



CONCORDÂNCIA DO ORIENTADOR

Declaro para os devidos fins e direitos que o aluno Lucas Gomes de Moraes Ruy, RA 105271, esteve sob minha orientação para a realização do Trabalho de Conclusão de Curso, intitulado "Influência do tempo de fotoativação na sorção e solubilidade de sistemas adesivos", no ano de 2013.

Concordo com a submissão do trabalho apresentado à Comissão de Graduação pelo aluno, como requisito para aprovação na Disciplina DS833 – Trabalho de Conclusão de Curso.

Piracicaba, 23 de setembro de 2013

Prof. Dr. Simonides Consani

Orientador



**Universidade Estadual de Campinas
Faculdade de Odontologia de Campinas**



Influência do tempo de fotoativação na sorção e solubilidade dos sistemas adesivos.

Lucas Gomes de Moraes Ruy
Ano de 2013
Piracicaba, SP
Faculdade de Odontologia de Piracicaba – UNICAMP



**Universidade Estadual de Campinas
Faculdade de Odontologia de Campinas**



Lucas Gomes de Moraes Ruy

Influência do tempo de fotoativação na sorção e solubilidade dos sistemas adesivos.

Orientador: Prof. Dr. Simonides Consani

Co-orientador: César Pomacondór-Hernández

Ano de 2013
Piracicaba, SP
Faculdade de Odontologia de Piracicaba – UNICAMP

Ficha catalográfica

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA POR
MARILENE GIRELLO – CRB8/6159 - BIBLIOTECA DA
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA DA UNICAMP

Ruy, Lucas Gomes de Moraes, 1992-

944i | Influência do tempo de fotoativação na sorção e solubilidade dos
sistemas adesivos / Lucas Gomes de Moraes Ruy. -- Piracicaba, SP:
[s.n.], 2013.

Orientador: Simonides Consani.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade
Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Adesivos dentinários. 2. Polimerização. 3. Dentina. 4. Hidrólise.
I. Consani, Simonides, 1939- II. Universidade Estadual de Campinas.
Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus que proporcionou para mim todas essas condições e oportunidades para uma vida de conforto, felicidade e realizações, ao contrário de muitas pessoas do mundo que não tem o mínimo disso.

Agradeço a meus pais Bento e Ednea, pelo apoio financeiro e afetivo, os quais me ajudaram e inspiraram esforço, dedicação, respeito e responsabilidade durante todos esses quatro anos. A minha tia Maria Alexandrina, pelo suporte e ensinamentos clínicos que ela tem passado durante o período de graduação fora da Faculdade e a todos os outros familiares que sabem que tiveram importância para mim durante a graduação, sem exceções.

Agradeço a meu amigo e companheiro Samuel Choi que foi a pessoa mais próxima que compartilhou a maior parte das vivências piracicabanas desde o primeiro ano e até hoje morando juntos e a todos os amigos que convivem ou conviveram comigo durante esses anos no mesmo teto. Não posso deixar de citar e agradecer o círculo mais íntimo de amizade que foi criado durante esse curso: Henrique Abdalla, Denis Igawa, Gustavo Breda, Renato Rodrigues, Ricardo Bonfante, Eloá Pereira, Patrícia Fernandes. Foi com essas pessoas que passei a maior parte do tempo fora da Faculdade rindo, contando histórias, discutindo, consolando e viajando. Agradeço aos colegas que não puderam se graduar conosco nesse semestre e aos que também tive o privilégio de conhecer melhor por estarem atualmente na minha turma. Não me esqueci dos outros amigos que não foram citados, mas sei que quem passou pela minha vida e sabe a importância que teve para ela, também sabe que estou me lembrando de todos no exato momento.

Agradeço a todos os outros amigos que já se formaram e deixaram um vínculo muito forte comigo, desde colegas da T51 até T56, como também pós-graduandos que trabalham ou trabalhavam na Faculdade durante a graduação.

Agradeço ao professor Simonides Consani, que trouxe muita confiança, empenho, atenção e paciência para me orientar durante o meu trabalho, ao doutorando em Materiais Dentários César Pomacondór-Hernández, que foi de suma importância para a conclusão da pesquisa e ao recém-casado Victor Feitosa pelo suporte concomitante na elaboração do projeto e correções. Agradeço também a

amizade criada principalmente por parte do César Pomacondór-Hernández que não o conhecia durante os meus primeiros dois anos na Faculdade, que é uma grande pessoa, companheira e amiga, e também pelo Vitor, o tal do “Ceará”, que conheço desde o primeiro o ano e foi um grande companheiro tanto na Faculdade como nos treinos de basquete, toda semana.

Agradeço especialmente a toda a minha turma 54 pelos vínculos criados durante esses quatro anos. Acredito que foi a melhor turma que poderia ter passado durante esses anos e que foi um privilégio enorme viver ótimos momentos com vocês, compartilhando risadas, choros, sustos, festas, trabalhos e eventos. Só nós sabemos o vínculo que criamos e as saudades que teremos depois de graduados.

Agradeço a todos os demais docentes e pós-graduandos que reservaram o seu tempo precioso para me ensinar os fundamentos e técnicas desta profissão maravilhosa que é a Odontologia.

Agradeço aos meus melhores amigos de Tietê, João Paulo, Murilo, Stefano, Antonio, Diego, Arthur Fragomeni, Flavinho e Arthur Kratza, que mesmo durante essa vida universitária corrida não esquecemos o vínculo que criamos durante a nossa vida nessa pequena cidade do interior esperando mantê-lo para toda a nossa vida.

Agradeço a paciência e dedicação dos funcionários da FOP que me deram todo o suporte que eu solicitava.

Agradeço também ao PIBIC que me forneceu os 12 meses de bolsa de iniciação científica na elaboração do projeto.

Enfim, obrigado a todos que estiveram comigo durante todos os meus dias em Piracicaba, vocês me fizeram muito felizes e acredito que, como todos falam, esse foram os quatro melhores anos de toda a minha vida.

A todos, meus enormes, sinceros e mais afetivos agradecimentos.

Resumo

O objetivo neste estudo foi avaliar a influência de diferentes tempos de fotoativação na sorção de água (WS) e solubilidade (SO) de adesivos dentários. Foram utilizados dois adesivos convencionais de frasco único: Single Bond 2 (SB - 3M ESPE) e Ambar (AM - FGM). Cada um dos adesivos foi dispensado em moldes de silicone para a confecção de espécimes em forma de disco (6,0 mm x 1,0 mm). Os espécimes foram separados em 4 grupos de acordo com os diferentes tempos de fotoativação aplicados: G1: 5s (sub-fotoativação), G2: 10s (recomendado), G3: 30s, e G4: 60s (n = 6). A fotoativação foi realizada com o aparelho LED Bluephase 2 (Ivoclar Vivadent) com irradiância de 1050 mW/cm². Os valores de WS e SO foram obtidos após 7, 30, 60 e 90 dias de armazenagem dos espécimes em frascos contendo 1 mL de água destilada a 37°C. Os valores de WS e SO foram analisados para cada adesivo usando ANOVA de dois fatores de medidas repetidas e teste de Student-Newman-Keuls ($\alpha = 0,05$). Após 90 dias de armazenagem observou-se que aumentando o tempo de fotoativação recomendado pelo fabricante foi obtido maior WS em SB (G2: 159,7 $\mu\text{g}/\text{mm}^3 < \text{G4: } 204,6 \mu\text{g}/\text{mm}^3$) e AM (G2: 95,9 $\mu\text{g}/\text{mm}^3 < \text{G4: } 121,3 \mu\text{g}/\text{mm}^3$). A influência do tempo de fotoativação na SO foi material dependente (SB - G2: 82,1 $\mu\text{g}/\text{mm}^3 = \text{G4: } 85,9 \mu\text{g}/\text{mm}^3$; e AM - G2: 112,4 $\mu\text{g}/\text{mm}^3 > \text{G4: } 76,9 \mu\text{g}/\text{mm}^3$). Em ambos os adesivos observou-se diminuição da WS e aumento da SO com maior tempo de armazenagem. Pode-se concluir que o aumento do tempo de fotoativação de adesivos dentários aumentou a WS e, dependendo do material, pode diminuir a SO. Maior tempo de armazenagem diminuiu a WS e aumentou a SO.

Palavras Chave: Adesivos Dentinários; Polimerização; Dentina; Hidrólise.

Abstract

The aim of this study was to evaluate the influence of different photoactivation times on water sorption (WS) and solubility (SO) of dental adhesives. Two single-bottle etch-and-rinse adhesives were used: Single Bond 2 (SB - 3M ESPE) and Ambar (AM - FGM). Each adhesive was dispensed in silicon molds for confection of disc-shaped specimens (6.00 mm x 1.00 mm). Specimens were divided in 4 groups according to different photoactivation times: G1: 5s (sub-photoactivation), G2: 10s (recommended), G3: 30s, e G4: 60s (n = 6). Light-curing unit used was a LED Bluephase 2 (Ivoclar Vivadent) with 1050 mW/cm² irradiance. WS and SO were obtained after 7, 30, 60 and 90 days of storage in 1 mL of distilled water at 37°C. WS and SO values were analyzed using two-way repeated measures ANOVA and Student-Newman-Keuls test ($\alpha = 0.05$). After 90 days of storage, the prolonged photoactivation times resulted in higher WS for SB (G2: 159.7 $\mu\text{g}/\text{mm}^3 < \text{G4: } 204.6 \mu\text{g}/\text{mm}^3$) and AM (G2: 95.9 $\mu\text{g}/\text{mm}^3 < \text{G4: } 121.3 \mu\text{g}/\text{mm}^3$). The influence of photoactivation time on SO was material-dependent (SB - G2: 82.1 $\mu\text{g}/\text{mm}^3 = \text{G4: } 85.9 \mu\text{g}/\text{mm}^3$; and AM - G2: 112.4 $\mu\text{g}/\text{mm}^3 > \text{G4: } 76.9 \mu\text{g}/\text{mm}^3$). Both adhesives presented reduction in WS and increase in SO when storage time was prolonged. It can be concluded that prolonged photoactivation times in dental adhesives produce increased WS and may reduce the SO. Prolonged storage times for etch-and-rinse adhesives reduce WS and increase SO.

Keywords: Dentin-bonding agents; Polymerization; Dentin; Hidrolysis.

SUMÁRIO

Introdução	9
Revisão da literatura	10
Proposição	12
Material e métodos	13
Resultados	16
Discussão	22
Conclusão	23
Referências Bibliográficas	24

Introdução

A sorção de água (WS) e solubilidade (SO) são fenômenos que contribuem para a degradação do componente resinoso da camada híbrida (zona formada pelo substrato dentário e o adesivo). Esta camada, na dentina principalmente, está muito sujeita a esses processos degradativos os quais podem acabar comprometendo a estabilidade da união da resina composta (material restaurador) com a superfície dentária.

Os fenômenos de sorção de água e solubilidade estão intimamente relacionados com a composição dos sistemas adesivos e a eficácia do processo de fotoativação. É alegado que resinas compostas com inadequada polimerização podem aumentar a sorção de água e solubilidade. Uma possível solução clínica para minimizar os fenômenos degradantes dos polímeros pela sorção de água e solubilidade na camada híbrida seria aumentar o tempo de fotoativação dos sistemas adesivos. Dessa forma, a estabilidade conseguida na região de união resina-dentina poderia contribuir com o sucesso clínico da restauração.

Seguindo essa mesma linha de raciocínio, foi proposto avaliar a influência de diferentes tempos de fotoativação na sorção de água e solubilidade de dois diferentes adesivos convencionais de frasco único: Adper Single Bond 2 e Ambar.

Revisão de literatura

Atualmente na Odontologia existe grande demanda por tratamentos restauradores estéticos (1,2). Tal quesito se realiza graças ao uso da resina composta, material restaurador formado essencialmente por componentes orgânicos e inorgânicos (monômeros resinosos e partículas de carga), e ao processo de adesão com agente de união (3). A resina composta pode se unir às estruturas dentárias com ajuda dos sistemas adesivos, os quais apresentam composição resinosa similar e menor viscosidade para se infiltrar nas estruturas dentárias (4). Pode ser considerado que grande parte do sucesso clínico de uma restauração está baseada na estabilidade da região de união da resina composta com o substrato dentário, zona conhecida como camada híbrida (5).

A camada híbrida é uma estrutura formada pela desmineralização superficial do substrato dentário (esmalte ou dentina) seguida pela infiltração de monômeros resinosos contidos nos adesivos dentários que são posteriormente fotoativados para formar uma região “híbrida” composta de fibrilas colágenas infiltradas pelo adesivo (6). No esmalte a união produzida pelos adesivos dentários é considerada estável devido à mínima presença de água na composição desse substrato (7). Ao contrário, na dentina a camada híbrida é bastante susceptível a degradação por processos hidrolíticos que afetam tanto o componente resinoso como as fibrilas de colágeno (8).

A água é o principal fator prejudicial à estabilidade da união resina-dentina. No componente resinoso são três os fenômenos degradativos que podem acontecer concomitantemente: sorção de água, solubilidade e hidrólise. A sorção é a captação de água para dentro da rede polimérica, processo que provoca plastificação do polímero e como consequência a diminuição das propriedades mecânicas (8, 9). Por outro lado, a solubilidade consiste na eluição de monômeros não reagidos ou de baixo peso molecular, enquanto a hidrólise é a ruptura de uma molécula polimérica de maior tamanho em duas de menor tamanho graças à reação com a água. Os fenômenos de sorção de água e solubilidade estão intimamente relacionados com a

composição dos sistemas adesivos e a eficácia do processo de fotoativação, fatores que influenciam na qualidade da rede polimérica (8, 10).

Os fabricantes de sistemas adesivos recomendam tempos específicos de fotoativação, geralmente alegando que o menor tempo é uma vantagem. Além disso, pouca informação é fornecida pelo fabricante a respeito do tipo de aparelho fotoativador e a irradiância adequada. Por outro lado, tem sido alegado que resinas compostas com inadequada polimerização podem aumentar a sorção de água e solubilidade (11). Uma possível solução clínica para minimizar os fenômenos degradantes dos polímeros pela sorção de água e solubilidade na camada híbrida seria aumentar o tempo de fotoativação dos sistemas adesivos. Dessa forma, a estabilidade conseguida na região de união resina-dentina poderia contribuir com o sucesso clínico da restauração (12, 13).

Proposição

O presente estudo propõe avaliar a influência de diferentes tempos de fotoativação na sorção de água e solubilidade dos adesivos convencionais de frasco único Adper Single Bond 2 e Ambar.

Materiais e métodos

Sistemas adesivos usados

Foram usados dois sistemas adesivos convencionais de frasco único. Nomes comerciais e composição estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1 – Descrição dos sistemas adesivos

Produto (Fabricante)	Composição
Adper Single Bond 2 – SB (3M ESPE, St. Paul, MN, EEUU)	Bis-GMA, HEMA, glicerol 1,3-dimetacrilato, copolímero dos ácidos acrílico e itacônico, UDMA, etanol, água, sílica tratada com silano, fotoiniciador.
Ambar – AM (FGM, Joinville, SC, Brasil)	UDMA, HEMA, monômeros ácidos metacrilatados, monômeros hidrofílicos metacrilatados, dióxido de silício silanizado, canforoquinona, etil 4-dimetilaminobenzoato, etanol.
Bis-GMA: bisfenol A diglicidileter metacrilato; HEMA: 2-hidroxietyl metacrilato; UDMA: diuretanodimetacrilato	

Teste de sorção de água e solubilidade

A obtenção dos valores de sorção de água e solubilidade foi determinada usando modificações da especificação ISO 4049:2009 quanto aos tempos de

armazenagem e dimensões dos espécimes. Foram confeccionados discos com cada um dos adesivos (n = 6) para cada tempo de fotoativação (5, 10, 30 e 60 segundos).

Os adesivos foram diretamente dispensados em moldes de silicone de 6,0 mm de diâmetro e 1,0 mm de espessura. Um jato de ar foi aplicado durante 20 segundos. Em seguida, o material foi coberto com uma tira de poliéster e pressionado manualmente com uma lamínula de vidro de 1,0 mm de espessura. Os adesivos foram fotoativados com o aparelho LED Bluephase2 (IvoclarVivadent, Schaan, Liechtenstein) com irradiância de 900 mW/cm². A ponta do aparelho fotoativador foi colocada em contato com a lamínula de vidro. Após a fotoativação, os espécimes foram removidos cuidadosamente dos moldes de silicone, a borda regularizada levemente com lixa de carbeto de silício de granulação 1200 a seco e armazenados em dissecador contendo sílica gel a 37°C. Os discos foram pesados após intervalo de 24 horas em balança analítica com precisão de 0,1 mg até que uma massa constante (m₁) fosse obtida (a perda de massa de cada disco não foi maior que 0,1 mg em 24 horas). O diâmetro e a espessura dos discos foram medidos para calcular o volume exato dos espécimes. Em seguida, foram imersos individualmente em frasconetes com 1,0 mL de água destilada a 37°C para a avaliação da sorção de água e solubilidade. Após 7 dias de armazenagem em água, os discos foram removidos dos frasconetes, lavados em recipiente de vidro com água destilada durante 10 segundos e secos com papel absorvente por 20 segundos. Os espécimes foram agitados no ar com ajuda de uma pinça durante 30 segundos e foram pesados (após 1 minuto da remoção dos frasconetes). A massa foi registrada como m₂. Em seguida, os espécimes foram colocados novamente no dissecador como descrito previamente e pesados diariamente até que uma massa seca constante fosse obtida (m₃). A sorção de água (WS) e solubilidade (SO) foram calculadas depois de 7 dias de imersão em água usando a fórmula seguinte:

$$WS = m_2 - m_3 / V$$

$$SO = m_1 - m_3 / V$$

Onde:

m_1 = massa do espécime antes da imersão em água (em μg);

m_2 = massa do espécime imediatamente após a imersão em água (em μg);

m_3 = massa do espécime após secagem (em μg);

V = volume de cada espécime (em mm^3).

Para a determinação dos valores de WS e SO após 30, 60 e 90 dias, os espécimes previamente avaliados em 7 dias foram imersos novamente em água para completar o tempo de armazenagem propostos.

Análise estatística

Os valores de WS e SO foram analisados independentemente para cada adesivo usando análise de variância (ANOVA) de dois fatores de medidas repetidas. Os fatores independentes foram o tempo de armazenamento e o tempo de fotoativação, enquanto os fatores dependentes foram a WS e SO. A medida repetida foi o fator tempo de armazenamento. O teste de Student-Newman-Keuls foi utilizado para as comparações múltiplas em nível de significância de 5%.

Resultados

Os valores de WS e SO obtidos estão descritos nas Tabelas 2 e 3, respectivamente.

O aumento do tempo de fotoativação aumentou os valores de WS em ambos os adesivos ($p < 0,05$) (Tabela 2). Contudo, uma exceção foi observada nos espécimes do grupo AM-5s quando apresentou WS semelhante com aquela do grupo AM-60s, isto provavelmente devido aos discos apresentarem consistência atípica de gel.

Em relação à SO, ambos os adesivos apresentaram redução significativa de 5s a 10s em todos os tempos de armazenagem, sendo notavelmente marcada no adesivo AM ($p < 0,05$) (Tabela 3). A partir do tempo de armazenagem de 30 dias, o adesivo AM apresentou também diminuição significativa de 10s e 30s.

Observou-se que com maior tempo de armazenagem ocorreu diminuição da WS e aumento da SO em ambos os adesivos ($p < 0,05$) (Tabelas 2 e 3). Tais variações ao longo do tempo estão apresentadas nas Figuras de 1 a 4.

Tabela 3 – Valores de solubilidade ($\mu\text{g}/\text{mm}^3$)

Adesivo	Tempo de fotoativação (segundos)	Tempo de armazenagem (dias)			
		7	30	60	90
SB	5	78,6 (7,8) Ac	93,1 (9,9) Ab	103,1 (10,1) Aa	103,1 (7,8) Aa
	10	66,6 (4,5) Bc	73,6 (7,3) Bb	81,3 (8,7) Ba	82,1 (7,0) Ba
	30	70,5 (5,4) ABb	76,3 (7,8) Bb	83,6 (8,3) Ba	85,8 (8,3) Ba
	60	65,4 (5,1) Bb	70,7 (4,5) Bb	79,6 (5,6) Ba	85,9 (15,9) Ba
AM	5	191,6 (15,1) Ad	242,6 (15,4) Ac	274,9 (19,2) Ab	289,6 (19,6) Aa
	10	75,1 (5,5) Bc	98,0 (3,1) Bb	109,4 (4,0) Ba	112,4 (2,3) Ba
	30	66,0 (2,0) Bc	73,0 (3,0) Cb	80,1 (4,4) Ca	76,6 (4,3) Cab
	60	64,8 (3,6) Bc	71,4 (6,6) Cb	78,8 (4,7) Ca	76,9 (3,6) Ca

Valores expressados são: Média (Desvio padrão).

As mesmas letras maiúsculas indicam que não houve diferença estatística dentro de uma coluna ($p>0,05$).

As mesmas letras minúsculas indicam que não houve diferença estatística dentro de uma linha ($p>0,05$).

Tabela 3 – Valores de solubilidade ($\mu\text{g}/\text{mm}^3$)

Adesivo	Tempo de fotoativação (segundos)	Tempo de armazenagem (dias)			
		7	30	60	90
SB	5	78,6 (7,8) Ac	93,1 (9,9) Ab	103,1 (10,1) Aa	103,1 (7,8) Aa
	10	66,6 (4,5) Bc	73,6 (7,3) Bb	81,3 (8,7) Ba	82,1 (7,0) Ba
	30	70,5 (5,4) ABb	76,3 (7,8) Bb	83,6 (8,3) Ba	85,8 (8,3) Ba
	60	65,4 (5,1) Bb	70,7 (4,5) Bb	79,6 (5,6) Ba	85,9 (15,9) Ba
AM	5	191,6 (15,1) Ad	242,6 (15,4) Ac	274,9 (19,2) Ab	289,6 (19,6) Aa
	10	75,1 (5,5) Bc	98,0 (3,1) Bb	109,4 (4,0) Ba	112,4 (2,3) Ba
	30	66,0 (2,0) Bc	73,0 (3,0) Cb	80,1 (4,4) Ca	76,6 (4,3) Cab
	60	64,8 (3,6) Bc	71,4 (6,6) Cb	78,8 (4,7) Ca	76,9 (3,6) Ca

Valores expressados são: Média (Desvio padrão).

As mesmas letras maiúsculas indicam que não houve diferença estatística dentro de uma coluna ($p>0,05$).

As mesmas letras minúsculas indicam que não houve diferença estatística dentro de uma linha ($p>0,05$).

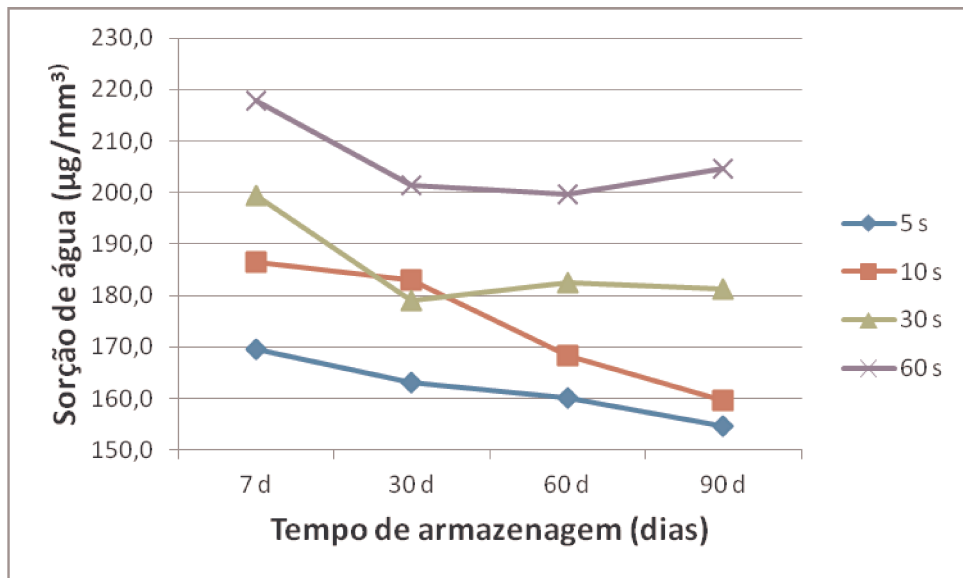


Figura 1. Variação da sorção de água de SB em 90 dias de armazenagem. Símbolos representam as médias (n=6).

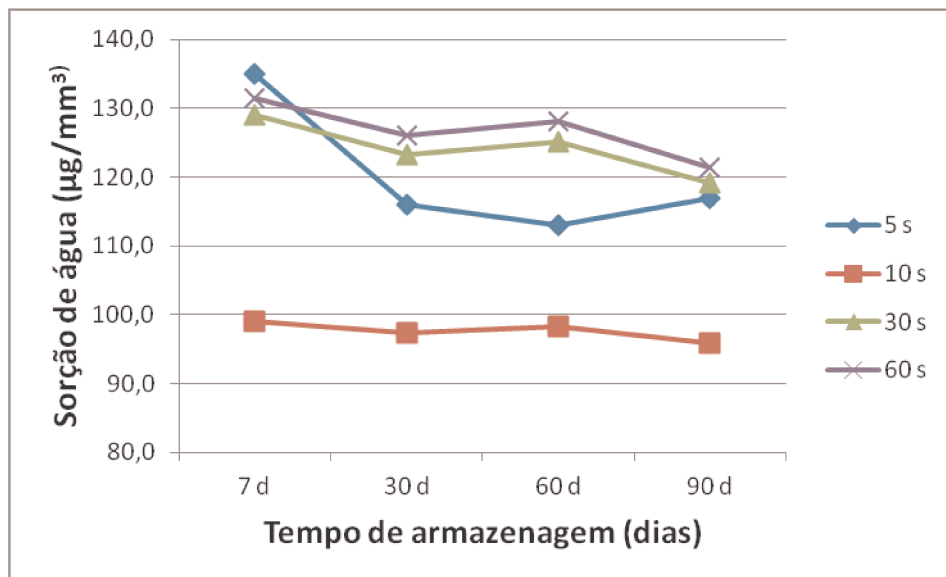


Figura 2. Variação da sorção de água de AM em 90 dias de armazenagem. Símbolos representam as médias (n=6).

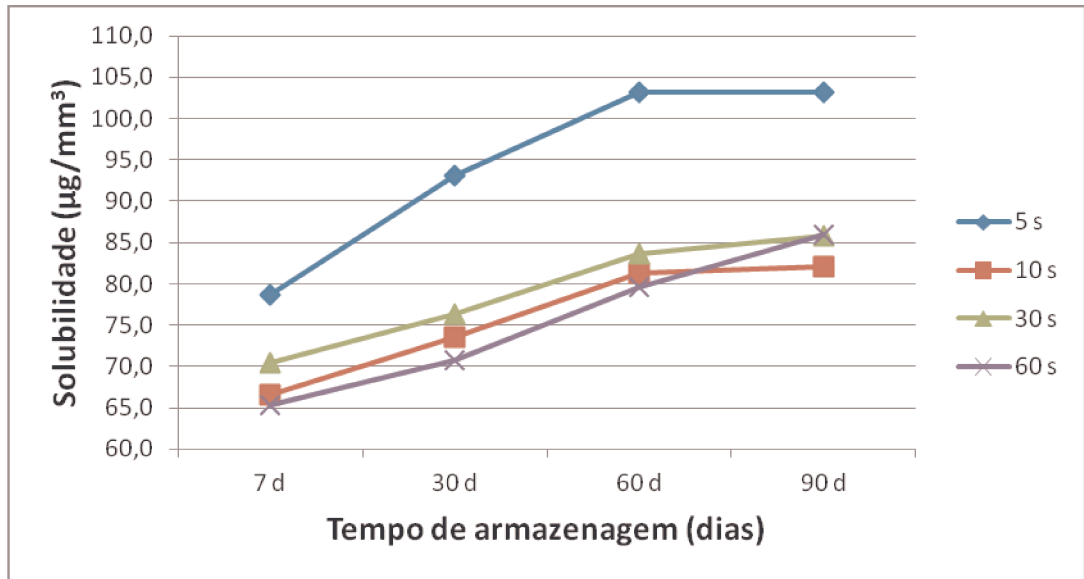


Figura 3. Variação da solubilidade de SB em 90 dias de armazenagem. Símbolos representam as médias (n=6).

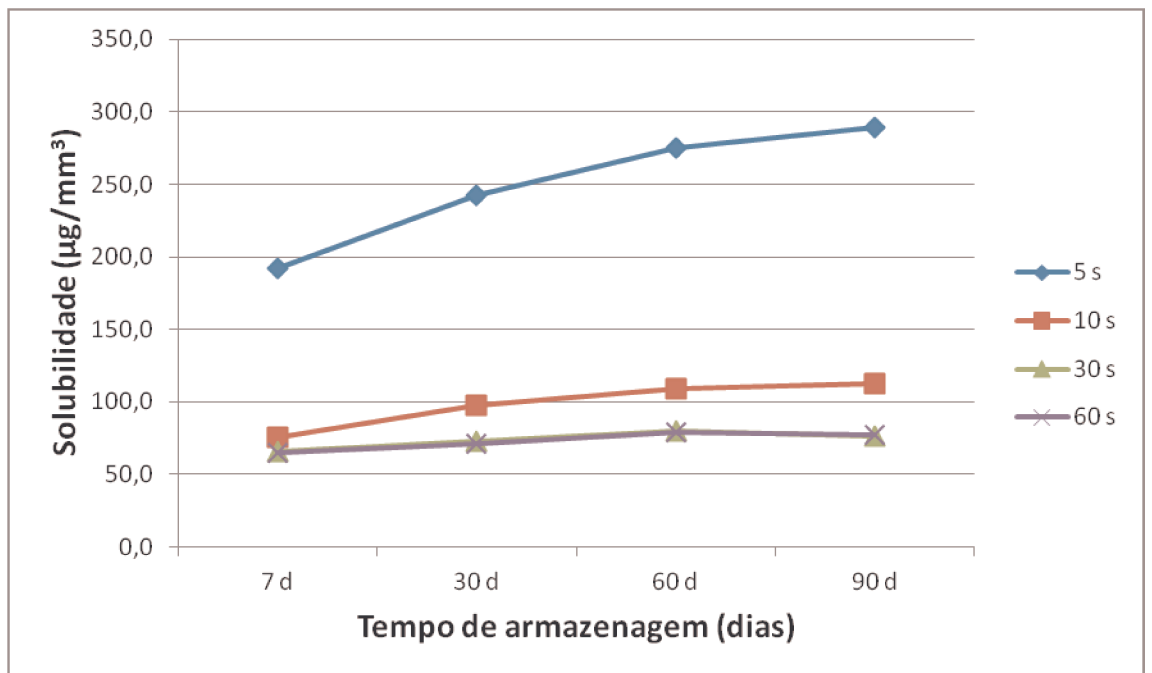


Figura 4. Variação da solubilidade de AM em 90 dias de armazenagem. Símbolos representam as médias (n=6).

Discussão

O presente estudo propôs avaliar a influência do tempo de fotoativação na sorção de água e solubilidade de dois adesivos dentais comerciais com o intuito de buscar um protocolo clínico alternativo que possa diminuir esses fenômenos degradantes na união resina–dente. Os tempos de fotoativação usados foram: 5s, representando uma fotoativação deficiente ou sub-fotoativação; 10s, o tempo recomendado pelos fabricantes; 30 e 60s, tempos prolongados. Adicionalmente foram avaliados vários períodos de armazenagem (7, 30, 60, 90 dias) considerando que o efeito do tempo de fotoativação na sorção de água e solubilidade pode ocorrer além de 7 dias (como estipulado na especificação ISO 4049:2009) para ser observadas as diferenças significantes.

A sorção é a captação de água para dentro da rede polimérica, processo que provoca plastificação do polímero e como consequência a diminuição das propriedades mecânicas (8, 9). Estudos anteriores têm demonstrado que quando adesivos dentais são fotoativados por tempos mais prolongados, o polímero formado é de melhor qualidade. Isto significa que o grau de polimerização aumenta e a permeabilidade e nanoinfiltração são reduzidas (Cadenaro, 2005; Breschi, 2007; Reis, 2010). Contudo, observou-se que a sorção de água dos adesivos SB e AM aumentou com maior tempo de fotoativação. Pode-se especular que os polímeros fotoativados por menor tempo, devido ao menor grau de conversão, apresentaram maior quantidade de monômeros hidrófilos e/ou fotoiniciadores não reagidos após o período de estabilização da reação, que foi de aproximadamente 7 dias após a confecção do espécime. A hidrofilia desses compostos não reagidos pode propiciar a formação de ligações com moléculas de água, fazendo com que elas permaneçam e ocupem um lugar no polímero no momento que é registrado o peso m_1 . Assim, a captação de água é menor em polímeros que não conseguiram volatilizar completamente os solventes porque estão ocupando um espaço na estrutura polimérica. Em contrapartida, com maior tempo de fotoativação, o grau de conversão atingido diminui a quantidade de monômeros e fotoiniciadores não reagidos que possam se ligar ao solvente, facilitando a volatilização completa da

água durante o período de estabilização do disco. Nesse último caso a água não iria mais ocupar lugar no polímero e, conseqüentemente, o material estaria mais susceptível a ganhá-la durante o período de armazenagem.

Ao observar os valores da WS, nota-se que no grupo AM-5s não atingiu uma polimerização eficiente, pois a consistência dos discos era borrachóide. Nesse estado, por não se formar um espécime rígido, ao contrário dos outros expostos por mais tempo, a sorção apresentou valor muito alto comparado com os demais discos. Pode-se supor que a partir do grupo AM-10s foi obtida uma rede polimérica mais satisfatória.

A solubilidade é outro fenômeno que degrada os polímeros a través da eluição ou liberação dos componentes não reagidos ou hidrolisados e depende principalmente da composição do adesivo e a eficácia da polimerização. Como pode-se observar na Tabela 3, quando AM e SB foram fotoativados por 5s aconteceu significativamente maior solubilidade, especialmente em AM, cujo valor foi > 150% que AM-10s. É importante ressaltar que o tempo de 5s representa um protocolo de fotoativação deficiente com densidade de energia baixa, e pode ser comparado com situações similares como, por exemplo, menor irradiância do aparelho fotoativador, maior distância da ponta ativadora com o adesivo, dentre outras.

O adesivo SB não sofreu alteração da solubilidade entre o tempo recomendado pelo fabricante e os prolongados (SB-10s = SB-30s = SB=60s), inclusive no período de armazenagem de 90 dias. Por outro lado, o adesivo AM teve similar comportamento apenas no período de armazenagem de 7 dias. A partir da mensuração realizada após 30 dias de armazenagem, houve diferença significativa entre o tempo recomendado pelo fabricante e os prolongados (AM-10s > AM-30s = AM-60s). Este resultado, associado ao fato que AM-5s apresentou consistência borrachóide, permite supor que o adesivo AM precisa de maior tempo de fotoativação para obter polimerização eficiente. Isto pode estar relacionado a fatores do adesivo como menor quantidade de fotoiniciador ou maior quantidade de solvente, e confirma que o comportamento mecânico de um polímero se baseia na composição.

Conclusão

Com base nos resultados obtidos no estudo, analisados e discutidos conclui-se que: o aumento do tempo de fotoativação do Single Bond e do Ambar aumentou a sorção de água (WS). Esse aumento não alterou a solubilidade (SO) do SB, exceto quanto foi ativado por 5 segundos, tempo não recomendado pelo fabricante. No Ambar, quanto maior a exposição maior a diminuição da SO, notável de 10 segundos para 30 segundos. Maior tempo de armazenagem diminuiu a WS e aumentou a SO, em ambos os adesivos.

Referências

1. Tin-Oo MM, Saddki N, Hassan N. Factors influencing patient satisfaction with dental appearance and treatments they desire to improve aesthetics. *BMC oral health*. 2011;11:6.
2. Wulfman C, Tezenas du Montcel S, Jonas P, Fattouh J, Rignon-Bret C. Aesthetic demand of French seniors: a large-scale study. *Gerodontology*. 2010;27(4):266-71.
3. Ferracane JL. Resin composite--state of the art. *Dental materials*. 2011;27(1):29-38.
4. Pashley DH, Tay FR, Breschi L, Tjaderhane L, Carvalho RM, Carrilho M, et al. State of the art etch-and-rinse adhesives. *Dental materials*. 2011;27(1):1-16.
5. Dennison JB, Sarrett DC. Prediction and diagnosis of clinical outcomes affecting restoration margins. *Journal of oral rehabilitation*. 2012;39(4):301-18.
6. Nakabayashi N, Kojima K, Masuhara E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. *Journal of biomedical materials research*. 1982;16(3):265-73.
7. Swift EJ, Jr., Perdigao J, Heymann HO. Bonding to enamel and dentin: a brief history and state of the art, 1995. *Quintessence international*. 1995;26(2):95-110.
8. Breschi L, Mazzoni A, Ruggeri A, Cadenaro M, Di Lenarda R, De Stefano Dorigo E. Dental adhesion review: aging and stability of the bonded interface. *Dental materials*. 2008;24(1):90-101.
9. Ferracane JL, Berge HX, Condon JR. In vitro aging of dental composites in water--effect of degree of conversion, filler volume, and filler/matrix coupling. *Journal of biomedical materials research*. 1998;42(3):465-72.
10. Malacarne J, Carvalho RM, de Goes MF, Svizero N, Pashley DH, Tay FR, et al. Water sorption/solubility of dental adhesive resins. *Dental materials*. 2006;22(10):973-80.

11. Pearson GJ, Longman CM. Water sorption and solubility of resin-based materials following inadequate polymerization by a visible-light curing system. *Journal of oral rehabilitation*. 1989;16(1):57-61.
12. Hashimoto M. A review--micromorphological evidence of degradation in resin-dentin bonds and potential preventional solutions. *Journal of biomedical materials research Part B, Applied biomaterials*. 2010;92(1):268-80.
13. Van Meerbeek B, Peumans M, Poitevin A, Mine A, Van Ende A, Neves A, et al. Relationship between bond-strength tests and clinical outcomes. *Dental materials*. 2010;26(2):e100-21.
14. Cadenaro M, Antonioli F, Sauro S, Tay FR, Di Lenarda R, Prati C, Biasotto M, Contardo L, Breschi L. Degree of conversion and permeability of dental adhesives. *Eur J Oral Sci* 2005; 113: 525–530.
15. Lorenzo Breschi, Milena Cadenaro, Francesca Antonioli, Salvatore Sauro, Matteo Biasotto, Carlo Prati, Franklin R. Tay, Roberto Di Lenarda. Polymerization kinetics of dental adhesives cured with LED: Correlation between extent of conversion and permeability. *Dental materials* 2007; 23: 1066–1072
16. Reis A, Ferreira SQ, Costa TRF, Klein-Júnior CA, Meier MM, Loguercio AD. Effects of increased exposure times of simplified etch-and-rinse adhesives on the degradation of resin–dentin bonds and quality of the polymer network. *Eur J Oral Sci* 2010; 118: 502–509.

Cópia do parecer de aprovação do relatório final de Iniciação Científica

PROGRAMA DE BOLSAS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA – QUOTA INSTITUCIONAL UNICAMP

(quota de agosto de 2012 a julho de 2013)

PARECER SOBRE RELATÓRIO FINAL DE ATIVIDADES

Bolsista: LUCAS GOMES DE MORAES RUY – RA 105271

Orientador(a): Prof.(a) Dr.(a) SIMONIDES CONSANI

Projeto: Influência do tempo de fotoativação na sorção de água e solubilidade de sistemas adesivos

PARECER

O relatório final mostra todas as atividades feitas pelo aluno desde o momento da concessão da bolsa. Destaca-se a discussão dos resultados, bem como a conclusão do projeto. Seu rendimento acadêmico se manteve o mesmo durante o período da bolsa, sendo aprovado em todas as disciplinas cursadas. Assim, entendo que os objetivos do projeto de IC foram alcançados de modo satisfatório.

Pró-Reitoria de Pesquisa, 23 de setembro de 2013.


Mirian Cristina Marcançola
PRP / PIBIC - Unicamp
Matr. 299062