



Universidade Norte do Paraná

CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
MESTRADO EM ODONTOLOGIA

FÁBIO MITUGUI NIHI

AVALIAÇÃO DA EVAPORAÇÃO DE SOLVENTES A PARTIR DOS
SISTEMAS ADESIVOS DENTINÁRIOS E DE MISTURAS
EXPERIMENTAIS

Londrina
2006

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

FÁBIO MITUGUI NIHI

AVALIAÇÃO DA EVAPORAÇÃO DE SOLVENTES A PARTIR DOS
SISTEMAS ADESIVOS DENTINÁRIOS E DE MISTURAS
EXPERIMENTAIS

Dissertação apresentada à Universidade
Norte do Paraná – UNOPAR, como requisito
para a obtenção do grau de Mestre em
Odontologia.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Linda Wang.
Co-orientadora: Prof.^a Dr.^a Flaviana
Bombarda de Andrade Ferreira.

Londrina
2006

FÁBIO MITUGUI NIHI

Filiação	Newton Teruaki Mitugui Nihi Mirtes Geraldo Nihi
Naturalidade	Cianorte – PR
Nascimento	10 de outubro de 1977
1997-2000	Graduação em Odontologia – UNIPAR: Universidade Paranaense – Umuarama – PR
2003-2005	Especialização em Dentística – AMO – Maringá – PR
2005-2006	Curso de Pós-Graduação em Dentística, em nível de Mestrado, na Universidade Norte do Paraná – UNOPAR – Londrina – PR
Associações	ABO – Associação Brasileira de Odontologia SBPqO - Sociedade Brasileira de Pesquisa Odontológica

FÁBIO MITUGUI NIHI

**AVALIAÇÃO DA EVAPORAÇÃO DE SOLVENTES A PARTIR DOS
SISTEMAS ADESIVOS DENTINÁRIOS E DE MISTURAS
EXPERIMENTAIS**

Dissertação apresentada à Universidade Norte do Paraná – UNOPAR, como requisito para a obtenção do grau de Mestre em Odontologia.

COMISSÃO EXAMINADORA

Londrina, ____ de _____ de 20__.

Dedico

A Ane, minha esposa que, incansavelmente me incentivou e esteve ao meu lado na conquista deste, que era um sonho na carreira profissional. A ela, dedico os méritos deste trabalho. Te amo!

Agradecimentos Especiais

A minha mãe **Mirtes**, pelo exemplo de determinação, força e disciplina em tudo o que faz. Mãe, você é um exemplo de vida para mim;

Ao meu pai **Newton**, pelo grande incentivo nas decisões difíceis, e pela forma que me ensinou a conduzir a vida tanto pessoal como profissionalmente. Te admiro muito;

A minha irmã **Fabíola**, que com seu jeito meigo sempre estava pronta a me ajudar e a me escutar, quando tudo parecia difícil. “Erma”, você é muito especial para mim;

A minha esposa **Ane**, pelos vários dias que passamos distantes, por me compreender, me ouvir, me ajudar a torcer e rezar todos os dias de nossas vidas.

Tenho orgulho de ter você ao meu lado.

Agradecimentos

Agradeço a oportunidade de ter realizado este Mestrado a **Deus** e também:

A minha orientadora e amiga **Prof^a. Dr^a. Linda Wang**, pelos ensinamentos transmitidos, pelo exemplo de determinação na vida acadêmica e pelo incentivo nos momentos de dificuldades, auxiliando em meus caminhos. Foi muito bom ter trabalhado com você;

Aos professores, **Sandra, Neusi, Maria Júlia, Karen, Regina, Flaviana, Sturion, Rogério, Daniela, Cássia e Luiz Walter**, pelos conhecimentos transmitidos e pela atenção durante as aulas;

Ao **Prof. Dr. Alcides**, pelos seus conhecimentos e capacidade criativa, por me ensinar como deve ser um mestre, e por sua amizade. Você é um professor exemplar;

A **Prof^a. Dr^a. Fernanda Garcia** pelo auxílio durante a pesquisa e pelas considerações feitas a este trabalho. Muito obrigado por sua atenção dispensada.

Aos colegas e amigos de turma, **Joubert, Luciana, Rosemary** e em especial **Raphael**, pelos momentos brilhantes que passamos juntos. Sempre levarei vocês em meu coração.

Às funcionárias do laboratório, **Vera e Dione** pelo auxílio prestado durante a fase laboratorial desta pesquisa.

Aos bibliotecários **Bruno e Fernanda** pela simpatia e por serem muito prestativos no levantamento bibliográfico.

Aos professores e alunos da graduação, pelos bons momentos durante o estágio na graduação.

A **UNINGÁ**, representada pelo presidente **Roberto Cezar de Oliveira**, que possibilitou o desenvolvimento de parte desta pesquisa. A Instituição de ensino, meus sinceros agradecimentos.

A **Prof^a. Dr^a. Sheila** e ao técnico de laboratório **Luiz Fernando**, da **UNINGÁ**, pela disposição em sempre me atender, durante parte da fase experimental deste trabalho.

Aos **Profs. Drs. Sérgio Sábio e Silvia Sábio**, pelo grande incentivo no início e durante a realização deste mestrado, pela grandiosa amizade desde a especialização e pelo exemplo de profissionais que vocês são.

Ao **Prof. Dr. Mário Honorato**, pelos conhecimentos a mim transmitidos durante a especialização. Suas colocações durante a orientação da especialização representaram muito na minha carreira profissional.

Aos professores **Paulo Franciscone, Olinda Tarsia, Rafael Mondelli, Eduardo Batista Franco e José Mondelli**, meus professores da especialização pela grande contribuição proporcionada à minha vida profissional. Sinto orgulho por ter tido aula com vocês.

Ao **Prof. Dr. Márcio Grama Hoepfner**, por ser a primeira pessoa quem me mostrou a Odontologia, em especial a Dentística e que me conduziu nos primeiros passos profissional. Márcio, você sempre será um exemplo para mim.

Ao **Prof. Dr. Laerte Luiz Bremm**, pelos ensinamentos, pela demonstração de amizade desde o período da graduação e pela forma que sempre me aconselhou na vida profissional. Você também é um professor exemplar.

A minha auxiliar **Ederli Rampinelli** pelo apoio no consultório durante toda a duração do curso.

Agradecimentos

À **Universidade Norte do Paraná**, UNOPAR, representada pelo Chanceler, **Sr. Marco Antonio Laffranchi**, e pela Reitora, **Prof^a Elisabeth Bueno Laffranchi**;

À **Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação**, representada pelo **Prof. Dr. Aloísio José Antunes**;

Ao **Centro de Ciências Biológicas Saúde**, representada pelo **Prof. Ruy Moreira da Costa Filho**;

À **Coordenadoria do Curso de Odontologia**, representada pelo **Prof. Dr. Luiz Reynaldo de Figueiredo Walter** e **Prof. Dr. Fernão Hélio Campos Leite Júnior**;

À **Coordenadoria de Pesquisa**, representada pelo **Prof. Hélio Hiroshi Suguimoto**;

Aos fornecedores **3M ESPE**, **Ivoclar/Vivadent** e **Dentsply**, pelos materiais empregados neste trabalho;

A **todos os funcionários da UNOPAR**, especialmente à **Vera Martins**;

Por terem possibilitado a realização desta Dissertação

....o meu **MUITO OBRIGADO**

LISTA DE FIGURAS E GRÁFICOS

Figura 1 - Classificação dos sistemas adesivos proposta por Van Meerbeek (apud DE MUNCK et al., 2003).....	22
Figura 2 - Sistemas adesivos utilizados para avaliação da evaporação.....	40
Figura 3 - Balança analítica digital de 0,0001g de precisão.....	41
Figura 4 - Recipiente padronizado utilizado para dispensar as soluções.....	41
Figura 5 - Micropipeta ajustada em 10 μ L.....	42
Gráfico 1 - Perda da massa (%) em função do tempo dos 3 solventes puros.....	48
Gráfico 2 - Perda da massa (%) em função do tempo dos materiais que apresentam acetona em sua composição.....	49
Gráfico 3 - Perda da massa (%) em função do tempo dos materiais que apresentam etanol em sua composição.....	50
Gráfico 4 - Perda da massa (%) em função do tempo dos materiais que apresentam água em sua composição.....	51

Gráfico 5 - Perda da massa (%) em função do tempo dos materiais que apresentam **água** e/ou **etanol** em sua composição.....51

Gráfico 6 - Perda da taxa (%) ao final de 10' dos sistemas adesivos, das misturas experimentais e dos solventes puros.....52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características químicas e físicas dos solventes presentes nos sistemas adesivos e do HEMA.....	28
Tabela 2 - Materiais utilizados e suas respectivas composições de acordo com o fabricante.....	38
Tabela 3 - Valores em % da massa perdida dos sistemas adesivos, das misturas solvente + HEMA e dos solventes puros durante a evaporação em função do tempo.....	46
Tabela 4 - Taxa da evaporação dos sistemas adesivos, das misturas solvente + HEMA e dos solventes puros (% massa/tempo).....	47

NIHI, Fábio Mitugui. **Avaliação da evaporação de solventes a partir dos sistemas adesivos dentinários e de misturas experimentais.** 2006. 72p. Dissertação (Mestrado em Odontologia) Universidade Norte do Paraná, Londrina.

RESUMO

Atualmente, os adesivos dentinários têm apresentado uma forte tendência de simplificação. Para se produzir adesivos simplificados, é necessária a adição de alguns componentes químicos como solventes orgânicos, que desempenham um importante papel na infiltração dos sistemas adesivos pela zona desmineralizada. Entretanto, a presença residual deste produto contribui para a degradação da interface adesiva. O objetivo do trabalho foi o de avaliar a evaporação espontânea dos solventes, de misturas à base de HEMA/solvente e de sistemas adesivos comerciais no decorrer do tempo. Os sistemas adesivos testados foram Scotchbond Multipurpose, Prime & Bond NT, Excite, Adper Single Bond 2, Adhese e Xeno III comparativamente aos solventes puros acetona, etanol, água e às misturas experimentais à base de HEMA/solvente. As hipóteses nulas testadas foram: 1- não há influência do tipo de solvente na evaporação dos solventes puros, de misturas experimentais e dos sistemas adesivos; 2- não há diferença na evaporação ao longo do tempo. Foram dispensados 10µL de cada um dos produtos testados em um recipiente padronizado e a perda de massa foi mensurada com balança digital nos intervalos de tempo de 0", 5", 10", 15", 30", 1', 2', 5' e 10'. Para cada material, foram realizadas seis séries de monitoramento. Os valores obtidos foram submetidos à análise estatística (ANOVA a dois critérios e Bonferroni post tests, $p < 0,05$). A acetona pura, a mistura experimental HEMA/acetona e o adesivo a base de acetona apresentaram as maiores perdas de massa, com diferença significativa ao final do ensaio, sendo que a maior perda de massa ocorreu nos primeiros 15 segundos. Para os demais produtos testados, não houve diferença estatística na evaporação ao final do ensaio.

Palavras-chave: sistemas adesivos, solvente, evaporação

NIHI, Fábio Mitugui. **Evaluation of the evaporation of solvents starting from the systems adhesive dentinários and of experimental mixtures.** 2006. 72p. Dissertação (Mestrado em Odontologia) Universidade Norte do Paraná, Londrina.

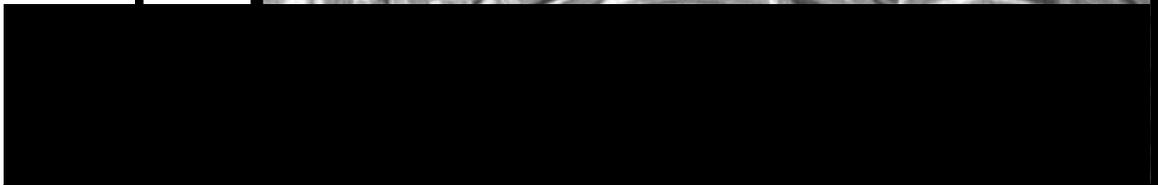
ABSTRACT

Current dentin bonding systems have been trend to be more simplified. To produce these systems, it is necessary the addition of chemical ingredients as organic solvents, which plays an important role to aid to infiltrate resinous monomers through demineralized dentin matrix. However the residual presence of solvents contributes to adhesive interface degradation. The aim of this investigation was to assess the spontaneous evaporation of commercial formulations compared to organic solvents and experimental mixtures over time. The tested products were Scotchbond Multipurpose, Prime & Bond NT, Excite, Adper Single Bond 2, Adhese e Xeno III, acetone, ethanol, water and experimental mixtures of them with HEMA. The tested null hypothesis were: 1-There is no influence of solvent type on evaporation of neat solvents, experimental mixtures and commercial formulations; 2-There is no difference on evaporation of these products over time. Ten microliters of each tested product were dispensed into a standardized recipient and the mass loss was assessed using a digital balance of 0.0001g through 0", 5", 10", 15", 30", 1', 2', 5' e 10' intervals. For each material, six series were monitored. Data was statistically analyzed by two way ANOVA and multiple comparisons through Bonferroni post tests, $p < 0,05$). Neat acetone, experimental mixture and bonding system (Prime & Bond NT) showed greater mass loss, which was statistically different at final time. Greater amount were lost at first 15 seconds of assessment. For the other tested materials, there was no difference of evaporation until the end of evaluation time.

Keywords: adhesive systems, solvent, evaporation

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
REVISÃO DE LITERATURA	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
PROPOSIÇÃO	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
MATERIAL E MÉTODO	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
.....- <i>MATERIAIS</i>	38
.....- <i>MÉTODO</i>	40
.....- <i>ANÁLISE ESTATÍSTICA</i>	43
RESULTADOS	44
DISCUSSÃO	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
CONCLUSÃO	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
REFERÊNCIAS	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.



INTRODUÇÃO

Os sistemas adesivos têm sido utilizados com grande eficácia na Odontologia Restauradora Estética, quando utilizados em superfície de esmalte. As primeiras aplicações em dentina não alcançaram o mesmo índice de sucesso clínico. Um dos fatores primordiais na possibilidade desta aplicação ocorreu a partir do conhecimento do substrato dentinário. Este representa o maior desafio por apresentar uma constituição mais complexa que o esmalte, incluindo a presença fisiológica de conteúdo aquoso (PASHLEY, 1993; CARVALHO et al., 1996). Desta forma, a técnica úmida é a mais recomendada até o estágio atual da adesão em Odontologia (KANCA III, 1998; PERDIGÃO et al., 2002).

Para se conseguir a adesão ao substrato dentinário, cada sistema apresenta em sua composição, componentes específicos tais como solventes orgânicos, monômeros resinosos e partículas de carga. Estes ingredientes podem estar associados ou não, desempenhando diferente e importante papel no processo de união (CARVALHO et al., 2004).

Na tentativa de facilitar a aplicação do sistema adesivo, houve um processo de simplificação na forma de apresentação e uso de alguns sistemas (HALLER, 2000). Basicamente todos os adesivos simplificados apresentam uma porção monomérica representada na maioria das vezes pelo 2-hidroxi-etil-metacrilato (HEMA), e outra porção pelo solvente, que pode ser a acetona, o etanol, a água ou ainda a combinação dos mesmos (NUNES; SWIFT; PERDIGÃO, 2001).

Os solventes exercem papel essencial no processo adesivo, sendo responsável pelo molhamento da superfície dentinária, preparando a rede de fibrilas de colágeno para receber os monômeros resinosos após o condicionamento ácido.

Ao mesmo tempo, têm a função de carreamento deste monômero que irá envolver a trama de colágeno e formar a camada híbrida após a polimerização do adesivo (NAKABAYASHI et al., 1982). Esse processo ocorre por meio de uma desidratação química promovida pelos solventes contidos nos sistemas adesivos, levando ao deslocamento da água presente entre as fibrilas de colágeno e simultânea ou posterior infiltração de monômeros de acordo com o tipo de sistema utilizado (CARVALHO et al., 1996).

Entretanto, após desempenhar suas funções, a maior porção possível de solvente deve ser evaporada, pois a sua permanência contribui para a formação de uma zona hipertônica na interface adesiva, que conseqüentemente aumenta a hidrofília e assim favorece o processo de degradação (TAY et al., 2004a).

Há evidências na literatura de que a presença de solventes residuais pode de fato comprometer a interface adesiva, uma vez que diferentes estudos têm reportado esta influência sob diferentes aspectos, como o decréscimo nas propriedades mecânicas do polímero (HOTTA et al., 1998; PAUL et al., 1999; CARVALHO et al., 2004; IKEDA et al., 2005) e deficiência na polimerização do adesivo (JACOBSEN e SODERHOLM, 1995; 1998; NUNES et al., 2006). Neste aspecto, a queda da qualidade adesiva tem sido associada à evaporação insuficiente do solvente (MYIAZAKI et al., 1996). Conseqüentemente, a remoção máxima de solvente e água após a aplicação do adesivo é de importância para a integridade e durabilidade da interface adesivo-dentina. Ressalta-se desta forma, a necessidade da eliminação dos solventes após a aplicação do sistema adesivo previamente a fotoativação. Apesar da capacidade que cada solvente apresenta de evaporar espontaneamente, há fatores extrínsecos que podem alterar esta propriedade (PASHLEY et al., 1998; YIU et al., 2005). Neste processo, fatores como a própria presença física da trama

de colágeno pode reter este solvente, dificultando a sua desejada evaporação (PASHLEY et al., 1998; CARVALHO et al., 2004).

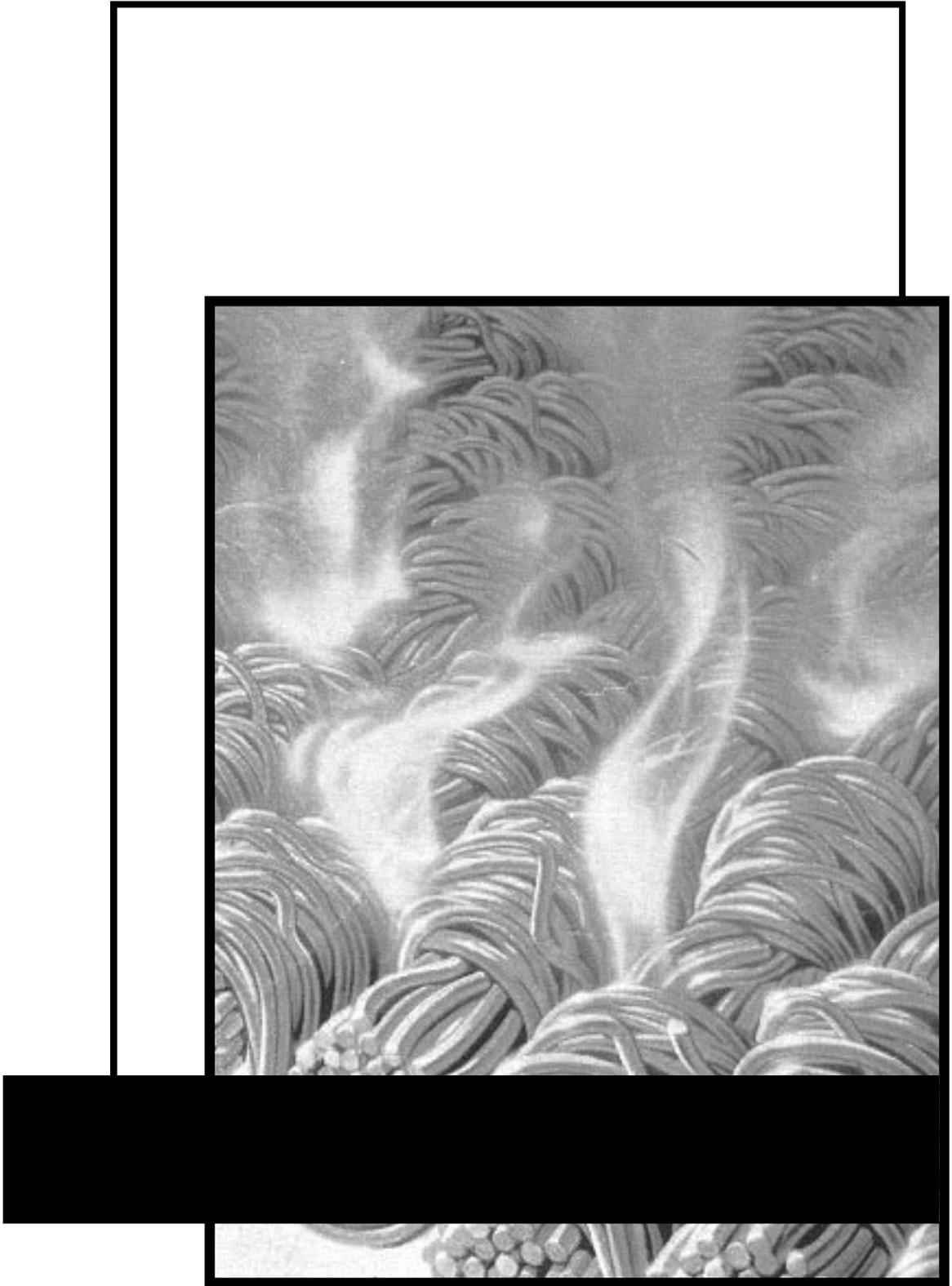
Algumas propriedades físico-químicas próprias de cada solvente, como o peso molecular, a pressão de vapor e o parâmetro de solubilidade, podem influenciar diretamente na taxa de evaporação por estarem diretamente ligados à capacidade de evaporação (CARVALHO et al., 2004). Estas propriedades podem estar associadas às condições ambientais como temperatura ambiente e umidade relativa do ar.

Clinicamente a adequada evaporação do solvente pode ser conseguida permitindo-se um tempo de 15 a 30 segundos de evaporação entre a aplicação e a fotoativação do adesivo (CARVALHO et al., 2004). Por outro lado, o excesso de evaporação de solvente constitui-se em um outro desafio, já que esta situação compromete a eficácia do sistema. Neste aspecto, a maior probabilidade de ocorrer este problema se deve ao incorreto acondicionamento de frascos, já que muitos profissionais acabam por não vedá-los corretamente após o uso. Quando estes sistemas são utilizados em dentina, o solvente perdido precipitadamente pode resultar em menor eficiência adesiva, com comprometimento das suas propriedades mecânicas (ABATE; RODRIGUEZ; MACCHI, 2000).

Adicionalmente, a ampla variedade de composição dos sistemas adesivos e seu modo de aplicação pode dificultar comparações diretas entre esses sistemas. Este se torna interessante objeto de investigação uma vez que a grande maioria dos trabalhos anteriores que utilizaram solventes puros ou apenas formulações experimentais também foram utilizadas (PASHLEY et al., 1998; YIU et al., 2004; YIU et al., 2005). Sabendo que os produtos comerciais contêm outros ingredientes como

partículas de carga, fotoiniciadores e quantidade diferentes de solventes, analisar estes produtos que serão de fato aplicados é de grande relevância.

Dessa forma, nesse estudo, formulações experimentais a partir de uma mistura pré-fixada monômero/solvente (v/v), bem como solventes orgânicos puros, foram utilizados como parâmetros para a análise comparativa com os produtos comerciais.



REVISÃO DE LITERATURA

Com o início da utilização na Odontologia do condicionamento ácido no esmalte por Buonocore em 1955 e do surgimento do primeiro sistema adesivo em 1956, os sistemas adesivos tornaram-se uma alternativa interessante nos procedimentos restauradores. Os resultados favoráveis desta aplicação em esmalte motivaram a utilização em dentina, embora as primeiras avaliações indicassem a necessidade de reformulações para se obter uma adesão mais satisfatória, diferentemente do esmalte. Nakabayashi, Komura, Masuhara em 1982, foram os primeiros a relatar a obtenção de uma adesão favorável ao substrato dentinário.

Na maioria dos sistemas adesivos empregados atualmente, a adesão dentinária compreende as etapas de condicionamento ácido do substrato, molhamento da superfície e adesão propriamente dita para o estabelecimento da união efetiva através da formação da camada híbrida (NAKABAYASHI et al., 1982). A evidência desta entidade, baseada em uma trama de colágeno infiltrada pelos monômeros resinosos, consistiu em um grande marco na odontologia adesiva.

Os primeiros adesivos dentinários eram compostos de frascos específicos para cada função, nos quais os *primers* eram responsáveis pelo molhamento da superfície dentinária e o adesivo hidrofóbico era constituído por monômero resinoso para promoção de adesão (GIANNINI et al., 2003; CARVALHO et al., 2004).

Mais recentemente, diferentes propostas foram realizadas no intuito de combinar estes produtos, o que resultou em sistemas cada vez mais simplificados.

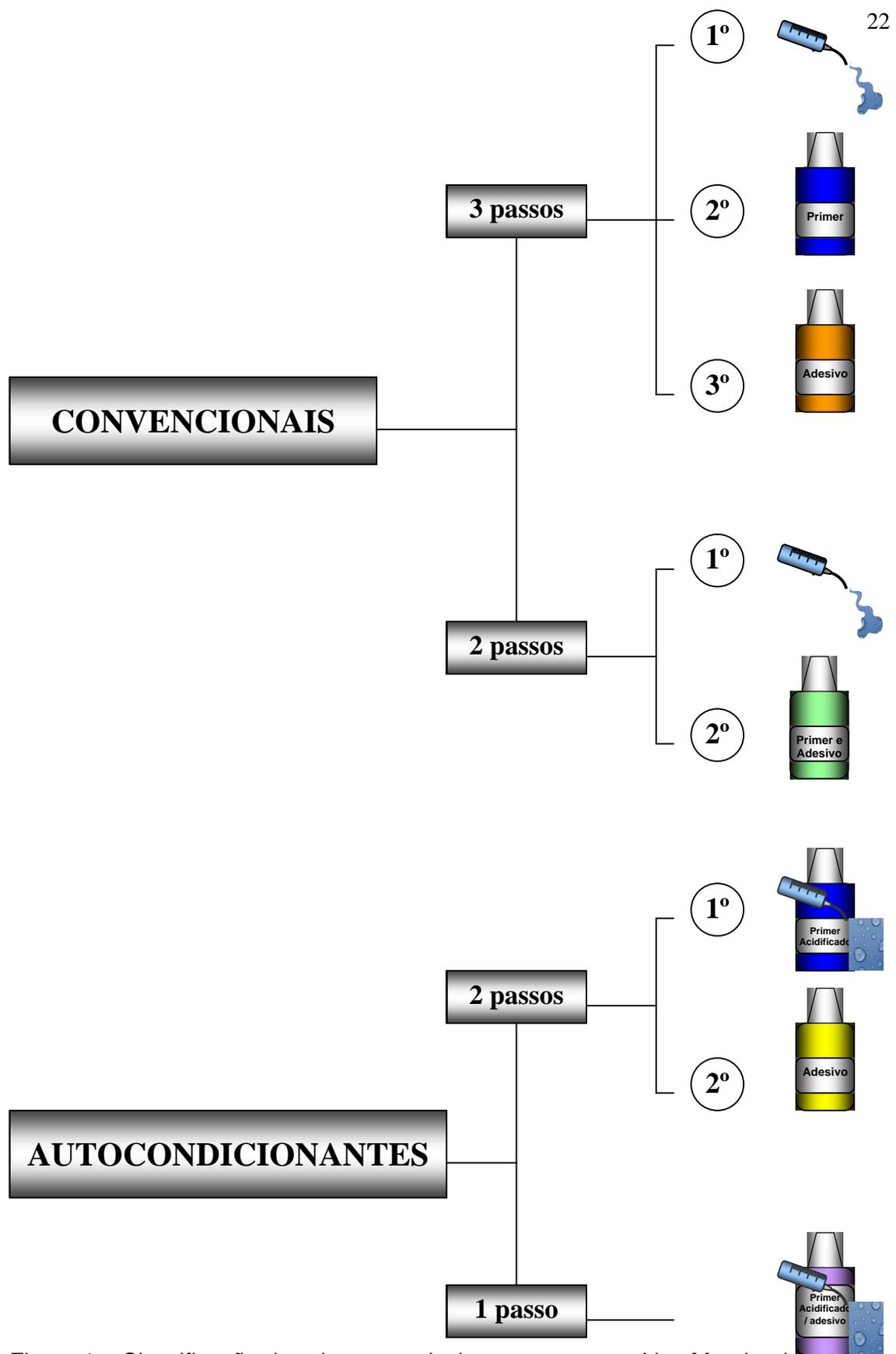


Figura 1 – Classificação dos sistemas adesivos proposta por Van Meerbeek (apud DE MUNCK et al., 2003).

Devido a esta modificação nos sistemas, Van Meerbeek (apud DE MUNCK et al., 2003), propôs uma nova classificação, de acordo com o número de passos clínicos (Figura 1). Nela é considerado sistema convencional, aquele que apresenta o passo do condicionamento ácido previamente à aplicação do sistema propriamente. O sistema autocondicionante corresponde àquele em que o ácido condicionante é representado por um monômero ácido. O autor ainda divide como convencionais de 3 passos, quando o *primer* é aplicado separadamente da porção monomérica, e convencionais de 2 passos quando o *primer* e o adesivo estão juntos em um frasco único, sendo assim aplicados ao mesmo tempo. Também desta forma os sistemas ditos autocondicionantes foram subdivididos, sendo os de 2 passos, quando a porção monomérica está separada do *primer* acidificado e de 1 passo, os sistemas em que todos os componentes estão incorporados em uma única aplicação.

Independente do sistema a ser utilizado, uma das maiores preocupações para realizar a aplicação dos sistemas adesivos, é a manutenção dos espaços interfibrilares após o condicionamento ácido em uma condição expandida, para uma efetiva permeação dos monômeros resinosos e sua retenção, ficando retidos após polimerização (MACIEL et al., 1996).

Para alcançar esta condição, o respeito às características da dentina, considerando seu aspecto úmido foi de grande relevância, sendo a técnica úmida, o procedimento de eleição na adesão dentinária (KANCA, 1992; KANCA III, 1998; TAY et al., 1998). Por esta técnica, preconiza-se a obtenção de um substrato úmido, com remoção do excesso de água, porém ainda permanecendo em quantidade suficiente para que possa contribuir na manutenção dos espaços interfibrilares.

A aplicação de solventes orgânicos foi o recurso utilizado para se complementar esta ação, ou seja, promover a desidratação química, dispensando o uso incorreto do jato de ar, que leva mais facilmente à remoção exagerada de água (MACIEL et al., 1996). Os principais solventes aplicados nos sistemas disponíveis no mercado são acetona, etanol ou água ou a combinação dos mesmos, para garantir a correta permeação do monômero resinoso por entre a trama de fibrilas de colágeno desmineralizadas (IKEDA et al., 2005). Entretanto, nos sistemas autocondicionantes, mesmo na presença de outro solvente, a água é um componente indispensável, pois promove a ionização dos monômeros para a promoção do condicionamento do substrato tratado (TAY et al., 2002).

A interação ideal dos solventes e monômeros presentes nos sistemas adesivos deveria permitir a formação da camada híbrida ideal, evitando ou reduzindo a expansão parcial ou contração total da matriz de dentina desmineralizada. Esta condição resultaria em uma redução dos espaços interfibrilares, dificultando a permeação dos monômeros resinosos, e podendo levar a um comprometimento da qualidade de união (CARVALHO et al., 1996; MACIEL et al., 1996; PASHLEY et al., 2002; GARCIA et al., 2005).

Desde 1991, Sugizaki já havia relatado que a matriz de dentina desmineralizada, poderia ser mantida expandida com a aplicação de *primers*. Mas a interpretação inicial equivocada foi de que isso ocorria pela presença do HEMA monomérico. Entretanto estudos mais recentes (CARVALHO et al., 1996; PASHLEY et al., 2001; 2002), demonstraram que esta expansão ocorre pela presença de água e de solventes, que apresentam a capacidade de solvatar o colágeno.

Quando se trata de adesão dentinária, a água presente na dentina exerce papel fundamental no mecanismo de adesão (KANCA III, 1998; PERDIGÃO et al.,

2002). A água é um solvente que possui um alto valor de parâmetro de solubilidade ($37,3 d_h$), ou seja é capaz de formar pontes de hidrogênio com as proteoglicanas que envolvem os peptídeos do colágeno dentinário, responsáveis pela manutenção dos espaços interfibrilares em uma condição expandida (PASHLEY et al., 1993). Os solventes devem cumprir a função de substituir a água presentes nos espaços interfibrilares, impedir o desenvolvimento de ligações (desidratação química) e quebrar as ligações de pontes de hidrogênio entre as fibrilas de colágeno. A capacidade de romper tais ligações (solvatação do sólido – colágeno) é que caracteriza, de uma maneira geral, o parâmetro de solubilidade de cada produto (CARVALHO et al., 2003). Após exercerem esta função, os solventes devem ser evaporados, carregando o excesso de água e permitindo a infiltração do monômero resinoso.

Isto porque a presença de solvente residual influencia nas propriedades mecânicas por interferir no processo de fotopolimerização (SANTERRE et al., 2001; TAY et al., 2002; PASHLEY et al., 2004). Mesmo que seja impossível remover totalmente o solvente e a água residual, é imprescindível deixar um tempo clínico de 15 a 30 segundos (CARVALHO et al., 2004) para ocorrer máxima evaporação possível e assim se obter uma qualidade final de adesão mais favorável (YIU et al., 2004).

No momento da evaporação do solvente, foi observado que pode ocorrer uma tensão de contração residual das fibrilas de colágeno, levando a uma menor permanência de monômero por entre as fibrilas (CARVALHO et al., 2003). A tensão que ocorre entre as fibrilas de colágeno e entre estas com os solventes e o HEMA, é devido a uma força de ligação entre estes componentes. Esta força é na maioria das vezes representada pela formação de ligação (pontes de hidrogênio) entre os

peptídeos das fibrilas de colágeno e também destas com as soluções presentes na dentina, como a água, os solventes e os monômeros (PASHLEY et al., 2001; CARVALHO et al., 2004). De acordo com Pashley et al. (2002), o parâmetro de solubilidade entre as fibrilas de colágeno, é de aproximadamente $18-19 \text{ J/cm}^3$. Para que estas ligações entre as moléculas se rompam e a matriz de dentina tenha espaço suficiente para penetração do monômero resinoso, é necessário que a substância presente na dentina tenha o parâmetro de solubilidade maior que a existente entre as fibrilas de colágeno. A água apresenta parâmetro de solubilidade de 37,3 (Tabela 1), e assim consegue manter a arquitetura da trama de colágeno, em uma condição expandida. Entretanto se for aplicado um solvente que apresente um parâmetro de solubilidade menor que o das fibrilas, ocorrerá uma contração da matriz, proporcional ao parâmetro de solubilidade deste solvente, podendo causar um enrijecimento da mesma (PASHLEY et al., 2001).

Assim, a interação com o colágeno, a permanência do solvente na dentina e a forma como os solventes são evaporados são aspectos importantes para obtenção de uma adequada união (CHO e DICKENS, 2004; VAN LANDUYT et al., 2005).

Na propriedade de evaporação dos solventes de evaporar espontaneamente, existe algumas características próprias de cada solvente que estão diretamente ligadas à capacidade de volatilização (PASHLEY et al., 1998; CARVALHO et al., 2003; GARCIA et al., 2005). O peso molecular (Tabela 1) é uma propriedade química particular, que pode facilitar a evaporação quando apresentar baixo peso, ou dificultar quando apresentar alto peso. Os sistemas adesivos dentinários apresentam fundamentalmente em sua composição a presença de 2-hidróxietyl metacrilato (HEMA), ou monômero ambifílico, que devido ao seu grande peso molecular pode influenciar na retenção do solvente, dificultando sua remoção.

Pashley et al. (1998), confirmaram o efeito do HEMA na evaporação da água, ao misturar água e HEMA em diferentes concentrações. Os autores concluíram que a adição de HEMA diminuiu a taxa de evaporação de água da mistura água-HEMA.

Além desta, a pressão de vapor, também é uma propriedade que influencia na velocidade de evaporação e de remoção da água presente na dentina, sendo que quanto maior a pressão de vapor o solvente apresentar, mais facilmente irá evaporar e carrear consigo a água da dentina. Mas a pressão de vapor de cada solvente, ao contrário do peso molecular, pode variar de acordo com a temperatura. Assim, a temperatura e umidade relativa do ar são condições físicas que podem influenciar na volatilização do solvente, sendo que quanto maior a temperatura, maior será a pressão de vapor do solvente, que conseqüentemente mais fácil será de evaporar. Ao contrário, quanto menor a umidade relativa do ar, maior será a capacidade de evaporação (PASHLEY et al., 1998). Esta interferência da umidade relativa do ar foi observada no estudo de Pashley et al. (1998). A taxa de evaporação de água da mistura água-HEMA era mais alta quando a umidade relativa do ar era de 0% do que quando estava a 51%. Os resultados indicaram que como a água evapora da mistura água + HEMA, a concentração de HEMA aumenta porque é relativamente não volátil. Este aumento na concentração de HEMA, abaixa a pressão de vapor da água fazendo com que seja mais difícil remover quantidades residuais de água, que pode interferir negativamente na polimerização dos monômeros resinosos.

Tabela 1 – Características químicas e físicas dos solventes presentes nos sistemas adesivos e do HEMA.

Produtos	Parâmetro de Solubilidade (d_h) (J/cm ³)	Peso Molecular	Pressão de Vapor (mmHg)	Ponto de Ebulição
Acetona	7,0	58	185	56
Etanol	19,4	72	54	78,5
Água	37,3	18	23	96,8
HEMA	16,1	130	-	-

(adaptado de HANSEN, 1969)

d_h – parâmetro de solubilidade para estabelecimento de ligações do tipo ponte de hidrogênio.

De acordo com a Tabela 1 e a relevância exposta de cada uma destas propriedades, há de considerar que os solventes agirão de acordo com a interação entre tais características.

Podemos observar que os solventes utilizados nos sistemas adesivos dentinários apresentam parâmetro de solubilidade menor que a água. Assim, ao serem aplicados, geram uma contração imediata na dentina úmida (NAKAJIMA et al., 2002), prejudicando não somente a permeação dos monômeros, mas também dificultando a evaporação destes solventes (CARVALHO et al., 2004).

Outra reação ocasionada da interação dos solventes com o colágeno é o grau de enrijecimento da matriz de dentina desmineralizada, quando imersos em solventes puros. Este efeito foi investigado por Garcia et al. (2005), que analisaram o enrijecimento da matriz de dentina desmineralizada, quando imersos em solventes puros, com base no módulo de elasticidade obtido. Os resultados demonstraram que, a dentina desmineralizada quando imersa em solventes (acetona, metanol, etanol, propanol) aumentava o módulo de elasticidade, causando assim um enrijecimento da malha de colágeno. Isso não foi observado quando as amostras foram imersas em água. A acetona demonstrou ser o solvente que gerou maior

enrijecimento da dentina, seguido do etanol, ar, metanol e propanol. A importância clínica do efeito do solvente sobre o módulo de elasticidade da dentina, está relacionada com a manutenção dos espaços para permeação dos monômeros.

O trabalho anterior confirma o que foi verificado por Pashley et al. (2001), que verificaram uma contração da matriz proporcional ao parâmetro de solubilidade dos solventes, causando o enrijecimento das fibrilas de colágeno.

Assim, o tipo de solvente e a presença residual terão grande influência nas propriedades mecânicas dos sistemas adesivos ou da camada híbrida formada em dentina (KANCA III, 1998; REIS et al., 2003; CHO e DICKENS, 2004; LOPES et al., 2006). Kanca III em 1998 verificou o tempo entre a aplicação e fotoativação dos adesivos, constatando que o favorecimento do tempo de evaporação foi benéfico ao comportamento dos produtos testados.

Trabalhos como de Reis et al. (2003), de Cho e Dickens (2004) e de Lopes et al. (2006), evidenciaram fortemente esta influência, verificando por diferentes metodologias que a dentina apresenta maior sensibilidade de técnica, determinando resultados distintos com o uso de diferentes solventes, sendo a presença residual do mesmo, responsável pela maior degradação da interface, decorrendo em resultados menos favoráveis.

Quando o sistema adesivo utilizado for simplificado (convencional de 2 passos ou autocondicionante de passo único), formulações mais complexas são necessárias. Neste caso, os monômeros resinosos são geralmente mais ácidos e hidrofílicos, o que aumenta a complexidade também do processo adesivo (CARVALHO et al., 2004). Esta composição acídica facilita a formação de uma camada mais hipertônica, o que contribui na atração e incorporação de água na

camada adesiva e conseqüentemente levando à degradação da interface ao longo do tempo (TAY et al., 2002).

Devido a diversos problemas inerentes aos adesivos simplificados, vários pesquisadores se propuseram estudar esta categoria de adesivo dentinário. Tay et al. (2002), pesquisando sobre a possibilidade da difusão de água por entre a camada de adesivo, encontraram que os adesivos simplificados autocondicionantes de 1 passo podem agir como membranas semipermeáveis permitindo a difusão de água pela camada de dentina hibridizada entre o adesivo e a resina composta.

Estes estudos evidenciam a atenção que deve ser dispensada nesta interface em relação à água. Fatores que favorecem esta hidrofília devem ser minimizados e a evaporação dos solventes contribui neste sentido também (VAN LANDUYT et al., 2005).

Sob este aspecto, Yiu et al. (2004) avaliaram a influência do grau de hidrofília de diferentes formulações experimentais por meio de um teste mecânico (resistência à união por microtração). Os resultados demonstraram haver uma redução significativa na resistência à tração quando utilizadas misturas mais hidrofílicas, quando comparados às misturas com menor hidrofília.

A relação desta hidrofília com a presença de solvente pode ser explicada pelo trabalho de Yiu et al. (2005). Este estudo avaliou a relação da hidrofília com a retenção dos solventes orgânicos e da água em diferentes misturas experimentais de solventes + monômero resinoso. Os resultados indicaram que quanto maior a hidrofília da mistura, maior a retenção de solvente.

Colaborando com os resultados, em uma análise ao microscópio eletrônico de transmissão, observaram a presença de gotículas de água residual retida na camada de adesivo. A adição da água às misturas de etanol + monômero resultou no

aumento da retenção de ambos (etanol e água) provavelmente porque acentuam a formação de pontes de hidrogênio com os monômeros.

Por trabalhos similares aos investigados por Yiu et al. (2004 e 2005), a sorção de água pelos sistemas adesivos propriamente dito é uma propriedade importante, uma vez que tem a capacidade de favorecer o acúmulo de água e conseqüente plastificação da camada adesiva e facilitação de degradação de interface. Sugere-se que sorção de água pode ser aumentada com o acréscimo de solventes, e a presença destes na interface adesiva interferem no processo de polimerização dos monômeros resinosos, ocasionando danos às propriedades mecânicas (JACOBSEN e SÖDERHOLM, 1995; PAUL et al. 1999; FABRE et al., 2006).

No estudo de Mortier et al. (2004), a importância da sorção de água e da solubilidade foi constatada, verificando que o aumento da quantidade de monômeros hidrofílicos provoca elevados valores de sorção de água e da solubilidade nos sistemas adesivos. No mesmo raciocínio, Fabre et al. (2006) pesquisaram a sorção e solubilidade de água de diferentes formulações comerciais de sistemas adesivos fotoativados com diferentes tipos de fonte de luz. Os autores evidenciaram que os produtos com maiores características hidrofílicas sofreram maior sorção e que esta propriedade ainda era afetada pela fonte de luz utilizada, dependendo do sistema adesivo. Ainda num estudo sobre a permeabilidade da camada híbrida, Tay et al. (2003) concluíram que em todos os modos de polimerização, existe a presença de água na camada híbrida, e esta é proveniente da dentina.

Para confirmar clinicamente que adesivos dentinários simplificados são mais hidrofílicos associados a um menor valor de resistência adesiva, Chersoni et al. (2005) estudaram *in vivo* a movimentação de fluídos que ocorre nos adesivos simplificados quando são aplicados em dentina de canais radiculares. Verificaram

que para os sistemas adesivos simplificados ou autocondicionantes, houve formação de grande número de gotículas na camada de adesivo, ao passo que para o grupo controle, (sistema adesivo convencional de 3 passos), o número de gotículas foi quase nulo. Os autores concluíram que o uso de adesivos convencionais menos permeáveis, de caráter menos hidrofílico, parece ser uma alternativa mais racional.

Todos estes aspectos fazem com que os sistemas adesivos sejam de fato inseridos em uma técnica sensível, já que o equilíbrio entre a afinidade com a água e o cuidado para que esta não seja exagerada é um dos principais fatores que regem o sucesso ou insucesso da restauração adesiva.

Durante a aplicação do sistema adesivo, a umidade dentinária é primordial para se conseguir a manutenção da arquitetura da rede de colágeno e ao mesmo tempo favorecer a permeação dos monômeros resinosos. (KANCA, 1992). Considerando a relação entre qualidade adesiva e o solvente presente nos sistemas adesivos, é válido ressaltar a importância do grau de umidade dentinária no momento da aplicação dos diferentes tipos de sistemas adesivos. (KANCA, 1992, KANCA III, 1998; PERDIGÃO et al., 2002; REIS et al., 2003). Os solventes presentes nos sistemas adesivos se comportam diferentemente, dependendo do estado de umidade dentinária, sendo que os adesivos à base de acetona são mais sensíveis quando comparados aos adesivos a base de etanol e água.

Demonstrando que o tipo de solvente influencia na capacidade de molhamento do *primer*, Kanca III (1998), avaliou se o tempo de molhamento dentinário pode ser significativo para a resistência adesiva da dentina. Concluiu que o potencial de molhamento depende do tipo de solvente usado no *primer*, e do tratamento ácido do substrato. Concluiu também que, *primers* a base de água, levaram a um maior tempo de permanência na superfície, resultando em maior valor

de resistência adesiva. Também concluiu que em todos os casos, a utilização da técnica úmida facilitou a interação da resina com a superfície dentinária.

Neste mesmo raciocínio, Perdigão et al. (2002), conduziram uma pesquisa *in vivo* para avaliar a resistência adesiva, à dentina úmida ou seca, utilizando sistemas adesivos a base de etanol (Excite), de acetona (Prime & Bond NT) e a base de etanol e água (Single Bond). A secagem da dentina por 5 segundos, não influenciou na resistência adesiva dos sistemas utilizados. O Single Bond e o Prime & Bond NT apresentaram valores de resistência à união semelhantes quando em condições de dentina úmida. O Single Bond aplicado em dentina úmida resultou em maiores valores de resistência adesiva que o Excite aplicado em dentina úmida ou seca.

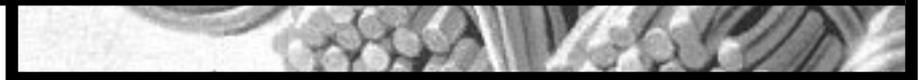
Reis et al. (2003) analisaram o efeito que as condições de umidade dentinária, previamente à aplicação de diferentes tipos (solventes) de sistemas adesivos, têm sobre a resistência adesiva. Adesivos a base de acetona obteve o menor resultado de resistência adesiva quando em condição seca, sem nenhuma quantidade de água, enquanto que o sistema a base de água + etanol e o sistema a base de água obtiveram valores maiores, mas semelhantes entre si. Entretanto, quando foi adicionado 4 μ L de água após a secagem, esta condição se inverteu, elevando a resistência adesiva do adesivo a base de acetona e diminuindo para os adesivos a base de etanol e água. Quando os autores compararam a resistência imediata e após 6 meses, em todos os casos houve uma redução significativa nos valores de resistência adesiva.

Reis et al. (2001), em seu estudo afirmaram que antes da realização da fotoativação do adesivo, o excesso de solvente presente na superfície deve ser removido adequadamente. Segundo demonstrado por Tay et al. (1995), quando não há a realização de uma adequada eliminação do solvente e da água remanescente

observa-se maior microinfiltração. Além disso, adesivos a base de água/etanol, por possuírem menor pressão de vapor, quando comparados àqueles a base de acetona (ABATE; RODRIGUEZ; MACCHI, 2000), necessitam permanecer por um período mais longo na superfície dentinária, antes de serem fotoativados. Tal procedimento garante uma maior evaporação do solvente e propicia melhor grau de selamento marginal e de resistência adesiva para tais sistemas (MIYAZAKI et al., 1996).

Além da importância do solvente na aplicação clínica, Abate; Rodriguez; Macchi (2000) se preocuparam com o aspecto do acondicionamento dos frascos, visto que o mau vedamento das tampas dos frascos, pode levar a uma evaporação espontânea dos solventes presentes podendo comprometer a correta permeação da porção monomérica na trama de colágeno. Desta forma, avaliaram o comportamento de diferentes adesivos frente à sua capacidade de evaporação espontânea, testando diferentes solventes em adesivos simplificados ao longo do tempo. Os autores verificaram que os produtos a base de acetona tiveram as maiores perdas de massa, seguido pelo grupo constituído por produtos nos quais acetona é combinada com outros solventes, ou aquele que continha etanol ou etanol e água. Finalmente, os mais baixos valores foram registrados com produtos a base de água.

Diante de todos estes aspectos, torna-se claro a necessidade do conhecimento quanto ao comportamento da capacidade de evaporação dos principais solventes quando incorporados aos produtos adesivos comerciais.



PROPOSIÇÃO

- Objetivo geral

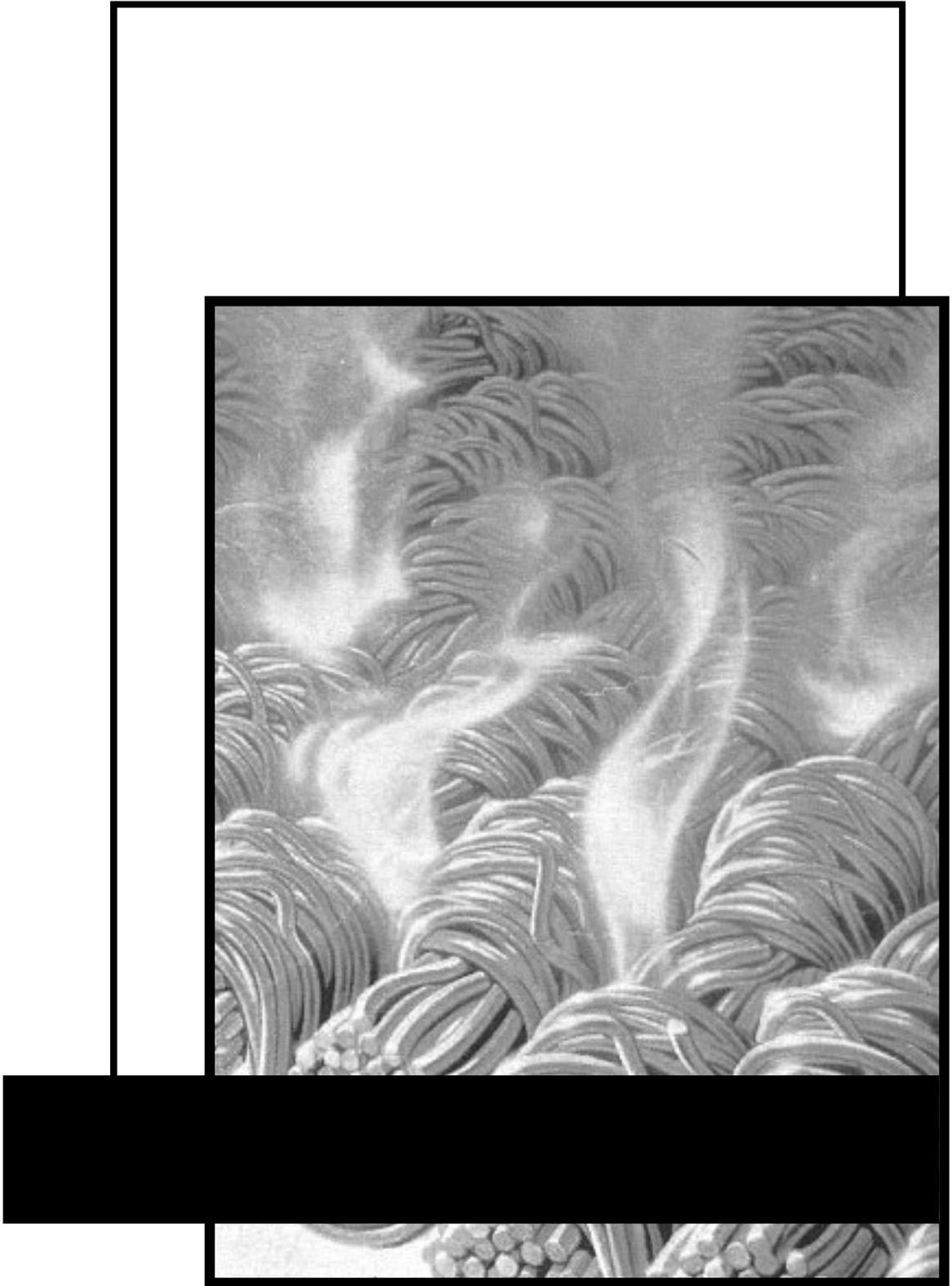
O objetivo do trabalho foi avaliar a evaporação dos solventes a partir dos sistemas adesivos e de misturas experimentais no decorrer do tempo.

- Objetivos específicos

Os objetivos específicos foram de testar as hipóteses nulas de que:

1- não há influência do tipo de solvente na evaporação de misturas experimentais, dos sistemas adesivos e dos solventes puros.

2- não há diferença na de evaporação ao longo do tempo.



MATERIAL E MÉTODO

- Materiais

Os materiais avaliados estão apresentados na tabela 2 e figura 2:

Tabela 2 – Materiais utilizados e suas respectivas composições de acordo com o fabricante.

Material	Classificação	Fabricante	Lote (Validade)	Composição
Adper ScotchBond Multi-purpose - primer (SBMP-A)	convencional	3M ESPE	5BA (09/2008)	<ul style="list-style-type: none"> • HEMA • Ácido polialcenóico • Água
Adper ScotchBond Multi-purpose - adesivo (SBMP-B)	convencional	3M ESPE	5PJ (12/2008)	<ul style="list-style-type: none"> • Bis-GMA – 60 – 70% • HEMA - 30 – 40% • Canforoquinona • EDMAB
Prime & Bond NT (PBNT)	convencional	DENTSPLY	494615 (03/2007)	<ul style="list-style-type: none"> • UDMA • Resina 5-62-1 • Resina-T • Resina-D • Sílica coloidal nanométrica silanizada • Dipentaeritritol-pentacrilato éster fosfato • Hidrofluoreto de cetilamina • Fotoiniciadores e estabilizadores • Acetona • HEMA
Excite (EXC)	convencional	IVOCLAR – VIVADENT	H34505 (05/2008)	<ul style="list-style-type: none"> • Acrilato do ácido fosfínico < 12% • HEMA < 21% • Dimetacrilatos < 45% • Álcool < 26% • Dióxido de silício (SiO₂) • Iniciadores e estabilizadores
Adper Single Bond 2 (SB 2)	convencional	3M ESPE	5EP (08/2008)	<ul style="list-style-type: none"> • Álcool Etílico – 25-35% • Bis-GMA - 10 – 20 % • Nanopartícula de sílica tratadas com silano – 10-20% • HEMA – 5-15% • Glicerol 1, 3 dimetacrilato – 5-10% • Copolímero de ácido acrílico e ácido itacônico – 5-10% • UDMA – 1-5% • Água < 5%

AdheSE (AD-1)	autocondicionante	IVOCLAR VIVADENT	H32396 (03/2008)	<ul style="list-style-type: none"> • Água • Dimetacrilatos • Acrilato do ácido fosfínico < 40% • Iniciadore e estabilizadores
AdheSE (AD-2)	autocondicionante	IVOCLAR VIVADENT	H31019 (04/2008)	<ul style="list-style-type: none"> • HEMA <25% • Dimetacrilatos <75% • Dióxido de silício (SiO₂) • Iniciadores e estabilizadores
Xeno III (XE-A)	autocondicionante	DENTSPLY	0504002710 (03/2007)	<ul style="list-style-type: none"> • HEMA • Água • Etanol • Tolueno hidroxibutilato • Sílica amorfa
Xeno III (XE-B)	autocondicionante	DENTSPLY	0504002710 (03/2007)	<ul style="list-style-type: none"> • PIRO-EMA • PEM-F • UDMA • THB • Canforoquinona • EDMAB
Acetona (AC)	solvente	SYNTH	840889 (07/2008)	-
Etanol (ET)	solvente	DINÂMICA	20161 (12/2009)	-
Água (AG)	solvente	UNOPAR	-	-
HEMA	monômero	SIGMA ALDRICH	S24239-215 (07/2010)	-
AC + HEMA	mistura experimental	-	-	<ul style="list-style-type: none"> • 35% acetona • 65% HEMA
ET + HEMA	mistura experimental	-	-	<ul style="list-style-type: none"> • 35% etanol • 65% HEMA
AG + HEMA	mistura experimental	-	-	<ul style="list-style-type: none"> • 35% água • 65% HEMA

(HEMA: 2-hidroxi-etil-metacrilato; Bis-GMA: Bisfenol diglicidil dimetacrilato; EDMAB: Etil 4-dimetil amino benzoato; UDMA: Uretano dimetacrilato; PIRO-EMA: Metacrilato funcionalizado com ácido fosfórico; PEM-F: Monofluoro fosfazeno modificado; THB : Tolueno hidroxibutilato).

As misturas de solvente + HEMA foram manipuladas a partir de acetona e etanol puros + HEMA puro. A água deionizada foi preparada no laboratório da UNOPAR. Essas misturas foram manipuladas na proporção de 65% solvente + 35% HEMA em volume, em um béquer, utilizando um misturador magnético à temperatura de 24°C e umidade relativa do ar de 62%. Estrategicamente, os

solventes foram escolhidos por apresentar miscibilidade em HEMA e por serem os principais utilizados em formulações comerciais.



Figura 2 – Sistemas adesivos utilizados para avaliação da evaporação.

- Método

O trabalho foi conduzido em uma sala a uma temperatura que variou entre 21 e 24°C e umidade relativa do ar entre 55 e 65%. Cada valor de massa dos sistemas adesivos, das misturas de solvente + HEMA e dos solventes puros foi mensurado em uma balança analítica de precisão de 0,0001g (BIOPRECISA, mod. 2104N) (Figura 3), que foi previamente calibrada no início do monitoramento e com constante monitoramento da calibração durante todo o ensaio.



Figura 3 – Balança analítica digital de 0,0001g de precisão.

Um recipiente padronizado de plástico, com diâmetro de 4,33 mm e 2,43 mm de profundidade (Figura 4) que foi medido com auxílio de um paquímetro digital (Messen) foi posicionado no centro da balança, e então todas as janelas (2 laterais e 1 superior) foram fechadas. O volume do material a ser analisado não preencheu todo o recipiente. Logo em seguida, a balança foi zerada, para dar início às mensurações.

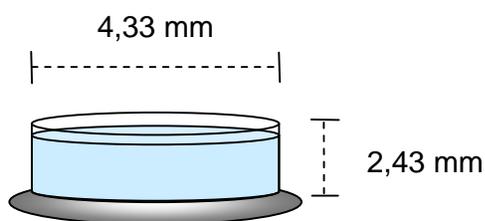


Figura 4 – Recipiente padronizado utilizado para dispensar as soluções.

Para cada material, foram realizadas seis mensurações utilizando-se uma alíquota de 10 μ L (Figura 5) que eram removidos a partir do próprio frasco do sistema adesivo por meio de uma micropipeta ajustável (Gilson, França).



Figura 5 – Micropipeta ajustada em 10 μ L.

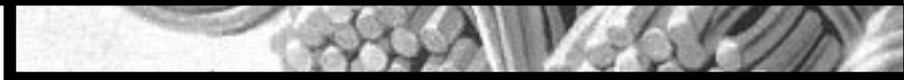
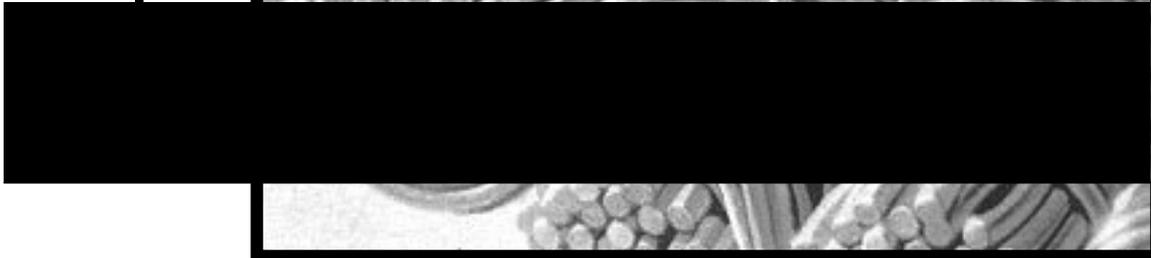
Para facilitar a dosagem do material na micropipeta, o bico dispensador da embalagem original de cada sistema adesivo foi removido previamente e o frasco imediatamente tampado novamente. Após a dosagem, rapidamente, o excesso exterior da ponteira era retirado com auxílio de um papel absorvente e dispensado no recipiente padronizado. Para dispensar o material a ser analisado, apenas uma das janelas da balança era aberta, atentando para que a micropipeta se posicionasse o mais verticalmente possível, a fim de que o volume da gota não se alterasse. Imediatamente após dispensar o material testado no recipiente, a janela era fechada e o valor indicado era registrado. Este valor de massa inicial, considerado 100%, correspondeu ao tempo 0 (zero) segundos. Em seguida, todas as janelas foram abertas e as soluções foram evaporadas livremente, enquanto as

reduções de massa foram monitoradas nos tempos correspondendo 5", 10", 15", 30", 1', 2', 5' e 10'. Durante todo o experimento, a temperatura ambiente e a umidade relativa do ar foram monitoradas por meio de um termo-higrômetro digital (INCOTERM, Alemanha) posicionado próximo da balança. O mesmo protocolo para mensuração da perda de massa foi utilizado para as misturas experimentais e solventes puros.

Os valores de massa foram registrados e normalizados (transformados em porcentagem). A taxa de evaporação (%/min.) também foi calculada através da relação entre a média de perda de massa em relação ao tempo para todas as soluções.

- Análise estatística

Os valores obtidos foram submetidos à análise estatística utilizando-se o programa Graph Pad Prism 4 para determinar se existe diferença estatística entre os grupos, por meio da análise de variância ANOVA a dois critérios (material e tempo). O teste de Bonferroni foi utilizado para identificar em quais grupos a análise de variância detectou ($p < 0,05$) para detectar diferenças individuais.



RESULTADOS

Os resultados obtidos durante a mensuração da perda de massa e da taxa de evaporação estão apresentados nas Tabelas 3 e 4 respectivamente.

Tabela 3 – Valores em % da massa perdida dos sistemas adesivos, das misturas solvente + HEMA e dos solventes puros durante a evaporação em função do tempo.

	0"	5"	10"	15"	30"	1'	2'	5'	10'
SBMP-A	0	1,65 ^a	1,53 ^a	1,65 ^a	1,63 ^a	2,07 ^a	2,71 ^a	3,31 ^a	3,60 ^{aA}
SBMP-B	0	1,44 ^a	1,77 ^a	2,15 ^a	2,15 ^a	2,15 ^a	2,15 ^a	2,15 ^a	2,15 ^{aA}
PBNT	0	4,73 ^{ab}	4,73 ^{ad}	4,73 ^{ae}	4,73 ^{agh}	15,02 ^{hdegi}	18,28 ^{bdfh}	19,75 ^{ci}	20,64 ^{ciBCDE}
EXC	0	1,71 ^a	1,23 ^a	1,71 ^a	1,71 ^a	1,71 ^a	1,71 ^a	1,71 ^a	1,71 ^{aA}
SB 2	0	1,70 ^a	2,74 ^a	2,74 ^a	3,33 ^a	2,74 ^a	2,74 ^a	2,74 ^a	3,26 ^{aA}
AD-1	0	3,22 ^a	3,83 ^a	3,03 ^a	4,23 ^a	4,23 ^a	5,24 ^a	5,24 ^a	7,05 ^{aA}
AD-2	0	2,33 ^a	2,80 ^a	3,51 ^a	2,79 ^a	2,96 ^a	4,56 ^a	5,55 ^a	5,62 ^{aA}
XE-A	0	3,32 ^a	3,79 ^a	5,05 ^a	5,72 ^a	6,20 ^a	6,42 ^a	7,35 ^a	8,04 ^{aA}
XE-B	0	1,84 ^a	2,62 ^a	2,43 ^a	2,64 ^a	3,58 ^a	4,82 ^a	8,88 ^a	10,09 ^{aAC}
AC	0	15,06 ^b	22,13 ^{bc}	28,08 ^{bd}	36,35 ^{cde}	46,49 ^{efh}	59,01 ^{fg}	69,98 ^{gh}	79,16 ^{hB}
ET	0	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,74 ^a	2,94 ^a	2,94 ^a	6,62 ^a	6,62 ^{aAD}
AG	0	3,78 ^a	3,45 ^a	4,50 ^a	4,83 ^a	4,99 ^a	6,19 ^a	7,02 ^a	7,18 ^{aA}
HEMA	0	1,35 ^a	1,34 ^a	1,95 ^a	2,11 ^a	2,80 ^a	2,80 ^a	3,05 ^a	3,05 ^{aA}
AC + HEMA	0	1,90 ^{ab}	7,26 ^{ac}	9,77 ^{acd}	12,90 ^{ac}	13,93 ^{ac}	16,01 ^{bc}	20,58 ^c	23,42 ^{dAE}
ET + HEMA	0	0,91 ^a	1,18 ^a	1,73 ^a	1,73 ^a	3,32 ^a	4,16 ^a	4,75 ^a	5,14 ^{aA}
AG + HEMA	0	0,82 ^a	0,68 ^a	0,91 ^a	0,91 ^a	0,91 ^a	1,39 ^a	2,02 ^a	2,43 ^{aA}

Diferentes letras minúsculas revelam diferenças estatísticas na mesma linha.

Diferentes letras maiúsculas revelam diferenças estatísticas na mesma coluna.

Tabela 4 – Taxa da evaporação dos sistemas adesivos, das misturas solvente + HEMA e dos solventes puros em cada tempo (% massa/tempo).

	0"	5"	10"	15"	30"	1'	2'	5'	10'	Total
SBMP-A	-	19,67	9,85	6,56	3,28	1,63	0,81	0,32	0,16	42,28
SBMP-B	-	19,71	9,82	6,52	3,26	1,63	0,82	0,33	0,16	42,26
PBNT	-	19,05	9,53	6,35	3,18	1,42	0,68	0,27	0,13	40,61
EXC	-	19,66	9,88	6,55	3,28	1,64	0,82	0,33	0,16	42,31
SB 2	-	19,66	9,73	6,48	3,22	1,62	0,81	0,32	0,16	42,01
AD-1	-	19,36	9,62	6,46	3,19	1,60	0,79	0,32	0,15	41,49
AD-2	-	19,53	9,72	6,43	3,24	1,62	0,80	0,31	0,16	41,81
XE-A	-	19,34	9,62	6,33	3,14	1,56	0,78	0,31	0,15	41,23
XE-B	-	19,63	9,74	6,50	3,25	1,61	0,79	0,30	0,15	41,97
AC	-	16,99	7,79	4,79	2,12	0,89	0,34	0,10	0,03	33,06
ET	-	20,00	10,00	6,67	3,31	1,62	0,81	0,31	0,16	42,87
AG	-	19,24	9,66	6,37	3,17	1,58	0,78	0,31	0,15	41,27
HEMA	-	19,73	9,87	6,54	3,26	1,62	0,81	0,32	0,16	42,31
AC + HEMA	-	19,62	9,27	6,02	2,90	1,43	0,70	0,26	0,13	40,34
ET + HEMA	-	19,82	9,88	6,55	3,28	1,61	0,80	0,32	0,16	42,41
AG + HEMA	-	19,84	9,93	6,61	3,30	1,65	0,82	0,33	0,16	42,64

Foi verificado ao final da análise que todos os produtos apresentaram perda de massa. Por possuírem características químicas específicas, porém algumas similares, os resultados obtidos dos materiais testados foram agrupados de acordo com o solvente que os compõem, com objetivo de facilitar a avaliação e comparação entre eles. A porcentagem de perda de massa foi expressa em termos relativos de acordo com a média de massa (%) pelo tempo (s) para cada grupo testado.

No gráfico 1 verifica-se a perda de massa em função do tempo dos 3 solventes puros. Foram primeiramente analisados separadamente dos outros materiais, já que cada um (acetona, etanol e água) funcionou como “controle” dos sistemas adesivos e misturas que continham tal solvente na formulação.

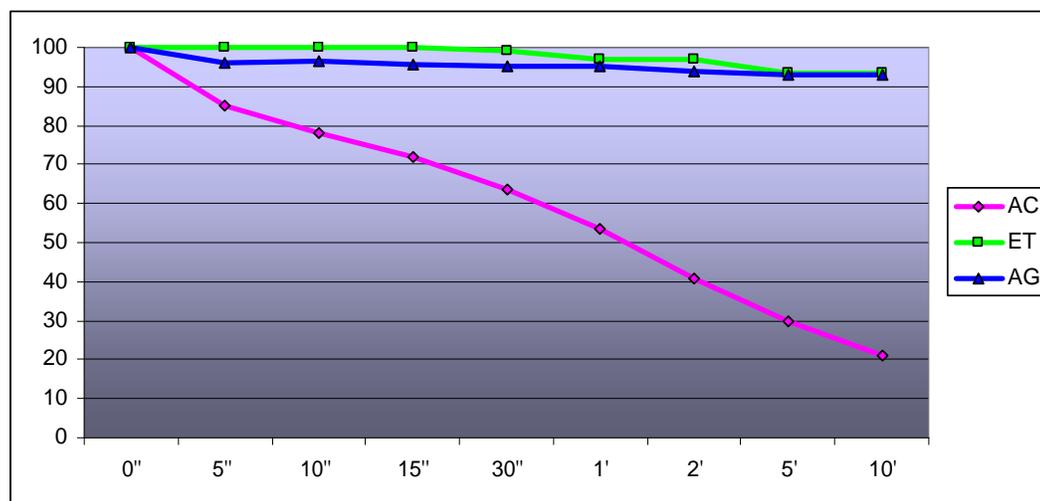


Gráfico 1 – Perda da massa (%) em função do tempo dos 3 solventes puros.

Assim, quando analisado os produtos que apresentavam **acetona** na sua composição, foi agrupado para a análise a acetona (pura), a mistura acetona + HEMA e o Prime & Bond NT. Dentre estes materiais o solvente puro obteve

maiores porcentagens de perda de massa (79,16%), seguido da acetona + HEMA (23,42%) e por último o sistema adesivo dentinário Prime & Bond NT (20,64%) (Gráfico 2).

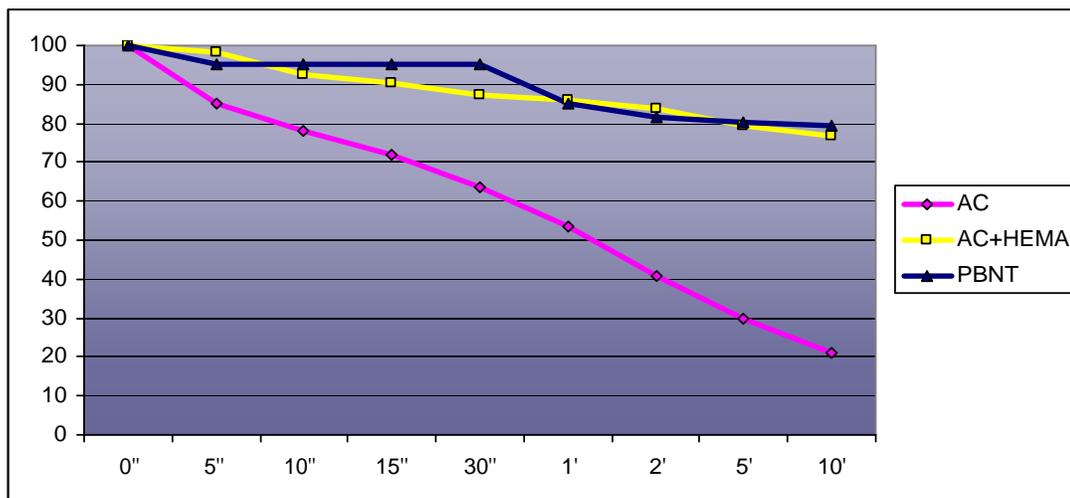


Gráfico 2 – Perda da massa (%) em função do tempo dos materiais que apresentam **acetona** em sua composição.

Com exceção da acetona, da acetona + HEMA e do Prime & Bond NT, que tiveram perdas de massa significante, todos os outros materiais apresentaram baixa perda, variando de 1,71, a 10,09 % de perda em relação aos pesos iniciais. A maior porcentagem de perda de massa, em proporção, foi verificada nos primeiros 15 segundos, ocorrendo, de maneira geral, certa estabilização dos valores, ainda que com pequenas perdas, que permaneceu até o final da análise.

Quando comparados os materiais a base de **etanol**, foram agrupados o solvente puro (etanol), a mistura etanol + HEMA e o Excite. A decisão por não agruparmos o Single Bond 2 e o Xeno III, foi pelo fato destes sistemas apresentarem além do etanol, a água na sua composição, o que poderia não atender o nosso objetivo. Neste grupo, a maior perda registrada foi do etanol

(6,62%) seguido da mistura etanol + HEMA (5,14%) e do Excite (1,71%), ressaltando a perda de massa (Gráfico 3) evidente.

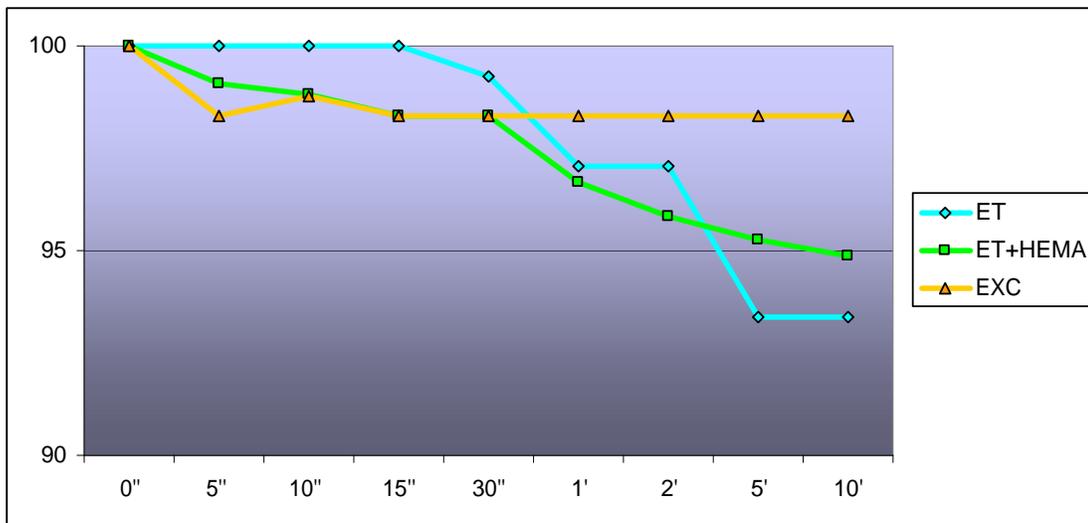


Gráfico 3 – Perda da massa (%) em função do tempo dos materiais que apresentam **etanol** em sua composição.

No grupo onde a **água** era o solvente, foi agrupado a água, a mistura água + HEMA, o Scotchbond Multipurpose – *primer* e o Adhese – 1. Neste grupo foi observado que o solvente (puro) foi o material que apresentou a maior perda de massa ao final dos 10 minutos (7,18%), seguido do Adhese – 1 (7,05%), do Scotchbond Multipurpose – *primer* (3,60%) e da água + HEMA (2,43%), com pequenas variações de perda de massa, confirmando a baixa quantidade de evaporação de todos os produtos testados (Gráfico 4).

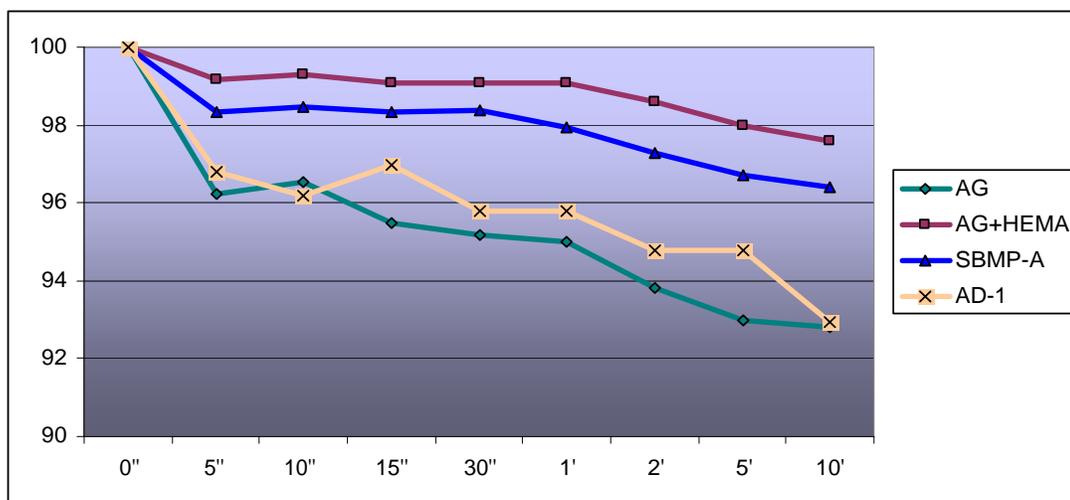


Gráfico 4 – Perda da massa (%) em função do tempo dos materiais que apresentam **água** em sua composição.

Devido à presença de produtos apresentando mais de um solvente na sua composição, como é o caso do Adper Single Bond 2 e do Xeno III – A, ambos compostos por **água** e **etanol** como solventes, foi realizado mais um agrupamento. O Xeno III – A, obteve uma maior perda de massa (8,04%), enquanto que o Single Bond 2 apresentou uma perda de massa menor (3,26%), não apresentando diferença estatística (Gráfico 5).

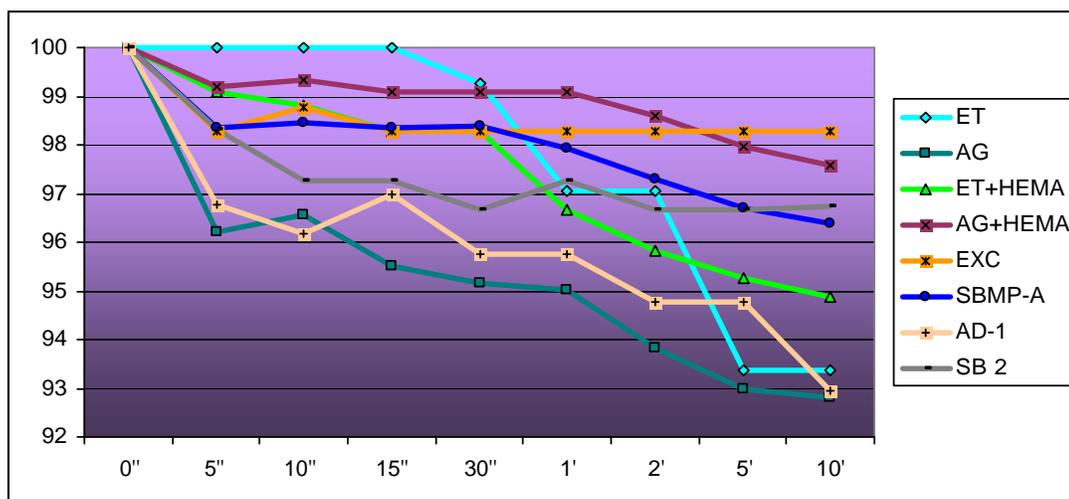


Gráfico 5 – Perda da massa (%) em função do tempo dos materiais que apresentam **água** e/ou **etanol** em sua composição.

A análise estatística revelou significância para os fatores tempo, material e houve interação entre os fatores estudados ($p < 0,001$). Todos os produtos com exceção dos constituídos por acetona (acetona pura, acetona + HEMA e Prime & Bond NT) apresentaram taxa de evaporação não significante ao longo do tempo.

No caso da acetona, para todos os tempos avaliados, houve uma taxa de evaporação diferente do tempo inicial ($p < 0,05$). A perda de massa ao final dos 10 minutos, atingiu o valor de 79,16% (Tabela 4).

A taxa de evaporação total de cada produto esta apresentada no gráfico 6.

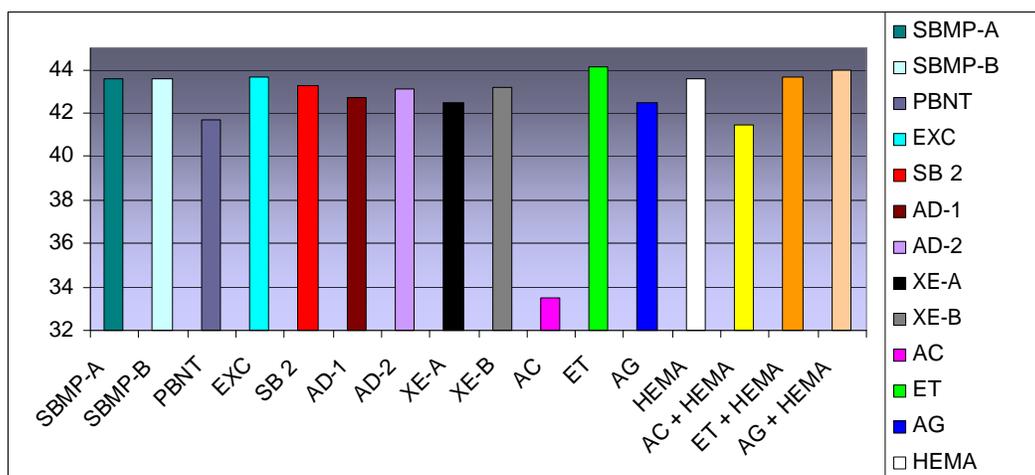
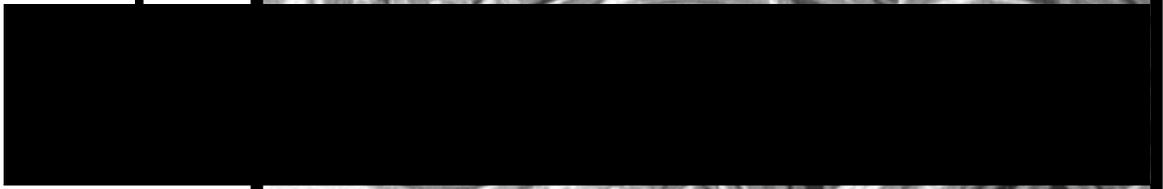


Gráfico 6 – Perda da taxa (%) ao final de 10' dos sistemas adesivos, das misturas experimentais e dos solventes puros.



DISCUSSÃO

A odontologia adesiva constitui-se como um procedimento de grande aplicação no campo restaurador. Os principais avanços dos últimos anos se devem ao entendimento do substrato dentinário, sobretudo do colágeno, fundamental na conduta dos novos direcionamentos de estudos (PASHLEY et al., 1993; CARVALHO et al., 1996; TAY et al., 2002). Desta maneira, as formulações químicas dos sistemas adesivos passaram a considerar o aspecto do substrato com a finalidade de alcançar resultados clínicos positivos (KANCA, 1992).

Dada à complexidade deste substrato, a técnica adesiva recomendada baseia-se na obtenção de uma condição parcialmente úmida, o que dificulta a técnica. Para contornar esta limitação, o uso de solventes orgânicos tem sido aplicado de forma satisfatória tendo como objetivo provocar inicialmente uma desidratação química (NAKAJIMA et al., 2002; CARDOSO et al., 2005), evitando-se o colapso exagerado da trama de colágeno (CARVALHO et al., 1996) comparado ao que seria obtido com o uso de jato de ar.

Esta alternativa com o uso de solventes associado à técnica úmida tem sido o mais viável até o momento, de acordo com o nível de compreensão do substrato e sua interação com os diferentes sistemas adesivos.

Após exercer as suas funções de manutenção dos espaços interfibrilares e, ao mesmo tempo, carrear a porção monomérica do sistema adesivo, o solvente deve ser removido o máximo possível, pois a sua presença pode prejudicar a interface adesiva ao longo do tempo (DE MUNCK et al., 2003).

Desta forma, são relevantes os estudos relacionados aos fatores que agem na evaporação destas substâncias, tal qual o presente trabalho.

Neste estudo, a hipótese nula de que o tipo do solvente não influencia na evaporação foi rejeitada, pois os resultados indicaram que, ao final do ensaio, o comportamento dos solventes puros, das combinações de HEMA/solvente e dos sistemas comerciais é dependente do solvente predominante. Este efeito é observado principalmente nos produtos em que o solvente é a acetona. Notou-se um comportamento similar entre estes, sendo os únicos produtos a demonstrarem significativa perda de massa ao longo do tempo avaliado (Gráfico 2). Como as demais misturas experimentais e sistemas comerciais, a base de etanol e água, não demonstram perdas significativas, o mesmo foi observado para os respectivos solventes puros. Esta observação reforça a evidência de que o solvente constituinte e suas características são os fatores determinantes que regem o nível de evaporação dos produtos.

Isto pode ser explicado em parte pela diferença que estes solventes apresentam em relação às propriedades físico-químicas como a pressão de vapor e o peso molecular.

Na passagem de uma solução da fase líquida para a gasosa, a velocidade da taxa da evaporação dependerá diretamente da sua pressão de vapor que por sua vez depende da temperatura e umidade relativa do ar. Desta forma, quanto maior a pressão de vapor, mais rapidamente o líquido irá se evaporar (PASHLEY et al., 1998; LIMA et al., 2005). Ao analisarmos os resultados das taxas da evaporação obtidos nesta pesquisa, pôde-se observar que a acetona pura apresentou os maiores valores de evaporação, confirmando a influência da propriedade da pressão de vapor, já que este solvente apresenta elevada pressão de vapor (185 mmHg) em temperatura constante de 20°C (YIU et al., 2005), comparado com outros solventes (Tabela1).

Os outros materiais testados que continham acetona em sua composição também apresentaram comportamento semelhante, obtendo relativas altas taxas de evaporação quando comparado com os demais materiais a base de etanol e/ou a base de água. Mas pelo fato de terem outros componentes menos voláteis associados à presença de partículas de carga, por exemplo, a evaporação foi menor quando comparada com a acetona pura.

É importante ressaltar que a pressão de vapor é influenciada pela temperatura numa relação diretamente proporcional. A pressão de vapor pode ser melhor compreendida ao relacionarmos a capacidade de evaporação ao ponto de ebulição, que é a temperatura necessária para um determinado líquido passar deste estado para o gasoso. Assim, quanto menor o ponto de ebulição, mais facilmente ocorrerá a evaporação. O ponto de ebulição por sua vez é determinado pela pressão atmosférica, diminuindo quanto menor for a pressão atmosférica e aumentando, quando a pressão estiver aumentada. Se aplicarmos estes conceitos neste trabalho, podemos afirmar que a taxa da evaporação da acetona revelou ser maior e mais rápida por apresentar um ponto de ebulição baixo, em 56,5°C (Tabela 1), sendo assim mais facilmente ela se evaporará quando comparada ao etanol e a água que apresentam seus pontos de ebulição em 78,4°C e 96,8°C respectivamente.

A importância clínica disso é que a pressão de vapor da água presente na dentina, durante a técnica úmida, pode ser elevada quando é adicionada uma substância com pressão de vapor maior. Isso facilitará a remoção residual da água, já que sua presença na interface adesiva pode ser prejudicial ao longo do tempo (PASHLEY e al., 1998; YIU et al., 2005). Entretanto, à medida que o solvente se evapora, a concentração de soluto (HEMA) aumenta, ocasionando a queda da

pressão de vapor da solução e assim diminuindo a sua volatilização, dificultando a total remoção do solvente e da água residual.

O peso molecular é outra característica que influencia na capacidade de evaporação dos líquidos (PASHLEY et al., 2001; PASHLEY et al., 2002; TAY et al., 2004b; GARCIA et al., 2005). Ao contrário da pressão de vapor, este fator se encontra inversamente proporcional à evaporação, sendo que quanto maior o peso molecular, menor será a evaporação, pela maior dificuldade do líquido de se volatilizar. De acordo com a Tabela 1, a acetona, relativamente, apresenta baixo peso molecular. Assim sendo, mais facilmente se volatilizará, confirmando novamente os resultados encontrados em nossa pesquisa. Quando comparamos o peso molecular da água (18) com o da acetona (58), percebe-se que esta apresenta um peso molecular maior que a anterior, o que nos levaria a pensar que a água seria evaporada mais facilmente que a acetona. Em contrapartida, a água apresenta menor pressão de vapor (Tabela 1), resultando em uma menor taxa de evaporação. Isso demonstra a necessidade de uma avaliação simultânea dos fatores que influencia na capacidade de evaporação dos solventes.

Um fator a ser considerado no baixo nível de evaporação a ser observado dos materiais testados foi a umidade relativa do ar estar entre 55 e 65%, ocasionando uma queda na pressão de vapor da solução, diminuindo sua capacidade de se volatilizar. Em condições semelhantes de umidade relativa do ar, Pashley et al. (1998) também obtiveram uma diminuição da taxa de evaporação, quando comparados com umidade relativa de 0%. Esta condição extrema, está voltada para a condição de uma sala com ar condicionado, uma vez que, a maioria das salas de procedimentos odontológicos, apresenta este equipamento e que acabam reduzindo umidade do ar, aumentando a pressão de vapor da solução.

Diante dos baixos valores de evaporação obtidos na atual pesquisa, é de grande relevância clínica o auxílio para o favorecimento da evaporação dos solventes e da água residual.

A segunda hipótese nula também foi rejeitada, ocorrendo uma redução na taxa de evaporação no decorrer do tempo. Nos primeiros 15 segundos houve uma queda acentuada na evaporação de todos os materiais, se estabilizando nos momentos seguintes até o final do ensaio. Esta redução ao longo do tempo foi novamente mais evidente para os materiais a base de acetona, seguido dos materiais a base de etanol, e dos a base de água. Isso pode ser explicado, além dos fatores mencionados referentes a cada solvente, também pelo fato de que à medida que o solvente vai se volatilizando, a concentração de monômero resinoso da solução vai aumentando, e como foi visto anteriormente, a pressão de vapor da solução vai diminuindo e dificultando a evaporação (PASHLEY et al., 1998).

No presente estudo, propusemos avaliar o comportamento destes solventes, porém, em diferentes formulações comerciais, como são de fato aplicados clinicamente.

O uso de produtos (solventes) puros ou combinados com HEMA na proporção 35% HEMA/ 65% solvente (v/v) foram importantes, pois possibilitam comparações diretas a trabalhos similares encontrados na literatura (PASHLEY et al., 1998) e de verificar a influência de apenas um de seus componentes químicos sem sofrerem influência. Uma vez que tais formulações apresentam outros componentes além do solvente ou do monômero principal, os mesmos poderiam agir sinergicamente ou não no favorecimento da taxa de evaporação.

Nos sistemas simplificados, a incorporação de partículas de carga tem se tornado uma rotina com a proposta de reduzir a tensão da interface e

conseqüentemente provocar uma redução do risco de infiltração marginal (TAY et al., 2004b). Entretanto, tais partículas poderiam atuar como soluto. A presença de qualquer soluto, tal qual o HEMA, sempre leva a uma redução da capacidade de evaporação dos solventes (PASHLEY et al., 1998). No entanto, independente dos sistemas simplificados avaliados no presente trabalho, Prime & Bond NT (acetona), Excite (etanol) e Single Bond 2 (água-etanol), nenhum destes demonstrou diferente comportamento em relação às suas respectivas formulações puras ou combinadas com HEMA nas condições testadas, apesar desta tendência ser notada. Este resultado sugere que a quantidade ou o tamanho das partículas, ou mesmo esta interação, não foi capaz de provocar influência na capacidade de evaporação e, portanto, sob tais condições não constitui um fator de preocupação adicional quando da sua utilização clínica, sob este aspecto.

Entretanto, Tay et al. (2004b) nos atenta para outro aspecto relacionado aos adesivos com presença de partículas e que pode influenciar na taxa da evaporação. Isso está relacionado com a viscosidade deste produto, pois a adição de carga aumenta a viscosidade, dificultando a evaporação do solvente. Na atual pesquisa, foram utilizados sistemas que apresentam partículas de carga na sua composição com exceção do sistema SBMP. Embora não tenham sido realizadas análises mais apuradas, acredita-se que a presença de tais partículas, aliado ao HEMA e outros componentes, possam ter influência na evaporação, pois quando comparado os sistemas adesivos com o grupo controle (solventes puros) e com o HEMA houve uma diminuição da taxa de evaporação, mesmo não sendo significativamente diferente entre si.

Além disso, a presença de fotoiniciadores nos sistemas adesivos comerciais e que não estão presentes nas misturas experimentais, de certa forma, podem

sofrer influência da luz ambiente, mesmo esta não sendo filtrada para o comprimento de onda que corresponde à fotoativação da porção monomérica. A grande maioria dos estudos, ao investigarem as formulações experimentais, não considerava esta influência (PASHLEY et al., 1998; YIU et al., 2004). Uma clara evidência da importância de se considerar a presença do fotoiniciador, foi observada nos primeiros testes-piloto realizados em nosso experimento. Para esta etapa, produtos já previamente utilizados em outros estudos, foram testados seguindo o mesmo protocolo. Nos primeiros minutos, já se observava um aumento da viscosidade das formulações comerciais, o que não ocorreu com as formulações experimentais, ou seja, livres de fotoiniciadores. Ao se realizar os testes definitivos, esta tendência foi observada porém em menor escala.

Diferentemente da presente pesquisa, o trabalho de Abate et al. (2000), teve por objetivo avaliar a taxa da evaporação ocorrida pela remoção da tampa dos frascos dos sistemas adesivos. Isto, pensando clinicamente na efetividade deste sistema ao longo do tempo útil do frasco, já que o mesmo seria destampado várias vezes para ser utilizado e com isso podendo perder quantidades de solventes. Sendo uma das funções do solvente facilitar a infiltração dos monômeros resinosos pela trama de colágeno, tal perda poderia diminuir sua efetividade, podendo então levar a prejuízos na qualidade da adesão. O motivo da comparação com a presente pesquisa é que ambos utilizaram formulações comerciais, obtendo resultados semelhantes, sendo que os materiais a base de acetona foram os que tiveram maior perda de massa, seguidos pelos materiais a base de etanol e dos a base de água.

Mais recentemente, Lima et al. (2005) confirmaram os valores encontrados por Abate et al. (2000). Com propósito semelhante, os autores avaliaram a taxa da

evaporação dos solventes de sistemas adesivos que já estavam sendo clinicamente utilizados durante um tempo e testaram a sua efetividade no controle de infiltração marginal. Além da perda de massa verificada nos sistemas em utilização, quando comparado com o grupo controle (frasco novo), os sistemas que tinham sofrido evaporação apresentaram menor efetividade no controle da infiltração. Isso pode ser explicado pelo fato de que com a diminuição dos solventes que foram evaporando dos frascos a medida que eram utilizados, menor foi a permeação dos monômeros pelos espaços da trama de colágeno, diminuindo a sua efetividade.

Estes 2 estudos demonstraram que, se por um lado a evaporação é desejada quando aplicado o sistema adesivo no substrato dentinário, o mesmo é inverso no caso de sua conservação, por remover o solvente que deveria ser funcional na interação com as fibrilas de colágeno.

Considerando o uso destes produtos na formação da camada híbrida, é necessária a permeação do solvente pelos espaços interfibrilares. Assim, quanto menor o tamanho molecular, conseqüentemente mais fácil seria a sua penetração (PASHLEY et al., 2002). Paralelamente, o parâmetro de solubilidade deve ser considerado.

Esta capacidade que o solvente apresenta de romper as ligações iônicas, principalmente os de ponte de hidrogênio entre as fibrilas de colágeno é uma propriedade esperada sob a perspectiva da manutenção dos espaços interfibrilares e conseqüentemente permeação dos monômeros resinosos (CARVALHO et al., 1996). Se os solventes apresentam diferentes valores de parâmetro de solubilidade, seria de interesse a utilização de um sistema com parâmetro de solubilidade acima de 18 J/cm^3 para correta permeação. Se tomarmos como

exemplo o sistema adesivo Prime & Bond NT, por apresentar acetona como solvente e assim parâmetro de solubilidade 7,0 (Tabela 1) pode não fornecer os resultados esperados de manutenção dos espaços interfibrilares. Ao contrário, os sistemas adesivos Scotchbond Multipurpose, Excite e Single Bond 2, conseguem romper as ligação entre as fibrilas, por serem a base de água e/ou etanol e esses apresentarem parâmetro de solubilidade acima do das fibrilas.

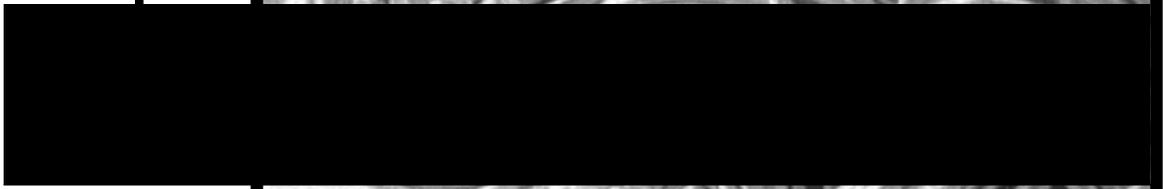
A relevância desta capacidade de permeação e de manutenção dos espaços interfibrilares na resistência adesiva foi verificada por Cardoso et al. (2005). Neste estudo, os autores verificaram que os solventes que permitiram maior manutenção dos espaços foram os que atingiram maiores valores de resistência adesiva. Estes resultados podem ser justificados pela maior permeação dos monômeros quando os espaços interfibrilares eram mantidos.

Simultaneamente ao aspecto desejado da ação do solvente, sua presença residual, por provocar alterações dimensionais (MACIEL et al., 1996; PASHLEY et al., 2001), deveria ser reduzida após o cumprimento de sua função. São claras as evidências de que a remoção do solvente e da água residual através da evaporação, é importante para uma correta qualidade e durabilidade da interface adesiva (CARVALHO et al., 2003; TAY et al., 2004a; GARCIA et al., 2005; IKEDA et al., 2005).

Assim, a facilitação da evaporação dos solventes em formulações comerciais deveria ser estimulada com jato de ar a uma distância de aproximadamente 30 cm do dente (CARVALHO et al., 2004). Para tanto, a natureza dos solventes deve ser considerada como evidenciado por estudos prévios (PASHLEY et al., 1998).

Além destas características referentes à solução, a própria presença da trama de colágeno pode interferir no processo de evaporação agindo como barreira física. Na maioria das pesquisas realizadas, as taxas de evaporação são avaliadas em dentina previamente desmineralizada (MACIEL et al., 1996; CARDOSO et al., 2005; LOPES et al., 2006) podendo ocorrer tal interferência. Mesmo que laboratorialmente esta seria a condição mais próxima da situação clínica, nesta pesquisa, o objetivo foi mensurar, a capacidade da evaporação, considerando o produto livremente da interferência do colágeno, e espontaneamente, comparando com seus respectivos solventes puros e com misturas experimentais. A partir destes resultados, outras pesquisas com base no comportamento isolado destes elementos deveriam ser realizadas utilizando dentina previamente desmineralizada.

Com a compreensão de que o solvente auxilia na permeação dos monômeros resinosos, na remoção dos excessos de água, e também na manutenção dos espaços interfibrilares, estudos de suas características químicas e sua interação com a malha de colágeno torna possível o melhor entendimento do comportamento dos sistemas adesivos, esperando-se resultados clínicos mais adequados.



CONCLUSÃO

Diante dos resultados observados neste estudo, rejeitamos as hipóteses nulas anteriormente propostas, concluindo que:

1- o tipo de solvente é determinante na evaporação de misturas experimentais, dos sistemas adesivos e dos solventes puros.

2- há diferença na evaporação dos solventes presentes nos produtos testados ao longo do tempo.



REFERÊNCIAS

ABATE, P. F.; RODRIGUEZ, V. I.; MACCHI, R. L. **Evaporation of solvent in one-bottle adhesives**. J. Dent., v.28, n.6, p.437-440, Aug. 2000.

BOUWEN, R. L. **Use of epoxy resins in restorative materials**. J. Dent. Res., v.35, n.3, p.360-369, Jun. 1956.

BUONOCORE, M. G. **A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces**. J. Dent. Res. v.34, n.6, p.849-853, Dec. 1955.

CARDOSO, P. C.; LOPES, L. C. C.; BARATIERI, L. N. **Effect of solvent type on microtensile bond strength on a total-etch one-bottle adhesive system to moist or dry dentin**. Oper. Dent., v.30, n.3, p.376-381, May/Jun. 2005.

CARVALHO, R. M.; YOSHIYAMA, M.; PASHLEY, D. H. **In vitro study on the dimensional changes of human dentine after demineralization**. Arch. Oral Biol., v.41, n.4, p.369-377, Apr. 1996.

CARVALHO, R. M.; MENDONÇA, J. S.; SANTIAGO, S. L.; SILVEIRA, R. R.; GARCIA, F. C. P.; TAY, F. R.; PASHLEY, D. H. **Effects of HEMA/ solvent combination on bond strength to dentin**. J. Dent. Res., v.82, n.8, p.597-601, Aug. 2003.

CARVALHO, R. M.; CARRILHO, M. R. O.; PEREIRA, L. C. G.; GARCIA, F. C. P. **Sistemas adesivos: fundamentos para a compreensão de sua aplicação e desempenho em clínica**. Biodonto, v.2, n.1, p.1-86, jan./fev. 2004.

CHERSONI, S.; ACQUAVIVA, G. L.; PRATI, C.; FERRARI, M.; GRANDINI, S.; PASHLEY, D. H.; TAY, F. R. **In vivo fluid movement through dentin adhesives in endodontically treated teeth**. J. Dent. Res., v.84, n.3, p.223-227, Mar. 2005.

CHO, B. H.; DICKENS, S. H. **Effects of the acetone content of single solution dentin bonding agents on the adhesive layer thickness and the microtensile bond strength.** Dent. Mater., v.20, n.2, p.107-115, Feb. 2004.

DE MUNCK, J. et al. **Tour-year water degradation of total-etch adhesives bonded to dentin.**J. Dent. Res., v.82, n.2, p.136-140, Feb. 2003.

FABRE, H. S. C.; FABRE, S.; CEFALY, D. F. G.; CARRILHO, M. R. O.; GARCIA, F. C. P.; WANG, L. **Water sorption and solubility of dentin bonding agents light-cured with different light sources.** J. Dent., v.11, Oct. 2006 (In Press).

GARCIA, F. C.; OTSUKI, M.; PASHLEY, D. H.; TAY, F. R.; CARVALHO, R. M. **Effects of solvents on the early stage stiffening rate of demineralized dentin matrix.** J. Dent., v.33, n.5, p.371- 377, May. 2005.

GIANNINI, M.; MARTINS, L. R. M.; PIMENTA, L. A. F.; DIAS, C. T. S. **Comparação da resistência de união entre Adesivos dentinários convencionais e de frasco único.** Rev. ABO Nac., v.11, n.1, p.23-27, fev. 2003.

HALLER, B. **Recent developments in dentin bonding.** Am. J. Dent., v.13, n.1, p.44-50, Feb. 2000.

HANSEN, C. M. **The universality of the solubility parameter.** Industrial and Engineering Chemical Product Research and Development. v.8, p.2-11, 1969.

HOTTA, M.; KONDOH, K.; KAMEMIZU, H. **Effect of primers on bonding agent polymerization.** J. Oral Rehabil., v.25, n.10, p.792-799, Oct. 1998.

IKEDA, T.; MUNCK, J. D.; SHIRAI, K.; HIKITA, K.; INOUE, S.; SANO, H.; LAMBRECHTS, P.; VAN MEERBEEK, B. **Effect of evaporation of primer components on ultimate tensile strengths of primer-adhesive mixture.** Dent. Mater., v.21, n.11, p. 1051-1058, Nov. 2005.

JACOBSEN, T.; SÖDERHOLM, K. J. **Some effects of water on dentin bonding.** Dent. Mater., v.11, n.2, p.132-136, Mar. 1995.

JACOBSEN, T.; SÖDERHOLM, K. J. **Effect of primer solvent, primer agitation, and dentin dryness on shear bond strength to dentin.** Am. J. Dent., v.11, n.5 p.225-228, Oct. 1998.

KANCA, J. **Resin bonding to wet substrate. I. Bondin to dentin.** Quintessence Int., v.23, n.1, p.39-41, Jan. 1992.

KANCA III, J. **Effect of primer dwell time on dentin bond strength.** Dent. Mater., v.46, n.6, p.608-612, Nov./Dec. 1998.

LIMA, F. G.; MORAES, R. R.; DEMARCO, F. F.; DEL PINO, F. A. B.; POWERS, J. **One-bottle adhesives: in vitro analysis of solvent volatilization and sealing ability.** Braz. Oral. Res., v.19, n.4, p.278-283, Dec. 2005.

LOPES, G. C.; CARDOSO, P. C.; VIEIRA, L. C. C.; BARATIERI, L. N.; RAMPINELLI, K.; COSTA, G. **Shear bond strength of acetone-based one-bottle adhesive systems.** Braz. Dent. J., v.17, n.1, p.39-43, May, 2006.

MACIEL, K. T.; CARVALHO, R. M.; RINGLE, R. D.; PRESTON, C. D.; RUSSELL, C. M.; PASHLEY, D. H. **The effects of acetone, ethanol, HEMA, and air on the stiffness of human decalcified dentin matrix.** J. Dent. Res., v.75, n.11, p.1851-1858, Nov. 1996.

MALACARNE, J.; CARVALHO, R. M.; GOES, M. F.; SVIZERO, N.; PASHLEY, D. H.; YIU, C. K.; CARRILHO, M. R. O. **Water sorption/solubility of dental adhesive resins.** Dent. Mater., v. 22, n.10, p.973-980, Oct. 2006.

MIYAZAKI, M.; PLATT, J. A.; ONOSE, H.; MOORE, B. K. **Influence of dentin primer application methods on dentin bond strength.** Oper. Dent., v.21, n.4, p.167-172, Jul./Aug. 1996.

MORTIER, E.; GERDOLLE, D. A.; JACQUOT, B.; PANIGHI, M. M. **Importance of water sorption and solubility studies for couple bonding agent – resin-based filling material.** Oper. Dent., v.29, n.6, p.669-676, Nov./Dec. 2004.

NAKABAYASHI, N.; KOJIMA, K., MASUHARA, E. **The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates.** J. Biomed. Mater. Res., v.16, n.3, p.265-273, May. 1982.

NAKAJIMA, M.; OKUDA, M.; PEREIRA, P. N.; TAGAMI, J.; PASHLEY, D. H. **Dimensional changes and ultimate tensile strength of wet decalcified dentin applied with one-bottle adhesives.** Dent. Mater., v.18, n.8, p.603-608, Dec. 2002.

NUNES, T.G.; GARCIA, F. C. P.; OSORIO, R.; CARVALHO, R. M.; TOLEDANO, M. **Polymerization efficacy of simplified adhesive systems studied by NMR and MRI techniques.** Dent. Mater., v.22, n.10, p.963-972, Oct. 2006.

NUNES, M. F.; SWIFT, E. J.; PERDIGÃO, J. **Effects of adhesive composition on microtensile bond strength to human dentin.** Am. J. Dent., v.14, n.6, p.340-343, Dec. 2001.

PASHLEY, D.; CIUCCHI, B.; SANO, H.; HORNER, J. A. **Permeability of dentin to adhesive agents.** Quintessence Int., v.24, n.9, p.618-631, Sep. 1993.

PASHLEY, E.L.; ZHANG, Y.; LOCKWOOD, P. E.; RUEGGERBERG, F. A.; PASHLEY, D. H. **Effects of HEMA on water evaporation from water-HEMA mixtures.** Dent. Mater., v.14, n.1, p.6-10, Jan. 1998.

PASHLEY, D. H. et al. **Solvent-induced dimensional changes in EDTA-demineralized dentin matrix.** J. Biomed. Mater. Res., v.56, n.2, p.273-281, Aug. 2001.

PASHLEY, D. H.; CARVALHO, R. M.; TAY, F. R.; AGEE, K. A.; KWANG-WON LEE. **Solvation of dried dentin matrix by water and other polar solvents.** Am. J. Dent., v.15, n.2, p.97-102, Apr. 2002.

PASHLEY, D. H.; TAY, F. R.; YIU, C.; HASHIMOTO, M.; BRESCHI, L.; CARVALHO, R. M.; ITO, S. **Collagen degradation by host-derived enzymes during aging.** J. Dent. Res., v.83, n.3, p.216-221, Mar. 2004.

PAUL, S. J.; LEACH, M.; RUEGGERBERG, F. A.; PASHLEY, D. H. **Effect of water content on physical properties of model dentin primer and bonding resins.** J. Dent., v.27, n.3, p.209-214, Mar. 1999.

PERDIGÃO, J.; GERALDELI, S.; CARMO, A. R. P.; DUTRA, H. R. **In vivo influência of residual moisture on microtensile bond strengths of one-bottle adhesive.** J. Esth. Rest. Dent., v.14, n.1, p.31-38, Nov. 2002.

REIS, A.; CARRILHO, M. R. O.; LOGUERCIO, A. D.; GRANDE, R. H. M. **Sistemas adesivos.** J. Bras. Clin. Odontol. Int., v.5, n.30, p.455-466, nov./dez. 2001.

REIS, A. F.; OLIVEIRA, M. T.; GIANNINI, M.; DE GOES, M. F.; RUEGGERBERG, F. A. **The effect of organic solvents on one-bottle adhesives bond strength to enamel and dentin.** Oper. Dent., v.28, n.6, p.700-706, Nov./Dec. 2003.

SANTERRE, J. P.; SHAJII, L.; LEUNG, B. W. **Relation of dental composite formulations to their degradation and the release of hydrolysed polymeric-resin-derived products.** Crit. Rev. Oral Biol. Med., v.12, n.2, p.136-151, 2001.

SUGIZAKI, J. **The effect of the various primers on the dentin adhesion of resin composites.** Jpn. J. Conserv. Dent. v.34, p.220-265, 1991.

TAY, F. R.; GWINNETT, A. J.; PANG, K. M.; WEI, S. H. **Variability in microleakage observed a total-etch wet-bonding technique under different handling conditions.** J. Dent. Res., v.74, n.5, p.1168-1178, May, 1995.

TAY, F. R.; GWINNETT, J. A.; WEI, S. H. **Micromorphological spectrum of acid-conditioned dentin following the application of a water-based adhesive.** Dent. Mater., v.14, n.5, p.329-338, Sep. 1998.

TAY, F. R.; PASHLEY, D. H.; SUH, B.; CARVALHO, R. M.; ITTHAGARUN, A. **Single-step adhesive are permeable membranes.** J. Dent., v.30, n.7-8, p.371-382, Sep./Nov. 2002.

TAY, F. R.; HASHIMOTO, M.; PASHLEY, D. H.; PETERS, M. C.; LAI, S. C.; YIU, C. K.; CHEONG, C. **Aging-affects two modes of nanoleakage expression in bonded dentin.** J. Dent. Res., v.82, n.7, p.537-541, Jul. 2003.

TAY, F. R.; PASHLEY, D. H.; GARCIA-GODOY, F.; YIU, C. K. **Single-step, self-etch adhesives behave as permeable membranes after polymerization. Part II. Silver tracer penetration evidence.** Am. J. Dent., v.17, n.5, p.315-322, Oct. 2004a.

TAY, F. R. et al. **Nanoleakage types and potential implications: evidence from unfilled and filled adhesives with the same resin composition.** Am. J. Dent., v.17, n.3, p.182-190, Jun. 2004b.

VAN LANDUYT, K. L. et al. **Monomer-solvent phase separation in one-step self-etch adhesives.** J. Dent. Res., v.84, n.2, p.183-188, Feb. 2005.

YIU, C. K. Y.; PASHLEY, D. H.; SUH, B. I.; CARVALHO, R. M.; CARRILHO, M. R. O.; TAY, F. R. **Effect of resin hydrophilicity and water storage on resin strength.** Biomaterials, v.25, n.26, p.5789–5796, Nov. 2004.

YIU, C. K.; PASHLEY, E. L.; HIRAISHI, N.; GORACCI, C.; FERRARI, M.; CARVALHO, R. M.; ASHLEY, D. H.; TAY, F. R. **Solvent and water retention in dental adhesive blends after evaporation.** Biomaterials, v.26, n.34, p.6863-6872, Dec. 2005.

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)