscopia eletrônica de varredura entre uma resina para base de prótese termopolimerizável convencional e resinas para reembasamento, em função de:

- Materiais – 4 resinas autopolimerizáveis e 1 termopolimerizável.
- Armazenagem – imediato (controle) e 3 períodos de imersão em água (7 dias, 3 e 6 meses).

4 Material e método

Para a realização da parte experimental desta pesquisa foram utilizados os seguintes materiais, aparelhos e instrumentos:

4.1 Materiais

- Água destilada;
- algodão em fibra;
- cera pegajosa (Polidental Indústria e Comércio Ltda, São Paulo, SP, Brasil);
- cera utilidade Wilson (Polidental Indústria e Comércio Ltda, São Paulo, SP, Brasil);
- detergente neutro Limpol (Bombril-Cirio, São Paulo, SP, Brasil);
- disco de carborundum;
- fita adesiva circular com 13 mm de diâmetro, modelo A5R-1313 (3M do Brasil, Ribeirão Preto, SP, Brasil);
- gesso pedra melhorado tipo IV (Polidental Indústria e Comércio Ltda, São Paulo, SP, Brasil);
- isolante à base de alginato para resinas acrílicas Cel Lac, (SS White, Rio de Janeiro, RJ, Brasil);
- lâminas de acetato com 50 mm x 50 mm (Sercopel, São Paulo, SP, Brasil);
- lixa d'água com granulação 240 (3M do Brasil, Ribeirão Preto, SP, Brasil);
- recipientes plásticos com tampa;
- resina acrílica autopolimerizável Duralay vermelha (Reliance, Dental Mfg. Co., Worth, IL, EUA,) - lote 60482;
- resina acrílica autopolimerizável **Kooliner** (GC América Inc., Alsip, IL, EUA) - lote 0201102;
- resina acrílica autopolimerizável **New Truliner** (Bosworth Company, Skokie, IL, EUA.) - lote 0310-528;

- resina acrílica autopolimerizável **Tokuso Rebase** (Tokuyama Company, Ltd., Tóquio, Japão) - lote U570612;
- resina acrílica autopolimerizável **Ufi Gel Hard** (Voco, Cuxhaven, Alemanha) - lote 025292;
- resina acrílica termopolimerizável **Lucitone** (Dentsply Indústria e Comércio Ltda, Petrópolis, RJ, Brasil) – lote pó - 65173 e líquido – 37375;
- silicone de condensação Gel catalisador Indurent (Zhermack – Badia Polesine – Rovigo - Itália);
- silicone de condensação Oranwash L de consistência leve (Zhermack – Badia Polesine – Rovigo - Itália);
- silicone de condensação Zetaplus de consistência densa (Zhermack - Badia Polesine - Rovigo - Itália);
- tubo de PVC ½ polegada (Tigre S/A, Osasco, SP, Brasil);
- vaselina sólida (Labsynth Produtos para Laboratórios Ltda, Diadema, Brasil).

4.2 Aparelhos

- Analisador de imagem (Leica Qwin, Inglaterra)
- balança digital modelo BL 210S - precisão de 0,0001 g (Sartorius, Göttingen, Alemanha);
- estufa de cultura 502 Orion (Fanem Ltda, São Paulo, SP, Brasil);
- máquina de Ensaio Mecânicos MTS – 810 (Material Test System, Éden Prairie, MN, EUA);
- máquina para polimento metalográfico Metaserv 2000 (model 95-2829, Buehler UK Ltd., Coventry, Inglaterra);
- microscópio eletrônico de varredura modelo Stereoscan 440 (Leica, Inglaterra);
- prensa hidráulica (Vipi Delta, Pirassununga, São Paulo, SP, Brasil);
- termopolimerizadora modelo P-100 (Termotron-equipamentos, Piracicaba, SP, Brasil);

- vibrador para gesso (EDG Equipamentos e Controle Ltda, São Paulo, SP, Brasil).

4.3. Instrumentos

- Escova dental Tek dura (Johnson & Johnson Comércio e Distribuição Ltda, São Paulo, SP, Brasil);
- espátula nº 36 Duflex (SS White, Rio de Janeiro, RJ, Brasil);
- espátula para gesso de inox, com cabo de madeira (Jon Comércio de Produtos Odontológicos Ltda, São Paulo, SP, Brasil);
- gral de borracha (Jon Comércio de Produtos Odontológicos Ltda, São Paulo, SP, Brasil);
- matriz retangular bipartida em aço inoxidável com 60 mm de comprimento x 25 mm de altura x 30 mm de largura, apresentando em sua região central dois orifícios, um maior com 20 mm de diâmetro e 20 mm de altura e outro menor com 3,5 mm de diâmetro x 5,0 mm de altura;
- micromotor (Dabi Atlante S/A, Ribeirão Preto, SP, Brasil);
- micropipeta de volume variável 100 a 1000 μ L (CappAero, Dinamarca);
- mufla nº 3 em latão polido (OGP Produtos Odontológicos, São Paulo, SP, Brasil);
- peça reta (Dabi Atlante S/A, Ribeirão Preto, SP, Brasil);
- pinça clínica Duflex (SS White, Rio de Janeiro, RJ, Brasil);
- pincel nº 175 (Tigre S/A, Osasco, SP, Brasil);
- pipeta graduada 1/100 (Satelit, Araraquara, SP, Brasil);
- ponteira de micropipeta Universal Fit Pipette Tips, 100-1000 μ L (Corning Costar Corporation, Cambridge, MA, EUA);
- pote de vidro com tampa (Jon Comércio de Produtos Odontológicos Ltda, São Paulo, SP, Brasil);
- seringa plástica para moldagem (Jon Comércio de Produtos Odontológicos Ltda São Paulo, SP, Brasil);

4.4. Métodos

4.4.1. Obtenção dos corpos-de-prova

Para a confecção dos corpos-de-prova foram utilizados os materiais Kooliner (K), New Truliner (NT), Tokuso Rebase (TR) e Ufi Gel Hard (UGH), que são resinas acrílicas autopolimerizáveis indicadas para reembasamento do tipo imediato (Figuras 1, 2, 3 e 4). O material Lucitone 550 é uma resina do tipo termopolimerizável convencional e foi selecionado por ser amplamente utilizado tanto na confecção de bases de próteses como também para a realização do reembasamento do tipo mediato (Figura 5).



FIGURA 1 - Kooliner



FIGURA 2 – New Truliner



FIGURA 3 - Tokuso Rebase



FIGURA 4 – Ufi Gel Hard



FIGURA 5 – Lucitone 550

4.4.1.1 - Confeção das bases em resina termopolimerizável

Inicialmente, anéis de PVC com 20 mm de diâmetro e 20 mm de altura foram preenchidos com cera utilidade de maneira que ambas as superfícies ficassem planas. (Figura 6 e 7)



FIGURA 6 – Anel de PVC

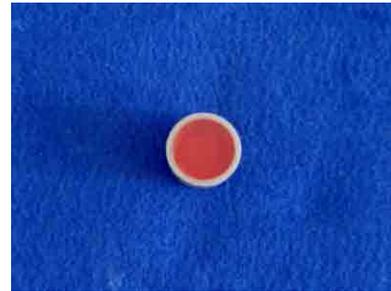


FIGURA 7 – Anel de PVC preenchido com cera

Os anéis foram isolados com vaselina e incluídos, individualmente, em mufla. Para isso foi utilizado gesso pedra melhorado, manipulado de acordo com as instruções do fabricante, vertido sob vibração no interior da mufla previamente isolada com vaselina. O anel de PVC foi, então, posicionado na área central da mufla, mantendo-se metade de sua altura exposta (Figuras 8 e 9)



FIGURA 8 – Anel de PVC incluído em mufla (vista lateral)



FIGURA 9 – Anel de PVC incluído em mufla (vista superior)

Após a presa, as superfícies do gesso e do anel foram isoladas com vaselina, utilizando-se um pincel. A seguir, foi realizado o preenchimento da contra-mufla com gesso pedra melhorado. Decorrido o período de presa do gesso, a mufla foi aberta e a cera removida com o auxílio de espátula e água aquecida

com detergente. A parte interna do anel foi limpa e seca utilizando-se pinça e algodão, sendo a seguir, todo o conjunto isolado com isolante à base de alginato. A resina acrílica termopolimerizável Lucitone 550 foi, então, proporcionada e manipulada de acordo com as instruções do fabricante (Quadro 1) em um pote de vidro para resina.

Quadro 1 – Resinas, proporção pó-líquido e ciclos de polimerização

Materiais	Sigla	Proporção pó/líquido	Composição pó/ líquido	Ciclos de polimerização
Kooliner	K	2,1 g de pó 1,0 ml de líquido	PEMA / IBMA	10 min a temperatura ambiente
New Truliner	NT	1,34 g de pó 1,0 ml de líquido	PEMA / IBMA DBP	20 min a temperatura ambiente
Tokuso Rebase	TR	2,056 g de pó 1,0 ml de líquido	PEMA / MAOP – 1, 6-HDMA	5,5 min a temperatura ambiente
Ufi Gel Hard	UG H	2,12 g de pó 1,2 ml de líquido	PEMA / HEMA 1, 1, 6-HDMA	7 min a temperatura ambiente
Lucitone 550	L	2,1 g de pó 1,0 ml de líquido	PMMA / MMA EDGMA	90 min a 73°C e 30 min a 100°C

PEMA (poli etil metacrilato); **PMMA** (poli metil metacrilato); **IBMA** (isobutil metacrilato); **MAOP** (metacrilatoil oxietil propionato); **1,6-HDMA** (1,6-hexanediol dimetacrilato); **HEMA** (2-hidroxi etil metacrilato); **DBP** (d-n-butyl ftalato); **EDGMA** (etileno glicol dimetacrilato).

Ao atingir a fase plástica, a resina foi inserida no interior do anel com o auxílio de espátula nº 36, a contra-mufla foi posicionada, e todo o conjunto foi levado a prensa hidráulica sob uma carga de 1,25 ton durante 30 minutos. Após esse período, a resina Lucitone 550 foi, então, polimerizada, em termopolimerizadora com temperatura controlada, utilizando-se o ciclo curto recomendado pelo fabricante (Quadro 1).

Após a polimerização, a mufla foi resfriada sobre a bancada durante 30 minutos, tendo sido, a seguir, colocada sob água corrente por 15 minutos. O anel de PVC, contendo a resina de base, foi removido da mufla, lavado para remoção de resíduos de isolante, e submetido ao armazenamento prévio ao reembasamento por 48 ± 2 h em água destilada a $37 \pm 1^\circ\text{C}$, em estufa. Para isso, os anéis de PVC foram colocados, individualmente, em recipientes plásticos fechados.

Transcorrido o período de armazenagem, os anéis foram submetidos ao acabamento com lixa d'água de granulação 240 em politriz automática para remoção de possíveis irregularidades e padronização da topografia da superfície de união (Figura 10). O tempo padronizado para o acabamento das superfícies do corpo-de-prova foi de 10 segundos para cada $\frac{1}{4}$ de volta, com tempo total de 40 segundos por corpo-de-prova, e velocidade controlada de 350 rpm (Figura 11).



FIGURA 10 – Politriz Metaserv 2000



FIGURA 11 – Acabamento da base de resina Lucitone 550

4.4.1.2. Reembasamento com as resinas autopolimerizáveis

Para a realização do reembasamento com as resinas autopolimerizáveis, foi confeccionada uma matriz metálica bipartida, que apresenta cavidade interna com dimensões compatíveis às dos anéis de PVC. Na região central superior a matriz possui, ainda, uma abertura circular que, após o fechamento por meio de parafusos, apresenta 3,5 mm de diâmetro por 5 mm de altura (Figuras 12,13 e 14).



FIGURA 12 – Matriz metálica



FIGURA 13 – Matriz metálica - vista superior

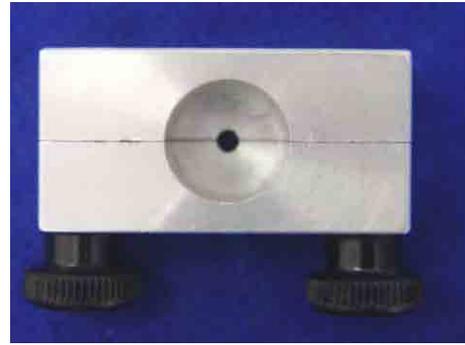


FIGURA 14 – matriz metálica – vista inferior

Após o acabamento, a superfície da resina de base foi limpa, utilizando-se escova dental, detergente e água destilada durante 20 segundos, e seca com papel absorvente (Figura 15). A seguir, uma etiqueta adesiva circular, com perfuração na região central de 3,5 mm de diâmetro, foi colocada sobre a superfície a ser reembasada, de maneira que a área exposta da resina de base coincidissem com o diâmetro do orifício da matriz metálica bipartida (Figura 16). A utilização da etiqueta permitiu a padronização da área a ser reembasada para todos os corpos-de-prova.



FIGURA 15 – Escovação da superfície da resina Lucitone

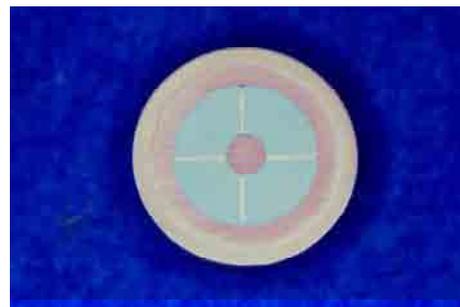


FIGURA 16 – Etiqueta delimitando a área a ser reembasada

A seguir, a superfície de união, delimitada pela etiqueta, foi tratada utilizando-se os adesivos específicos das resinas New Truliner, Tokuso Rebase e Ufi Gel Hard aplicados à superfície, por meio de pincel fornecido pelos

fabricantes, em uma única camada, aguardando-se a secagem por 20 segundos (Figura 17). A resina Kooliner não apresenta adesivo próprio. Dessa forma, foi aplicado o monômero da resina Lucitone, com o auxílio de um pincel, durante 180 segundos²⁶, tendo sido esse procedimento realizado antes da colocação da etiqueta adesiva circular.



FIGURA 17 – Aplicação de adesivo

Após o tratamento da superfície de união da resina de base, as resinas autopolimerizáveis foram proporcionadas de acordo com as instruções dos fabricantes (Quadro 1). Para isso, o pó foi pesado em balança digital de precisão, e o líquido foi mensurado utilizando-se micropipeta de volume variável com pontas descartáveis para cada monômero.

Previamente ao reembasamento, a matriz foi isolada com vaselina para facilitar a remoção do corpo-de-prova. O anel de PVC, contendo a resina de base Lucitone 550, foi posicionado na cavidade existente no interior da matriz, a qual foi, então, fechada por meio de parafusos.

As resinas para reembasamento imediato foram manipuladas e inseridas no orifício central da matriz, com ligeiro excesso (Figura 18). A seguir, uma lâmina de acetato foi colocada sobre as resinas, com um peso de 500 grs, até a polimerização completa dos materiais (Quadro 1).

Após a polimerização, a matriz metálica, foi, então, aberta, obtendo-se o corpo-de-prova (resina de base+material reembasador – Figura 19).



FIGURA 18 – Manipulação da resina para o reembasamento



FIGURA 19 – Corpo-de-prova reembasado

4.4.1.3 Reembasamento com a resina termopolimerizável Lucitone 550

Para a confecção dos corpos-de-prova reembasados com a resina termopolimerizável, simulando o reembasamento do tipo mediato, inicialmente foram obtidos cilindros da resina Lucitone 550, seguindo-se os mesmos procedimentos descritos anteriormente. Em seguida, padrões em resina autopolimerizável Duralay foram obtidos utilizando-se, como molde, o orifício central menor da matriz metálica (Figuras 12, 13 e 14). Esses padrões foram, então, fixados com cera pegajosa, no centro da superfície de união dos cilindros da resina de base. O conjunto obtido foi vaselinado e incluído em mufla, utilizando-se gesso pedra melhorado, permanecendo exposto metade do cilindro (Figura 20). Após a presa do gesso, silicones de condensação, de consistência densa e leve, foram manipulados, simultaneamente, e aplicados sobre o padrão em Duralay e toda a superfície da resina de base (Figuras 21 e 22).



FIGURA 20 – Padrão em Duralay

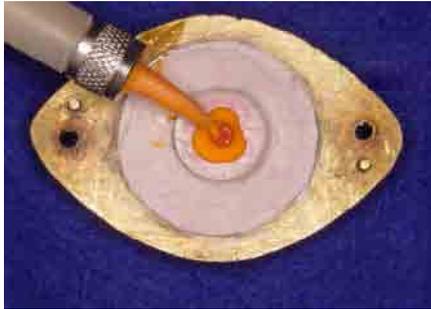


FIGURA 21 – Aplicação do silicone de consistência leve



FIGURA 22 – Colocação do silicone de consistência densa

Após a polimerização do material de moldagem, a contra-mufla foi colocada em posição e preenchida com gesso, aguardando-se a reação de presa. A mufla foi, então, aberta, o padrão removido obtendo-se em silicone o molde necessário para a polimerização da resina Lucitone 550 (Figura 23). A seguir, possíveis resíduos de cera sobre a superfície da resina de base Lucitone 550 foram removidos com lixa 240 por 5 segundos.



FIGURA 23 – Molde em silicone

A superfície foi, então, limpa com detergente, e escova dental, água destilada e seca com papel absorvente. A seguir, a superfície foi tratada com o monômero da resina Lucitone 550, aplicado com um pincel durante 180 segundos²⁶. Tendo como referência o molde em silicone, a etiqueta adesiva circular foi posicionada, de modo que os orifícios do molde e da etiqueta ficassem coincidentes, mantendo-se a face adesiva voltada para a resina de base (Figura

24). A contra-mufla foi colocada em posição obtendo-se, dessa forma a fixação da etiqueta na superfície da resina de base, delimitando a área do reembasamento (Figura 25).



FIGURA 24 – Centralização da etiqueta adesiva no molde



FIGURA 25 – Etiqueta delimitando área de reembasamento

A resina Lucitone 550 foi proporcionada de acordo com as instruções do fabricante e inserida, na fase plástica, no molde de silicone. A seguir, a mufla foi fechada e os procedimentos de prensagem, polimerização, resfriamento e remoção do corpo-de-prova foram realizados conforme descritos anteriormente (Figura 26). Os corpos-de-prova foram, então, mantidos em água destilada a $37\pm 1^{\circ}\text{C}$ durante $48\pm 2\text{h}$ previamente à contagem dos períodos de armazenamento avaliados, que precederam ao ensaio mecânico.



FIGURA 26 – Corpo-de-prova reembasado com resina Lucitone 550

Os corpos-de-prova reembasados foram confeccionados aleatoriamente, em número de 160, e divididos em 5 grupos com 32 amostras para cada material

reembasador (4 autopolimerizáveis e 1 termopolimerizável). Os 32 corpos-de-prova de cada material foram subdivididos, aleatoriamente, em 4 grupos com 8 amostras cada.

O grupo controle (**G1**) foi constituído por corpos-de-prova não submetidos a armazenagem, sendo os testes de cisalhamento realizados logo após o reembasamento para as resinas autopolimerizáveis e após armazenagem a $37\pm 1^{\circ}\text{C}$ durante $48\pm 2\text{h}$ para a resina termopolimerizável. Para os grupos 2 a 4, os corpos-de-prova foram armazenados em água destilada a 37°C , por períodos de 1 semana (**G2**), 3 meses (**G3**) e 6 meses (**G4**), antes dos testes.

Para a armazenagem, cada corpo-de-prova foi colocado, individualmente, em recipiente plástico com tampa contendo água destilada, e devidamente identificado com etiqueta informando: nome do material reembasador, data do reembasamento, período de armazenagem e data para a realização do teste de cisalhamento.

4.4.2. Teste de resistência de união

A resistência de união entre as resinas foi avaliada por meio do teste de cisalhamento, utilizando-se a máquina de ensaios MTS-810, com uma velocidade constante de 0,5 mm/min (Figura 27).



FIGURA 27 – Máquina de ensaios MTS-810

Para executar o teste, um cinzel metálico (Figura 28) foi acoplado no mordente superior estático da máquina, que contém a célula de carga (1KN). No mordente inferior, que se desloca por meio de um pistão acionado hidraulicamente, foi acoplado um dispositivo metálico, confeccionado para a fixação dos corpos-de-prova durante os testes (Figura 29).



FIGURA 28 – Cinzel utilizado nos ensaios

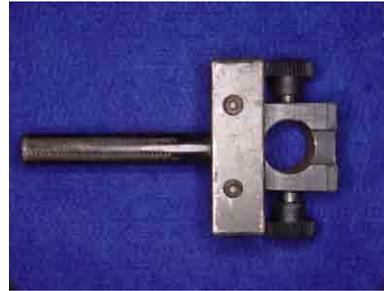


FIGURA 29 – Dispositivo para fixação do corpo-de-prova

A superfície ativa do cinzel foi posicionada na interface resina de base/material reembasador. Após a calibração da máquina, uma força no sentido vertical foi aplicada nessa interface, até a fratura (Figura 30).

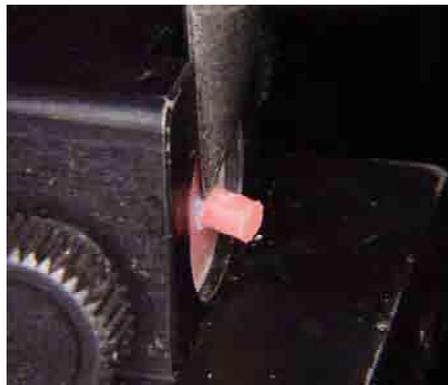


FIGURA 30 – Cisalhamento do corpo-de-prova

Após a fratura, a força máxima necessária para a ruptura, em MPa, era registrada pelo programa do computador (Test Star II). Esses valores foram tabulados de acordo com os materiais e períodos de armazenagem avaliados.

4.4.3. Microscopia Eletrônica de Varredura

Após a execução dos testes de cisalhamento, todos os corpos-de-prova (n=160) foram submetidos à análise de microscopia eletrônica de varredura, realizada no Centro de Caracterização e Desenvolvimento de Materiais (CCDM) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). A área referente à união entre as resinas (Lucitone / material reembasador) foi recortada (10 x 10 mm) utilizando-se disco de carborundum acoplado à peça reta e micro motor. A amostra obtida foi acondicionada em recipiente com sílica para a desidratação durante 7 dias. Em seguida, a amostra foi submetida ao processo de metalização de sua superfície (Figura 31), necessária para a análise por meio de microscopia eletrônica de varredura (Figura 32). A seguir, utilizando-se um analisador de imagens, o tipo de falha ocorrida (adesiva, coesiva ou mista) na interface entre resina de base/ resina reembasadora foi determinada. A classificação das fraturas como adesiva ou coesiva baseou-se na observação da superfície quanto à ausência ou presença de remanescentes de resina reembasadora, respectivamente. A falha foi considerada mista quando da visualização concomitante das duas situações anteriores.



FIGURA 31 – Amostra metalizada

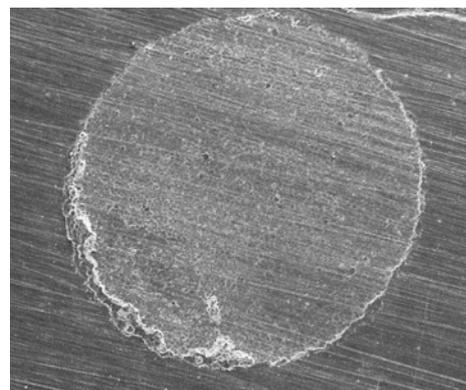


FIGURA 32 -Imagem de área submetida ao teste de cisalhamento. (Kooliner, GIV, 50 X)

4.4.4. Planejamento experimental

O número de corpos-de-prova necessário para a realização deste estudo foi calculado com base nos resultados obtidos em estudo piloto. Neste estudo, a

variável de análise considerada (resistência de união) foi avaliada em relação aos fatores **Material**, em 5 níveis (resinas K, NT, TR, UGH e L), e **Armazenagem**, em 4 níveis (controle, 7 dias, 3 e 6 meses). Foram confeccionadas 8 repetições para cada condição experimental, perfazendo o modelo fatorial 5 x 4 x 8, num total de 160 corpos-de-prova. Análise de variância foi empregada para testar a significância dos efeitos dos dois fatores e da interação entre eles, ao nível de 5% de significância sobre a resistência de união. Essas análises foram complementadas pelo teste de Tukey, também ao nível de 5% de significância, para a comparação múltipla de médias, duas a duas.

Um intervalo de confiança de 95% para as médias correspondentes a cada grupo experimental foi obtido em relação às medidas de resistência de união. No cálculo da amplitude dos intervalos de confiança, empregou-se o desvio padrão determinado pela raiz quadrada da média quadrática do resíduo da análise de variância.

As pressuposições da análise de variância de homogeneidade de variância e de normalidade dos resíduos foram provadas, respectivamente, pelos testes de Levene e de Kolmogorov-Smirnov, com correlação de Lillefors. O resíduo é uma estimativa do erro experimental e é calculado pela diferença entre o valor obtido da resistência e a média do grupo ao qual o valor pertence. Outra condição, a de independência dos dados experimentais, ficou garantida, pois as medidas de resistência foram obtidas em corpos-de-prova distintos. Considerando que as pressuposições de homogeneidade de variância e de normalidade dos resíduos podem ser válidas apenas aproximadamente, adotou-se o nível de 5% de significância para rejeitar essas hipóteses.

5 Resultado

5.1 Resistência de união

Os valores originais de resistência de união, obtidos por meio do ensaio mecânico de cisalhamento, dos corpos-de-prova das resinas de reembasamento imediato TR, UGH, K, NT e da resina para base de prótese L, nos períodos de armazenagem avaliados, estão relacionados nos Apêndices nas Tabelas A1, A2, A3, A4 e A5 do apêndice A. As pressuposições da análise de variância de homogeneidade de variância e de normalidade dos resíduos foram provadas, respectivamente, pelos testes de Levene e de Kolmogorov-Smirnov, com correção de Lilliefors. Dessa forma, os resultados foram, então, submetidos ao teste paramétrico de análise de variância, cujo resumo encontra-se na Tabela 1.

Tabela 1. Análise de variância

<i>Fonte de variação</i>	<i>S. Q.</i>	<i>G. L.</i>	<i>Q. M.</i>	<i>F</i>	<i>Prob. (H)</i>
Material (M)	1674,28	4	418,57	80,47	<0,001
Armazenagem (A)	103,23	3	34,41	6,61	<0,001
Interação M X A	583,32	12	48,61	9,34	<0,001
Resíduo	728	140	5,20		
Total	3088,83	159			

Homogeneidade de variâncias; $p=0,184$ (Levene)

Normalidade dos resíduos: $p=0,150$ (Kolmogorov-Smirnov)

A Tabela 1 demonstra que o efeito dos fatores Material e Armazenagem, bem como de sua interação, é altamente significativo ($p<0,001$). Esse fato indica que os efeitos da armazenagem em água sobre a resistência de união dependem das resinas utilizadas para o reembasamento. Para se determinar onde esses efeitos ocorreram, foi realizado o teste de Tukey, ao nível de significância de 5% (Tabelas A6 e A7 do Apêndice). A Tabela 2 apresenta a comparação entre as médias utilizando-se o valor de Tukey obtido. A Figura 33 ilustra as médias obtidas nas condições experimentais avaliadas.

Tabela 2. Valores de média de resistência de união (MPa), segundo materiais e períodos de armazenagem

Material		Período de armazenagem							
		G1		G2		G3		G4	
Lucitone	Média	18,89	^A _{ab}	21,74	^A _a	14,96	^A _{bc}	12,33	^A _c
	DP	2,06		2,76		3,16		2,84	
Ufi Gel Hard	Média	13,12	^B _{ab}	11,13	^B _b	16,53	^A _a	12,79	^A _{ab}
	DP	2,22		1,60		1,64		2,09	
Tokuso	Média	9,08	^C _b	12,40	^B _{ab}	13,24	^A _a	9,47	^{AB} _{ab}
	DP	2,45		2,02		2,58		2,14	
Kooliner	Média	8,44	^C _a	8,42	^B _a	9,01	^B _a	9,83	^{AB} _a
	DP	2,46		2,75		2,15		2,39	
New Truliner	Média	7,98	^C _a	9,53	^B _a	6,68	^B _a	7,95	^B _a
	DP	1,94		1,83		1,92		1,88	

No sentido *horizontal*, médias com letras *minúsculas* iguais, não apresentam diferenças significativas ao nível de 5%.

No sentido *vertical*, médias com letras *maiúsculas* iguais, não apresentam diferenças significativas ao nível de 5%.

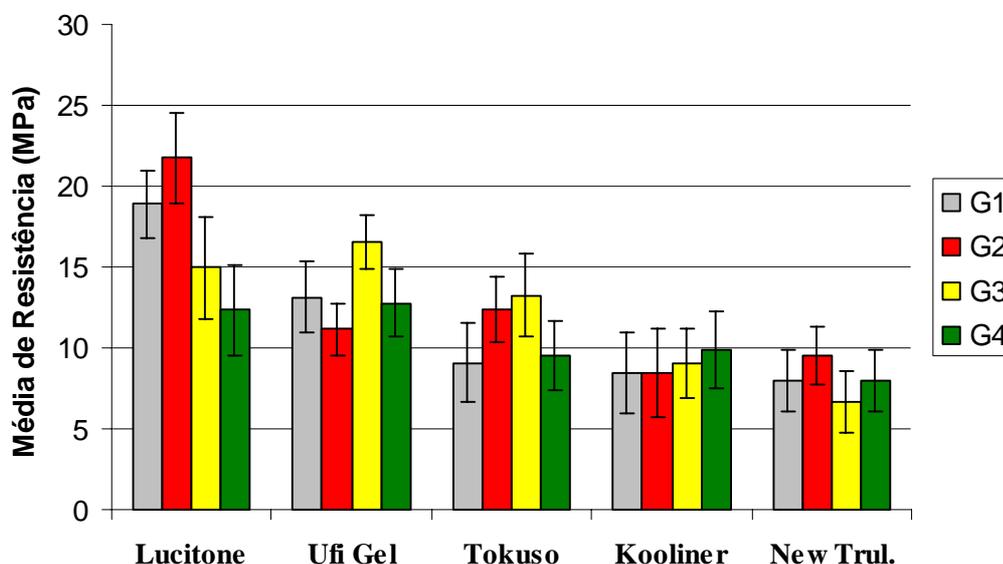


FIGURA 33 - Médias de resistência de união, em MPa, de acordo com a resina e o período de armazenagem em água (a barra vertical indica os desvios padrão)

Com a análise da Tabela 2 e da Figura 33, nota-se que, para as resinas K e NT, os Grupos 1, 2, 3 e 4 apresentaram médias estatisticamente iguais entre si. O material TR apresentou médias estatisticamente diferentes para o G1 e o G3. Não houve diferenças estatisticamente significativas para o G2, G3 e G4, o mesmo sendo observado para o G1, G2 e G4. Para a resina UGH, o G1, G3 e G4 apresentaram valores estatisticamente iguais entre si. Da mesma forma, não houve diferença estatisticamente significativa entre os Grupos 1, 2 e 4. Foi observada diferença estatisticamente significativa entre as médias dos Grupos 2 e 3. Para a resina L, não houve diferenças estatisticamente significantes entre as médias dos Grupos 1 e 2 e dos Grupos 1 e 3. As médias dos Grupos 3 e 4 foram estatisticamente iguais entre si e menores que a do G2. O G4 apresentou, ainda, média estatisticamente inferior que a do G1.

A comparação dos materiais nos grupos avaliados evidencia que, no Grupo 1, a resina L demonstrou a maior média entre os materiais avaliados, seguida pela resina autopolimerizável UGH. As resinas TR, K e NT apresentaram médias estatisticamente iguais e inferiores às dos materiais L e UGH. No período de 7

dias de armazenagem (G2), foi verificado que as resinas para reembasamento UGH, K, NTL e TR apresentaram valores estatisticamente iguais entre si e inferiores em relação ao da resina para base L. A comparação entre os materiais, no Grupo 3, revela que a média da resina L foi estatisticamente igual às das resinas UGH e TR. As resinas K e NT apresentaram os menores valores, os quais foram estatisticamente iguais entre si. Após o período de 6 meses de armazenagem (G4), as diferenças entre as médias das resinas TR, UGH, K e L não foram estatisticamente significantes. Da mesma forma, não houve diferenças estatisticamente significantes entre as médias das resinas para reembasamento imediato K, TR e NT. A média proporcionada pela resina NT foi estatisticamente menor que aquelas obtidas com as resinas UGH e L.

5.2 Microscopia Eletrônica de Varredura

Após os corpos-de-prova terem sido submetidos ao teste mecânico de cisalhamento, as superfícies das fraturas foram analisadas, por meio de microscopia eletrônica de varredura e analisador de imagens, classificando-se o tipo de falha ocorrida na interface resina de base / material reembasador de acordo com a área da superfície de união que permanecia recoberta por material reembasador: adesiva (A) – 0%; coesiva (C) – 100%. A falha foi considerada mista (M) quando o material reembasador era visualizado recobrindo somente parte da área da superfície de união (entre 1% e 99%). Os resultados dessas análises encontram-se na Tabela 3.

Para cada material reembasador, foi selecionada a imagem microscópica que melhor representasse o tipo de falha predominantemente observada na interface de união entre as duas resinas, nos períodos de armazenagem avaliados. Essas imagens estão apresentadas nas Figuras 34 a 43.

Tabela 3. Tipos de falhas observadas para os materiais e períodos de armazenagem avaliados

Material	Corpos-de-prova	Períodos de armazenagem			
		Imediato (G1)	7 dias (G2)	3 meses (G3)	6 meses (G4)
Kooliner	1	24,24% (M)	0% (A)	0% (A)	0% (A)
	2	18,73% (M)	0% (A)	25,41% (M)	0% (A)
	3	58,22% (M)	7,66% (M)	2,14% (M)	0% (A)
	4	25,37% (M)	0% (A)	18,73% (M)	0% (A)
	5	16,71% (M)	0% (A)	0% (A)	0% (A)
	6	49,71% (M)	0% (A)	0% (A)	0% (A)
	7	35,78% (M)	0% (A)	23,44% (M)	0% (A)
	8	31,71% (M)	0% (A)	0% (A)	3,79% (M)
Tokuso Rebase	1	0% (A)	16,20% (M)	100% (C)	0% (A)
	2	0% (A)	0% (A)	0% (A)	78,09% (M)
	3	100% (C)	0% (A)	0% (A)	0% (A)
	4	0% (A)	0% (A)	30,27% (M)	13,13% (M)
	5	5,39% (M)	0% (A)	0% (A)	36,82% (M)
	6	100% (C)	0% (A)	0% (A)	0% (A)
	7	0% (A)	0% (A)	14,23% (M)	7,53% (M)
	8	33,79% (M)	0% (A)	0% (A)	0% (A)
UfiGel Hard	1	87,86% (M)	100% (C)	62,79% (M)	100% (C)
	2	84,73% (M)	100% (C)	70% (M)	100% (C)
	3	100% (C)	0% (A)	77,68% (M)	100% (C)
	4	100% (C)	47,57% (M)	8,23% (M)	100% (C)
	5	91,65% (M)	100% (C)	100% (C)	100% (C)
	6	70,64% (M)	100% (C)	100% (C)	100% (C)
	7	80,91 (M)	72,65% (M)	100% (C)	100% (C)
	8	77,84 (M)	53,05% (M)	100% (C)	100% (C)
New Truliner	1	44,29% (M)	0% (A)	8,81% (M)	0% (A)
	2	0% (A)	0% (A)	0% (A)	8,93% (M)
	3	38,48% (M)	0% (A)	0% (A)	0% (A)
	4	54,79% (M)	0% (A)	0% (A)	37,18% (M)
	5	19,99% (M)	12,37% (M)	0% (A)	0% (A)
	6	0% (A)	4,13% (M)	0% (A)	1,83% (M)
	7	21,24% (M)	11,09% (M)	0% (A)	7,20% (M)
	8	6,23% (M)	16,05% (M)	13,39% (M)	0% (A)
Lucitone 550	1	100% (C)	100% (C)	11,40% (M)	100% (C)
	2	100% (C)	100% (C)	100% (C)	100% (C)
	3	100% (C)	100% (C)	100% (C)	100% (C)
	4	100% (C)	100% (C)	100% (C)	100% (C)
	5	100% (C)	100% (C)	71,54% (M)	100% (C)
	6	100% (C)	100% (C)	77,19% (M)	100% (C)
	7	100% (C)	100% (C)	0% (A)	100% (C)
	8	100% (C)	100% (C)	64,48% (M)	100% (C)

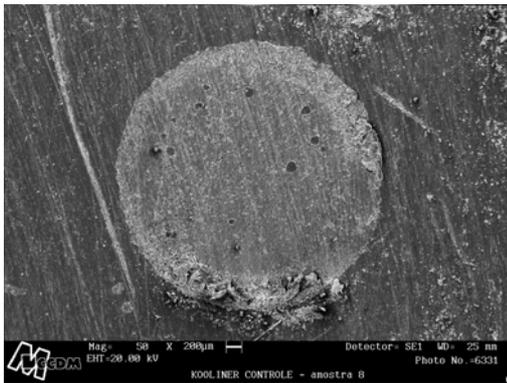


FIGURA 34 - Kooliner - (50x)
Grupo1: Falha Mista

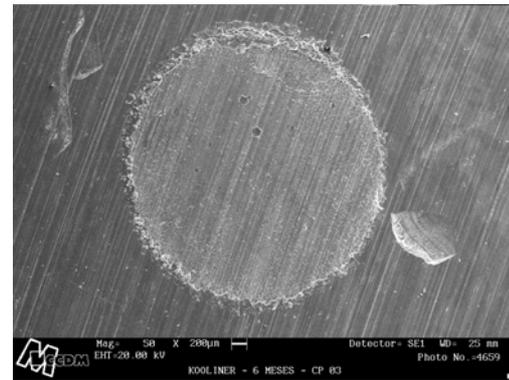


FIGURA 35 - Kooliner - (50x)
Grupo 4: Falha Adesiva

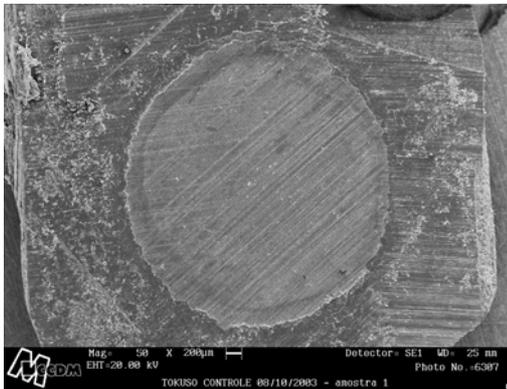


FIGURA 36 – Tokuso Rebase - (50x)
Grupo 1: Falha Adesiva

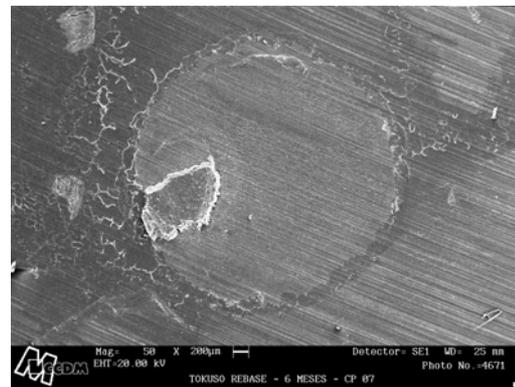


FIGURA 37 – Tokuso Rebase- (50x)
Grupo 4 -Falha Mista

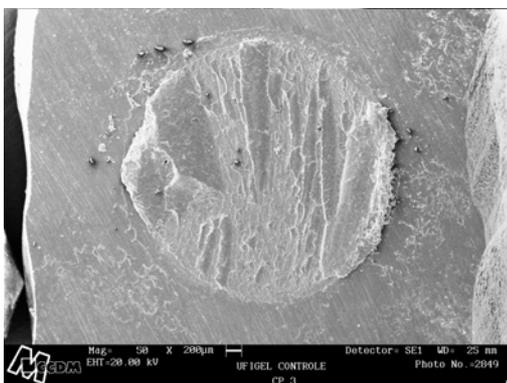


FIGURA 38 – Ufi Gel Hard - (50x)
Grupo 1: Falha Mista



FIGURA 39 – Ufi Gel Hard - (50x)
Grupo 4: Falha Coesiva

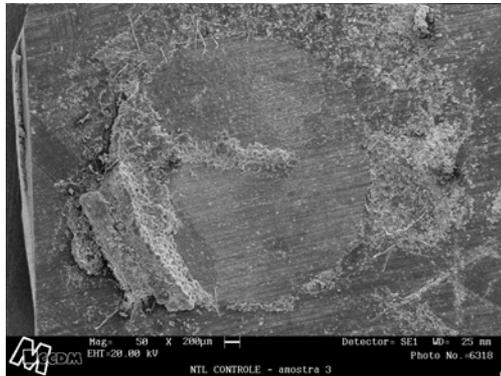


FIGURA 40 - New Truliner - (50x)
Grupo 1: Falha Mista

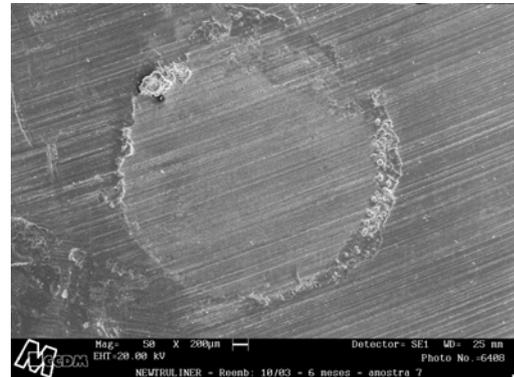


FIGURA 41 - New Truliner - (50x)
Grupo 4: Falha Adesiva



FIGURA 42 - Lucitone 550 - (50x)
Grupo 1: Falha Coesiva

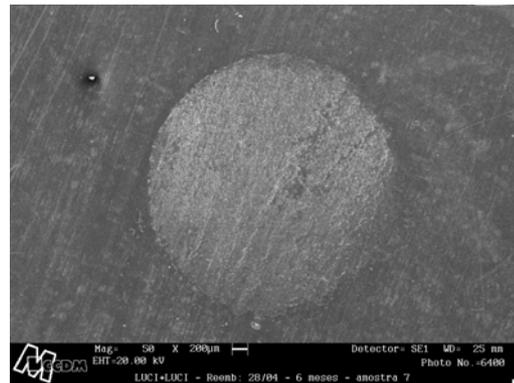


FIGURA 43 - Lucitone 550 - (50x)
Grupo 4: Falha Coesiva

6 Discussão

Este estudo teve como objetivo avaliar o efeito da armazenagem em água sobre a resistência de união entre as resinas autopolimerizáveis para reembasamento imediato TR, UGH, K, NT e a resina termopolimerizável para base de prótese L. A resistência de união de corpos-de-prova unidos à própria resina de base L, simulando o reembasamento do tipo mediato, também foi avaliada nas mesmas condições experimentais como parâmetro de comparação. Para se determinar a resistência de união foi selecionado o teste de cisalhamento, que tem sido utilizado para avaliar a adesão entre resinas para base de prótese e materiais para reparo^{1,23,36}, dentes artificiais^{13,17,31,43} e resinas para reembasamento^{19,29,32,33,38,39}. Nesse tipo de teste, a carga é aplicada diretamente sobre a junção das duas resinas¹⁹.

Os resultados demonstraram que para a resina K não houve diferença estatisticamente significativa em todos os períodos avaliados. A análise da interface evidenciou que, nos testes realizados após a polimerização (G1), as falhas foram mistas. Esse tipo de falha sugere que a resistência da união do material K à resina de base L apresenta valor similar ao da resistência do material reembasador. Após 6 meses de armazenagem em água, as falhas observadas foram predominantemente adesivas. A falha adesiva reflete a resistência de união na interface entre as duas resinas e sugere que essa resistência é inferior à do material reembasador. Embora tenha ocorrido uma alteração no tipo de falha, de mista para adesiva (G1 e G4), os valores médios de resistência de união foram estatisticamente iguais entre si, sugerindo, dessa forma, que a água não afetou negativamente a união entre as resinas K e L. Esses resultados diferem daqueles relatados por Aydin et al.¹⁰, que verificaram uma diminuição significativa na resistência de união da resina K à resina termopolimerizável Paladent no período de 30 dias de armazenagem em água a 37°C, após o qual o valor médio foi mantido até a avaliação final (90 dias). Essas diferenças podem estar relacionadas ao tipo de tratamento da superfície de união. Segundo Aydin et al.¹⁰, o tratamento foi realizado segundo as instruções do fabricante, as quais recomendam que a superfície de união seja desgastada, limpa e seca previamente à aplicação da

resina K. No presente estudo, foi aplicado sobre a superfície de união o monômero da resina de base L durante 180 segundos, tratamento selecionado com base em estudo anterior que evidenciou aumento significativo na resistência de união entre o material K e a resina de base L²⁶, proporcionado por esse procedimento. Vallittu et al.⁴⁷ observaram que a aplicação de monômero à base de metil metacrilato sobre a superfície de união por 180 segundos aumentou significativamente a resistência de reparos de resina termopolimerizável realizados com resina autopolimerizável. Outros autores também verificaram que o tratamento da superfície com monômero metil metacrilato proporciona aumento na resistência de união de reparos realizados com resinas fotopolimerizáveis² e autopolimerizáveis¹⁹, assim como na de dentes artificiais à resina para base de prótese termopolimerizável^{18,34}. De acordo com Arima et al.⁹, agentes de união contendo monômeros metilmetacrilato possuem baixa capacidade para dissolver a superfície da resina de base. Entretanto, esses agentes, aplicados sobre a superfície, podem concomitantemente difundir e polimerizar a resina acrílica para reembasamento. Dessa forma, podemos supor que o tratamento da superfície de união utilizado neste estudo tenha proporcionado união adequada entre as resinas K e L, a qual manteve seus valores de resistência durante a armazenagem em água.

Até o presente momento, nenhuma informação relativa à resistência de união da resina NT pôde ser encontrada na literatura especializada. Os resultados observados neste estudo foram similares aos da resina K, com valores médios de resistência de união iguais em todos os períodos avaliados. A análise da superfície de união demonstrou que, após a polimerização (G1), as falhas foram adesivas e mistas, com predominância deste último tipo. Foi observado ainda que, após a armazenagem em água, houve aumento do número de falhas adesivas. Apesar desse aumento, a igualdade entre as médias de resistência obtidas em todos os períodos avaliados sugere que, da mesma forma que para o material K, a água não apresentou efeito adverso sobre a união do material reembasador NT à resina de base L. O comportamento semelhante verificado para as resinas K e NT durante os períodos de armazenagem avaliados provavelmente pode estar relacionado à

composição similar dos dois materiais. Para a resina K, o pó e o líquido são constituídos, respectivamente, de polietil metacrilato e isobutil metacrilato⁷. Os mesmos constituintes estão presentes na resina NT que apresenta, ainda, o plastificante di-n-butil ftalato. Além da composição, o tratamento da superfície da resina de base L previamente à união com os materiais K e NT também pode ter contribuído para esses resultados. O adesivo fornecido pelo fabricante da resina NT é composto de metil metacrilato⁹, substância essa que também está presente no monômero da resina de base L utilizado para preparar a superfície de união quando o reembasamento foi realizado com a resina K.

Para a resina UGH, foi observado que o valor de resistência de união para o período de armazenagem de 3 meses (G3) foi estatisticamente superior àquele observado aos 7 dias (G2). A análise da superfície fraturada evidenciou que, nesses dois períodos, o tipo de falha observado foi semelhante, com igualdade no número de falhas mistas e coesivas. As falhas foram consideradas coesivas quando a fratura ocorreu no material reembasador, tendo sido relacionada à resistência da resina utilizada para o reembasamento. Assim, o maior valor verificado para o período de 3 meses sugere que a resistência da resina UGH aumentou durante a armazenagem. Quando as resinas são imersas em água, o conteúdo de monômero residual presente no material polimerizado pode ser reduzido por meio de sua liberação^{25,44,48} ou de reação de polimerização adicional²⁴. Simultaneamente, moléculas de água são absorvidas pela resina^{7,11,15}. Esses fenômenos dependem do tempo e, então, o conteúdo de moléculas de monômero residual e de água na estrutura polimérica é alterado durante a armazenagem até que o equilíbrio seja atingido⁴¹. Tem sido demonstrado que tanto as moléculas de monômero residual como as de água absorvidas atuam como plastificantes neutralizando parcialmente as ligações secundárias ou forças intermoleculares⁵, facilitando a movimentação das cadeias poliméricas⁴¹ e podendo resultar em redução das propriedades mecânicas da resina polimerizada^{20,40,41}. Segundo Takahashi et al.⁴¹, se o efeito plastificante do monômero residual for maior comparado ao da água, a redução do conteúdo desse monômero deve aumentar a resistência do material. Por outro lado, se as

moléculas de monômero residual apresentarem menor efeito plastificante do que as de água, então a resistência do polímero deve diminuir. Dessa forma, uma possível explicação para o aumento verificado, de 7 dias para 3 meses de armazenagem, nos valores médios obtidos para o material UGH seria a redução das moléculas de monômero residual que, provavelmente, apresentavam efeito plastificante mais acentuado do que as de água absorvidas. Um outro aspecto que pode ter contribuído para esses resultados seria a quantidade de água absorvida, a qual, associada à resistência inerente do material, determina a resistência mecânica das resinas acrílicas imersas em água⁴⁰. Tem sido demonstrado que a presença de agentes de ligação cruzada na composição das resinas para reembasamento imediato diminui a absorção de água^{7,8}. Tendo em vista que o material UGH apresenta o agente de ligação cruzada 1,6- hexanediol dimetacrilato na composição do líquido, podemos supor que a quantidade de moléculas de água absorvida tenha sido menor, favorecendo o aumento verificado entre os períodos de 7 dias e 3 meses de armazenagem.

A resina TR apresentou comportamento semelhante ao do material UGH, com ausência de efeito negativo sobre a resistência de união e aumento significativo do valor médio para o período de 3 meses (G3), quando comparada ao grupo controle (G1). Para esse material, a análise das superfícies fraturadas revelou a presença dos três tipos de falhas, adesivas, coesivas e mistas, com maior número de corpos-de-prova apresentando falhas adesivas. Takahashi et al.⁴¹ avaliaram a propriedade mecânica de resistência à flexão no limite proporcional do material TR em diferentes períodos de imersão em água. Os resultados demonstraram que houve um aumento significativo no intervalo de 1 dia e 3 meses, a partir do qual não houve diferença até o período final avaliado (4 meses). Assim, podemos supor que o maior valor verificado para o material TR aos 3 meses, no presente estudo, pode estar relacionado com um aumento da resistência do material. Provavelmente, os mecanismos responsáveis por esse aumento sejam os mesmos considerados para o material UGH. A influência da composição na absorção de água é um outro fator que pode ter contribuído para esses resultados. O material TR também apresenta, como um dos constituintes do líquido, o agente

de ligação cruzada 1,6- hexanediol dimetacrilato (60%)^{7,8} que, da mesma forma como relatado para o material UGH, pode ter resultado em menor absorção de água^{7,8}.

Apesar de não terem sido verificadas diferenças estatisticamente significativas no período de 3 (G3) e 6 meses (G4) para os materiais UGH e TR, as médias obtidas aos 6 meses foram estatisticamente iguais às do período inicial (G1), sugerindo possível redução nos valores obtidos. Entretanto, para confirmar essa observação, estudos com períodos mais longos de imersão são necessários.

Para a resina L, a armazenagem apresentou efeito significativo tendo sido observada uma redução no valor médio de resistência do período de 7 dias (G2) para os de 3 (G3) e 6 meses (G4), que foram iguais entre si. Além disso, a média obtida após a imersão em água por 6 meses foi estatisticamente inferior àquela observada no grupo controle. Considerando que as falhas para a resina L foram predominantemente coesivas, a redução observada sugere que a resistência do material foi afetada pela imersão prolongada. Uma possível explicação para esses resultados seria a atuação das moléculas de água absorvidas pela resina L durante a armazenagem. Os estudos de Takahashi et al.^{40,41} avaliaram a resistência flexural no limite proporcional de resinas para base de prótese e para reembasamento, após armazenagem em água a 37°C, por períodos que variaram de 1 dia a 4 meses. Os autores verificaram que a resina para base termopolimerizável apresentou diminuição significativa nos valores de resistência obtidos, tendo sido essa redução atribuída ao efeito plastificante da água. Quando o reembasamento foi realizado com a resina L, foi observado, ainda, que alguns corpos-de-prova apresentaram fratura na resina da base. Este resultado pode estar relacionado ao fato desse material ter sido submetido a um ciclo de polimerização adicional, o que o tornou mais friável e favoreceu algumas fraturas nesse local. Entretanto, a maioria das fraturas ocorridas (90%) foi observada nas áreas cilíndricas reembasadas.

Neste estudo, as superfícies de união da resina de base L foram submetidas ao acabamento com lixa de granulação 240^{1,10,19,22,38} para padronizar a topografia dessa superfície e simular as condições clínicas¹⁹. Esse tipo de tratamento,

segundo Takahashi et al.³⁸, teoricamente aumenta a união entre as resinas para reembasamento e para base por remover a superfície contaminada, proporcionar retenções mecânicas e resultar em maior área para a retenção^{38,39}. Entretanto, apesar de todos os corpos-de-prova terem recebido o mesmo acabamento, a comparação entre os materiais, em cada período avaliado, demonstrou que houve diferenças significantes entre as médias de resistência de união obtidas. Nos testes realizados após a polimerização para as resinas de reembasamento imediato e após 48 horas de imersão em água a 37°C para a resina L (grupo G1), foi observado que a resina termopolimerizável L (reembasamento mediato) proporcionou média de resistência de união significativamente maior que os materiais reembasadores imediatos. Alguns fatores podem ter contribuído para esses resultados. Tem sido relatado que a união entre resinas para base de prótese e materiais para reparo^{35,47}, reembasamento³⁹ e dentes artificiais⁴³ ocorre pela formação de cadeias poliméricas, denominadas de polímero de entrelaçamento, na interface entre os materiais. A formação desse polímero está relacionada com a difusão e penetração do monômero de um dos materiais para a estrutura polimérica do outro^{13,46}. O sucesso da união entre a resina de base e o material de reembasamento depende de efetiva penetração do monômero durante a polimerização do material reembasador para a estrutura interna da resina de base. Uma quantidade suficiente de monômero deve estar disponível para interagir com o polímero da resina de base e, dessa forma, formar cadeias poliméricas de entrelaçamento e assegurar uma adesão adequada³⁹. De acordo com Buyukyilmaz e Ruyter¹³, os monômeros apresentam papel importante na obtenção de união efetiva entre materiais poliméricos. Durante a fase plástica, os monômeros devem proporcionar a expansão (“swelling”) da superfície de união. Vallittu et al.⁴⁶ relataram que a difusão do monômero depende do tempo de contato e da temperatura de polimerização. Esses autores observaram que, quando a resina termopolimerizável foi unida a dentes artificiais de resina acrílica, a interface de união apresentou-se mais difusa que aquela observada com a resina autopolimerizável. Segundo os autores, a maior extensão de difusão dos monômeros da resina termopolimerizável para o interior do dente artificial ocorreu não somente pela maior temperatura de

polimerização utilizada como também pelo maior tempo de contato antes da reação de polimerização. Da mesma forma, Buyukyilmaz e Ruyter¹³ observaram que a resina termopolimerizável proporcionou maior união com os dentes artificiais de resina acrílica que as resinas autopolimerizáveis avaliadas. Esse resultado foi atribuído ao fato de, para as resinas termopolimerizáveis, o tempo que antecede a reação de polimerização ser mais longo quando comparado àquele das resinas autopolimerizáveis. Assim, o potencial para a penetração do monômero para a parte interna do dente artificial é maior. Entretanto, com as resinas autopolimerizáveis, uma união menos resistente com o dente artificial pode ser obtida por causa do menor tempo de contato entre os dois materiais antes da polimerização. Além disso, os autores consideraram que a maior temperatura de polimerização da resina termopolimerizável também deve ter contribuído para a maior resistência de união obtida em função da maior velocidade de difusão do monômero. Shen et al.³⁵ avaliaram a resistência de união de reparos e também relataram que, tendo em vista que a resina termopolimerizável permanece na fase plástica até que o calor seja aplicado, esse material proporciona melhor umedecimento da superfície de união. Com as resinas autopolimerizáveis, no entanto, a consistência do material aumenta continuamente durante a prensagem, a qual torna-se mais espessa, dificultando a penetração e diminuindo o umedecimento da superfície. Dessa forma, a superioridade da resina L, quando unida ao mesmo material, observada nos testes realizados nos corpos-de-prova do grupo G1 provavelmente tenha ocorrido pela técnica de reembasamento mediato. Nesse procedimento, a temperatura de polimerização utilizada é superior àquela do método de reembasamento imediato, realizado com resinas autopolimerizáveis. Além disso, o tempo de contato entre os materiais é maior, favorecendo, assim, a difusão do monômero metil metacrilato da resina L para o polímero da resina de base. Outro fator que deve ter proporcionado o maior valor de resistência de união verificado para a técnica de reembasamento mediato no presente estudo é a similaridade química entre os materiais. Arena et al.⁶ e Takahashi et al.³⁹ estudaram a resistência de união entre resinas para base de prótese e para reembasamento imediato e observaram que o maior valor foi obtido com a

combinação Triad VLC/Triad Reline. Segundo os autores, esse resultado foi relacionado ao fato desses dois materiais apresentarem composição idêntica. Além dos aspectos mencionados, o peso molecular dos monômeros das resinas avaliadas também pode ter influenciado os resultados. O metil metacrilato, presente na resina L, apresenta peso molecular menor (aproximadamente 100) quando comparado aos das resinas autopolimerizáveis para reembasamento. O monômero das resinas K e NT é o isobutil metacrilato, que apresenta peso molecular de 142. Para as resinas TR e UGH, os pesos moleculares dos monômeros β -metacrilato e o 2-hidroxiethyl metacrilato, são 186 e 130 respectivamente. Essas resinas apresentam, ainda, o monômero 1,6 hexanediol dimetacrilato, cujo peso molecular é 254. Conforme ressaltado por Minami et al.²⁹, considerando-se que a união das resinas autopolimerizáveis às resinas para base de prótese é obtida por meio da difusão e penetração do monômero para a parte interna da resina de base, o monômero com menor peso molecular, como o metil metacrilato da resina L, pode ser mais favorável para a adesão e, provavelmente, tenha contribuído para o maior valor de união verificado no presente estudo.

A análise do G1 evidencia, ainda, que houve diferença significativa entre as resinas para reembasamento imediato, tendo sido o maior valor médio de resistência de união obtido com a resina UGH. Esses resultados demonstram que, além do preparo mecânico, o tratamento químico da superfície de união tem influência significativa sobre a resistência obtida, conforme relatado por outros autores que avaliaram materiais para reembasamento imediato.^{6,26,29,38} Esse tratamento pode alterar, consideravelmente, a morfologia da superfície da base e as propriedades químicas da mesma, promovendo uma melhor adesão^{38,39}. De acordo com Shen et al.³⁵, o tratamento químico remove partículas remanescentes, tornando a superfície um local mais eficiente para a união. Durante o procedimento de reembasamento com a resina UGH, foi aplicado o adesivo fornecido pelo fabricante, o qual contém em sua composição o solvente diclorometano e o monômero 2-hidroxiethyl metacrilato (HEMA). O diclorometano é um solvente não polimerizável³⁸, tendo sido observado, em estudos sobre a

união de dentes artificiais e resinas para base de prótese⁴³, que sua utilização facilita a expansão (“swelling”) da superfície do dente de resina acrílica e, dessa forma, melhora a difusão de materiais polimerizáveis, principalmente o metil metacrilato da resina de base³⁴. Arima et al.⁹ verificaram que a aplicação do diclorometano com pincel dissolveu a camada superficial da resina de base termopolimerizável. Após 5 segundos de imersão nesse solvente, houve a formação de uma estrutura esponjosa na superfície. Segundo os autores, os primers que contêm solvente podem dissolver a superfície da resina de base e promover a penetração e a difusão da resina para reembasamento imediato para o seu interior. Essa reação pode resultar na formação de uma camada mista de resina reembasadora/resina de base. Além disso, segundo Takahashi et al.⁴³, superfícies de dentes artificiais tratados com diclorometano observadas por meio de microscopia eletrônica de varredura demonstraram poros e canaletas. Essas características provavelmente representam espaços previamente preenchidos por polímeros que foram dissolvidos. Uma superfície com essa topografia sugere a microretenção mecânica como um outro mecanismo de ação do diclorometano na melhora da adesão. Dessa forma, podemos supor que o diclorometano presente no adesivo da resina UGH tenha preparado a interface de união proporcionando a difusão e a penetração do monômero 2-hidroxietil metacrilato do próprio adesivo em camadas mais profundas da estrutura polimérica da resina de base L. Conforme descrito por Arima et al.⁹, esse monômero, provavelmente, polimerizou simultaneamente à reação da resina para reembasamento UGH, formando o polímero de entrelaçamento. Um outro fator que pode ter influenciado a união da resina UGH seria a presença do agente de ligação cruzada 1,6-hexanediol dimetacrilato na sua composição, proporcionando a formação de novas cadeias entre as superfícies de união. Cunningham e Benington¹⁸ estudaram a resistência de união de quatro resinas para base, sendo duas termopolimerizáveis convencionais (Trevalon e Redilon), uma termopolimerizável de alto impacto (Trevalon HI) e uma autopolimerizável (RR), unidas a dentes artificiais (Dentsply). Foi observado que a aplicação do monômero da resina Trevalon Hi,

que apresenta maior quantidade de agente de ligação cruzada (etileno glicol dimetacrilato), proporcionou o maior aumento na resistência de união.

A resina TR apresentou, no grupo G1, resistência de união inferior à do material UGH e igual à das resinas K e NT. Da mesma forma que o material UGH, a resina TR também possui um adesivo próprio para o preparo da superfície de união, que é composto pelo solvente diclorometano. Minami et al.²⁹ observaram que a utilização desse adesivo promoveu maior resistência de união entre a resina TR e a resina Lucitone 199, comparada com a do grupo controle (sem tratamento). Entretanto, no presente estudo, a média da resina TR foi menor que aquela observada para a UGH. Esses resultados podem estar relacionados com a composição dos adesivos, a qual, para a resina UGH, além do solvente, apresenta também o monômero 2-hidroxietil metacrilato. Um outro aspecto que pode ter contribuído para esses resultados é a diferença no peso molecular dos monômeros β -metacrilatoil oxietil propionato e 2-hidroxietil metacrilato presentes nas resinas TR e UGH.

A análise dos valores obtidos para o grupo G1 evidencia, ainda, que as médias observadas para as resinas K e NT foram estatisticamente iguais entre si e inferiores àquela verificada para a resina L. Resultados semelhantes foram obtidos por Aydın et al.¹⁰ ao observarem que a resistência de união obtida entre a resina K e a resina de base termopolimerizável Palladent foi menor que aquela proporcionada com a utilização da resina termopolimerizável (reembasamento do tipo mediato). Conforme descrito anteriormente, neste estudo, a superfície da resina de base, previamente à aplicação do material K, foi tratada com o monômero da resina L durante 180 segundos. Para a resina NT, foi utilizado o agente adesivo fornecido pelo fabricante, composto por metil metacrilato e, portanto, semelhante ao monômero da resina L. Arima et al.⁹ observaram que agentes de união contendo monômeros metilmetacrilato possuem baixa capacidade para dissolver a superfície da resina de base. Shen et al.³⁵ relataram que o monômero não é um solvente efetivo para resinas à base de polimetilmetacrilato e, dessa forma, sua aplicação não remove de maneira eficiente as partículas presentes na superfície após o acabamento. Por isso, os

menores valores encontrados para as resinas K e NT, no Grupo 1, em comparação com a resina L, podem ter sido proporcionados pelo tratamento de superfície utilizado.

Após a armazenagem em água por 6 meses (G4), houve diferença estatisticamente significativa somente entre as resinas L e NT, tendo sido verificado menor valor médio para o material NT.

Outros autores têm avaliado a resistência de união da resina K a resinas para base de prótese utilizando testes de tração^{10,12,16} e de flexão em 3 pontos^{6,15,26}. No presente estudo, o teste selecionado foi o de cisalhamento que não permitiu a comparação direta dos resultados obtidos com os dos autores citados. Takahashi et al.³⁸ também utilizaram o teste de cisalhamento com o objetivo de avaliar o efeito de diferentes tratamentos de superfície na resistência de união da resina K à resina para base termopolimerizável Lucitone 199. Quando a superfície de união foi tratada com o monômero da resina de base, o valor médio observado foi de 4,5 MPa, portanto inferior às médias verificadas no presente estudo. Essa diferença pode estar relacionada a alguns aspectos das metodologias empregadas. Apesar de o tratamento da superfície da resina de base ter sido similar nos dois estudos, o tempo de aplicação do monômero não foi descrito no trabalho de Takahashi et al.³⁸ Além disso, o material Lucitone 199 é uma resina de alto impacto e apresenta butadieno estireno, possuindo, composição diferente da utilizada neste estudo, a resina convencional Lucitone 550.

Minami et al.²⁹ analisaram a união do material TR a uma resina de base termopolimerizável segundo as seguintes condições experimentais: tratamento da superfície de união, conteúdo de água na resina de base e termociclagem. Os valores obtidos pelos autores foram superiores aos verificados no presente estudo. Além das condições experimentais, a resina para base Lucitone 199 (alto impacto) e a para reembasamento TR de polimerização lenta (“normal set”), utilizadas no estudo de Minami et al.²⁹, também podem ter influenciado os valores de resistência de união obtidos. Ainda com relação à resina TR, os resultados deste estudo foram similares aos relatados por Takahashi et al.³⁹ Esses autores avaliaram a união do material TR a quatro resinas para base de prótese

(termopolimerizável convencional, polimerizada por microondas, resina fluida e fotopolimerizável) após 4 meses de armazenagem em água a 37°C seguida por termociclagem. As médias obtidas variaram de 9,4 MPa a 11,7 MPa, tendo sido esses valores considerados adequados pelos autores. Matsumura et al.²⁸ realizaram uma avaliação clínica do material TR imediatamente após o reembasamento e após um ano de utilização. Das 50 próteses examinadas, apenas 3 apresentaram separação entre a resina de base e o material reembasador, demonstrando, segundo os autores, que o material TR apresentou excelente desempenho clínico. Resultados semelhantes foram observados por Haywood et al.²¹, que também verificaram que o material TR, entre as resinas para reembasamento imediato avaliadas, apresentou a união mais estável com as resinas de base.

Com base nas informações de Takahashi et al.³⁹, Matsumura et al.²⁸ e Haywood et al.²¹, podemos supor que, com exceção da resina NT, os valores proporcionados pelos demais materiais reembasadores, nas condições experimentais avaliadas, foram adequados. Entretanto, estudos clínicos são necessários para avaliar a resistência de união desses materiais nas condições da cavidade bucal. Além disso, outras propriedades mecânicas igualmente relevantes, como dureza, resistência à flexão e ao impacto, devem ser avaliadas para uma correta indicação e seleção dos materiais reembasadores imediatos.

7 Conclusão

As resinas para reembasamento imediato apresentaram menor resistência de união que a resina termopolimerizável (reembasamento mediato). O armazenamento prolongado não alterou a resistência de união do reembasamento imediato.

De acordo com a metodologia empregada, pôde-se concluir que:

- ✓ a resistência de união ao cisalhamento dos materiais **K** e **NT** não foi influenciada pela armazenagem prolongada em água ($P > .05$);
- ✓ após 3 meses de armazenagem, os materiais **TR** e **UGH** demonstraram aumento significativo na média de resistência de união ($P < .05$) comparado ao controle e ao período de 7 dias de imersão, respectivamente;
- ✓ para o material **L**, a armazenagem em água por 3 meses diminuiu significativamente ($P < .05$) a média de resistência de união comparada ao controle;
- ✓ as falhas para o material **L** foram predominantemente coesivas, enquanto para as resinas autopolimerizáveis para reembasamento todos os tipos de falhas foram observados.

8 REFERÊNCIAS*

1. ANDREOPOULOS, A.G.; POLYZOIS, G.L. Repair of denture base resins using visible light-cured materials. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v.72, n.5, p.462-468, Nov. 1994.
2. ANDREOPOULOS, A.G.; POLYZOIS, G.L.; DEMETRIOU, P.P. Repairs with visible light-curing denture base materials. **Quintessence Int.**, New Malden, v.22, n.9, p.703-706, Sept. 1991.
3. ANUSAVICE, K.J. Mechanical properties of dental materials. In:_____. **Phillip's science of dental materials**. 11^a ed. St Louis: Saunders, 2003.cap. 4, p. 73-101.
4. ANUSAVICE, K.J. Denture base resins. In:_____. **Phillip's science of dental materials**. 11^a ed. St Louis: Saunders, 2003. cap. 22, p.721-757.
5. ARAB, J.; NEWTON, J.P.; LLOYD, C.H. The effect of an elevated level of residual monomer on the whitening of a denture base and its physical properties. **J. Dent.**, Guildford, v. 17, n. 4, p. 189-194, Aug. 1989.
6. ARENA, C.A.; EVANS, D.B.; HILTON, T.J. A comparison of bond strength among chairside hard reline materials. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v.70, n.2, p.126-131, Aug. 1993.
7. ARIMA, T.; MURATA, H.; HAMADA, T. Properties of highly cross-linked autopolymerizing reline acrylic resins. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v.73, n.1, p.55-59, Jan. 1995.
8. ARIMA, T.; MURATA, H.; HAMADA, T. The effects of cross-linking agents on the water sorption and solubility characteristics of denture base resin. **J. Oral Rehabil.**, Oxford, v.23, n.7, p.476-480, July 1996.
9. ARIMA, T. et al. Composition and effect of denture base resin surface primers for reline acrylic resins. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v.75, n.4, p.457-462, Apr. 1996.

*ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6023: informação e documentação – referências – elaboração. Rio de Janeiro, 2002. 24 p.

10. AYDIN, A.K. et al. Bond strength and failure analysis of lining materials to denture resin. **Dent. Mater.**, Copenhagen, v.15, n.3, p.211-218, May 1999.
11. BRADEN, M. The absorption of water by acrylic resins and other materials. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v.14, n.2, p.307-316, 1964.
12. BUNCH, J.; JOHNSON, G.H.; BRUDVIK, J.S. Evaluation of hard direct reline resins. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v.57, n.4, p.512-519, Apr. 1987.
13. BÜYÜKYILMAZ, S.; RUYTER, I.E. The effects of polymerization temperature on the acrylic resin denture base-tooth bond. **Int. J. Prosthodont.**, Lombard, v.10, n.1, p.49-54, Jan./Feb. 1997.
14. CHAI, J.; TAKAHASHI, Y.; KAWAGUCHI, M. The flexural strengths of denture base acrylic resins after relining with a visible-light-activated material. **Int. J. Prosthodont.**, Lombard, v.11, n.2, p.121-124, Mar./Apr. 1998.
15. CUCCI, A.L.M. et al. Water sorption, solubility and bond strength of two autopolymerizing acrylic resins and one heat-polymerizing acrylic resin. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v.80, n.4, p.434-438, Oct. 1998.
16. CUCCI, A.L.M. et al. Tensile bond strengths of hard chairside reline resins as influenced by water storage. **J. Oral Rehabil.**, Oxford, v.26, n.8, p.631-634, Aug. 1999.
17. CUNNINGHAM, J.L. Shear bond strength of resin teeth to heat-cured and light-cured denture base resin. **J. Oral Rehabil.**, Oxford, v.27, n.4, p.312-316, Apr. 2000.
18. CUNNINGHAM, J.L.; BENINGTON, I.C. An investigation of the variables which may affect the bond between plastic teeth and denture base resin. **J. Dent.**, Guildford, v.27, n.2, p.129-135, Feb. 1999.
19. CURTIS, D.A. et al. Shear bond strength of visible-light-cured resin relative to heat-cured resin. **Dent. Mater.**, Copenhagen, v.5, n.5, p.314-318, Sept. 1989.

20. DOGAN, A. et al. The effect of preparation conditions of acrylic denture base materials on the level of residual monomer, mechanical properties and water absorption. **J. Dent.**, v.23, n.5, p.313-318, Oct. 1995.
21. HAYWOOD, J. et al. A comparison of three hard chairside denture reline materials. Part I. Clinical evaluation. **Eur. J. Prosthodont. Rest. Dent.**, Larkfield, v.11, n.4, p.157-163, Dec. 2003.
22. KAWANO, F. et al. Comparison of bond strength of six soft denture liners to denture base resin. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v.68, n.2, p.368-371, Aug. 1992.
23. KHAN, Z.; MARTIN, J; COLLARD, S. Adhesion characteristics of visible light-cured denture base material bonded to resilient lining materials. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v.62, n.2, p.196-200, Aug. 1989.
24. LAMB, D. J.; ELLIS, B.; PRIESTLEY, D. The effects of process variables on levels of residual monomer in autopolymerizing dental acrylic resin. **J. Dent.**, Guildford, v.11, n.1, p.80-88, Mar. 1983.
25. LEE, S.; LAI, Y.; HSU, T. Influence of polymerization conditions on monomer elution and microhardness of autopolymerized polymethyl methacrylate resin. **Eur. J. Oral Sci.**, Cambridge, v.110, n.2, p. 179-183, Apr. 2002.
26. LELES, C.R. et al. Bonding strength between a hard chairside reline resin and a denture base material as influenced by surface treatment. **J. Oral Rehabil.**, Oxford, v.28, n.12, p.1153-1157, Dec. 2001.
27. LEONG, A.; GRANT, A.A. The transverse strength of repairs in polymethyl methacrylate. **Aust. Dent. J.**, Sydney, v.16, n.4, p.232-234, Aug. 1971.
28. MATSUMURA, H. et al. Clinical evaluation of a chemically cured hard denture relining material. **J. Oral Rehabil.**, Oxford, v.28, n.7, p.640-644, July 2001.
29. MINAMI, H. et al. In vitro evaluation of the influence of repairing condition of denture base resin on the bonding of autopolymerizing resins. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v.91, n.2, p.164-170, Feb. 2004.

30. OHKUBO C. et al. Basic studies on hard direct reline resins. Part 1. Adhesive strength. **Tsurumi Shigaku**, v.15, p.131-138, Jan. 1989.
31. PAPAZOGLU, E.; VASILAS, A.I. Shear bond strengths for composite and autopolymerized acrylic resins bonded to acrylic resin denture teeth. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v.82, n.5, p.573-578, Nov. 1999.
32. POLYZOIS, G.L. Adhesion properties of resilient lining materials bonded to light-cured denture resins. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v.68, n.5, p.854-858, Nov. 1992.
33. RAZAVI, R ; KHAN, Z.; VON FRAUNHOFER, J.A. The bond strength of a visible light-cured reline resin to acrylic resin denture base material. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis., v.63, n.4, p.485-487, Apr. 1990.
34. RUPP, N.W.; BOWEN, R.L.; PAFFENBARGER, G.C. Bonding cold-curing denture base acrylic resin to acrylic resin teeth. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v.83, p.601-606, Sept. 1971.
35. SHEN, C.; COLAIZZI, F.A.; BIRNS, B. Strength of denture repairs as influenced by surface treatment. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v.52, n.6, p.844-848, Dec. 1984.
36. STIPHO, H.D.; TALIC, YF. Repair of denture base resins with visible light-polymerized reline material: Effect on tensile and shear bond strengths. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v.86, n.2, p.143-148, Aug. 2001.
37. SZABÓ, G. et al. The loss of residual monomer from denture base polymers coated with an ultraviolet light-activated polymer. **Dent. Mater.**, Copenhagen, v.3, n.2, p.64-66, Apr. 1987.
38. TAKAHASHI, Y.; CHAI, J. Assessment of shear bond strength between three denture reline materials and a denture base acrylic resin. **Int. J. Prosthodont.**, Lombard, v.14, n.6, p.531-535, Nov./Dec. 2001.
39. TAKAHASHI, Y.; CHAI, J. Shear bond strength of denture reline polymers to denture base polymers. **Int. J. Prosthodont.**, Lombard., v.14, n.3, p.271-275, May/June 2001.
40. TAKAHASHI, Y; CHAI, J.; KAWAGUCHI, M. Effect of water sorption on the resistance to plastic deformation of a denture base material relined

- with four different denture reline materials. **Int. J. Prosthodont.**, Lombard., v.11, n.1, p.49-54, Jan./Feb. 1998.
41. TAKAHASHI, Y.; CHAI, J.; KAWAGUCHI, M. Equilibrium strengths of denture polymers subjected to long-term water immersion. **Int. J. Prosthodont.**, Lombard, v.12, n.4, p.348-352, July/Aug. 1999.
42. TAKAHASHI, Y.; KAWAGUCHI, M.; CHAI, J. Flexural strength at the proportional limit of a denture base material relined with four different denture reline materials. **Int. J. Prosthodont.**, Lombard, v.10, n.6, p.508-512, Nov./Dec. 1997.
43. TAKAHASHI, Y. et al. Bond strength of denture teeth to denture base resins. **Int. J. Prosthodont.**, Lombard, v.13, n.1, p.59-65, Jan./Feb. 2000.
44. TSUCHIYA, H. et al. Leaching and cytotoxicity of formaldehyde and methyl methacrylate from acrylic resin denture base materials. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v.71, n.6, p.618-624, June 1994.
45. VALLITTU, P. K. The effect of surface treatment of denture acrylic resin on the residual monomer content and its release into water. **Acta Odontol. Scand.**, Oslo, v.54, n.3, p. 188-192, June 1996.
46. VALLITTU, P.K.; RUYTER, I.E. The swelling phenomenon of acrylic resin polymer teeth at the interface with denture base polymers. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v.78, n.2, p.194-199, Aug. 1997.
47. VALLITTU, P.K.; LASSILA, V.P.; LAPPALAINEN, R. Wetting the repair surface with methyl methacrylate affects the transverse strength of repaired heat-polymerized resin. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v.72, n.6, p.639-643, Dec. 1994.
48. VALLITTU, P.K.; MIETTINEN, V.; ALAKUIJALA, P. Residual monomer content and its release into water from denture base materials. **Dent. Mater.**, Copenhagen, v.11, n.6, p. 338-342, Nov. 1995

9 APÊNDICE A

Tabela A1 – Valores de resistência de união (MPa) para a resina Tokuso Rebase nos períodos de armazenagem avaliados

Corpo-de-prova	Períodos de armazenagem			
	G1	G2	G3	G4
1	7,23	10,25	11,27	9,95
2	6,93	11,17	15,10	9,34
3	9,71	12,87	9,85	10,82
4	12,64	12,61	16,34	10,79
5	6,37	13,12	16,99	7,04
6	7,20	16,21	12,41	5,72
7	10,91	13,14	12,32	9,76
8	11,67	9,83	11,67	12,34

Tabela A2 – Valores de resistência de união (MPa) para a resina Ufi Gel Hard nos períodos de armazenagem avaliados

Corpo-de-prova	Períodos de armazenagem			
	G1	G2	G3	G4
1	13,57	10,36	15,66	14,19
2	16,02	8,28	16,16	12,56
3	15,48	11,73	14,36	14,55
4	10,96	13,72	16,43	10,89
5	14,00	10,98	19,73	9,55
6	10,86	10,21	16,89	16,02
7	10,13	11,86	17,67	12,81
8	13,93	11,91	15,31	11,76

Tabela A3 – Valores de resistência de união (MPa) para a resina Kooliner nos períodos de armazenagem avaliados

Corpo-de-prova	Períodos de armazenagem			
	G1	G2	G3	G4
1	5,81	5,81	7,21	12,38
2	5,01	8,28	8,34	9,15
3	7,97	11,57	6,52	12,88
4	11,87	5,39	12,87	5,91
5	6,72	10,98	11,03	10,07
6	9,66	10,21	10,10	9,17
7	9,57	10,36	8,31	11,48
8	10,91	4,75	7,67	7,59

Tabela A4 – Valores de resistência de união (MPa) para a resina New Truliner nos períodos de armazenagem avaliados

Corpo-de-prova	Períodos de armazenagem			
	G1	G2	G3	G4
1	6,35	9,51	4,10	4,85
2	7,86	10,10	9,98	9,75
3	8,79	9,31	8,31	5,72
4	6,69	12,44	6,24	7,82
5	8,51	8,13	5,96	8,48
6	9,10	6,14	7,47	7,69
7	11,42	10,22	4,64	8,99
8	5,16	10,40	6,75	10,29

Tabela A5 – Valores de resistência de união (MPa) para a resina Lucitone 550 nos períodos de armazenagem avaliados

Corpo-de-prova	Períodos de armazenagem			
	G1	G2	G3	G4
1	15,14	24,95	10,96	15,21
2	20,29	18,65	18,07	15,88
3	18,94	17,94	13,91	11,02
4	18,64	21,43	11,61	12,48
5	18,72	23,54	12,21	10,81
6	17,40	23,38	18,19	15,32
7	19,93	24,54	18,41	9,21
8	22,10	19,49	16,32	8,72

Tabela A6 - Valores de probabilidade p do teste de Tukey para comparação de médias de resistência de união entre grupos de armazenagem para cada resina

Material	Armazenagem			
Kooliner	G1	G2	G3	G4
G1		1,000	1,000	1,000
G2	1,000		1,000	1,000
G3	1,000	1,000		1,000
G4	1,000	1,000	1,000	
Tokuso	G1	G2	G3	G4
G1		0,282	0,035	1,000
G2	0,282		1,000	0,527
G3	0,035	1,000		0,102
G4	1,000	0,527	0,102	
Ufi Gel Hard	G1	G2	G3	G4
G1		0,973	0,238	1,000
G2	0,973		<0,001	0,997
G3	0,238	<0,001		0,114
G4	1,000	0,997	0,114	
New Truliner	G1	G2	G3	G4
G1		0,999	1,000	1,000
G2	0,999		0,585	0,998
G3	1,000	0,585		1,000
G4	1,000	0,998	1,000	
Lucitone	G1	G2	G3	G4
G1		0,586	0,068	<0,001
G2	0,586		<0,001	<0,001
G3	0,068	<0,001		0,730
G4	<0,001	<0,001	0,730	

Tabela A7 - Valores de probabilidade p do teste de Tukey para comparação de médias de resistência de união entre as resinas para cada período de armazenagem

G1	K	TR	UGH	NT	L
Kooliner		1,000	0,006	1,000	<0,001
Tokuso	1,000		0,050	1,000	<0,001
Ufi Gel	0,006	0,050		0,001	<0,001
New Truliner	1,000	1,000	0,001		<0,001
Lucitone	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	
G2	K	TR	UGH	NT	L
Kooliner		0,059	0,677	1,000	<0,001
Tokuso	0,059		1,000	0,569	<0,001
Ufi Gel	0,677	1,000		0,998	<0,001
New Truliner	1,000	0,569	0,998		<0,001
Lucitone	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	
G3	K	TR	UGH	NT	L
Kooliner		0,028	<0,001	0,886	<0,001
Tokuso	0,028		0,304	<0,001	0,995
Ufi Gel	<0,001	0,304		<0,001	0,998
New Truliner	0,886	<0,001	<0,001		<0,001
Lucitone	<0,001	0,995	0,998	<0,001	
G4	K	TR	UGH	NT	L
Kooliner		1,000	0,507	0,985	0,804
Tokuso	1,000		0,282	0,999	0,576
Ufi Gel	0,507	0,282		0,004	1,000
New Truliner	0,985	0,999	0,004		0,018
Lucitone	0,804	0,576	1,000	0,018	

AZEVEDO, A. Efeito do armazenamento prolongado em água sobre a resistência de união entre resinas para reembasamento e resina para base de prótese. 2005. 123 f. Dissertação (Mestrado em Reabilitação Oral – Prótese) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2005.

RESUMO

Este estudo avaliou o efeito da armazenagem prolongada em água sobre a resistência de união entre uma resina acrílica para base de prótese (Lucitone 550) e quatro resinas para reembasamento (Kooliner - K, New Truliner - NT, Tokuso Rebase - TR e Ufi Gel Hard - UGH). Além disso, a resistência de união ao cisalhamento de corpos-de-prova reembasados com a resina acrílica para base de prótese L foi avaliada para comparação. Cilindros (20 mm X 20 mm) de resina acrílica L foram polimerizados (em água a 70°C por 90 minutos, e por 30 minutos à temperatura de ebulição) de acordo com instruções do fabricante e imersos em água destilada ($37 \pm 1^\circ\text{C}$ por 48 ± 2 horas). As superfícies de união foram polidas com lixa de granulação 240, escovadas com detergente (20 segundos), limpas com água destilada e secas com papel absorvente. As superfícies foram, então, preparadas por meio da aplicação do monômero da resina L (180 segundos) para a resina K e com os agentes de união (20 segundos) para as demais resinas. Uma fita adesiva com orifício (3,5 mm) foi fixada sobre a superfície tratada para padronizar a área de união. Cada cilindro foi acoplado a uma matriz metálica bipartida com um orifício central (3,5 mm X 5,0 mm). Os materiais para reembasamento foram manipulados, inseridos na matriz e polimerizados de acordo com as instruções dos fabricantes. Após a polimerização, os corpos-de-prova de cada material reembasador foram divididos em cinco grupos (n=8) e submetidos aos testes de cisalhamento (velocidade = 0,5 mm/min). Para o grupo controle (G1), os testes foram realizados imediatamente após a polimerização, para as resinas de reembasamento, e após os corpos-de-prova terem sido imersos em água ($37 \pm 1^\circ\text{C}$) por 48 ± 2 horas para a resina de base L. Os corpos-de-prova

relativos aos Grupos 2, 3 e 4 foram testados após terem sido armazenados em água ($37 \pm 1^\circ \text{C}$) por 7 dias, 3 meses e 6 meses respectivamente. As superfícies fraturadas foram examinadas utilizando-se microscópio eletrônico de varredura e analisador de imagem para determinar o percentual da área de superfície de união que permaneceu recoberta por resina de reembasamento e o tipo de falha (adesiva, coesiva ou mista). Os resultados (MPa) foram analisados por meio de análise de variância em 2 níveis, seguida pelo teste de Tukey ao nível de 95% de confiança. Os corpos-de-prova reembasados com as resinas K (8,44 MPa) e NT (7,98 MPa) não apresentaram diferença estatisticamente significativa na resistência de união ao cisalhamento entre os períodos avaliados ($P > .05$). Para a resina K, os corpos-de-prova do G1 apresentaram falhas mistas, enquanto os corpos-de-prova do G4 falharam adesivamente. As falhas dos corpos-de-prova da resina NT foram predominantemente mistas. A armazenagem em água por 3 meses (13,24 MPa) aumentou significativamente ($P < .05$) a média de resistência de união da resina de reembasamento TR comparada ao controle (9,08 MPa). Todos os tipos de falhas foram observados para os corpos-de-prova reembasados com o material TR. Para o material UGH, a média de resistência de união dos corpos-de-prova do G3 (16,53 MPa) foi significativamente maior ($P < .05$) que aquela dos corpos-de-prova do G2 (11,13 MPa). Os corpos-de-prova reembasados com a resina UGH demonstraram falhas mistas e coesivas. Os corpos-de-prova da resina acrílica termopolimerizável L exibiram uma diminuição significativa ($P < .05$) do índice do grupo controle (18,89 MPa) para os 3 meses de armazenagem (14,96 MPa), após os quais nenhuma redução significativa foi observada (G4 – 12,33 MPa). Todos os corpos-de-prova da resina L falharam coesivamente. As seguintes conclusões foram obtidas: 1) a resistência de união ao cisalhamento dos materiais K e NT não foi afetada pela armazenagem prolongada em água ($P > .05$); 2) após 3 meses de armazenagem, os materiais TR e UGH demonstraram um aumento significativo na média de resistência de união ($P < .05$) comparada a do controle e ao período de 7 dias de imersão respectivamente; 3) para o material L, a armazenagem em água por 3 meses diminuiu significativamente ($P < .05$) a média de resistência de união comparada à do controle; 4) as falhas para o material L foram predominantemente

coesivas, enquanto para as resinas autopolimerizáveis para reembasamento todos os tipos de falhas foram observados.

Palavras-chave: Resinas acrílicas; resistência ao cisalhamento; reembasadores de dentadura; imersão.

AZEVEDO, A. Effect of long-term water storage on the shear bond strength between reline and denture base acrylic resins. 2005. 123 f. Dissertação (Mestrado em Reabilitação Oral – Prótese) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2005.

ABSTRACT

This study evaluated the effect of long-term water storage on the shear bond strength between one heat-polymerizing denture base acrylic resin (Lucitone 550-L) and four autopolymerizing reline resins (Kooliner- K, New Truliner-NT, Tokuso Rebase-TR, Ufi Gel Hard -UGH). Also, the shear bond strength of specimens relined with the denture base resin L was evaluated, for comparison. Cylinders (20mm x 20mm) of the resin L were processed (in water at 70°C for 90 minutes, and 30 minutes at boiling temperature), according to the manufacturer's instructions, and stored in distilled water ($37 \pm 1^\circ \text{C}$ for 48 ± 2 hours). The surfaces to be bonded were ground with 240-grit silicon carbide paper, brushed with detergent (20 s), washed in distilled water, and blot-dried. The bonding sites were prepared by painting the surfaces with L monomer (180 seconds) for resin K, and with the bonding agents (30 seconds) for the other resins. A tape with a circular opening (3.5 mm) was placed on the treated surfaces to provide a uniform bonding area. Each cylinder was placed in a stainless steel split mold with a center hole (3.5x5.0 mm). The reline materials were mixed, applied to the mold, and polymerized according to the manufacturers' instructions. After polymerization, specimens of each reline material were divided into 5 groups (n=8), and submitted to shear tests (at a 0.5 mm/min cross-head speed). For control group (G1), the tests were performed immediately after processing for the reline resins, and after the specimens had been stored in water ($37 \pm 1^\circ \text{C}$) for 48 ± 2 hours for the denture base resin L. Groups G2, G3 and G4 specimens were tested after being

stored in water ($37 \pm 1^\circ \text{C}$) for 7 days, 3 months, and 6 months, respectively. The fractured surfaces were examined using scanning electron microscope and an image analysis system to determine the percentage surface area that remained covered by the relines materials, and the type of failure (adhesive, cohesive or mixed). Data (MPa) were analyzed with 2-way ANOVA, followed by Tukey's test at 95% confidence level. Specimens relined with resins K (8,44 MPa) and NT (7,98 MPa) did not show statistical significant differences in the shear bond strength among the time periods evaluated ($P > .05$). For K resin, G1 specimens showed a mixed mode of failure, whereas G4 specimens failed adhesively. NT specimens failures were mainly mixed mode in nature. Storage in water for 3 months (13,24 MPa) significantly increased ($P < .05$) the mean shear bond strength of TR relines resin compared to control (9,08 MPa). All types of failures were seen for the specimens relined with TR. For material UGH, the mean shear bond strength of G3 specimens (16,53 MPa) was significantly higher ($P < .05$) than that of G2 specimens (11,13 MPa). UGH relines resin specimens showed both mixed and cohesive failures. The heat-polymerizing acrylic resin L specimens exhibit a significant decrease ($P < .05$) from control (18,89 MPa) to 3 months of water storage (14,96 MPa), after which no significant reduction was found (G4–12,33 MPa). All the resin L specimens failed cohesively. The following conclusions were drawn: 1) The shear bond strengths of materials K e NT remained unaffected by long-term water storage ($P > .05$); 2) After 3 months of water storage, materials TR and UGH showed a significant increase in the mean shear bond strengths ($P < .05$) compared to control and the 7-day immersion period, respectively; 3) For material L, storage in water for 3 months significantly decreased ($P < .05$) the mean shear bond strength compared to control; 4) The failures for material L were mainly cohesive, whereas for the autopolymerizing relines resins all types of failures were observed.

Keywords: Acrylic resins; shear strength; denture liners; immersion.