

Ana Paula Brito da Silva

**EFEITO DO TEMPO DE APLICAÇÃO DE GEL
ANTIOXIDANTE SOBRE A RESISTÊNCIA DE UNIÃO
AO ESMALTE DENTAL CLAREADO**

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, para obtenção do Título de Doutora em Clínica Odontológica, Área de Concentração em Dentística.

Orientadora: Profa. Dra. Giselle Maria Marchi Baron

Piracicaba
2006

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA**

Bibliotecário: Marilene Girello – CRB-8ª / 6159

Si38e

Silva, Ana Paula Brito da.

Efeito do tempo de aplicação de gel antioxidante sobre a resistência de união ao esmalte dental clareado. / Ana Paula Brito da Silva. -- Piracicaba, SP : [s.n.], 2006.

Orientador: Giselle Maria Marchi Baron.
Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Dentes – Clareamento. 2. Resistência dos materiais. 3. Antioxidantes. I. Baron, Giselle Maria Marchi. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.

(mg/fop)

Título em Inglês: Effect that elapsed time of antioxidant gel onto the bond strenght to bheached enamel

Palavras-chave em Inglês (Keywords): 1. Tooth – bleaching. 2. Tensile strength. 3. Antioxidants

Área de Concentração: Dentística

Titulação: Doutor em Clínica Odontológica

Banca Examinadora: Giselle Maria Marchi Baron, André Luiz Fraga Briso, Flávio Henrique Baggio Aguiar, José Augusto Rodrigues, Mario Alexandre Coelho Sinhoreti

Data da Defesa: 15-12-2006

Programa de Pós-Graduação: Clínica Odontológica



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA



A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Tese de DOUTORADO, em sessão pública realizada em 15 de Dezembro de 2006, considerou a candidata ANA PAULA BRITO DA SILVA aprovada.

PROF^a. DR^a. GISELLE MÁRIA MARCHI BARON

PROF. DR. JOSÉ AUGUSTO RODRIGUES

PROF. DR. ANDRÉ LUIZ FRAGA BRISO

PROF. DR. FLÁVIO HENRIQUE BAGGIO AGUIAR

PROF. DR. MÁRIO ALEXANDRE COELHO SINHIORETI

DEDICO

ESTE TRABALHO

Aos meus amados pais, **Américo e Graça,**

Vocês me ensinaram os valores para construção de um caráter digno. Hoje sei que nada é mais valioso do que uma família estável e feliz! Vocês são o que eu tenho de mais precioso. O amor de vocês me dá forças pra prosseguir. Os investimentos desde a mais tenra idade e o apoio incondicional que me foram dados, me permitiram galgar mais este passo importante. Meus amados, a vocês dedico não apenas este trabalho, mais a minha vida.

Aos meus irmãos **Bianca e Américo Filho,**

Pessoas especiais com quem dividi boa parte de minha vida e com quem aprendi lições de boa convivência, em um ambiente de harmonia, respeito e amor. Obrigada por terem sempre torcido por mim e por me aceitarem como sou.

AGRADECIMENTOS

ESPECIAIS

Ao Meu querido e amigo **Deus**,

Senhor, Tu és soberano sobre todas as coisas. Nada acontece se não for da Tua vontade. E foi por Teu intermédio que consegui alcançar mais esse sonho. Tu és a fonte de todo conhecimento, inteligência e sabedoria. Obrigada pelas portas que abres pra mim. Obrigada pela certeza de que Teus planos são melhores que os meus. Obrigada por sentir Tua presença e Tua mão a me guiar em direções cada vez mais elevadas e nobres.

A minha querida Orientadora, **Profa. Dra. Giselle Maria Marchi Baron**, exemplo de humildade, humanidade, valores, competência e caráter.

Gi, em primeiro lugar, obrigada por ter me aceitado e pela oportunidade que me deste de crescer num meio tão rico de conhecimento e ciência. Obrigada pela compreensão, mesmo quando não merecia. Obrigada pelo apoio, incentivos e conselhos. Espero um dia poder retribuir a altura tudo o que representas e fizeste por mim. Que nossa parceria continue!

AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Odontologia de Piracicaba – UNICAMP, escola da qual sinto orgulho de ser aluna, nas pessoas do seu diretor **Prof. Dr. Francisco Haiter Neto** e do Diretor Associado **Prof. Dr. Marcelo de Castro Meneghin**, pela oportunidade da realização deste trabalho.

Ao **Prof. Dr. Mário Alexandre Coelho Sinhoreti**, coordenador geral dos programas de pós-graduação, exemplo de dedicação ao dever. Agradeço pela atenção especial prestada, aceitando, diante de tantos outros compromissos, participar da minha banca de defesa de tese.

À **FAEP**, à **FUNCAMP** e à **CAPES**, pelo auxílio financeiro durante o primeiro ano do curso de doutorado, essencial para o desenvolvimento desta pesquisa.

Aos Professores Doutores **André Luiz Fraga Briso (UNESP-Araçatuba)**, **José Augusto Rodrigues (UnG)**, **Flávio Henrique Baggio Aguiar (UNICAMP)**, que aceitaram tão gentilmente participar da minha banca de defesa de tese.

Aos Professores **Luis Roberto Marcondes Martins, Cristiane Mariote Amaral (UnG) e Lourenço Correr Sobrinho**, pela colaboração científica fundamental ao aperfeiçoamento deste trabalho, quando da participação em minha banca de qualificação.

À **Profa. Dra. Gláucia Ambrosano**, pessoa prestativa e amiga, admirável por sua competência e humildade. Obrigada pela oportunidade de estágio e pelo auxílio fundamental na análise estatística desta pesquisa.

Ao **Prof. Dr. Silvio Monteiro Júnior**, da **Pós-Graduação do UniCEUMA e UFMA**, por colaborar com seus conhecimentos de estatística.

A todos os meus **Professores**, especialmente aos da Área de Dentística da FOP-UNICAMP, que contribuíram com o aprimoramento de meus conhecimentos.

A **Agência INOVA**, por dar o suporte necessário para a solicitação da patente junto ao INPI.

Ao **Departamento de Química da UNICAMP**, na pessoal da pós-graduanda **Luciana**, por me ajudar a entender conceitos básicos de química orgânica, polímeros, radicais livres e antioxidantes.

À **ESALQ-USP**, na pessoa do **Prof. Dr. Elliot Watanabe Kitagima**, pelo curso de microscopia oferecido e por disponibilizar o microscópio eletrônico de varredura para a realização das imagens dos padrões de fratura.

Aos **Funcionários** desta faculdade, que de alguma forma possibilitaram a realização da minha pós-graduação. Especialmente à **Eliene e Adriano (MEV)**, **Marcão (Materiais Dentários)**, **Mônica, Fernandinha e Pedro (Dentística)**, **Marcela, Érica e Raquel, (Pós-Graduação)**, e, pelo carinho e disposição em ajudar.

Às empresas **FGM, DENTSPLY, 3M-ESPE, AROTEC e DROGAL**, pela colaboração com esta pesquisa, através da doação de produtos e prestação de serviços.

Aos colegas de Pós-Graduação, especialmente à **Débora Lima, Cláudia Batitucci dos Santos Daroz, Rodrigo Sversut Alexandre, Gustavo Daroz, Andréa Cavalcante, Adriano Lima, Cristiane Pinto, André Silva, Vanessa Ruiva, Jansen Osaki e Vanessa Pestana**, pela troca de conhecimentos, respeito e admiração.

À **Debinha**, fiel amiga, sempre presente, nos momentos de desânimo e de vitórias. Alguém admirável por sua prudência, perseverança, dedicação e desejo de aprender e de crescer, em todos os aspectos da vida. Pelas preciosas horas que passamos juntas, compartilhando conhecimento e vida. Sucesso!

A **Rodrigo (Billac)**, colega competente e dedicado. Por todas as vezes que solicitei ajuda e tão gentilmente se disponibilizou. Continue brilhante!

À **Claudinha** e ao **Gustavo**, casal incrível e amigo. Pessoas maravilhosas, de quem não quero perder o vínculo de amizade! Obrigada pela colaboração *sine-qua-non* ao desenvolvimento desta tese. Torço pelo sucesso de vocês!

À tia **Rose**, amiga-mãe, exemplo de simpatia, abnegação e amabilidade. Obrigada por me receber em sua casa com tanto carinho. Obrigada pelos conselhos, apoio, e atenção. Com você, Piracicaba tinha cara de São Luís.

A minha grande família de Piracicaba, **Família Zanatta, Carol, Marcos, Polly, Pr. Cláudio, Tércia, André, Ellen, Marcos (in memoriam) e Bete**, obrigada por terem me acolhido com tanto amor e carinho.

“A mente que se abre a uma nova idéia
jamais volta ao seu tamanho original.”

ALBERT EINSTEIN

RESUMO

O objetivo deste estudo *in vitro* foi avaliar o efeito do tempo de aplicação de gel de ascorbil a 3% (AE) sobre a resistência de união ao esmalte bovino tratado previamente com peróxido de carbamida a 10% (PC), estabelecendo o padrão de fratura através de microscopia eletrônica de varredura (MEV). Sessenta incisivos bovinos foram selecionados, limpos e armazenados em solução salina de timol a 0,1%. Sessenta fragmentos de 25mm² foram obtidos da superfície vestibular, utilizando-se discos diamantados de dupla-face, em baixa rotação, sob constante irrigação. Os fragmentos foram cobertos com fina camada de cera 7 e embebidos em cilindro por resina autopolimerizável de poliestireno. Posteriormente, foram divididos aleatoriamente em seis grupos, sendo dois controles: GS (saliva, durante todo o experimento) e GP (PC, por seis horas, durante 14 dias) e quatro experimentais, que após a utilização diária do PC, foram submetidos à aplicação de gel antioxidante por 15, 30, 60 ou 120 minutos, respectivamente (GPA15, GPA30, GPA60 e GPA120). Imediatamente após o tratamento, os fragmentos foram condicionados com ácido fosfórico a 37% (Dentsply) e restaurados com sistema adesivo Adper Single Bond (3M-ESPE) e três incrementos horizontais de resina TPH (Dentsply). Finalizado o tratamento restaurador, os fragmentos foram preparados para o ensaio de microtração. Cortes seriados foram realizados em cada amostra para obtenção de duas fatias centralizadas de, aproximadamente, 1mm de espessura. Posteriormente, com auxílio de uma broca 1093FF, foi confeccionado em cada fatia, uma constricção, com área adesiva de, aproximadamente, 1mm², em forma de ampulheta. Os testes de microtração foram realizados em máquina de ensaio EMIC, com velocidade de 0,5mm/min. A ANOVA e o Teste de Dunnet indicaram haver diferença estatisticamente significativa entre os grupos testados. Comparando-se o controle positivo (GS) com os demais, verificou-se que apenas o controle negativo (GP) diferiu estatisticamente. Quando se comparou o GP com os outros grupos, foi observada diferença estatística com o GS e o GPA120. Para

comparação apenas entre os grupos experimentais (GPA15, GPA30, GPA60 e GPA120), foi aplicado o teste ANOVA e análise de regressão polinomial, que revelaram não haver diferença estatisticamente significativa para o fator tempo, de forma isolada. Foi detectada, através de observações em microscopia eletrônica de varredura, presença de pequenas bolhas no grupo clareado. Os padrões de fratura demonstraram maior número de falhas mistas, para todos os grupos testados. O gel de ascorbil a 3%, aplicado no tempo de duas horas, parece ser o mais indicado, para recuperar os valores de resistência de união ao esmalte clareado com peróxido de carbamida a 10%.

Palavras-Chave: Antioxidante, Resistência de União e Clareamento Dental.

ABSTRACT

The purpose of this *in vitro* study was to evaluate the effect that elapsed time (15 min, 30 min, 1 hour e 2 hours) of a 3% ascorbil gel (AE) onto the bond strength to bovine enamel previously treated with carbamide peroxide at 10%, defining the fracture pattern through electronic scanning microscopy. Sixty bovine incisors were selected, cleaned, and stored in saline solution of timol at 0.1%. Sixty fragments of 25mm² were obtained by the use of double-face diamond discs, in low rotation, under constant irrigation, perpendicularly to buccal_surfaces. The fragments were relieved with a thin layer of wax n° 7 and steep in a cylinder by a self-curing polyester resin. Afterwards, they were random divided into six groups according to the type of treatment to be employed (GS- Positive Control- Saliva, during experiment; GP- Negative Control- PC, 14 days/6hours, GPA15- PC, 14days/6hours + AE, 15 min; GPA30- PC, 14days/6hours + AE, 30 min; GPA60- PC, 14days/6hours + AE, 1 hour; GPA120- PC, 14days/6hours + AE, 2 hours). After treatments, the groups were etched with fosforic acid 35% (Dentsply) and restored with adhesive system Adaper Single Bond (3M-ESPE) and three horizontal increments of resin TPH (Dentsply). Concluded the restorative treatment, the fragments were immediately prepared for microtensile procedure. Serial cuts were performed in each sample to obtain two centralized slices 1mm thick. Afterwards, using a 1093 FF drill, an hourglass was done in each slice, with adhesive area of approximately 1mm². The microtensile tests were performed in an mechanical test machine, at 0.5 mm/min speed. ANOVA and Dunnett test indicated that there was statistical difference between groups tested. When compared positive control group (GS) with the other groups, it was observed that only the negative control group (GP) was statistically different. These results were confirmed, when the negative control group was compared with others, in which it was observed statistic diference to GS and GPA120. When the experimental groups were compared though regressive polinomial analise it was not found statistical difference only to the time factor.

On Electronic Scanning Microscopy observations, were detected the presence of bubbles of the bleached group. The fracture standards demonstrated higher number of mixed failures to all the groups. The 3% ascorbil gel (AE) used for two hours seems to be the most recommended to reverse the strength to bleached enamel with carbamide peroxide 10%.

Keywords: Antioxidant, strength bond and bleaching dental.

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	4
2.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE AGENTES ANTIOXIDANTES	10
2.2 ADESÃO DOS COMPÓSITOS À ESTRUTURA DENTAL CLAREADA	14
2.3 EFEITO DE AGENTES ANTIOXIDANTES A BASE DE ÁCIDO ASCÓRBICO NA RESISTÊNCIA DE UNIÃO A ESTRUTURA DENTÁRIA OXIDADA.....	18
3. PROPOSIÇÃO.....	21
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	22
4.1 DELINEAMENTO DO ESTUDO.....	22
4.2 OBTENÇÃO, SELEÇÃO E PREPARO DOS DENTES.....	22
4.3 INCLUSÃO DOS BLOCOS DE DENTES.....	23
4.4 CONFECÇÃO DA MOLDEIRA PARA APLICAÇÃO DO AGENTE CLAREADOR E ANTIOXIDANTE.....	25
4.5 APLICAÇÃO DO AGENTE CLAREADOR PERÓXIDO DE CARBAMIDA 10%.....	26
4.6 APLICAÇÃO DO AGENTE ANTIOXIDANTE.....	27
4.7 TÉCNICA ADESIVA.....	28
4.8 ENSAIO DE MICROTRAÇÃO.....	30
4.9 OBSERVAÇÃO EM MICROSCÓPIO ELETRÔNICO DE VARREDURA (MEV) – PADRÃO DE FRATURA.....	33
4.10 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	36
5. RESULTADOS.....	37
6. DISCUSSÃO.....	44
7. CONCLUSÃO.....	51
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52
APÊNDICE.....	62

1. INTRODUÇÃO

Os agentes clareadores, baseados em soluções de peróxidos, possuem baixo peso molecular, sendo possível a movimentação de íons através da estrutura dental. Por serem fortes agentes oxidantes, essas substâncias reagem com macromoléculas complexas (responsáveis pela pigmentação escura), convertendo-as em moléculas mais simples e incolores, e, posteriormente, removendo-as da estrutura dentária por difusão (McEVOY, 1989).

O peróxido de carbamida a 10% é o gel clareador mais utilizado para realização de clareamento dental caseiro, por apresentar efetividade e segurança (MATIS *et al.*, 1998). Em contato com a saliva / dente, se decompõe em peróxido de hidrogênio e uréia. Sendo o peróxido de hidrogênio um agente extremamente eletrolítico e instável, reage facilmente, liberando oxigênio, radicais livres e água (GUTTERIDGE, 1994 e SUN, 2000).

A despeito dos excelentes resultados clínicos obtidos pela utilização de peróxidos na odontologia, com intuito de promover clareamento dos dentes, alguns efeitos indesejáveis têm sido relatados. Especialmente a diminuição da resistência de união à estrutura dental tem alertado os profissionais quanto à necessidade de se esperar um período de tempo de pelo menos duas semanas antes de se realizar o procedimento restaurador (BASTING *et al.*, 2004).

A presença de oxigênio residual tem sido relatada como a principal responsável pela diminuição na resistência de união de compósitos à estrutura dental clareada (TITLEY *et al.*, 1992, DISHMAN *et al.*, 1994, PERDIGÃO *et al.*, 1998, SHINOHARA *et al.*, 2001), devido a seu efeito adverso na polimerização de sistemas adesivos (RUYTER, 1981 e RUEGGEBERG & MARGESON, 1990).

Para que ocorra a liberação total dos subprodutos dos peróxidos e, dessa forma, se torne possível a realização de restauração definitiva satisfatória, indica-se período de espera de 14 a 21 dias. (CAVALLI *et al.*, 2001 e BASTING *et al.*, 2004). Clinicamente, este intervalo pode ser muito longo para pacientes que

buscam tratamento estético imediato e possuem restaurações destoando dos dentes.

Para minimizar este inconveniente e para possibilitar a confecção de restaurações estéticas em menor intervalo de tempo, sugere-se o tratamento da estrutura dental clareada com agentes antioxidantes, como o ascorbato de sódio a 10%. Este produto age na remoção do oxigênio residual da estrutura dental e promove uma boa adesão ao esmalte (LAI *et al.*, 2002) e à dentina (KAYA & TURKUN, 2003).

Os agentes antioxidantes, tais como os derivados do ácido ascórbico, agem como estabilizadores de radicais livres, apresentando-se como uma alternativa para diminuir o intervalo de tempo entre o clareamento e a restauração definitiva (USBERCO & SALVADOR, 1997), pois são capazes de neutralizar o aspecto responsável pela polimerização incompleta dos monômeros resinosos, permitindo que um procedimento restaurador seja realizado com sucesso e com perspectiva de longevidade, durabilidade adesiva e ausência de microinfiltração (TURKUN & TURKUN, 2004).

O ascorbato de sódio, composto de vitamina C e sódio, tem sido considerado um produto seguro para uso oral (NAIDU, 2003). O ácido ascórbico é uma substância atóxica amplamente utilizada na indústria alimentícia como um antioxidante. Em medicina cosmética é usado como indutor da formação de colágeno e na odontologia, como agente co-preventivo de doença periodontal.

Todavia, tem-se conhecimento de que o ascorbato de sódio é uma substância instável, de cor amarelada e que se oxida rapidamente, podendo levar a possíveis manchamentos nos dentes recém-clareados (DSM, 2001). No intuito de evitar esse possível efeito adverso, se propõe a utilização de um gel antioxidante à base de ascorbato de sódio estabilizado (PI0502546-0), de cor branco-translúcida, quimicamente conhecido como ascorbato de trisódio monofosfatado ou ascorbil fosfato (DSM, 2002). Esse produto foi testado, após duas horas de clareamento diário de seis horas, por 14 dias, obtendo-se bons resultados quanto à resistência de união ao esmalte humano (SILVA, 2005).

Entretanto, o período de tempo para a utilização de antioxidantes sobre a estrutura dental ainda é empírico. As pesquisas realizadas padronizaram o tempo de 1/3 do período de clareamento, independente do tipo e da concentração do peróxido utilizado, e bons resultados têm sido alcançados com essa técnica (LAI *et al*, 2002, SILVA, 2005, TURKUN *et al*, 2006).

Diante desse contexto, parece oportuno avaliar a influência do tempo de aplicação de ascorbil em esmalte clareado com peróxido de carbamida a 10%.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Desde a primeira publicação na literatura, em 1989, por HAYWOOD & HEYMANN, o clareamento dental caseiro tem sido objeto de muitos estudos e questionamentos, especialmente no que diz respeito aos seus efeitos adversos sobre a estrutura dental. (TITLEY *et al.*, 1992, TORNECK *et al.*, 1990, PERDIGÃO *et al.*, 1998, POTOČNIK *et al.*, 2000, LI, 2000, RODRIGUES 2001, SHINOHARA *et al.*, 2001).

Problemas indesejáveis decorrentes do tratamento clareador caseiro, tais como sensibilidade (FUGARO *et al.*, 2004) e irritação gengival (LEONARD *et al.*, 1997), estão fortemente relacionados à concentração dos peróxidos, por isso costuma-se recomendar peróxidos de baixas concentrações, especialmente o peróxido de carbamida a 10%, que possui efetividade comprovada após pelo menos duas semanas de tratamento, no regime de seis horas diárias (CARVALHO *et al.*, 2003).

Alterações morfológicas na estrutura dental após aplicação de agentes clareadores à base de peróxido de carbamida a 10% foram observadas através de microscopia eletrônica de varredura (SENGHI & DENRY, 1992; BEN-AMAR *et al.*, 1995; PERDIGÃO *et al.*, 1998). Em sua maioria, demonstram alterações superficiais, porém sem padrão definido, variando entre ausência de uniformidade, formação de pequenas trincas, aumento da porosidade, exposição dos prismas de esmalte e a presença de áreas de erosão, sugerindo a perda de minerais e dissolução no esmalte. Entretanto, estes achados não são concordantes na literatura, pois outras pesquisas demonstraram pequeno ou nenhum efeito no esmalte, utilizando-se concentrações baixas de peróxidos (OLTU & GURGAN, 2000).

Esses efeitos colaterais, ainda que verificados, não contra-indicam o tratamento, pois o clareamento dental continua sendo a técnica mais conservativa para o tratamento de dentes escurecidos. Técnicas restauradoras como confecção

de facetas e coroas estéticas diretas ou indiretas removem uma quantidade de tecido dental sadio inquestionavelmente maior. (LI, 2000 e PRICE et al, 2000).

ZHAO *et al*, 2000 demonstraram que os íons peróxidos substituem os radicais hidroxil na hapatita lática, produzindo a peróxido-hapatita. Também mostraram que quando os íons peróxidos se decompõem, os radicais hidroxila substituídos se reincorporam à apatita lática, resultando na eliminação das alterações estruturais causadas pela incorporação dos íons peróxidos.

A diminuição da resistência de união de restaurações adesivas ao dente clareado também é preocupante (TITLEY, 1992, SHINOHARA *et al.*, 2001, CAVALLI, *et al*, 2001), pois pode interferir na longevidade das restaurações adesivas realizadas pós-clareamento. Esse efeito indesejável é motivo de apreensão tanto ao profissional competente, que se preocupa com a satisfação de seu paciente e com a longevidade de seu trabalho, quanto ao paciente, que espera que seu problema estético seja solucionado com rapidez, muitas vezes não compreendendo a necessidade de se aguardar um período de espera antes da troca de restaurações esteticamente insatisfatórias.

Os fatores responsáveis pela diminuição nos valores de resistência de compósitos ao esmalte dental não estão bem elucidados, mas acredita-se em duas hipóteses: ou que as alterações morfológicas superficiais no esmalte promovam mudanças nas propriedades mecânicas do esmalte e gerem zonas de estresse durante a realização de testes de tração, resultando em falhas prematuras (SEGHI & DENRY, 1992; CAVALLI, GIANINNI & CARVALHO, 2004); ou que a presença de produtos da oxidação dos peróxidos, tais como oxigênio residual, possam inibir a polimerização de materiais resinosos, gerando a formação de bolhas geradoras de estresse (TORNECK et al, 1992; DISHMAN et al, 1994; LAI et al, 2002) e uma menor adaptação e penetração dos *tags* em esmalte (PERDIGÃO, 1998).

Para se entender como o agente clareador pode interferir na polimerização de materiais resinosos é fundamental que se tenha conhecimento do mecanismo de ação dos produtos empregados.

O exato mecanismo de ação dos agentes clareadores a base de peróxidos não está completamente elucidado. Basicamente, pode-se dizer que consiste de uma reação de oxidação, onde a estrutura a ser clareada doa elétrons para o agente clareador oxidante (GOLDSTEIN & KIREMIDJIAN-SCHUMACHER, 1993).

Essa reação só é possível devido ao baixo peso molecular tanto do peróxido de hidrogênio (30g/mol), quanto de uréia (64g/mol), que os tornam capazes de se difundirem rapidamente, na matriz do esmalte e da dentina, atingindo os pigmentos escurecidos. Neste processo, as moléculas orgânicas que pigmentam a dentina e as inorgânicas, que alteram a cor do esmalte, são quebradas e convertidas, gradualmente, de anéis de carbono de alto peso molecular em radicais hidroxila incolores. Essas moléculas são reduzidas a carbono e água, sendo estes liberados juntamente com o oxigênio nascente (ARWILL *et al.*, 1969).

Independentemente do tipo e concentração do peróxido, o processo de clareamento ocorre por meio de uma reação química tipo redox iniciada pela ionização e decomposição do agente clareador. De acordo com SUN (2000), dependendo do pH do agente clareador e da presença de luz e/ou calor, quatro tipos de dissociações podem ocorrer durante a ionização do peróxido de hidrogênio (HOOH), sendo o resultado a liberação dos seguintes íons e moléculas: *íons hidroxila* (2OH^-), pela quebra da ligação mais fraca entre dois átomos de oxigênio da molécula de peróxido; *íon hidrogênio* (H^+) + *íon periidróxido ou perihidroxil* (HOO^-), considerado o íon mais potente; *Molécula de água* (H_2O) e *íon oxigênio* (O^{2-}), radical livre mais fraco; *Moléculas de água* (H_2O) e *molécula de oxigênio* (O_2), na presença da enzima peroxidase da saliva. Os radicais livres formados são instáveis e imediatamente procuram um íon ou molécula para se estabilizarem. As moléculas de cadeias mais longas e escuras reagem mais facilmente com esses radicais, alterando sua estrutura molecular e suas propriedades ópticas, tornando-se menores e mais claras.

A velocidade da reação de óxido-redução depende da temperatura, da concentração do peróxido, do tipo de mancha, da presença de co-catalizadores ou de luz, da quantidade de peroxidases na saliva e, especialmente, do pH dos reagentes. Maior concentração de íons oxigênio é formada em uma solução com pH ácido, enquanto que em um pH básico, forma-se maior concentração de íons peridroxil. O íon peridroxil se destaca por proporcionar uma reação de clareamento mais eficaz do que o oxigênio e por evitar que os dentes fiquem em contato com uma solução ácida potencialmente desmineralizante (SUN, 2000).

Os agentes clareadores caseiros são compostos, na sua maioria, por peróxido de carbamida, com concentrações de 10% até 22% (MATIS et al, 1998). Na concentração de 10% este gel possui pH de 6,9 e quando em contato com saliva e fluidos orais é degradado, aproximadamente, em 3% de peróxido de hidrogênio e 7% de uréia (HAYWOOD, 1997). O peróxido de hidrogênio, considerado o agente ativo, dissocia-se em água e em radicais de oxigênio livre, tais como peridroxil, hidroxila, íons e moléculas de oxigênio, dependendo de fatores como pH e temperatura (SUN, 2000).

O peróxido de hidrogênio não é um radical livre, mas por ser altamente eletrolítico, é capaz de reagir fácil e rapidamente, gerando radicais livres de oxigênio, extremamente reativos, como o íon hidroperoxil, que não possui enzima específica capaz de desativá-lo no organismo (MAIA & VASQUEZ, 1995).

No caso do clareamento caseiro com peróxido de carbamida, devido à elevação do pH em função da metabolização da uréia em dióxido de carbono e amônia, forma-se, em maior quantidade o íon peridroxil, favorecido pelo pH básico. Este resíduo de peróxido é considerado o produto mais potente (LEONARD et al, 2000).

Aliado à presença de carbopol, capaz de aumentar a substantividade do gel de clareamento caseiro, a produção de peridroxil pode ser responsável pela rapidez e efetividade do clareamento dental caseiro supervisionado.

Os produtos derivados da dissociação do peróxido de carbamida possuem baixo peso molecular, o que permite que transitem livremente através do

esmalte e da dentina, provocando a oxidação, a redução e a eliminação dos pigmentos presentes nessas estruturas, tornando-as mais claras (HAYWOOD, 2000).

Apesar dessa reação de óxido-redução ser vantajosa, no sentido de se conseguir uma diminuição no croma dental, favorecendo a estética, a cisão dos peróxidos gera produtos e resíduos de radicais livres de oxigênio (MAIA & VASQUEZ, 1995), que podem interferir negativamente na polimerização dos materiais poliméricos (DISHMAN, 1994, RUYTER, 1981).

Isso acontece porque a reação de fotopolimerização por adição, responsável pela transformação do material resinoso de plástico para rígido, é iniciada pela formação de um radical livre. Estes radicais serão iniciados por um sistema iniciador/ativador. Na iniciação química, um iniciador, normalmente o peróxido de benzoíla, é quebrado em dois radicais livres por um ativador, geralmente, o N-diidroxietil-p-toluidina. Já na fotopolimerização, os compósitos são expostos à luz visível, num comprimento de onda que irá sensibilizar o fotoativador, normalmente uma canforoquinona, que apresenta seu pico de absorção no comprimento de onda de 468nm. Ao ser excitada pela luz, a canforoquinona interage com uma amina para formar os radicais livres. Esses radicais livres reagem com um monômero quebrando uma ligação σ entre carbonos para iniciar a polimerização. Desta forma, o radical livre é transferido para o monômero, que vai reagir com outro monômero e assim por diante, propagando o fenômeno da polimerização até que os radicais livres reajam entre si formando moléculas estáveis (STANEBURY, 2000).

Os radicais livres são eletricamente instáveis e, por isso, altamente reativos, tendo a capacidade de reagir com qualquer composto que esteja próximo, a partir de uma reação de óxido-redução. (MAIA & VASQUEZ, 1995).

A instabilidade químico-molecular dos radicais livres faz com que essa estrutura procure uma outra molécula para retirar um elétron, a fim de se estabilizar, porém, durante esta reação, forma-se um novo radical livre, iniciando uma verdadeira reação em cascata (PÓVOA & PÓVOA FILHO, 1995).

Quando comparado com outros elementos da tabela periódica, o oxigênio é considerado o segundo mais eletronegativo, depois do flúor e também o segundo elemento mais abundante na atmosfera, depois do nitrogênio, sendo conhecido como o radical livre mais reativo disponível (USBERCO & SALVADOR, 1997).

A reatividade do oxigênio é muito maior que a do monômero. Portanto, havendo oxigênio disponível durante a polimerização, ele irá competir com os monômeros e reagirá com as cadeias em crescimento, formando novos radicais, mas que são menos reagentes que as moléculas iniciais. Como consequência, a reação em cadeia vai lentamente parando (COOK, 1985).

A efetividade da polimerização é freqüentemente expressa em termos de grau de conversão, variando de 47 a 80% dependendo de fatores como, composição da matriz resinosa e das partículas inorgânicas, quantidade de substâncias iniciadoras/ativadoras, etc. Além disso, outro fator que age diretamente na inibição da polimerização é o oxigênio, que reage com os grupos metacrilatos não-reagidos na superfície do material (FAN, 1985).

A inibição pelo oxigênio pode ocorrer de duas formas: ou ele reage com os radicais livres formados pela reação da amina com a canforoquinona retardando o início da reação (COOK, 1995) ou ele reage com as cadeias em crescimento, formando radicais menos reativos responsáveis pelo aumento na taxa de terminação da reação (FAN, 1995). Isso tem sido verificado através de estudos que demonstram que a velocidade da reação e o grau de polimerização são menores se a polimerização é conduzida ao ar livre, em comparação com os altos valores obtidos quando a reação acontece em tubos selados ricos em argônio (RUEGGERBERG & MARGESON, 1990).

A influência do oxigênio na polimerização é governada por muitos fatores, como temperatura, intensidade da luz e, especialmente, sua concentração. Por isso, quanto maior a quantidade de radicais livres de oxigênio presente, maior a repercussão sobre a resistência de união de materiais resinosos ao dente (RUYTER, 1981). Deve-se, portanto, tentar eliminar qualquer resíduo de

oxigênio e radicais derivados de peróxidos incorporados à estrutura dental a ser restaurada com materiais resinosos.

2.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE AGENTES ANTIOXIDANTES

Qualquer substância que quando em baixas concentrações, se comparados com o substrato oxidável, promove significativo atraso ou inibição da oxidação do substrato, é conhecido como antioxidante (USBERCO & SALVADOR, 1997).

Os antioxidantes podem agir de diferentes formas e, normalmente, seu mecanismo de ação envolve mais de uma reação, podendo contribuir para a eliminação completa ou diminuição da concentração de radicais livres, através dos seguintes meios: removendo oxigênio ou diminuindo a sua concentração local; removendo íons metálicos reagentes; removendo espécies reativas de oxigênio, como oxigênio nascente O_2^- e peróxido de hidrogênio; varrendo radicais iniciadores tais como $\cdot OH$, $RO\cdot$, $RO_2\cdot$; rompendo a cadeia de uma seqüência iniciada e/ou estabilizando ou removendo oxigênio *singlet* (O), a forma mais reativa do íon oxigênio (GUTTERIDGE, 1994).

A eliminação de radicais livres pode ser obtida pela ação de dois tipos de agentes antioxidantes, os agentes enzimáticos, tais como catalaze, glutathione peroxidase ou superóxido dismutase, que têm capacidade de varrer os radicais livres, e os agentes não-enzimáticos, tais como oligoelementos e vitaminas, que agem como antioxidantes ou seus precursores. Dentre os não-enzimáticos, a vitamina C (ácido ascórbico) surge como a mais interessante opção devido ao fato de ser hidrossolúvel (FLOYD, 1997 e USBERCO & SALVADOR, 1996).

Os antioxidantes neutralizam os radicais livres pela doação de seus próprios elétrons cessando a reação de perda de elétrons. Os nutrientes antioxidantes por si mesmos não se tornam em radicais livres pela doação de um elétron porque eles são estáveis de qualquer forma. Eles agem como varredores,

auxiliando ou impedindo lesões tecidual ou celular que poderiam levar a enfermidades (MAIA & VASQUEZ, 1995).

O ácido ascórbico ($C_6H_8O_6$) foi descoberto no século dezessete como uma importante vitamina solúvel em água. Foi primariamente isolado da fonte natural, por SIVRBELY & SZENT-GYORGYI, em 1932, caracterizado estruturalmente, no mesmo ano por WAUGH & KING e sintetizado, em 1933, por HAWORTH & HIRT. Desde então, inúmeros institutos de pesquisa, vêm estudando, a química, as propriedades, o catabolismo, as funções fisiológicas, a relação saúde-doença, o poder antioxidante do ácido ascórbico e seus derivados. Esse interesse crescente fez com que o conhecimento sobre essa substância se tornasse vasto e complexo (NAIDU, 2003).

Os efeitos benéficos do uso e aplicação da vitamina C na saúde oral são amplamente descritos, agindo na redução de gengivite e no tratamento do escorbuto (RUBINOFF, 1989). Além disso, de modo geral tem sido considerado essencial para a biossíntese de colágeno, auxiliando em tratamentos cosméticos, na formação de carnitina e neurotransmissores e para a cura e prevenção de câncer (NAIDU, 2003).

Além disso, estudo têm demonstrado o efeito protetor *in vivo* do ácido ascórbico contra o dano induzido pelo peróxido de hidrogênio sobre os sistemas biológicos (SMIT, et al., 2006).

Objetivando avaliar a relação plasmática de ácido ascórbico no sangue com o desenvolvimento de cáries dentais e quantidade relativa de *Streptococcus mutans*, VAANANEN *et al.*, em 1994, realizaram um estudo duplo-cego, no qual verificaram, que a quantidade de placa e número de superfícies lesionadas foram marcadamente inferiores quando nível plasmático de ácido ascórbico era baixo, entretanto o crescimento bacteriano não foi afetado pela presença do antioxidante.

O ácido ascórbico é descrito como um elemento essencial na biossíntese do colágeno, o maior componente da matriz orgânica da dentina. Em uma comparação do efeito da deficiência de ácido ascórbico na dentinogênese primária e reparadora, OGAWARA *et al.*, em 1997, verificaram através de análise histomorfométrica, que ratos submetidos à dieta livre de vitamina C, apresentaram seus dentes com significativa redução no tamanho e na aposição de mineral dentina. Além disso, quando se induziu uma exposição pulpar, foi visto que o grupo controle produziu uma deposição contínua de tecido ósteodentinário, enquanto que no grupo experimental, a deficiência de ácido ascórbico prejudicou a formação de dentina.

O ácido ascórbico é conhecido como um inócuo removedor de espécies reativas de oxigênio, mas oxida-se facilmente na presença de oxigênio e umidade. No intuito de torná-lo mais estável em tecidos biológicos orais, formulou-se um composto estabilizado de ascorbato de sódio, derivado do ácido ascórbico, contendo grupos fosfato, o ascorbil fosfato, também conhecido como sal trisódico de monofosfato-ascorbil-2. Somente em contato com a saliva, o ascorbil fosfato é convertido em ácido ascórbico livre, pela quebra da ligação oxigênio-carbono na posição C-2 fosfato (DSM, 2001). Essa nova formulação possibilita que o pó de ascorbil fosfato seja previamente manipulado e adicionado em soluções, géis ou cremes para a fabricação de produtos orais como pastas de dente, bochechos, agentes dessensibilizantes, agentes clareadores, sem perder sua estabilidade antes do uso (GIRARD & SAECKER, 2003).

Derivados de ácido ascórbico tais como o ascorbil fosfato são conhecidos por inibir bactérias responsáveis pela doença cárie, pela periodontite e gengivite, além de ter um efeito estabilizador de cor. Entretanto, tais derivados são substantivamente solúveis em água e são rapidamente lavados na cavidade oral, não sendo possível sua atuação se estender por maior período de tempo. Para reverter esse problema, sugere-se a adição de polímero, como o carboximetilcelulose, para melhorar a aderência a tecidos duros e moles da

cavidade oral. A concentração ideal em peso para o ascorbil fosfato seria de 0,01 a 3% (DSM, 2002).

De acordo com a referida patente, a composição pode permanecer em contato com tecidos orais por um período suficiente para que ocorra a redução ou total eliminação dos radicais livres, sendo indicado um período de 5 a 60 minutos. Quanto maior a permanência no tecido, maior seria sua capacidade antioxidante.

O agente antioxidante a base de ascorbato de sódio é uma composição branco-amarelada muito instável, permitindo uma mancha de cor amarelada a marrom em contato com o oxigênio tanto na sua própria estrutura, quanto em contato com a estrutura dental. O ascorbil fosfato trata-se de um pó branco, facilmente solúvel em água, em concentrações de até 50%, em pH básico. Ele é capaz de bloquear o centro ativo da molécula de ácido ascórbico, dando ao produto grande estabilidade. (KLOCK *et al.*, 2002)

O ascorbil fosfato forma uma película de adesão ao esmalte humano, permitindo uma maior substantividade do produto, ou seja, aumentando sua permanência ativa na cavidade oral. (DSM, 2002).

HAWKINS & DAVIES, em 1999, afirmaram que o ascorbato possui excelente capacidade de remoção de radicais livres, sendo sua ação dependente do tempo de permanência e concentração.

MAJD *et al.*, em 2003, sugeriram que a citotoxicidade de alguns materiais dentários pode ser diminuída na presença de agentes antioxidantes, devido a neutralização de monômeros metacrilatos por uma reação redox. Em um estudo *in vitro* de cultura celular, ascorbato de sódio e trolox, fortes antioxidantes, foram testados em sua capacidade de viabilizar o crescimento celular na presença de resinas compostas, compômeros e cimenos de ionômero de vidro. Puderam verificar que o ascorbato de sódio melhorou a biocompatibilidade de resinas compostas.

Ascorbato de sódio é um poderoso removedor de ácido hipocloroso, superóxidos, oxigênio *singlet* (O^{\cdot}) e radicais hidroxil. Sendo considerado o mais importante protetor do sistema contra doenças e processos degenerativos causados por estresse oxidativo (GUTTERIDGE, 1994).

2.2 ADESÃO DOS COMPÓSITOS À ESTRUTURA DENTAL CLAREADA

A primeira pesquisa questionando a possível alteração na adesão de sistemas adesivos/resina composta ao dente clareado foi publicada em 1988, por TITLEY *et al.* Esses autores compararam, através de testes de tração e cisalhamento, a adesão imediata e mediata (após sete dias) de resinas compostas ao esmalte bovino clareado com peróxido de hidrogênio a 35%. Houve diferença significativa entre grupos clareados e não clareados, sendo que valores inferiores de adesão foram verificados para aqueles clareados.

Outras pesquisas, realizando testes de tração, microtração e de cisalhamento, confirmaram os achados do primeiro estudo quanto à diminuição na resistência de união ao dente clareado. Ocorrendo esse fato, em esmalte, tanto quando se utilizam peróxidos em altas concentrações (TORNECK *et al.*, 1990; TORNECK *et al.*, 1991, SEGHI & DENRY, em 1992, DISHMAN *et al.*, em 1994, CASLINI *et al.*, em 2004), quanto em baixas concentrações (STOCKES *et al.*, 1992, BEN-AMAR *et al.*, 1995; CAVALLI *et al.*, 2004) e também em dentina (BASTING *et al.*, 2004).

Acredita-se que há uma relação inversamente proporcional entre tempo de exposição aos peróxidos e os valores de resistência de união de compósitos ao esmalte clareado (TORNECK *et al.*, 1991).

O motivo porque esse efeito adverso ocorre foi discutido por alguns autores. TORNECK *et al.*, 1990 afirmaram que a redução na adesão pode ocorrer devido a mudanças químicas na superfície do esmalte clareado. Ou seja, que a permanência de peróxidos residuais nas áreas interprismáticas do esmalte podem

ser responsável por valores reduzidos na adesão dos grupos expostos a peróxido de hidrogênio. Esse fato foi confirmado, através de análise de MEV dos padrões de fratura, onde foi verificado que a resina polimerizada sobre esmalte clareado não era apropriadamente polimerizada, visto sua aparência menos homogênea e mais granular.

Outros pesquisadores afirmaram que o clareamento dental pode causar alterações na microestrutura do esmalte dental, resultando em mudanças nas suas propriedades físicas e mecânicas. Esses efeitos são atribuídos a possíveis alterações causadas pelo gel clareador na matriz orgânica do esmalte, pela ação inespecífica dos radicais livres gerados pela quebra dos peróxidos clareadores (SEGHI & DENRY, 1992, BEN-AMAR *et al.*, 1995, CAVALLI *et al.*, 2004).

BEN-AMAR *et al.*, 1995 verificaram através de microscopia eletrônica de varredura, vários graus de porosidade, presença de crateras e um padrão semelhante ao condicionamento ácido de esmalte, quando o esmalte era tratado com peróxido de carbamida a 10%, por oito horas diárias, durante 21 dias.

CAVALLI *et al.*, 2004, verificaram diminuição nos valores de união ao esmalte clareado com peróxido de carbamida de 10 a 22% e através de MEV do padrão de fratura, observaram que esmalte clareado apresentava estrutura prismática alterada, com dissolução da borda dos prismas e da substância interprismática. Concluíram, então, que a diminuição da resistência de união pode ser devido à ação do peróxido de carbamida na estrutura do esmalte, resultando em áreas de estresse e microfissuras, que predispõe o esmalte humano a fraturas prematuras e maior desgaste.

PERDIGÃO *et al.*, em 1998, através de espectroscopia com energia dispersiva e microscopia eletrônica de transmissão, testaram as duas hipóteses descritas como responsáveis pela redução dos valores de adesão ao esmalte clareado com peróxido de carbamida a 10%: a primeira, de que clareamento vital com peróxido de carbamida aumenta a concentração de oxigênio na camada superficial de esmalte ou a segunda, de que induz mudanças ultramorfológicas nas interfaces resina-esmalte. De acordo com os resultados, os autores

concluíram que a primeira hipótese foi rejeitada, ou seja, o peróxido de carbamida não provocou mudanças na concentração de oxigênio do esmalte. Entretanto, a segunda foi confirmada, alterações morfológicas foram observadas na maioria dos cristais de esmalte superficiais. Os autores sugeriram que mudanças nas proteínas e no conteúdo mineral do esmalte podem ser os responsáveis pela redução na resistência ao cisalhamento das resinas compostas ao esmalte dental.

Em 1994, DISHMAN *et al.* observaram, em MEV, menor número de *tags* na interface esmalte/comósito, quando se utilizou peróxido de hidrogênio a 35%.

No intuito de se recuperar a resistência de união pós-clareamento, tem sido recomendado postergar o procedimento adesivo (TORNECK *et al.*, 1991, DISHMAN *et al.*, 1994, CAVALLI *et al.*, 2001) ou utilizar agentes de molhamento ou solventes com potencial carreador de água, como álcool e acetona, para se conseguir melhor adesividade. (KALILI *et al.*, 1993, BARGUI & GODWIN, em 1994, SUNG *et al.*, 1999).

Quanto ao tempo de espera para que se proceda a restauração, alguns autores baseados nos resultados de seus estudos de tração, cisalhamento e microtração, sugeriram sete dias (TORNECK *et al.*, 1991), outros quatorze dias (BASTING *et al.*, 2004) e, até 21 dias (CAVALLI *et al.*, 2001 e CASLINI *et al.*, 2004),

CAVALLI *et al.*, 2001 realizaram um estudo *in vitro*, objetivando avaliar o efeito do tempo de espera (1, 7, 14 e 21 dias) sobre a resistência ao cisalhamento de restaurações adesivas ao esmalte humano tratado previamente com peróxido de carbamida, nas concentrações de 10%, 16% e 22%. O regime de tratamento foi de 10 dias, durante 6 horas. Após análise estatística, verificou-se que todos os grupos clareados, exceto aqueles com um período de espera de 21 dias para realização da restauração, possuíam menor resistência de união comparado ao grupo controle (saliva). Não se encontraram diferenças estatísticas entre as concentrações dos agentes clareadores utilizados. Houve uma relação linear entre o tempo de espera e o aumento da resistência ao cisalhamento, o que permite

concluir que é necessário que se aguarde no mínimo 21 dias para confecção de restaurações adesivas em esmalte humano.

Testes de microinfiltração indicam a necessidade de período de espera de, no mínimo, sete dias após o clareamento com peróxido de carbamida a 15%, para a realização de restaurações de resina composta sobre esmalte. (COSTA *et al.*, 2004). Tem-se observado também, um maior grau de microinfiltração para dentina submetida a clareamento com peróxidos de alta concentração, revelando que os peróxidos podem afetar a união de materiais resinosos à dentina. (SHINOHARA *et al.*, 2001)

SUNDFELD *et al.*, em 2005, avaliaram, através de microscopia de luz polarizada, a penetração de material adesivo quando aplicado sobre esmalte clareado com peróxido de hidrogênio 35%, em função do tempo de espera para realização do procedimento restaurador (0, 7, 14 ou 21 dias). Observaram que o grupo controle, assim como os grupos experimentais que permaneceram em saliva artificial por 7 a 21, apresentavam numerosos, longos e bem definidos *tags* resinosos. Entretanto, esses dados diferiram do grupo restaurado imediatamente após o clareamento, que apresentou uma formação de *tags* com menor penetração e em menor quantidade, descritos como menores, mais finos, sem uniformidade, pobremente definidos e estruturalmente incompletos. Baseados nestas informações os autores indicam um período de pelo menos sete dias, para que aconteça a liberação de peróxidos, segundo eles, responsável pelo fenômeno verificado.

A utilização de solventes, como solução para recuperação dos valores de resistência de união ao esmalte clareado, vem sendo questionada (LAI *et al.*, 2002, SILVA, 2005, NOUR EL-DIN *et al.*, 2006). Nesses trabalhos não foram observadas diferenças estatísticas quando se utilizaram solventes orgânicos adesivos na tentativa de melhoria dos valores de adesão ao esmalte clareado com peróxidos, em testes de microtração.

2.3 EFEITO DE AGENTES ANTIOXIDANTES A BASE DE ÁCIDO ASCÓRBICO NA RESISTÊNCIA DE UNIÃO A ESTRUTURA DENTÁRIA OXIDADA.

A utilização de agentes antioxidantes, como o ascorbato de sódio (AS), com intuito de recuperar a resistência de união à estrutura dental oxidada foi iniciada por MORRIS *et al.*, em 2001. Os autores verificaram, através de estudos de tração, que a resistência de união à dentina tratada com agentes oxidantes tais como hipoclorito de sódio a 0,9%, a 5% e solução PREP (a base de peróxido de hidrogênio) era melhorada quando se aplicava após a medicação intra-canal soluções antioxidantes como o ascorbato de sódio a 10% e o ácido ascórbico a 10%, por dez minutos.

Posteriormente, LAI *et al.*, 2002, observaram, através de testes de microtração, que a aplicação de solução de ascorbato de sódio a 10%, por um período de pelo menos 1/3 do tempo do clareamento (3 horas), previamente ao procedimento restaurador, foi capaz de reverter os valores de resistência de união ao esmalte clareado com peróxido de carbamida a 10%. Quanto à utilização de solventes orgânicos adesivos, a base de álcool ou acetona, não foi encontrada nenhuma vantagem significativa. Em relação ao padrão de fratura, os autores citam que, no esmalte clareado, todas as falhas foram adesivas, enquanto nos grupos controle e ascorbato as falhas foram predominantemente coesivas. Através de microscopia eletrônica de transmissão (MET) da interface, foi visto que o grupo clareado apresentou densa penetração de nitrato de prata amoniacal a 50%, caracterizada pela agregação de grãos de prata ao longo da interface esmalte-resina e na camada basal do adesivo. Estruturas parecidas com bolhas, com depósitos de grãos na periferia, também foram identificadas. Nos grupos controle a penetração foi branda, assim como para o grupo ascorbato que também não apresentou nenhuma anormalidade. Acredita-se que a retenção de resíduos de peróxidos na (sub)superfície dental pode ser responsável pela redução nos valores e na qualidade da união esmalte-resina.

Além da preocupação durante procedimentos restauradores adesivos, há preocupação dos ortodontistas, quanto à colagem de bracktes com resina composta ativada quimicamente sobre esmalte clareado. BULUT *et al*, 2006, verificaram, em testes de cisalhamento, diminuição na resistência de união ao esmalte tratado com peróxido de carbamida a 10%. Entretanto, quando utilizaram o ascorbato de sódio a 10%, por 10 minutos, previamente à colagem, esses valores foram revertidos positivamente, sendo estes similares a quando se aguarda uma semana, antes do procedimento adesivo.

Tem sido verificado que a espera de uma semana ou a aplicação de solução de ascorbato de sódio a 10%, por três horas, sobre dentina clareada com peróxido de carbamida a 10% (oito horas), diminui os graus de microinfiltração de restaurações adesivas (TURKUN & TURKUN, 2004), se comparado a restaurações realizadas imediatamente após o clareamento. Essas observações foram complementadas através de MEV, no qual foram verificadas grandes áreas com fendas, quando se realizaram restaurações imediatamente após o clareamento. Isto sugere que o peróxido de carbamida provoca um aumento na infiltração marginal e que a espera de pelo menos uma semana ou a utilização de um antioxidante são necessários, antes da realização do tratamento restaurador em dentina.

Além de ascorbato de sódio, outros antioxidantes, como o butilhidroxianil a 10% (BHA), foram testados com o objetivo de remover o oxigênio residual da estrutura dental clareada. No estudo de KAYA & TURKUN (2003), a dentina foi clareada com peróxido de hidrogênio a 35%, por trinta minutos e agentes antioxidantes foram aplicados por dez minutos. Após os teste de cisalhamento, verificou-se que houve uma redução na resistência de união nos grupos restaurados imediatamente após o clareamento, comparado ao grupo controle. Em relação aos antioxidantes, o ascorbato de sódio a 10% foi capaz de reverter os efeitos adversos na adesão, entretanto, o butilhidroxianil a 10% não foi eficaz.

Agentes antioxidantes enzimáticos como a catalase e a glutaciona peroxidase, aplicadas por vinte minutos sobre esmalte clareado com peróxido de hidrogênio a 35% também surgiram como alternativa ao ascorbato de sódio (TORRES *et al.*, 2004). Através de testes de cisalhamento, foi verificado que a catalase melhorou a força de adesão, mas foi significativamente inferior ao grupo controle não clareado. A glutaciona peroxidase e o ascorbato de sódio atingiram valores intermediários e solventes orgânicos apresentaram os piores resultados, similares ao grupo clareado.

Um gel de ascorbato de sódio estabilizado a 3%, conhecido como ascorbil, foi recentemente sugerido por SILVA, em 2005 (PI0502546-0), como uma alternativa mais vantajosa em relação às propriedades óticas e químicas do ascorbato de sódio. Foi constatado, através de testes de microtração, que a aplicação do gel de ascorbil a 3%, por duas horas, previamente ao procedimento restaurador, reverteu completamente os valores de resistência de união ao esmalte clareado com peróxido de carbamida a 10%. Também foi verificado que os solventes orgânicos adesivos utilizados (álcool e acetona) não foram capazes de produzir nenhuma melhoria na resistência de união ao esmalte clareado. Foram observadas bolhas no adesivo do grupo clareado, indicando pobre polimerização pela inibição provocada pelo peróxido residual.

3. PROPOSIÇÃO

O presente estudo teve por objetivo:

3.1 Avaliar o efeito do tempo de aplicação de gel antioxidante a base de ascorbil a 3% (15 min, 30 min, 60 min e 120 min), sobre a resistência de união de resina composta ao esmalte bovino tratado com peróxido de carbamida a 10%.

3.2 Analisar o padrão de fratura das amostras, através de microscopia eletrônica de varredura.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 DELINEAMENTO DO ESTUDO

Para realização deste estudo *in vitro*, um delineamento experimental inteiramente ao acaso foi utilizado:

Unidade experimental: Fragmentos de esmalte de sessenta incisivos bovinos hígidos, distribuídos em seis grupos (n=10).

Fatores em estudo: (Quadro 1)

1. Tempo de utilização de ascorbil pós-clareamento, em quatro níveis (GPA15- PC, 14dias/6horas + AE, 15 min; GPA30- PC, 14dias/6horas + AE, 30 min; GPA60- PC, 14dias/6horas + AE, 1 hora; GPA120- PC, 14dias/6horas + AE, 2 horas). Sendo utilizados dois grupos controle (GS+: Saliva, durante todo o experimento; GP-: PC, 14 dias/6h).

Variável de resposta:

Resistência de união ao teste de microtração (MPa)

Padrão de fratura observado em microscopia eletrônica de varredura

4.2 OBTENÇÃO, SELEÇÃO E PREPARO DOS DENTES

Sessenta incisivos bovinos hígidos e frescos, extraídos em frigorífero, foram armazenados, durante duas semanas, em uma solução salina de timol 0,1%, sob refrigeração em temperatura a 5°C.

Estes foram limpos com lâminas de bisturi 15 (STAINLESS, SÃO PAULO, SP, BRASIL) montadas em cabo de bisturi 3 (JON, SÃO PAULO, SÃO PAULO, BRASIL), para a remoção de restos de ligamentos periodontais e tecidos moles. Com auxílio de jato de bicarbonato (PROFIDENT, DABI ATLANTE, RIBEIRÃO PRETO, SP, BRASIL), foi feito o polimento da porção coronária dos dentes. O veículo para o armazenamento dos mesmos foi água destilada deionizada, permanecendo em geladeira, por 72 horas.

Após a limpeza e polimento, os dentes foram examinados em lupa estereoscópica, (MEIJI 2000, MEIJI TECHNO, JAPÃO), com 40X de aumento, para assegurar a ausência de defeitos ou trincas que pudessem alterar os resultados.

Cada dente foi marcado com lápis, em sua região central, na dimensão de 5x5 mm, e submetido a cortes perpendiculares em suas superfícies vestibular, com auxílio de discos diamantados dupla-face (#7020, KG SORENSEN, BARUERI, SP, BRASIL), em baixa rotação (KAVO DO BRASIL, JOINVILLE, SC, BRASIL), sob irrigação constante (fig 1a), a fim de se obter sessenta fragmentos de esmalte de, aproximadamente 25mm² (fig 1b), medidas estas padronizadas e confirmadas, através do uso de paquímetro digital, com precisão de 0,01mm (MITUTOYO SUL AMERICANA, SÃO PAULO, SP, BRASIL).

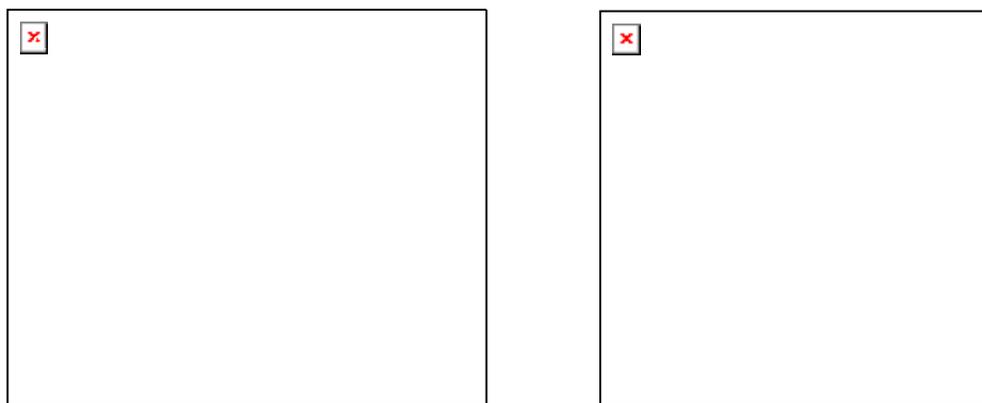


Figura 1 (a e b) - obtenção dos fragmentos de dente de 5x5 mm. a) marcação e corte do dente; b) fragmento de dente;

4.3 INCLUSÃO DOS FRAGMENTOS DE DENTE

Os blocos selecionados tiveram sua porção abaixo da junção amelo-dentinária, coberta com cera 7 (CLÁSSICO, SÃO PAULO, SP, BRASIL), deixando-se apenas as superfícies a serem polidas livres. Em seguida, essas superfícies foram

colocadas sobre cera utilidade, dentro de um cilindro de PVC (fig 2a). A resina de poliestireno foi então preparada na proporção de 2% (100g de resina para 2g de catalizador) e vertida no interior dos cilindros (fig 2b). Após a polimerização da resina, os cilindros de resina/fragmento foram removidos do interior do tubo de PVC, para realização de acabamento das superfícies, em máquina politriz (MAXIGRIND, SOLOTEST, SÃO PAULO, SP, BRASIL).



Figura 2 (a e b) - inclusão dos blocos de esmalte em resina de poliestireno. a) Bloco coberto por cera, posicionado com superfície de esmalte voltada sobre cera 7; b) bloco de esmalte incluído em resina de poliestireno.

A planificação da superfície vestibular foi realizado em politriz (AROTEC IND. COM. LTDA, COTIA, SÃO PAULO, BRASIL), utilizando-se lixas de papel abrasivo de óxido de alumínio de granulações 180, 320, 400 e 600 (3M) sob refrigeração com água.

Os espécimes foram randomicamente divididos em seis grupos de dez unidades, de acordo com o tipo de tratamento clareador/antioxidante a ser realizado, como mostrado no quadro 1.

Quadro 1 - Divisão dos grupos com os referidos tratamentos realizados.

<i>Grupos</i>	<i>Clareamento</i>	<i>Tempo de Ascorbato após Clareamento</i>
Grupo Controle Positivo (GS) Grupo Controle Negativo (GP) GPA15 GPA30 GPA60 GPA120	Não	0
	Sim	0
	Sim	15 min
	Sim	30 min
	Sim	1 hora
	Sim	2 horas

4.4 CONFEÇÃO DA MOLDEIRA PARA APLICAÇÃO DOS AGENTES CLAREADOR E ANTIOXIDANTE

Uma máquina plastificadora a vácuo (PLASTIVAC P7, BIOART, SÃO CARLOS, SP, BRASIL) foi usada para confecção de sessenta moldeiras individuais de silicone de 1mm de espessura. Levaram-se sete fragmentos incluídos à plastificadora (fig 3a), esperava-se um período de tempo suficiente para o aumento de temperatura responsável pela plastificação da placa de silicone (FGM, JOINVILLE, SC, BRASIL). Com a formação da bolha na placa, ativava-se o dispositivo de vácuo e providenciava-se a descida da mesa da plastificadora manualmente

(fig 3b). Em seguida, recortava-se a moldeira individual e adaptava-se uma para cada espécime (fig 3c).

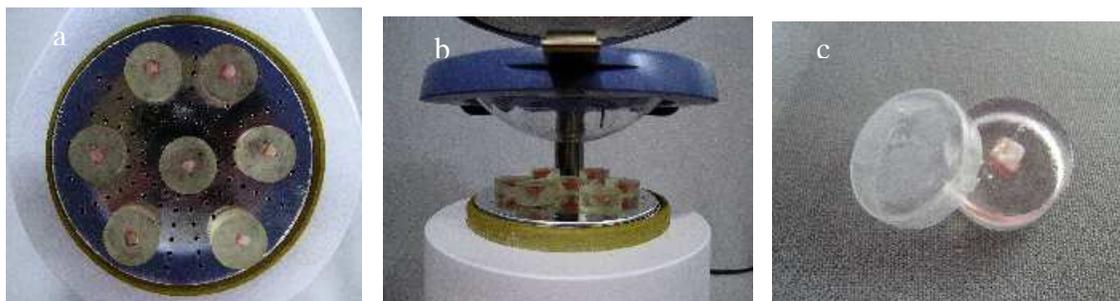


Figura 3 a, b e c - Obtenção das moldeiras de clareamento; a) Posicionamento de sete blocos embutidos na mesa da plastificadora a vácuo; b) Plasticização da placa de silicone; c) Moldeira recortada sendo adaptada ao bloco de esmalte incluído em resina.

4.5 APLICAÇÃO DO AGENTE CLAREADOR PERÓXIDO DE CARBAMIDA 10%

Os grupos experimentais, com exceção do GS, foram expostos a uma aplicação diária de peróxido de carbamida a 10% (WHITENESS, FGM, JOINVILE, SP, BRASIL) por seis horas, durante quatorze dias. Em cada espécime, aproximadamente 0,04ml de agente clareador era aplicado na superfície do esmalte (fig 4b) e 0,02ml de saliva artificial era aplicado com auxílio de uma seringa de insulina (1ml). Em seguida era inserida uma moldeira individual e o conjunto era imerso (fig 4c) em saliva artificial (FEATHERSTONE *et al.*, 1986, SERRA & CURY, 1992), sob temperatura constante de 37°C, em estufa (MODELO 002 CB, FANEM LTDA). Após o clareamento diário, os espécimes dos grupos GS e GP eram lavados com *spray* de ar e água por dez segundos e armazenados imersos em saliva artificial, em estufa a 37°C, até o próximo tratamento. Os demais grupos eram submetidos ao tratamento com o antioxidante.

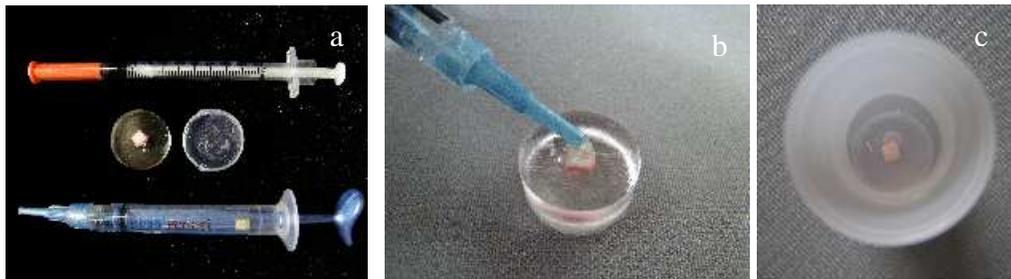


Figura 4 (a, b e c)- Tratamento clareador: a) Materiais utilizados e amostra; b) aplicação de 0,04ml do gel clareador; c) bloco de esmalte já coberto com moldeira e imerso em saliva artificial, após a aplicação do peróxido de carbamida 10% e 0,02 ml de saliva.

4.6 APLICAÇÃO DO AGENTE ANTIOXIDANTE

Após cada tratamento clareador diário, os espécimes dos grupos GPA15, GPA30, GPA60 e GPA120 eram lavados com um jato de ar e água por dez segundos e secos por jato de ar, por dez segundos. Posteriormente, se aplicava, no interior da moldeira, 0,04 ml do gel de ascorbil a 3%, associado a 0,02 ml de saliva artificial (fig 5b e 5c), imergindo-se o conjunto em saliva artificial, durante os diferentes períodos de experimento, em um recipiente que seria levado à estufa de cultura a temperatura de 37°C.

Após tratamento com o antioxidante, os espécimes eram lavados com um jato de ar e água por dez segundos e imersos em saliva artificial a 37°C, em estufa de cultura, até o próximo tratamento clareador.



Figura 5 (a, b e c) - Aplicação do agente antioxidante a) seringa contendo o gel de ascorbil fosato a 3%; b) aplicação do gel antioxidante sobre bloco de dente embutido; c) aplicação de 0,02ml de saliva artificial.

4.7 TÉCNICA ADESIVA

Os materiais restauradores utilizados neste estudo, suas classificações, composições e fabricantes estão descritos no apêndice 1.

A seqüência das confecção dos blocos de resina composta foi definida em sorteio aleatório. Inicialmente, realizou-se o condicionamento ácido do esmalte, por quinze segundos (fig 6a). Em seguida, foi feita a aplicação do sistema adesivo (fig 6b) e da resina composta, na cor A3, segundo as recomendações dos fabricantes (Quadro 2). Um bloco de resina com dimensões de 5 x 5 x 6 mm (comprimento x largura x altura) foi construído, em três incrementos horizontais, com auxílio de uma espátula PARA resina (fig 6c) (IPCL, COSMEDENT, CHICAGO, USA).

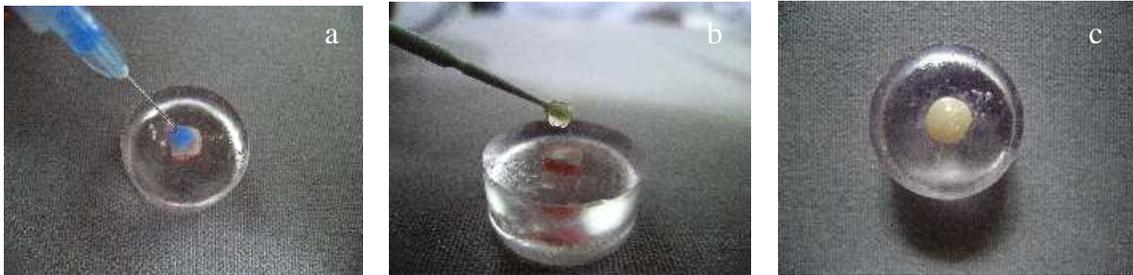


Figura 6 (a, b e c) - Procedimento adesivo: a) condicionamento ácido, por 15 segundos; b) aplicação do sistema adesivo, de acordo com as instruções do fabricante; c) construção do bloco de resina composta TPH, com 6mm de altura, utilizando-se a técnica incremental horizontal.

A intensidade de luz da unidade fotoativadora (VIP CURING LIGHT, BISCO SCHAUMBURG, IL, EUA) foi medida periodicamente, a cada dez amostras, com radiômetro – em média 660 mW/cm².

Quadro 2: Materiais e técnicas de utilização.

Material	Técnica de Utilização
Gel de ácido Fosfórico a 37%	Aplicação do ácido (15''), lavagem (15''), secagem com jato de ar (5'')
Sistema Adesivo Adaper Single Bond	Aplicação de 2 camadas consecutivas, jato de ar (5''), fotoativação (10'')
Resina Composta TPH	Cada camada de 2,0 mm – fotoativação (20'')

Depois do procedimento restaurador, os corpos de prova foram mantidos imersos em saliva artificial, em estufa a 37°C, por aproximadamente 24h.

4.8 ENSAIO DE MICROTRAÇÃO

Após o período de 24 horas de imersão em saliva artificial, as amostras foram desincluídas (fig 7a), com auxílio de disco diamantado dupla-face e espátula Lecron (DENTAL DUFLEX, RIO DE JANEIRO, RJ, BRASIL). Posteriormente, os espécimes foram fixados com cera pegajosa (KERR, SÃO PAULO, SP, BRAZIL), em um suporte de acrílico, com dimensões de 5 x 5 x 1 cm, para serem fixados à cortadeira metalográfica ISOMET 1000 (BUEHLER LTDA, LAKE BLUFF, IL, USA).

Cortes seriados foram realizados paralelamente ao longo eixo de cada bloco dente/resina, com disco de alta concentração de diamante (#12205, EXTEC CORP, ENFIELD, CT, EUA). O disco foi montado em cortadeira metalográfica (fig 7b), programada com velocidade de 300rpm, sob irrigação constante com água destilada. Para se obter espécimes na forma de fatias, com aproximadamente 1mm de espessura (fig 7c). De cada espécime foram selecionadas duas fatias centrais.

Para a obtenção do formato de ampulheta (fig 7d), foram realizados desgastes em lados opostos da interface adesiva com ponta diamantada cilíndrica extrafina (1093 FF, KG SORENSEN, BARUERI, SP, BRASIL), em alta rotação e sob refrigeração constante. Ao final, a interface adesiva possuía, aproximadamente, 1,0mm² (Fig 7b). A espessura da secção transversal da interface dente/restauração foi constantemente monitorada através de paquímetro digital e a área adesiva (em mm²), registrada para cálculos posteriores.

As fatias foram armazenadas em *ependorfs* contendo água destilada deionizada (fig 7e) e mantidas em estufa a 37°C, durante 24 horas até a realização do ensaio mecânico.

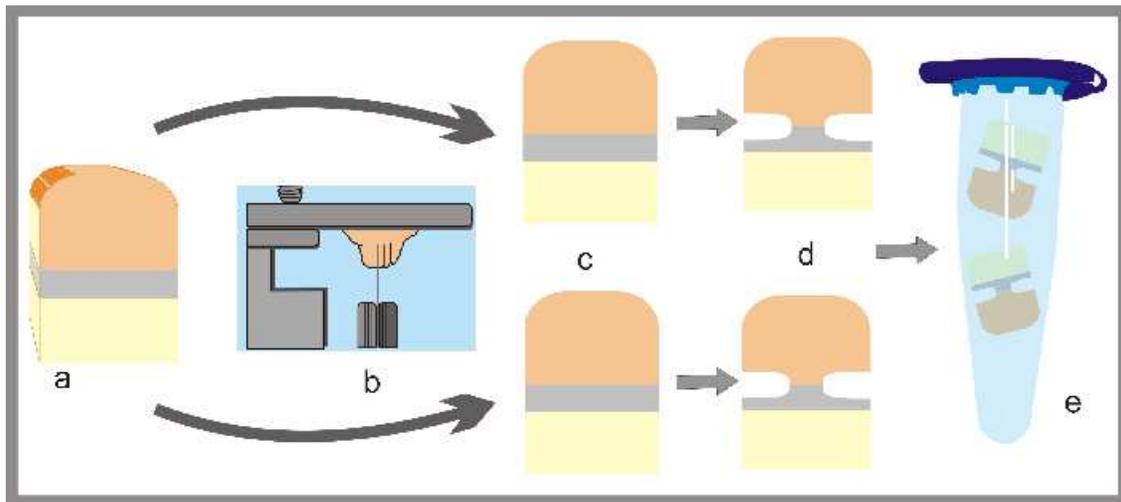


Figura 7 (a, b, c, d, e) - Obtenção das ampulhetas a) fragmento de dent e-resina; b) realização dos cortes seriados c) fatias d) ampulhetas; e) fatias imersas em água destilada em ependorfs individualizados.

As fatias foram individualmente fixadas em um dispositivo especial para o ensaio de microtração, adaptado à Máquina de Ensaio (EMIC DL 500, SÃO JOSÉ DOS PINHAIS, SC, BRASIL) (fig 8a).

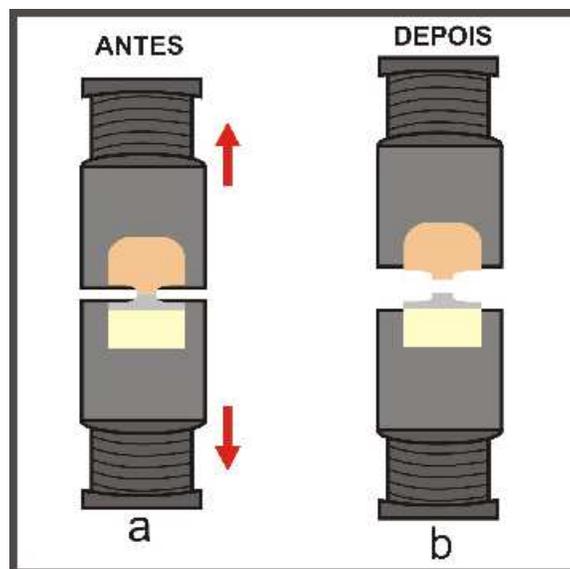


Figura 8 (a e b) – Ilustração do ensaio mecânico a) ampulheta montada em dispositivo de microtração (setas indicam movimento do ensaio); b) ampulheta fraturada na interface;

A fixação do corpo-de-prova ao aparato foi feita com adesivo à base de cianoacrilato (SUPER BONDER GEL, HENKEL LOCTITE, ITAPEVI, SP, BRASIL) pelas duas extremidades, posicionando a área de adesão perpendicularmente ao longo eixo da força de tração. Para aceleração da reação do adesivo Super Bonder gel, foi utilizado, com auxílio de pincéis Microbrush, um monômero catalizador acrílico auto polimerizante (CLÁSSICO, JET, SÃO PAULO, SP, BRAZIL). Este monômero foi aplicado apenas em cima da cola nas extremidades dos espécimes, tomando-se o cuidado de não deixar o líquido entrar em contato com a área de união de cada espécime colado.

Durante o teste de microtração, realizado sob velocidade constante de 0,5mm/min (fig 8a), todo o evento foi monitorado por um programa de computador, o qual estava interligado à célula de carga de 10N na máquina de Ensaio, em escala de quilograma-força (Kgf).

Este programa de computador apresentava em sua tela um gráfico representativo da carga em função do deslocamento. No momento da fratura (fig 8b), o movimento era automaticamente interrompido e os valores de resistência à microtração, em quilogramas-força (Kgf), eram coletados. Posteriormente, esses dados foram transformados em valores de Mega Pascal (MPa).

Para a transformação de unidades, as dimensões das secções da interface de união fraturadas eram medidas com auxílio de um paquímetro digital, para obtenção dos valores reais da área de cada espécime. As áreas de união foram calculadas através da seguinte fórmula matemática:

$$A = b \times h; \text{ Onde, } b = \text{base e } h = \text{altura (mm).}$$

Posteriormente, os valores obtidos em Kgf, durante a realização do teste de microtração, foram divididos pela respectiva área de cada espécime, obtendo-se o valor em MPa, através da fórmula abaixo:

$$R = F / 9,8.A \quad (R = \text{Resistência de União em MPa; } F = \text{força em Kgf; } A = \text{área de união}).$$

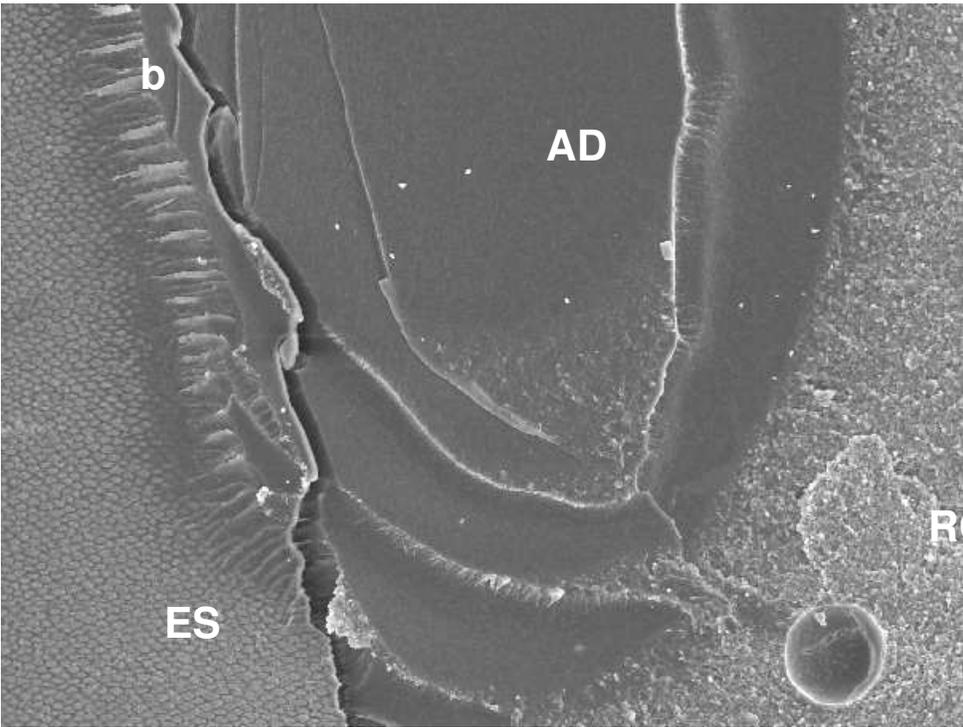
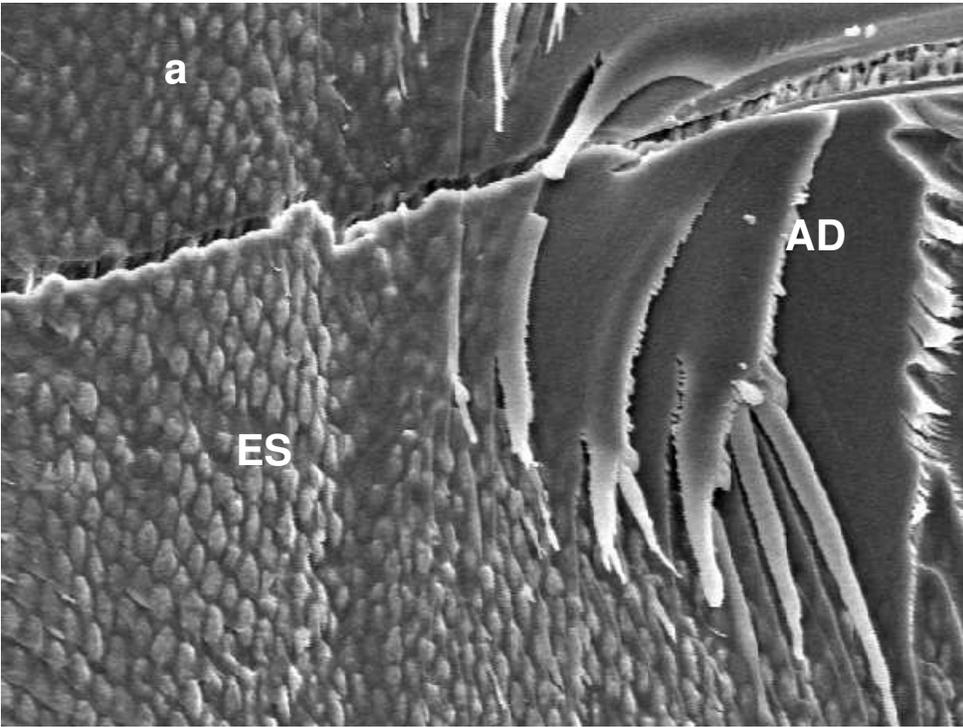
4.9 OBSERVAÇÃO EM MICROSCÓPIO ELETRÔNICO DE VARREDURA (MEV) – PADRÃO DE FRATURA

Após o ensaio de microtração, as amostras fraturadas de cada grupo foram avaliadas em MEV e classificadas de acordo com as características predominantes das superfícies, para determinação do padrão de fratura. Cento e vinte lados complementares de esmalte e resina foram secos na estufa, em ambiente rico em sílica e, posteriormente, montados em bases metálicas (*stubs*) com resina composta fotopolimerizável. Em seguida, realizou-se a metalização, ou seja, a cobertura de ouro-paládio, a uma espessura de 30nm (*sputter*), em uma evaporadora (*SUPER COOL* MODELO SCD 050 BALZERS).

Os espécimes preparados e metalizados foram levados para análise em microscópio eletrônico de varredura (LEO 435 VP, LEO MICROSCOPY ELECTRON LTD., CAMBRIDGE, REINO UNIDO) e fotomicrografias, em magnitude de 60 a 3.000X, foram realizadas nas áreas mais expressivas da interface.

Ao final, o padrão de fratura foi classificado de acordo com a característica predominante, em quatro tipos diferentes, fazendo uso de classificação adaptada da descrita por VAN MEERBEEK (2003):

- Tipo 1: falha mista: adesiva entre esmalte e adesivo e parcialmente coesiva no adesivo (Fig 9a) ;
- Tipo 2: falha mista: coesiva na resina e/ou adesivo e parcialmente adesiva entre esmalte e adesivo (Fig 9b);
- Tipo 3: falha coesiva no adesivo e/ou na resina (Fig 9c);
- Tipo 4: falha coesiva no esmalte (Fig 9d).



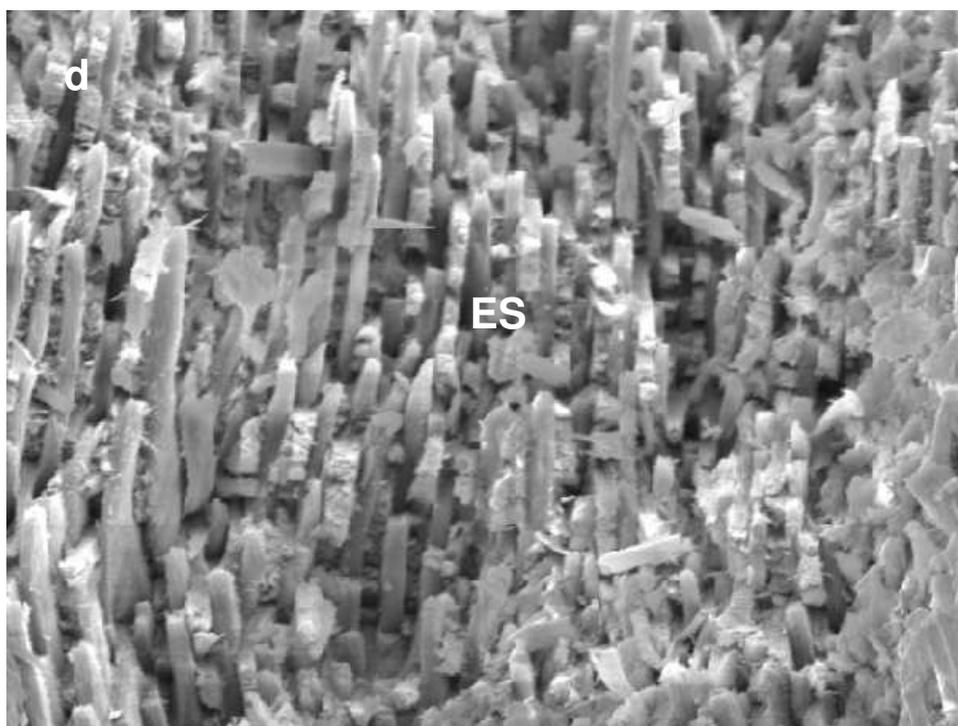
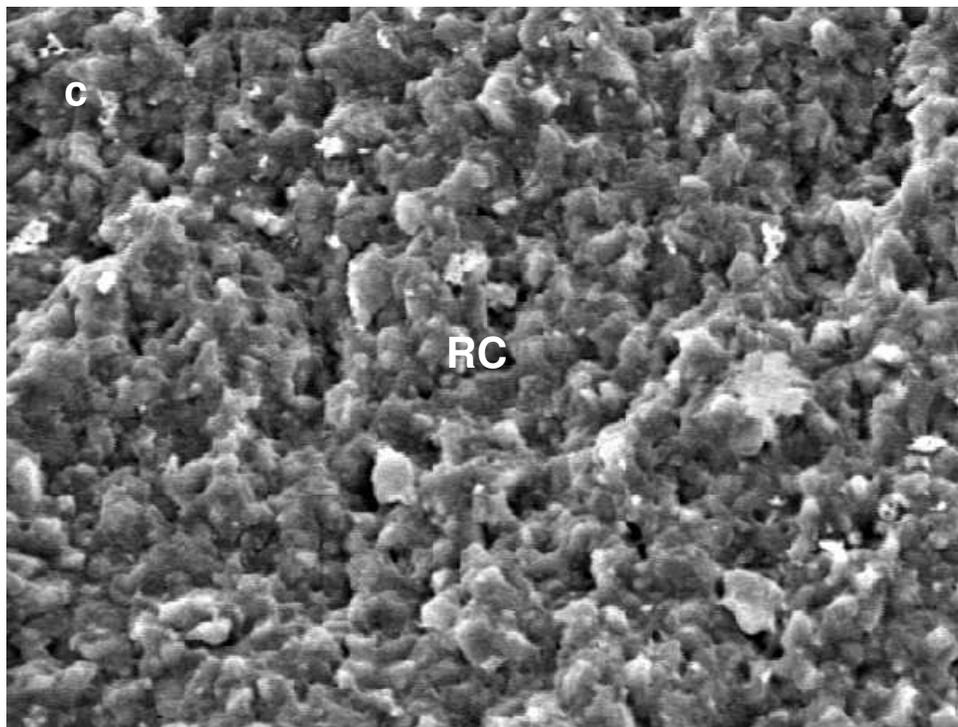


Fig 9 - Fotomicrografias dos padrões de fratura: a) Tipo 1 (falha mista: adesiva entre esmalte e adesivo e parcialmente coesiva no adesivo) b) Tipo 2 (falha mista: coesiva na resina e/ou adesivo e parcialmente adesiva entre esmalte e adesivo) c) Tipo 3 (falha coesiva na resina) e d) Tipo 4 (falha coesiva no esmalte)

4.10 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise estatística foi realizada para comparar quantitativamente as médias da resistência de união, obtidas da média das fatias dos seis grupos.

Os valores em MPa foram analisados nos programas estatísticos SAS 8.0 (SAS INSTITUTE, CARY, NC, EUA) e SANEST. Inicialmente, foi realizada a análise exploratória dos dados e, a seguir, foi aplicada a Análise de Variância (ANOVA), com um fator (tempo) e dois grupos controle (positivo e negativo). Verificada a diferença estatística, aplicou-se o teste de Dunnett com nível de significância de 5% para comparações entre as médias dos grupos experimentais e as dos grupos controle. Para comparação apenas entre os grupos experimentais (GPA15, GPA30, GPA60 E GPA120), foi feita uma nova análise de variância, para realizar-se, posteriormente uma análise de regressão polinomial, com nível de significância de 5%. Os valores da resistência de união dos grupos testados e a análise estatística completa estão apresentados nos apêndices 2 e 3, respectivamente.

5. RESULTADOS

5.1 RESISTÊNCIA DE UNIÃO

Primeiramente, por meio da Análise de Variância (ANOVA), foi avaliado o efeito do fator “**tratamento**”, incluindo os grupos controles (Tabela 5.1). Os resultados da Análise de Variância apontam que foi encontrada diferença estatística ($p=0,0176$) entre os grupos.

Tabela 5.1 – Resultados da Análise de Variância.

Causa da Variação	Graus de liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Pr > F
Tratamento	5	483,767514	96,753503	3,04	0,0176
Resíduo	52	1655,978659	31,845743		

Coeficiente de variação = 23,11%

Para se evidenciar as diferenças entre os grupos experimentais e os grupos controle, foi aplicado o Teste de Dunnet. As médias de resistência de união e o resultado do teste estão apresentados nas tabelas (Tabela 5.2 e 5.3).

Os valores da resistência de união dos grupos testados e a análise estatística completa estão apresentados nos apêndices 2 e 3, respectivamente.

Tabela 5.2 – Tabela descritiva das médias de resistência de união em MPa, números de corpos-de-prova por grupo (N) e desvio padrão (DP) em função dos tratamentos.

	Tratamentos					
	GS- Controle Positivo	GP- Controle Negativo	GPA15- PC + AE, 15 min	GPA30 PC + AE, 30 min	GPA60 PC + AE, 1h	GPA120 PC + AE, 2hs
Médias	27,62	18,28	24,52	24,52	24,47	26,48
N	(n=10)	(n=9)	(n=10)	(n=9)	(n=10)	(n=10)
DP	(± 8,43)	(± 5,36)	(±5,71)	(±2,85)	(± 4,20)	(±5,44)

Tabela 5.3 – Resultado do teste de Dunnet na comparação com o controle positivo (GS) e Controle negativo (GP), com nível de significância de 5%.

Comparações	Diferença entre médias	IC 95%	Significância
Controle Positivo			
GS x GPA120	-1,146	-7,700 a 5,408	Ns
GS x GPA15	-3,100	-9,654 a 3,454	ns
GS x GPA30	-3,103	-9,836 a 3,631	ns
GS x GPA60	-3,157	-9,711 a 3,397	ns
GS x GP	-9,337	-16,070 a -2,604	< 0,05 *
Controle Negativo			
GP x GS	9,337	2,629 a 16,045	< 0,05*
GP x GPA120	8,191	1,483 a 14,899	< 0,05*
GP x GPA15	6,237	-0,471 a 12,945	ns
GP x GPA30	6,234	-0,648 a 13,117	ns
GP x GPA60	6,180	-0,528 a 12,888	Ns

Na tabela 5.3, pode-se observar que quando se comparou o grupo controle positivo com os demais grupos testados, verificou-se que apenas o controle negativo diferiu estatisticamente ($p < 0,05$). Quando se isolou o grupo controle negativo e comparou-se com os outros grupos, foi observada diferença estatística com o grupo controle positivo e o GPA120. Ou seja, o grupo em que se fez uso de um ascorbil fosfato a 3%, por duas horas, obtiveram valores de média de resistência de união similares aos do grupo controle positivo, sem diferença estatística ($p = 0,05$) e superiores ao grupo em que se realizou apenas o clareamento.

Entretanto, quando se analisou de forma isolada o fator tempo, através de análise de variância (Tabela 5.4), não foi encontrada diferença estatisticamente significativa entre os grupos experimentais testados (GPA15, GPA30, GPA60 e GPA120) ($p = 0,70492$).

Tabela 5.4 – Resultados da Análise de Variância para o fator tempo de aplicação do ascorbil isoladamente.

Causa da Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Pr > F
Tempo	3	31,3153873	10,4384624	0,4758	0,70492
Resíduo	36	789,7454386	21,9373733		

Coefficiente de variação = 18.772%

De acordo com os resultados obtidos, verificou-se que os tratamentos utilizando-se ascorbil a 3% não foram diferentes entre si ($p = 0,05$) (Tabela 5.4).

5.2 ANÁLISE DO PADRÃO DE FRATURA

Os resultados da análise do padrão de fratura podem ser observados na tabela 5.5.

Tabela 5.5 – Análise do Padrão de fratura.

Grupos	Tipos de Padrão de fratura			
	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4
GS	0	9	1	0
GP	1	6	0	2
GPA15	1	8	1	0
GPA30	1	7	1	0
GPA60	0	8	2	0
GPA120	0	8	2	0
TOTAL	3	46	7	2

Tipo 1: falha mista: adesiva entre esmalte e adesivo e parcialmente coesiva no adesivo

Tipo 2: falha mista: coesiva no adesivo e/ou resina e parcialmente adesiva entre esmalte e adesivo;

Tipo 3: falha coesiva no adesivo e/ou na resina

Tipo 4: falha coesiva no esmalte

O tipo predominante de falha para todos os grupos foi a mista tipo 2 (coesiva na resina e/ou adesivo e parcialmente adesiva entre esmalte e adesivo) (fig 10). Foram comumente observadas pequenas áreas de exposição de esmalte, cobertas por fina camada de adesivo, geralmente nas bordas das fatias.

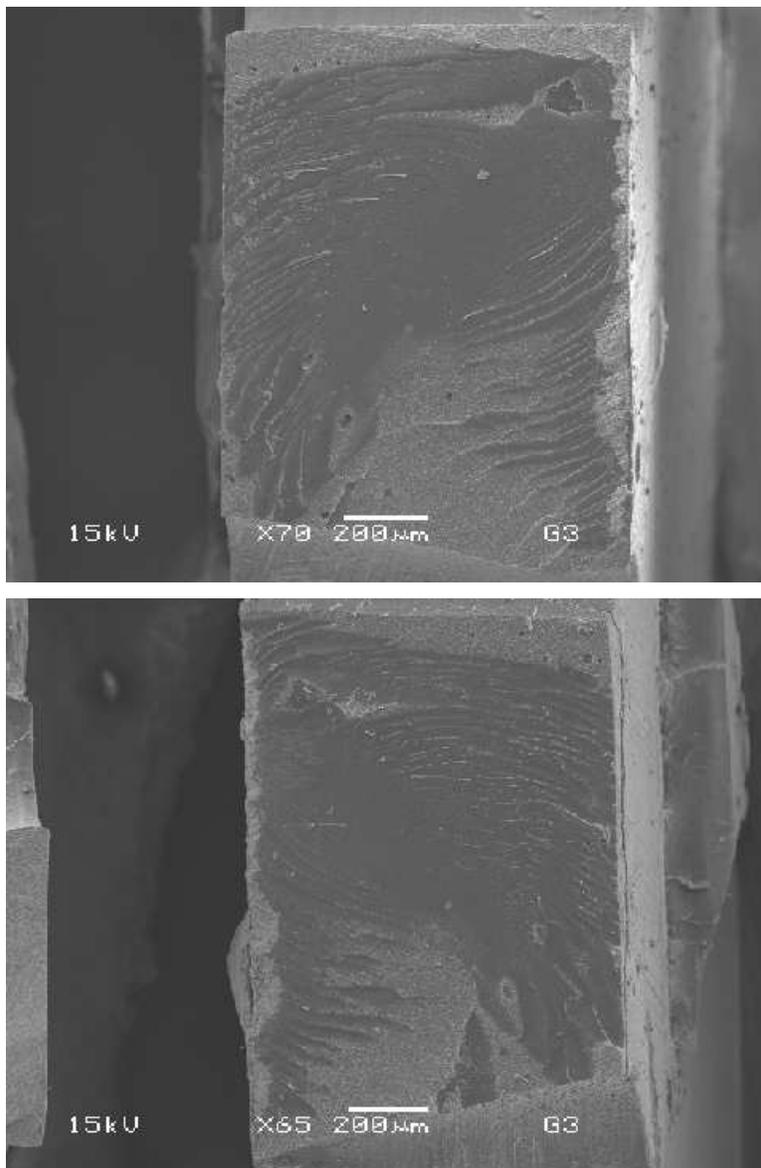
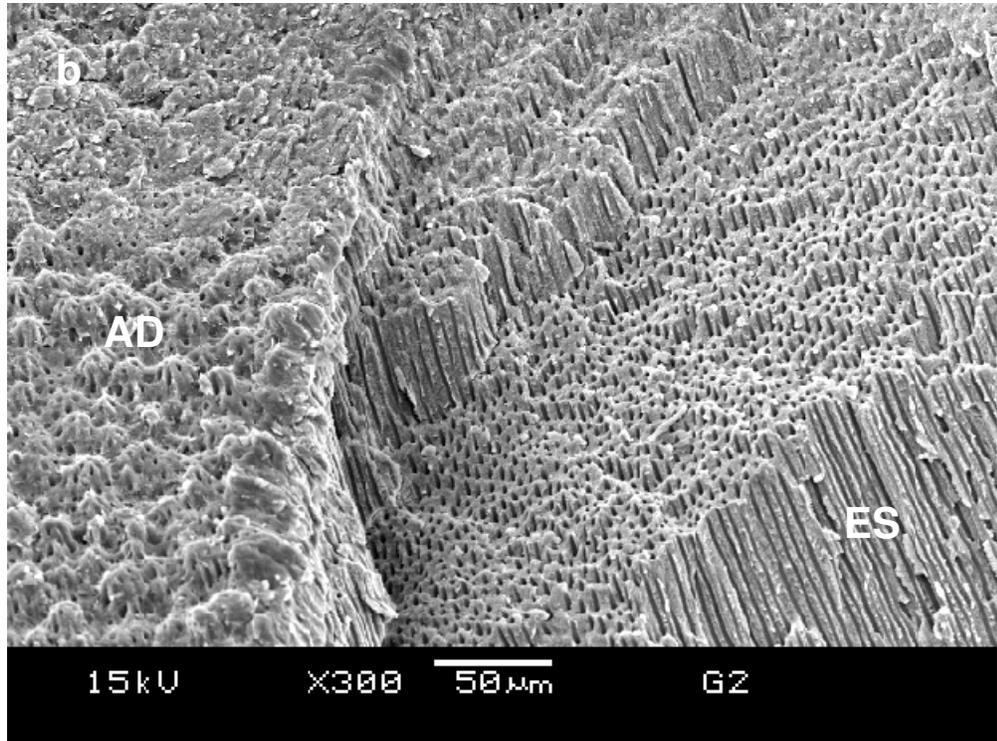
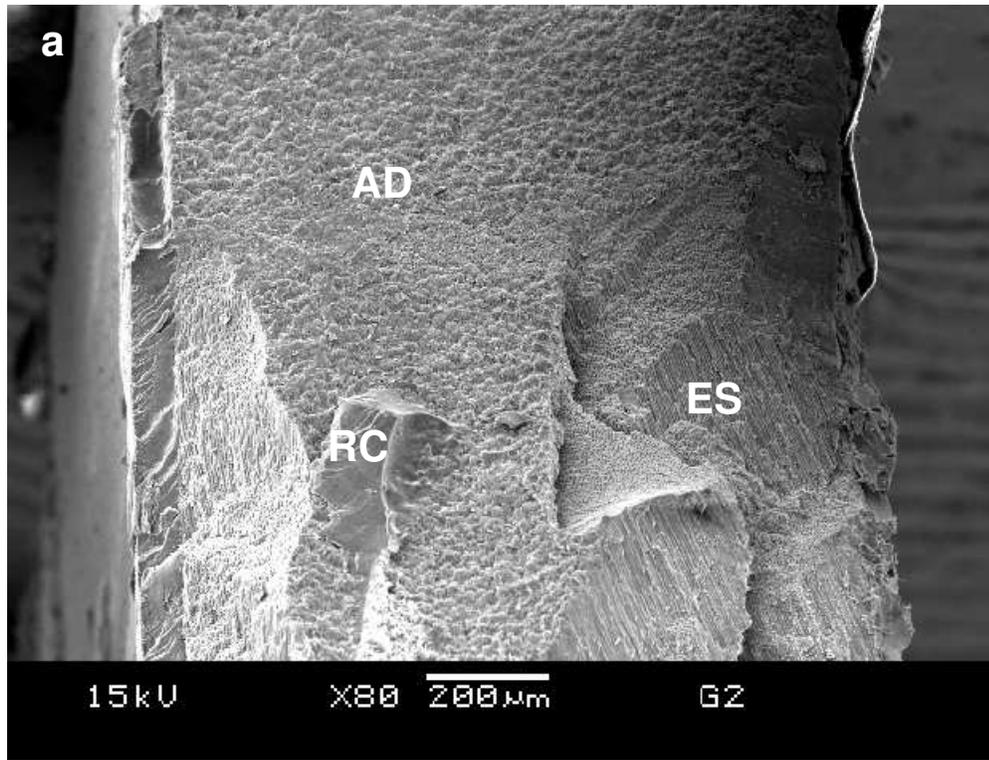


Fig 10- Fotomicrografia da interface adesivo-esmalte fraturada a) lado esmalte b) lado da resina. Observar presença de falha adesiva entre esmalte (ES) e adesivo (AD) e coesiva na resina (RC) e AD.

O grupo GP (clareado) apresentou variedade nos padrões de fratura, incluindo fraturas coesivas em esmalte, que pode revelar sua friabilidade pós-clareamento. Também foram observadas bolhas geradoras de tensões em espécimes do grupo GP (clareado), indicativo de que o oxigênio residual presente pode realmente impedir uma polimerização completa do adesivo/resina (fig 11).



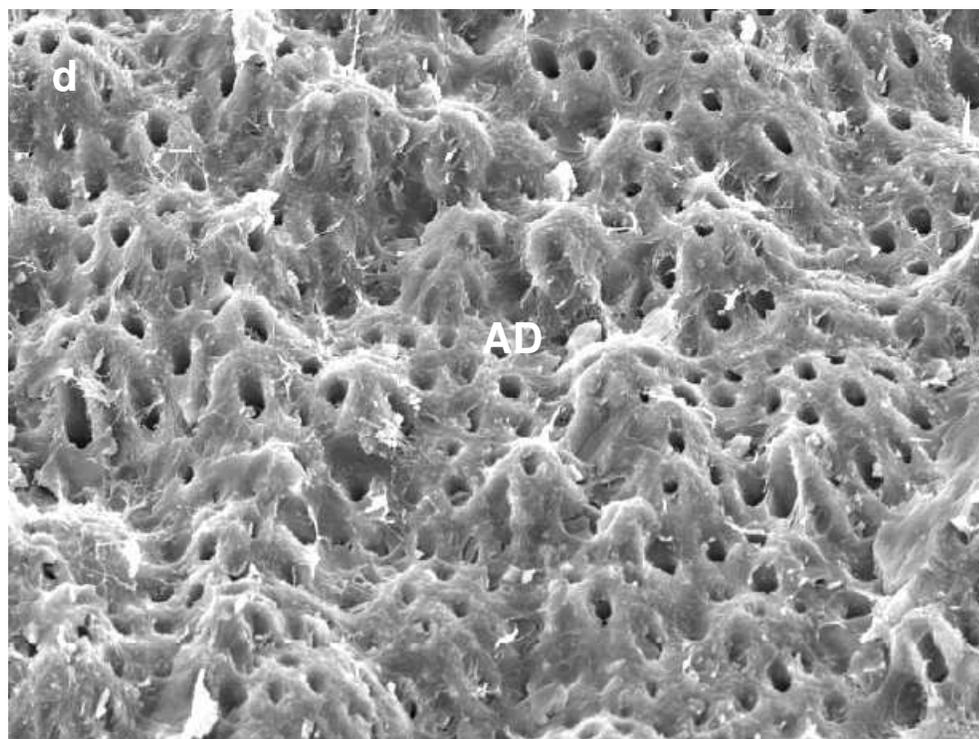
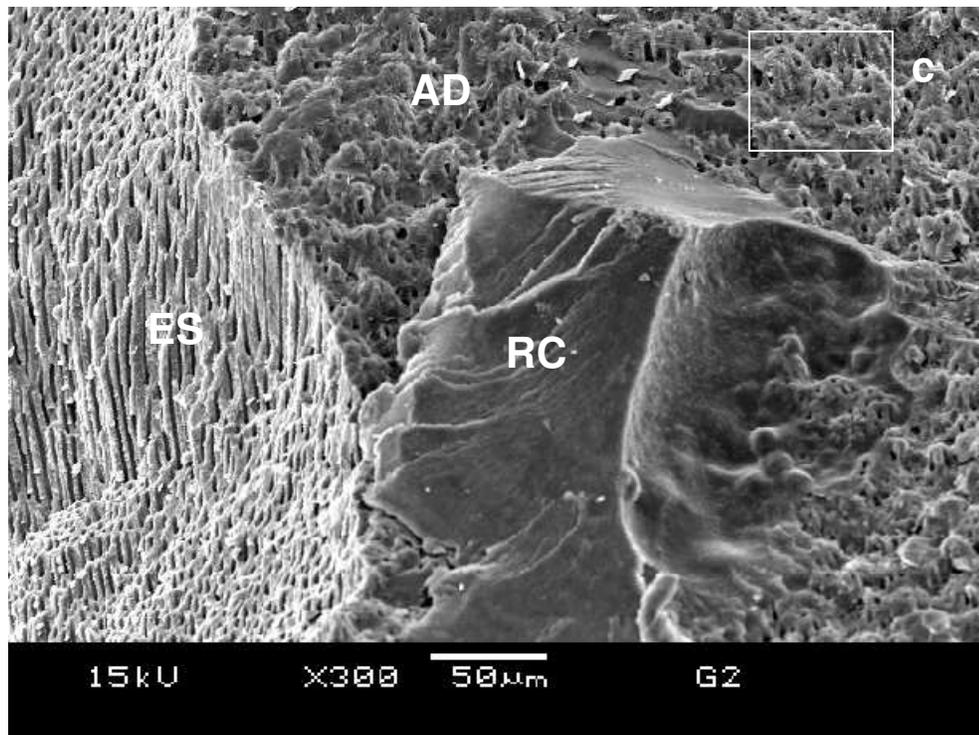


Fig 11- a) MEV da fratura de uma amostra do grupo GP (Clareado); b) Observar falha coesiva no esmalte (ES) e presença de bolhas no adesivo (AD); c) Falha mista tipo 2 (coesiva na resina e/ou adesivo e parcialmente adesiva entre esmalte e adesivo); d) Aumento da área da figura 10c, evidenciando as bolhas no adesivo.

6. DISCUSSÃO

Ocasionalmente, após o clareamento dental, tratamento restaurador estético imediato pode ser necessário. No entanto, por maior que seja a ansiedade do profissional e do paciente pela estética, deve-se usar de cautela, porque qualquer procedimento adesivo é contra-indicado nesse momento (BULUT *et al.*, 2006), pois a cisão dos peróxidos gera produtos e resíduos de radicais livres de oxigênio (MAIA & VASQUEZ, 1995), que podem interferir negativamente na polimerização dos materiais poliméricos e afetar a longevidade e efetividade do trabalho (DISHMAN *et al.* 1994, RUYTER, 1981).

Alguns autores já atentaram para alterações na capacidade de adesão das resinas compostas à estrutura dental após o clareamento dental, e testes de resistência ao cisalhamento (TORNECK *et al.*, 1991) tração (TITLEY *et al.*, 1988), microtração (CAVALLI *et al.*, 2001), observações em microscopia eletrônica de varredura (PERDIGÃO *et al.*, 1998) e avaliação do grau de microinfiltração (SHINOHARA *et al.*, 2001) foram realizados. Os resultados sugerem que os resíduos de peróxidos interferem na união de compósitos ao esmalte clareado, o que foi confirmado no presente estudo (Tab. 5.3). Neste trabalho, as metodologias escolhidas para se avaliar este problema e suas possíveis soluções, foram testes de microtração e avaliação do padrão de fratura, através de microscopia eletrônica de varredura, pelo fato de fornecerem dados quantitativos e qualitativos sobre a interface de união.

Para se ter segurança em realizar-se a técnica adesiva após o clareamento, têm-se sugerido um período de espera antes da troca de restaurações esteticamente insatisfatórias. Esse intervalo de tempo ainda não é consensual, pois os resultados são conflitantes e dependem da metodologia empregada nos estudos e da concentração dos peróxidos. Estudos de microscopia eletrônica de varredura e microinfiltração marginal sugerem um período de pelo menos uma semana de intervalo. (COSTA *et al.*, 2004; SUNDFELD *et al.*, 2005). Estudos de resistência à união indicam entre 14

(BASTING *et al.*, 2004) a 21 (CAVALLI *et al.*, 2001; CASLINI *et al.*, 2004) dias de espera, para que aconteça a total liberação de oxigênio.

Acredita-se que a dentina funcione como um reservatório de peróxido de hidrogênio ou de radicais de oxigênio após o clareamento e só ocorra a total eliminação desses produtos pela circulação pulpar ou pela difusão para a superfície externa (TURKUN & TURKUN, 2004).

No intuito de acelerar esse processo, sugere-se a neutralização do oxigênio pela aplicação de substâncias removedoras de oxigênio sobre o esmalte clareado, tais como enzimas (catalase ou a glutathione peroxidase) (TORRES, KOGA, BORGES, 2004), solventes (álcool e acetona) (KALILLI, 1993; SUNG, 1999, BARGUI & GODWIN, 1994) e agentes antioxidantes não-enzimáticos, sendo o ascorbato de sódio a 10% o mais comumente utilizado (LAI *et al.*, 2002). Entretanto existem algumas limitações para alguns desses agentes. A substantividade e os custos das enzimas limitam sua utilização clínica como removedores de oxigênio da estrutura dentária (TORRES *et al.*, 2004) e apesar de haver resultados positivos quanto a efetividade dos solventes orgânicos sobre a resistência de união ao esmalte clareado (BARGUI & GODWIN, em 1994 e SUNG *et al.*, 1999), outras pesquisas (LAI *et al.*, 2002, SILVA, 2005, NOUR EL-DIN *et al.*, 2006) demonstraram que os solventes orgânicos contidos nos sistemas adesivos não são capazes de reverter os valores de resistência de união de compósitos ao esmalte.

Ultimamente, ênfase está sendo dada à utilização de agentes antioxidantes na reversão dos valores de união de compósitos ao dente clareado. O ácido ascórbico e seus sais derivados são amplamente conhecidos como antioxidantes solúveis que podem reduzir vários compostos oxidativos, especialmente radicais livres (BULUT *et al.*, 2006).

Acredita-se que o processo de incorporação dos íons peróxidos (ZAOH *et al.*, 2000) poderia ser revertido por um antioxidante (LAI *et al.*, 2002). Portanto, sugeriram que o ascorbato de sódio permitiria a polimerização dos radicais livres

da resina adesiva sem a terminação prematura pela restauração do potencial redox do substrato oxidado, revertendo assim o comprometimento adesivo.

O ascorbato de sódio é um produto biocompatível e seguro para uso oral. Sendo composto de substâncias atóxicas, é utilizado em outros campos da ciência, como nutrição e medicina (NAIDU, 2003), além da odontologia, podendo ser coadjuvante na prevenção da doença periodontal (VAANANEN, 1994), inibir crescimento bacteriano da placa (VAANANEN, 1994) e ainda promover a formação de colágeno (OGAWARA *et al.*, 1997) e proteger os sistemas biológicos contra resíduos de peróxidos (SMIT *et al.*, 1992).

O uso de agentes antioxidantes, tais como os derivados do ácido ascórbico, agem como estabilizadores de radicais livres, apresentando-se como uma alternativa interessante, pois são capazes de neutralizar o fator responsável pela polimerização incompleta dos monômeros resinosos (GUTTERIDGE, 1994), permitindo que um procedimento restaurador seja realizado com sucesso e com perspectiva de longevidade, durabilidade adesiva e ausência de microinfiltração (KAYA & TURKUN, 2003).

Apesar do ascorbato de sódio a 10% ser uma boa alternativa, quando se busca o aumento da resistência de união ao dente tratado previamente com peróxidos ou halogênios (TURKUN & TURKUN, 2004; MORRIS *et al.*, 2001), verifica-se que este composto é bastante instável e sensível, o que leva a uma descoloração imediata após os primeiros minutos de uso. Este fato pode provocar manchas na estrutura em que ele estiver em contato (CARVALHO, 2003).

No intuito de se conseguir os mesmos efeitos observados nos estudos de LAI *et al.*, 2002, contudo sem correr o risco de se alterar a cor conseguida com a utilização dos peróxidos, neste estudo foi utilizado um antioxidante derivado do ascorbato de sódio, estabilizado pela presença de um grupo fosfato. Este composto é capaz de se ligar ao elétron livre residual, seja este em forma de íons oxigênio, peridroxil ou hidroxila, varrendo-os da estrutura dental (DSM, 2001).

Além desta vantagem, esse antioxidante, manipulado em forma de gel, apresenta maior substantividade e união à estrutura dental, além de possuir efeito

remineralizante e dessensibilizante devido à presença de íons fosfato (DSM, 2002).

Empiricamente, foi sugerido um período relativo a 1/3 do tempo utilizado para o tratamento clareador, para permanência do *ascorbato de sódio a 10%* em contato com a estrutura dentária oxidada, para que tivesse o efeito de remoção de radicais livres (LAI *et al.*, 2002). Outros trabalhos obtiveram bons resultados quando se aplicou a solução por apenas 10 minutos (MORRIS *et al.*, 2001 e KAYA & TURKUN, em 2003), em dentina.

Cabe ressaltar que em ambos trabalhos, o produto testado foi o ascorbato de sódio, em uma concentração de 10%, enquanto no presente trabalho, testamos um derivado deste, conhecido como ascorbil fosfato a 3%, que se dobra em ácido ascórbico, após contato com produtos da saliva. A quantidade e a concentração do antioxidante ativo é relativamente menor do que o produto bruto.

Esse estudo teve como finalidade investigar o efeito do tempo de uso de gel de arcorbil a 3% na remoção de oxigênio da superfície de esmalte dental clareado com peróxido de carbamida a 10%. Tempos de duas horas, uma hora, meia hora e quinze minutos foram testados através de medição dos valores de resistência de união de compósito ao esmalte clareado, na intenção de se encontrar um tempo ideal para que o antioxidante atinja seu objetivo.

Quando comparamos os grupos experimentais (GPA15, GPA30, GPA60 e GPA120) entre si, verificamos que o tempo de permanência do agente antioxidante em contato com o esmalte, não interferiu nos valores de resistência de união, ou seja, todos os tempos foram semelhantes estatisticamente (Tabela 5.4).

Entretanto, quando comparamos o grupo controle negativo, com os demais, o GPA120 foi o ideal, diferindo deste e comparando-se ao controle (Tabela 5.3). Portanto, o tempo de duas horas de aplicação do agente antioxidante pós clareamento, é o mais recomendado. Este resultado é concordante com o estudo realizado por LAY *et al.*, em 2002, em que os espécimes clareados

permaneceram imersos em solução de ascorbato de sódio, por 1/3 do tempo do clareamento. Era de se esperar que isso acontecesse porque o ascorbil fosfato é um precursor do ascorbato de sódio, possuindo, portanto, todas suas vantagens inerentes (KAYA & TURKUN, 2003).

Nesse estudo, o tratamento do esmalte clareado com ascorbil a 3%, por um período inferior a duas horas, representou vantagem quando se utiliza um peróxido de carbamida a 10%, por seis horas, sobre o esmalte, pois não diferiram estatisticamente do grupo controle negativo, apesar de também não diferiram do grupo controle positivo (Tabela 5.4).

KAIA & TURKUN (2003) obtiveram resultado satisfatório com dez minutos, que possivelmente está relacionado com o tipo de gel clareador empregado, com o tempo de aplicação e com a estrutura em que foi aplicado e a concentração (peróxido de hidrogênio a 35%, por 30 minutos, sobre dentina).

TURKUN & TURKUN (2004) também verificaram uma diminuição da microinfiltração quando se aplica o gel de ascorbato de sódio a 10%, por dez minutos. Seus resultados entretanto são qualitativos, enquanto, nessa pesquisa, o efeito do tempo foi avaliado quantitativamente, através de testes de microtração.

Recentemente, BULUT *et al.* (2006) observaram um aumento dos valores de resistência de união ao esmalte clareado com peróxido de carbamida a 10%, após a aplicação de ascorbato de sódio a 10%, por 10 minutos. Nesse trabalho, foram testados quatro tratamentos variando o tempo de aplicação sendo que tempos inferiores a duas horas alcançaram valores intermediários (Tabela 5.3). Além da maior complexidade do ascorbil quando comparado com o ascorbato de sódio, outro fator a ser considerado para explicação dessa diferença é que a resina composta utilizada para colagem dos brackets naquele estudo, foi uma resina autopolimerizável, enquanto que nesse estudo, utilizou-se uma resina composta fotopolimerizável.

Os danos provocados pela presença de oxigênio residual sobre materiais poliméricos foram observados através de nanoinfiltração e de microscopia eletrônica de transmissão (LAI *et al.*, 2002), demonstrando aparência

de grânulos de nitrato de prata e bolhas na interface adesiva. Através de microscopia eletrônica de varredura, puderam ser observadas bolhas no adesivo ou na resina composta, características de material pobremente polimerizado (TORNECK *et al.*, 1991, DISHMAN *et al.*, 1994). Em nosso trabalho, observamos estes tipos de bolhas especialmente no grupo clareado (fig 11d).

Outros autores também observaram, através de imagens de microscopia eletrônica de varredura, que a presença de moléculas de peróxido e oxigênio residuais provocam uma diminuição no tamanho e na quantidade de *tags* resinosos formados após clareamento (PERDIGÃO *et al.*, 1998; SUNDFELD *et al.*, 2005) o que pode justificar a diminuição na resistência de união das resinas ao dente clareado.

Os padrões de fratura observados neste estudo demonstraram, para todos os grupos, maior número de falhas mistas tipo 2 (coesiva na resina e/ou adesivo e parcialmente adesiva entre esmalte e adesivo) (Tab 5.5) (fig 10). Entretanto, no grupo clareado, houve uma variabilidade de padrões, incluindo falhas coesivas em esmalte (fig 9d), indicativas de friabilidade do esmalte clareado.

Levando-se em consideração a revisão de literatura e os resultados desta pesquisa, reforçamos o bom senso na substituição de restaurações adesivas sobre esmalte clareado com peróxidos. Os anseios do paciente devem ser sanados com segurança e sem prejuízos futuros. Para isso, de acordo com o presente trabalho, deve-se contra-indicar restaurações de resina composta, imediatamente após o clareamento com peróxido de carbamida a 10%, na técnica caeira ou indicar o uso do gel antioxidante a base de asorbil fosfato a 3%, por um período de duas horas, após cada sessão, previamente à confecção de restaurações adesivas em esmalte.

Acredita-se que aplicações sucessivas, em um intervalo de tempo inferior, podem ter um efeito clínico tão satisfatório quanto o de duas horas. Entretanto, não se pode afirmar ao certo quanto os resultados deste estudo *in vitro* podem ser extrapolados para a clínica, tendo em vista a escassez de trabalhos e a

falta de padronização entre os mesmos. Certamente, estudos complementares de microdureza, microinfiltração, mudança de pH e nanoinfiltração, além de estudos *in situ* e clínicos, se fazem necessários para que se possa concluir que a utilização clínica do gel de ascorbil a 3%, por duas horas, seja uma solução definitiva para o problema da redução da resistência de união de materiais resinosos ao esmalte humano, após clareamento caseiro com peróxido de carbamida a 10%.

7. CONCLUSÕES

De acordo com a metodologia empregada e baseados nos resultados obtidos no presente trabalho, após análise estatística, é possível concluir que:

- A Técnica adesiva é prejudicada quando realizada logo após clareamento dental caseiro por duas semanas, com peróxido de carbamida (PC) a 10%.
- Isoladamente, o tempo de aplicação do gel de ascorbil fosfato a 3% (GPA15, GPA30, GPA60 e GPA120), não diferiu entre os grupos experimentais, quanto aos valores de resistência de união ao esmalte clareado com PC a 10%;
- Além do grupo controle positivo (GS), apenas o grupo GPA120, diferiu estatisticamente do grupo controle negativo (GP). Ou seja, o gel de ascorbil a 3%, aplicado por duas horas, foi o tempo em que se obteve o efeito desejado na reversão dos valores de resistência de união de resina composta a esmalte clareado com PC a 10%.
- Os demais grupos (GPA15, GPA30 E GPA60) apresentaram valores intermediários. Não diferindo dos grupos controle positivo e negativo;
- Houve maior ocorrência de padrão de fratura mista tipo 2 (coesiva na resina e/ou adesivo e parcialmente adesiva entre esmalte e adesivo) para todos os grupos.

REFERÊNCIAS*

ARWILL, MYREBERG, SOREMARK. Penetration of radioactive isotopes through enamel and dentin II. Transfer of ^{22}Na in fresh and chemically treated dental tissues. **Odont Rev** 1969; 20 (1): 47-54.

BARGUI N & GODWIN JM. Reducing the adverse effect of bleaching on composite-enamel bond. **J. Esthetic Dent.** 1994; 6(4):157-61.

BASTING RT, de FREITAS PM, PIMENTA LAF, SERRA MC. Shear bond strength after dentin bleaching with 10% carbamide peroxide agents. **Pesq Odontol Bras** 2004; 18(2):162-7.

BEN-AMAR A, LIBERMAN R, GORFIL C, BERNSTEIN Y. Effect of mouthguard bleaching on enamel surface. **Am J Dent.** 8 (1): 29-32, 1995.

BULUT H, TURKUN M & KAYA AD Effect of an antioxidizing agent on the shear bond strength of brackets bonded to bleached human enamel.. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.** 2006; 129: 266-72.

BUONOCUORE MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. **J. Dent. Res.** 1955; 34(6):849-53.

CARVALHO RM *et al.* Determinação da resistência adesiva à dentina através de um dispositivo de microtração. **Rev. FOB.** 1994; 2(3):77-82.

CARVALHO RM. Publicação eletrônica. (Mensagem Pessoal). Mensagem recebida por ana_brito@fop.unicamp.br em 26 abril 2003.

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

CAVALLI V, REIS AF, GIANNINI M, AMBROSANO GM. The effect of elapsed time following bleaching on enamel bond strength of resin composite. **Oper Dent.** 2001; 26(6):597-602.

CAVALLI V, GIANINNI M, CARVALHO RM. Effect of carbamide peroxide bleaching agents on tensile strength of human enamel. **Dent Mat.** 2004; 20: 733-9.

COOK WD. Polymerization defects in composite resins. In Van-Herle G, SMITH DC: **International Symposium on posterior composite resin dental restorative materials**, Peter Szulc, 273-86

COSTA PDS, VOLPATO, FR, SUNDFELD RH, MAURO SJ, SUNDFELD MLMM & BRISO ALF. Influência do clareamento na ocorrência de microinfiltração e efeito do tempo de espera para uso dos materiais adesivos. *In: Anais da 21ª Reunião da Sociedade Brasileira de Pesquisa Odontológica*, 2004. Águas de São Pedro. São Paulo: SBPqO; 2004. p. 59.

CRAIG RG. Chemistry, composition and properties of composite resins. **Dent Clin North Am.** 1981; 25:219.

DE CARVALHO EM, ROBAZZA CR, LAGE-MARQUES JL. Spectrophotometric and visual analysis of internal dental bleaching utilizing laser and heat as catalyzing sources. **Pesqui Odontol Bras.** 2002;16(4):337-42.

DEMARCO FF *et al.* Influence of bleaching on dentin strength. **Am J Dent.** 1998; 11(2):79-82.

DISHMAN MV, COVEY DA, BAUGHAN LW. The effects of peroxide bleaching on composite to enamel bond strength. **Dent Mater.** 1994; 10(1):33-6.

DSM Personal Care/Cosmetics Fine Chemicals, **Topical Oral Care compositions related applications** (Heerlen), WO02058662, 24 jan. 2001, 29 set 2004.

DSM Personal Care/Cosmetics Fine Chemicals, **Oral care compositions comprising ascorbic acid derivative** (Heerlen), WO2004041228, 21 fev. 2002, 27 set 2004.

FAN PL. Polimerization defects. In Van-Herle G, SMITH DC: **International Symposium on posterior composite resin dental restorative materials**, Peter Szulc, 287-97.

FEATHERSTONE, O'REILLY & SHARIAT. Enhancement of remineralization in vitro and in vivo, in Leach AS (ed): Factors relating to demineralization and remineralization of teeth, Oxford, p. 23-24, IRL Press 1986.

FLOYD RA. The effect of peroxides and free radicals on body tissues. **JADA.** 1997; 128: 37S-40S.

FUGARO JO *et al.* Pulp reaction to vital bleaching. **Oper Dent.** 29(4):363-8.

GIRARD N, SAECKER C. Stay-C, A Stable vitamin C in oral care products. **Cosmetics and Toiletries Manufacture Wordside.** Disponível em: URL: <http://www.dsm.com> (2003 jun 23).

GOLDSTEIN GR, KIREMIDJIAN-SCHUMACHER L. Bleaching: is it safe and effective? **J Prosthet Dent.** 1993; 69(3):325-8.

GOLDSTEIN, RE, GARBER, DA Complete dental bleaching. Chicago: Quintessence books, 1995.

GUTTERIDGE, JMC. Biological origin of free radicals, and mechanisms of antioxidant protection. **Chem Biol Interact.** 1994; 91: 133-40.

HAYWOOD, VB & HEYMANN, HO. Nightguard vital bleaching. **Quintessence.** 1989; 20(3):173-6.

HAYWOOD, VB. Current status of nightguard vital bleaching. **Compedium.** 2000; 21 (28):S10-S17.

JUSTINO LM, TAMES DR, DEMARCO FF. In situ and In vitro effects of bleaching with carbamide peroxide on human enamel. **Oper. Dent.** 2004; 29(2):219-25.

KALILI T, CAPUTO AA, MITOR, SPERBECK G & MATYAS J. In vitro toothbrush abrasion and bond strenght of bleached enamel. **Pract Period Aesthet Dent.** 1991; 3(5):22-4.

KAYA AD, TURKUN M. Revesal of dentin bonding to bleached teeth. **Oper Dent.** 2003; 28(6):825-9.

LAI *et al.* Revesal of compromised bonding in bleached enamel. **J Dent Res.** 2002; 81(07):477-481.

LEONARD RH JR, AUSTIN SM, HAYWOOD VB, BENTLEY CD. Change in pH of plaque and 10% carbamide peroxide solution during nightguard vital bleaching treatment. **Quintessence Int.** 1994; 25(12):819-23.

LEONARD JR RH *et al.* Risk e factors for developing tooth sensitivity and gingival irritation associated with nightguard vital bleaching. **Quint. Int.** 1997; 28(8): 527-34.

LEONARD JR RH. Efficacy, longevity, side effects and patient perceptions of nightguard vital bleaching. **Comp Educ Cont Dent.** 1998; 19 (8): 766-78.

LI Y. Peroxide containing tooth whiteners: an update on safety. **Comp Educ Cont Dent.** 2000; 21(28):S4-S9.

MAIA W, VASQUEZ EF. Radicais Livres – Estrutura atômica. In: PÓVOA H: Radicais livres – em patologia humana. São Paulo: Imago, 1995 c.5, p.183-96,.

MATIS BA, COCHRAN MA, ECKERT G, CARLSON TJ. The efficacy and safety of a 10% carbamide peroxide bleaching gel. **Quintessence.** 1998; 29(9):555-63.

MATIS BA, GAIAO U, BLACKMAN D, SCHULTZ FA, ECKERT GJ. In vivo degradation of bleaching gel used in whitening teeth. **J Am Dent Assoc.** 1999;130(2):227-35.

McEVOY, SA. Chemical agents for removing intrinsic stains from vital teeth. I. Technique development. **Quintessence.** 1989; 20(5):323-28.

MORRIS MD *et al.* Effects of sodium hypochlorite and RC-Prep on bond strengths of resin cement to endodontic surfaces. **J Endod.** 2001; 27(12):753-7.

NAIDU KA. Vitamin C in human health and disease is still a mystery? An overview. **Nutric J.** 2003; 2(1): 7-17.

NAKABAYASHI, N & PASHLEY, DH. **Hibridização dos tecidos dentais duros**. 1.ed. São Paulo: Quintessence, 2000. 129p.

NOUR EL-DIN et al. Immediate bonding to bleached enamel. **Oper Dent**. 2006; 31 (1): 106-14.

OGAWARA M *et al.* Effect of ascorbic acid deficiency on primary and reparative dentinogenesis on non-ascorbate-synthesizing ODS rats. **Arch Oral Biol**. 1997; 42(10-11):695-704.

OLTU U, GURGAN ES. Effects of three concentrations of carbamide peroxide on structure of enamel. **J Oral Rehabil**. 2000; 27 (4):332-40.

OKUDA M; PEREIRA PN; NAKAJIMA M; TAGAMI J; PASHLEY DH. Long-term durability of resin dentin interface: nanoleakage vs. microtensile bond strength. **Oper Dent**. 2002; 27(3):289-96.

PERDIGAO J, FRANCCI C, SWIFT EJ JR, AMBROSE WW, LOPES M. Ultra-morphological study of the interaction of dental adhesives with carbamide peroxide-bleached enamel. **Am J Dent**. 1998; 11(6):291-301.

POTOCNIK I *et al.* Effect of 10% carbamide peroxide bleaching gel of enamel microhardness, microstructure and mineral content. **J Endod** 2000; 26(4): 203-7.

PÓVOA FILHO H. MAIA W, VASQUEZ EF. **Antioxidantes** In: PÓVOA H: Radicais livres – em patologia humana. Imago, p.210-20, 1995.

PRICE RBT *et al.* The pH of tooth-whitening products. **J Can Dent Assoc**. 2000. 66(8):421-6.

REIS AF *et al.* The effect of organic solvents on one-bottle adhesives' bond strength to enamel and dentin. **Oper Dent**. 2003; 28(6): 700-6.

RODRIGUES, J.A, *et al.* Effects of 10 percent carbamide peroxide on enamel microhardness at different bleaching times. **Am J Dent.** 2001; 14(1):67-71.

RUBINOFF AB *et al.*, Vitamin C and oral health. 1989; 55(9): 705-6.

RUEGGBERG FA, MARGESON BH. The effect of oxygen inhibition on an unfilled/filled composite system. **J. Dent. Res.** 1990; 69(10): 1652-8.

RUYTER IE. Unpolymerized surface layers on sealants. **Acta Odont. Scand.** 1981; 39: 27-32.

SANO H *et al.* Relation between surface area for adhesion and tensile bond strength – Evaluation of a micro-tensile bond test. **Dent Mat.** 1994; 10(4):236-40.

SEGHI RR, DENRY I. Effect of external bleaching on indentation and abrasion characteristics of human enamel in vitro. **J Dent Res.** 1992; 71(6):1340-4.

SERRA, M.C., CURY, J.A. The in vitro effect of glass-ionomer cement restoration on enamel subjected to a demineralization and remineralization model. **Quintessence.** 1992; 23(2):143-147.

SILVA, AP. Efeito de um agente antioxidante e de solventes orgânicos adesivos sobre a resistência de união ao esmalte humano tratado com peróxido de carbamida a 10%. Piracicaba 2005, 86p. Tese (Mestrado em Clínica Odontológica) – FOP, UNICAMP.

SHINOHARA MS *et al.* In vitro microlakage of composite restorations after nonvital bleaching. **Quintessence.** 2001; 32(5):413-7.

SMIT AJ & ANDERSON R. Biochemical mechanisms of hydrogen peroxide and hypochlorous acid-mediated inhibition of human mononuclear leukocyte functions in vitro: protection and reversal by antioxidants. **Agents Actions**, 1992; 36: 58-65.

SOHEILI MAJD E, GOLDBERG M, STANISLAWSKI L. In Vitro effect of ascorbate and trolox on biocompatibility of dental restorative materials. **Biomat**. 2003; 24:3-9.

STANBURY JW. Curing dental resins and composites by photopolymerization. **J Esthet Dent**. 2000; 12:300-8.

STOCKES AN et al. Effect of peroxide bleaches on resin-enamel bonds. **Quintessence**. 1992; 23:769-71.

SUN G. The role of lasers in cosmetic dentistry. **Dental Clin North Am**. 2000. 44(4):831-49.

SUNDFELD RH, BRISO AL, De Sa PM, SUNDFELD ML, BEDRAN-RUSSO AK. Effect of time interval between bleaching and bonding on tag formation. **Bull Tokyo Dent Coll**. 2005; 46(1-2): 1-6.

SUNG EC, CHAN SM, MITO R, CAPUTO AA. Effect of carbamide peroxide bleaching on the shear bond strength of composite to dental bonding agent enhanced enamel. **J Prosthet Dent**. 1999; 82(5):595-9.

SWIFT Jr EJ. Restorative considerations with vital tooth bleaching. **JADA**. 1997; 128:60S-64S.

SWIFT Jr EJ. Shear bond strength of a new one-bottle dentin adhesive. **Am J Dent**. 1997; 10(4):184-8.

TEIXEIRA ECN *et al.* Effect of nonvital tooth bleaching on resin/enamel shear bond strength. **J Adhes Dent.** 2002; 4:317-22.

TITLEY KC *et al.* The effect of concentrated hydrogen peroxide solutions on the surface morphology of human tooth enamel. **J Endod.** 1988; 14(2):69-74.

TITLEY KC *et al.* Scanning electron microscopy observations on the penetration and structure of resin tags in bleached and unbleached bovine enamel. **J Endod.** 1991; 17(2):72-5.

TITLEY KC, TORNECK CD, RUSE ND. The effect of carbamide-peroxide gel on the shear bond strength of a microfil resin to bovine enamel. **J Dent Res.** 1992; 71(1):20-24.

TORNECK CD *et al.* The influence of time of hydrogen peroxide exposure on the adhesion of composite resin to bleached bovine enamel. **J Endod.** 1990; 16(3):123-7.

TORNECK CD *et al.* Effect of water leaching on the adhesion of composite resin to bleached and unbleached bovine enamel. **J Endod.** 1991; 17:156-60.

TORRES CRG, KOGA AF & BORGES AB. Efeitos imediatos de alguns agentes antioxidantes e solventes sobre a resistência adesiva ao esmalte dental clareado. *In: Anais da 21ª Reunião da Sociedade Brasileira de Pesquisa Odontológica*, 2004. Águas de São Pedro. São Paulo: SBPqO; 2004. p. 140.

TURKUN M, TURKUN LS. Effect of nonvital bleaching with 10% carbamide peroxide on sealing ability of resin composite restorations. **Int Endod J.** 2004; 37:52-60.

USBERCO J, SALVADOR E. **Química Orgânica**. 3ed. São Paulo: Ed. Saraiva, 1997.

UYSAL T *et al.* can previously bleached teeth be bonded safely? **Am J Orthod Dentofacial Orthop**. 2003; 123:628-32.

VAANANEN MK *et al.* Dental caries and mutans streptococci in relation to plasma ascorbic acid. **Scand J Dent Res**. 1994; 102(2):103-8.

VAANANEN MK *et al.* Periodontal health related to plasma ascorbic acid. **Proc Finn Dent Soc**. 1993; 89(1-2):51-9.

VAN MEERBEEK *et al.* Bond strength to variously prepared enamel and dentin. **Oper Dent**. 2003; 28(5):647-60.

VAN NOORT R. **Introduction to dental materials**. 1ed. London: Mosby, 1994.

ZHAO *et al.* Characterization of peroxide ions in hydroxyapatite lattice. **Journal of Biomedical Materials Research**. 2000; 52 (1): 157-63.

APÊNDICE 1: Materiais restauradores utilizados neste estudo: nome, classificação, composição e fabricante.

MATERIAL	CLASSIFICAÇÃO	COMPOSIÇÃO	FABRICANTE
Condicionador Dental Gel®	Gel de ácido fosfórico	Ácido fosfórico a 37% e sílica coloidal	Dentsply De Trey, Konstanz, Alemanha
Adper Single Bond®	Sistema Adesivo	Bis-GMA, HEMA, PAA, nanopartículas, etanol e água Resina de Bis-GMA uretano modificada, Boro silicato de Alumínio, Bário silanizado, sílica	3M ESPE, St. Paul, MN, EUA
TPH Spectrum®	Resina composta microhíbrida	pirolítica silanizada, canforoquinona, EDAB, hidroxitolueno butilado e corantes minerais.	Dentsply De Trey, Konstanz, Alemanha

APÊNDICE 2: Resultados do ensaio de microtração.

Dente	Grupo	Fatia	Kgf	Lado A	Lado B	Área	Mpa	MÉDIA
1	GPA30	A	,	,	,	,	,	27,68182
1	GPA30	B	2,784	1,12	0,88	0,9856	27,68182	
2	GPA120	A	2,792	1	1,26	1,26	21,71556	22,06913
2	GPA120	B	2,596	1,22	0,93	1,1346	22,4227	
3	GS	A	,	,	,	,	,	18,7787
3	GS	B	1,756	1,16	0,79	0,9164	18,7787	
4	GPA120	A	3,419	1,15	0,9	1,035	32,37314	28,54693
4	GPA120	B	2,996	1,11	1,07	1,1877	24,72072	
5	GPA60	A	3,419	1,41	0,99	1,3959	24,0033	31,32693
5	GPA60	B	3,869	1,09	0,9	0,981	38,65056	
6	GPA60	A	3,959	1,33	1	1,33	29,17158	29,17158
6	GPA60	B	,	,	,	,	,	
7	GS	A	3,978	1,14	1,13	1,2882	30,26269	34,8386
7	GS	B	3,528	0,86	1,02	0,8772	39,4145	
8	GPA120	A	3,504	1,12	0,9	1,008	34,06667	27,26693
8	GPA120	B	2,903	1,39	1	1,39	20,46719	
9	GPA60	A	1,391	1,03	0,94	0,9682	14,07953	18,34746
9	GPA60	B	2,7	0,9	1,3	1,17	22,61538	
10	GP	A	1,342	1,13	1,15	1,2995	10,12051	13,18057
10	GP	B	2,219	1,3	1,03	1,339	16,24063	
11	GPA15	A	1,343	0,92	0,91	0,8372	15,72074	15,72074
11	GPA15	B	,	,	,	,	,	
12	GS	A	2,072	0,65	1	0,65	31,23938	33,57686
12	GS	B	5,039	1,25	1,1	1,375	35,91433	
13	GP	A	2,451	1,08	1,12	1,2096	19,85764	26,49016
13	GP	B	2,857	0,79	1,07	0,8453	33,12268	
14	GPA60	A	3,959	1,33	1	1,33	29,17158	29,17158
14	GPA60	B	,	,	,	,	,	
15	GPA120	A	3,781	1,23	0,96	1,1808	31,38025	31,38025
15	GPA120	B	,	,	,	,	,	
16	GPA30	A	,	,	,	,	,	,
16	GPA30	B	,	,	,	,	,	
17	GPA15	A	2,402	0,86	1,09	0,9374	25,11159	25,28587
17	GPA15	B	2,181	0,73	1,15	0,8395	25,46015	
18	GPA30	A	2,969	1,27	0,92	1,1684	24,9026	26,26773
18	GPA30	B	2,258	0,88	0,91	0,8008	27,63287	
19	GPA60	A	3,435	1,2	1,1	1,32	25,50227	23,49432
19	GPA60	B	3,105	1,46	0,97	1,4162	21,48637	
20	GPA120	A	3,334	1,14	0,94	1,0716	30,49011	30,49011
20	GPA120	B	,	,	,	,	,	
21	GP	A	2,255	1,12	1,12	1,2544	17,61719	17,38912
21	GP	B	2,405	1,26	1,09	1,3734	17,16106	

22	GPA60	A	1,819	1,11	1,05	1,1655	15,29489	15,03455
22	GPA60	B	1,941	1,25	1,03	1,2875	14,77421	
23	GP	A	1,81	1	1,47	1,47	12,06667	13,35812
23	GP	B	2,484	1,91	0,87	1,6617	14,64958	
24	GP	A	1,696	1,14	0,88	1,0032	16,56778	15,25049
24	GP	B	2,026	1,5	0,95	1,425	13,93319	
25	GS	A	3,351	1,61	0,86	1,3846	23,7179	18,26916
25	GS	B	2,034	1,69	0,92	1,5548	12,82043	
26	GPA15	A	3,566	1,32	0,93	1,2276	28,46758	27,8255
26	GPA15	B	2,958	1,24	0,86	1,0664	27,18342	
27	GPA60	A	2,268	1,2	1,02	1,224	18,15882	18,95875
27	GPA60	B	3,362	1,45	1,15	1,6675	19,75868	
28	GPA60	A	2,732	1,39	0,9	1,251	21,40176	17,93447
28	GPA60	B	2,181	1,66	0,89	1,4774	14,46717	
29	GPA30	A	2,696	0,99	0,9	0,891	29,65297	21,99933
29	GPA30	B	1,903	1,3	1	1,3	14,34569	
30	GP	A	,	,	,	,	,	20,61749
30	GP	B	2,926	1,22	1,14	1,3908	20,61749	
31	GS	A	3,397	1,04	1,03	1,0712	31,07786	23,94974
31	GS	B	1,889	0,71	1,55	1,1005	16,82163	
32	GPA120	A	3,378	1,54	1,04	1,6016	20,66958	18,73017
32	GPA120	B	2,337	1,55	0,88	1,364	16,79076	
33	GPA30	A	4,18	1,12	0,86	0,9632	42,52907	26,06424
33	GPA30	B	1,005	1,14	0,9	1,026	9,599415	
34	GPA15	A	2,386	1,12	1,06	1,1872	19,69575	18,46578
34	GPA15	B	1,652	0,93	1,01	0,9393	17,23581	
35	GP	A	,	,	,	,	,	11,65446
35	GP	B	1,546	1,3	1	1,3	11,65446	
36	GS	A	2,639	1,14	0,97	1,1058	23,38777	22,68537
36	GS	B	3,607	1,34	1,2	1,608	21,98296	
37	GPA15	A	,	,	,	,	,	32,64539
37	GPA15	B	2,557	0,76	1,01	0,7676	32,64539	
38	GPA30	A	,	,	,	,	,	22,63754
38	GPA30	B	1,179	1,16	0,44	0,5104	22,63754	
39	GPA30	A	2,666	1,33	0,99	1,3167	19,84264	20,29169
39	GPA30	B	2,56	1,12	1,08	1,2096	20,74074	
40	GPA60	A	3,152	1,21	1,2	1,452	21,27383	26,41054
40	GPA60	B	3,1	1,07	0,9	0,963	31,54725	
41	GPA15	A	2,219	1,3	0,74	0,962	22,6052	19,27606
41	GPA15	B	1,527	0,92	1,02	0,9384	15,94693	
42	GPA15	A	2,756	0,99	0,84	0,8316	32,47811	26,76034
42	GPA15	B	2,331	0,92	1,18	1,0856	21,04256	
43	GPA120	A	4,289	1,36	0,92	1,2512	33,59351	30,16453
43	GPA120	B	4,114	1,45	1,04	1,508	26,73554	
44	GPA15	A	4,608	1,4	1,03	1,442	31,3165	31,3165
44	GPA15	B	,	,	,	,	,	
45	GPA30	A	3,416	1,27	1,02	1,2954	25,84283	28,92785
45	GPA30	B	3,705	1,06	1,07	1,1342	32,01287	

46	GPA15	A	3,103	1,42	1,04	1,4768	20,59141	20,59141
46	GPA15	B	,	,	,	,	,	,
47	GPA120	A	3,798	1,09	0,99	1,0791	34,49208	34,49208
47	GPA120	B	,	,	,	,	,	,
48	GS	A	4,405	1,08	0,94	1,0152	42,52266	43,15304
48	GS	B	4,398	1,07	0,92	0,9844	43,78342	
49	GP	A	2,772	1,16	0,94	1,0904	24,91343	22,36234
49	GP	B	3,151	1,43	1,09	1,5587	19,81125	
50	GPA60	A	1,923	1,53	1,09	1,6677	11,30023	22,32542
50	GPA60	B	3,706	1,1	0,99	1,089	33,3506	
51	GP	A	3,318	1,25	1,07	1,3375	24,31133	24,31133
51	GP	B	,	,	,	,	,	,
52	GPA60	A	2,74	1,26	1,04	1,3104	20,49145	27,6051
52	GPA60	B	2,222	0,64	0,98	0,6272	34,71875	
53	GPA120	A	3,55	1,75	0,97	1,6975	20,49485	21,56044
53	GPA120	B	3,103	1,28	1,05	1,344	22,62604	
54	GS	A	3,345	1,26	1,11	1,3986	23,43844	22,39456
54	GS	B	2,705	1,28	0,97	1,2416	21,35068	
55	GPA120	A	2,855	1,14	1,05	1,197	23,37427	20,10187
55	GPA120	B	2,154	1,11	1,13	1,2543	16,82947	
56	GPA30	A	2,075	1,34	0,89	1,1926	17,05098	21,31455
56	GPA30	B	3,274	1,12	1,12	1,2544	25,57813	
57	GPA30	A	2,484	1,34	0,95	1,273	19,1227	16,78178
57	GPA30	B	1,343	0,93	0,98	0,9114	14,44086	
58	GS	A	4,927	1,53	0,89	1,3617	35,45906	35,45906
58	GS	B	,	,	,	,	,	,
59	GS	A	3,825	1,3	1,12	1,456	25,74519	23,17194
59	GS	B	2,966	1,37	1,03	1,4111	20,59868	
60	GPA30	A	2,557	1,1	1,1	1,21	20,70959	27,39926
60	GPA30	B	2,996	0,99	0,87	0,8613	34,08894	

APÊNDICE 3: Resultados da análise estatística.

```

The SAS System
  The GLM Procedure
    Class Level Information
Class          Levels   Values
Grupos                6   S P 15 30 60 120
  
```

Number of observations 60

NOTE: Due to missing values, only 58 observations can be used in this analysis.

```

The SAS System
  The GLM Procedure
  
```

Dependent Variable: MeDIA

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	483.767514	96.753503	3.04	0.0176
Error	52	1655.978659	31.845743		
Corrected Total	57	2139.746172			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	MeDIA Mean
0.226086	23.10959	5.643203	24.41931

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Grupos	5	483.7675135	96.7535027	3.04	0.0176

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Grupos	5	483.7675135	96.7535027	3.04	0.0176

```

The SAS System
  The GLM Procedure
  
```

Dunnett's t Tests for MeDIA

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error for comparisons of all treatments against a control

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	52
Error Mean Square	31.84574
Critical Value of Dunnett's t	2.59686

Comparisons significant at the 0.05 level are indicated by ***.

Grupos Comparison	Difference Between Means	Simultaneous 95% Confidence Limits		
120 - S	-1.146	-7.700	5.408	
15 - S	-3.100	-9.654	3.454	
30 - S	-3.103	-9.836	3.631	
60 - S	-3.157	-9.711	3.397	
P - S	-9.337	-16.070	-2.604	***

The SAS System

The GLM Procedure

Dunnett's t Tests for MeDIA

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error for comparisons of all treatments against a control

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	52
Error Mean Square	31.84574
Critical Value of Dunnett's t	2.58713

Comparisons significant at the 0.05 level are indicated by ***.

Grupos Comparison	Difference Between Means	Simultaneous 95% Confidence Limits		
S - P	9.337	2.629	16.045	***
120 - P	8.191	1.483	14.899	***
15 - P	6.237	-0.471	12.945	
30 - P	6.234	-0.648	13.117	
60 - P	6.180	-0.528	12.888	

The SAS System

The GLM Procedure

Level of Grupos	N	-----MeDIA----- Mean	Std Dev
S	10	27.6260000	8.43783174
P	9	18.2888889	5.36173816
15	10	24.5260000	5.71668746
30	9	24.5233333	2.85188534
60	10	24.4690000	4.20193196
120	10	26.4800000	5.44796598

 * SANEST - SISTEMA DE ANALISE ESTATISTICA *
 * Autores: Elio Paulo Zonta - Amauri Almeida Machado *
 * Empresa de Pesquisa Agropecuaria de Minas Gerais-EPAMIG *
 * ANALISE DA VARIAVEL MPA - ARQUIVO: TESEANA *

CODIGO DO PROJETO:

RESPONSAVEL:

DELINEAMENTO EXPERIMENTAL:

OBSERVACOES NAO TRANSFORMADAS

NOME DOS FATORES

FATOR NOME

A TEMPO

QUADRO DA ANALISE DE VARIANCIA

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
TEMPO	3	31.3153873	10.4384624	0.4758	0.70492
RESIDUO	36	789.7454386	21.9373733		
TOTAL	39	821.0608259			

MEDIA GERAL = 24.950501

COEFICIENTE DE VARIACAO = 18.772 %

REGRESSAO POLINOMIAL PARA OS NIVEIS DE TEMPO

QUADRO DA ANALISE DE VARIANCIA

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
REGRESSAO LINEAR	1	24.7798506	24.7798506	1.12957	0.29519
REGRESSAO QUADR.	1	6.4492341	6.4492341	0.29398	0.59737
DESVIOS DE REGR.	1	0.0873972	0.0873972	0.00398	0.94864
RESIDUO	36	789.7454386	21.9373733		

EQUACOES POLINOMIAIS

		X	X^2
* Y =	23.849564	0.0195722	
* Y =	24.948329	-0.0307583	0.00036232

MEDIAS AJUSTADAS PELAS EQUACOES DE REGRESSAO

NIVEIS	MEDIAS OBS.	MEDIAS ORIG.	LINEAR	QUADR.
15.000	24.5260	24.5260	24.1431	24.5685
30.000	24.4260	24.4260	24.4367	24.3517
60.000	24.3700	24.3700	25.0239	24.4072
120.000	26.4800	26.4800	26.1982	26.4747
COEF. DETERMINACAO			0.7913	0.9972

This document was created with Win2PDF available at <http://www.daneprairie.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.