

Ana Paula Brito da Silva

Cirurgiã - Dentista

**EFETIVO DE UM AGENTE ANTIOXIDANTE E DE
SOLVENTES ORGÂNICOS ADESIVOS SOBRE A
RESISTÊNCIA DE UNIÃO AO ESMALTE HUMANO
TRATADO COM PERÓXIDO DE CARBAMIDA A 10%**

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

Piracicaba
2005

Ana Paula Brito da Silva

Cirurgiã - Dentista

**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%**

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

Orientadora: PROF^ª. DR^ª. GISELLE MARIA MARCHI BARON

Banca de Defesa de Tese:

PROF^ª. DR^ª. GISELLE MARIA MARCHI BARON
PROF. DR. JOSÉ AUGUSTO RODRIGUES
PROF. DR. LOURENÇO CORRER SOBRINHO

Piracicaba

2005

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

Bibliotecário: Marilene Girello – CRB-8ª. / 6159

Si38e	<p>Silva, Ana Paula Brito da. 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%. / Ana Paula Brito da Silva. -- Piracicaba, SP : [s.n.], 2005.</p> <p>Orientador: Giselle Maria Marchi Baron. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.</p> <p style="text-align: center;">1. Dentes – Clareamento. 2. Resistência dos materiais. 3. Antioxidantes.</p> <p style="text-align: center;">I. Baron, Giselle Maria Marchi. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba.</p> <p style="text-align: center;">III. Título.</p> <p style="text-align: right;">(mg/fop)</p>
-------	--

TÍTULO EM INGLÊS: EFFECT OF AN ANTIOXIDIZING AGENT ON BOND STRENGTH TO HUMAN ENAMEL TREATED WITH 10% CARBAMIDE PEROXIDE

PALAVRAS-CHAVE EM INGLÊS (*KEYWORDS*): 1. TOOTH – BLEACHING. 2. TENSILE STRENGTH. 3. ANTIOXIDANTS

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: DENTÍSTICA

Titulação: Mestre em Clínica Odontológica

Banca examinadora: José Augusto Rodrigues, Lourenço Correr Sobrinho, Giselle Maria Marchi Baron

Data da defesa: 30/03/2005



UNICAMP

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA



A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Dissertação de MESTRADO, em sessão pública realizada em 30 de Março de 2005, considerou a candidata ANA PAULA BRITO DA SILVA aprovada.

PROFa. DRa. GISELLE MARIA MARCHI BARON

PROF. DR. JOSÉ AUGUSTO RODRIGUES

PROF. DR. LOURENÇO CORRÊA SOBRINHO

200604116

DEDICO

ESTE TRABALHO

A Meu querido e amigo **Deus**,

Senhor, Tu estavas comigo em todos os momentos. Acompanhaste-me e apoiaste-me sempre que precisei. Tua presença constante me deu paz, sensação de segurança e a tranquilidade de não estar só. Tu és a fonte de todo conhecimento, inteligência e sabedoria. Obrigada pelos planos e por guiar a minha vida em direções cada vez mais elevadas e nobres.

Em Ti Senhor Confio. Tu és a minha Rocha e a minha Fortaleza. Por amor do Teu Nome, guia-me e encaminha-me (Salmos 31:1 e 3)

DEDICO ¹ **ESTE TRABALHO**

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

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 foi dado, me permitiram galgar mais este passo importante na minha carreira. Meus amados, a vocês dedico não apenas este trabalho, mais a minha vida.

A 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, por me aceitarem como sou e por terem vindo me visitar, trazendo o cheirinho de casa pra Piracicaba.

AGRADECIMENTOS

ESPECIAIS

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

Gi, Obrigada pela amizade, apoio, conselhos e oportunidades. Com você, aprendi lições que vão muito além do mero academicismo. Muito obrigada pelo carinho, atenção e orientação.

A minha Orientadora de Especialização, **Profa. Maria Luíza de Moraes Oliveira**,

Obrigada pelo incentivo e por confiar no meu potencial.

A minha primeira Orientadora, **Profa. Dra. Cecília Ribeiro**,

Obrigada por ter me ajudado a descobrir e a desabrochar meu talento acadêmico.

AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Odontologia de Piracicaba – UNICAMP, escola da qual sinto orgulho de ser aluna, nas pessoas do seu diretor **Prof. Dr. Thales Rocha de Mattos Filho** e do Diretor Associado **Prof. Dr. Mário Fernandes De Góes**, pela oportunidade da realização deste trabalho.

Ao **Prof. Dr. Pedro Luiz Rosalen**, coordenador geral do curso de pós-graduação e ao **Prof. Dr. Roger Willian Moreira Fernandes**, Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Clínica Odontológica, pela atenção especial prestada.

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

À **FAEP** E À **FUNCAMP**, pelo auxílio financeiro para o desenvolvimento desta pesquisa.

Ao **Departamento de Química da UNICAMP e da UFMA**, na pessoa da pós-graduanda **Luciana** e dos professores doutores **Geisa e Fernando**, por me ajudarem a entender conhecimentos básicos de química orgânica, polímeros, radicais livres e antioxidantes.

A **Agência INOVA**, no nome de **Ciro, Raquel, Pedro e Rodrigo** por dar o suporte necessário para a solicitação da patente, resultante das descobertas desta pesquisa de mestrado, junto ao INPI.

Aos professores que aceitaram participar da minha banca de qualificação, **Prof^a. Dr^a. Maria Cristiana Volpato, Prof. Dr. Luis Roberto Marcondes Martins e Prof. Dr. Caio César Randi Ferraz**, por poderem compartilhar sugestões e conhecimentos, que só vem a enriquecer meu trabalho.

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.

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

Ao colega **Rogério Terra do Espírito Santo**, pela doação dos dentes utilizados nesta pesquisa.

Ao amigo **André Silva**, que reservou um tempo especial para ajudar-me na realização das microscopias. Por ter me oferecido carona quando precisei e pela discussão antes da prova de doutorado, muito obrigada.

À **Andréa**, colega de mestrado, por ter se interessado em participar no desenvolvimento da parte experimental desta pesquisa. Sua ajuda estatística foi muito importante, obrigada.

A todos os **Funcionários** desta faculdade, que de alguma forma possibilitaram a realização do meu Mestrado. Especialmente à **Fernanda (Secretária da Dentística)** e **Pedro**, pelo carinho e disposição em ajudar.

Aos **colegas de Pós-Graduação**, especialmente **Débora, Jansen e Vanessinha**, pela troca de conhecimentos, respeito e admiração.

Ao **Prof. Dr. José Augusto Rodrigues** pela colaboração no início da elaboração e desenvolvimento deste projeto de pesquisa.

Aos **Professores e Funcionários da Faculdade de Farmácia e Odontologia de São Luís – UFMA**, onde realizei meus estudos de graduação, e da **Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais**, onde realizei meu curso de especialização, agradeço pelo incentivo e formação que me possibilitaram esta vitória. Em especial, agradeço à **Profa. Rosana Casanovas, Profa. Dra. Andréa Alac, Profa. Dra. Cláudia Maganhães, Prof. Wilson Batista Mendes, Prof. Guilherme Senna e Prof. Fernando de Carvalho.**

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. Pela lição de que vicissitudes no decorrer da vida não são motivos pra desistir.

À **Mariana Zanatta (Má)**, amiga mais chegada que uma irmã, exemplo de simpatia, abnegação e amabilidade. Obrigada por sua disposição em ajudar, dar apoio, carinho e atenção. Com você, Piracicaba tinha cara de São Luís.

A minha grande família de Piracicaba, **Tia Rose, Tio Osmir, Má, Carol, Carlinha, Carolzinha, Marcos, Polly, Pr. Cláudio, Tércia, André, Ellen, Marcos e Bete**, obrigada por terem me acolhido com tanto amor e carinho.

Aos meus amigos de especialização, **Andréa, Mirna e Lúcia**, de graduação **Jonalda e Denira**, de ginásio **Márcia, Dani, Érico e Jean**, e amigos do coração **Dagô, Doda, Eraldo, Agostinho, Samuel e Sarah** que dividiram comigo risadas, carinho, respeito, lealdade, admiração e por sempre me incentivarem, sempre me dizendo: *Aninha, você vai longe!*

PROVÉRBIOS

2:3-7

Se clamares por entendimento e por
inteligência alçares a tua voz;
Se como a prata a buscares e como a
tesouros escondidos a procurares;
Então entenderás o temor do Senhor e
acharás o conhecimento de Deus.
Porque o Senhor dá sabedoria;
Da Sua boca vem o conhecimento
e o entendimento.
Ele reserva a verdadeira sabedoria
para os retos;
Escudo é para os que caminham na
sinceridade.

SUMÁRIO

	PÁGINA
RESUMO	1
ABSTRACT	3
1. INTRODUÇÃO	4
2. REVISÃO DA LITERATURA	7
2.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE AGENTES CLAREADORES À BASE DE PERÓXIDOS, UTILIZADOS EM CLAREAMENTO CASEIRO.....	7
2.1.1 Mecanismo de ação	8
2.1.2 Efeitos adversos	10
2.1.2.1 <u>Sensibilidade dos dentes à variação térmica</u>	10
2.1.2.2 <u>Irritação do tecido gengival</u>	11
2.1.2.3 <u>Alterações no substrato dental</u>	11
2.1.2.4 <u>Imprevisibilidade e Durabilidade</u>	12
2.1.2.5 <u>Efeito sobre materiais restauradores adesivos</u>	12
2.1.2.6 <u>Alteração na força de união das restaurações adesivas ao dente</u>	12
2.2 MECANISMO DE POLIMERIZAÇÃO DE MATERIAIS RESINOSOS E A SUA INIBIÇÃO NA PRESENÇA DE OXIGÊNIO.....	13
2.3 CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE RADICAIS LIVRES DE OXIGÊNIO.....	15
2.4 CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE AGENTES ANTIOXIDANTES	16
2.4.1 Utilizações gerais do ácido ascórbico e derivados	17
2.5 TESTES DE ADESÃO	21
2.6 ADESÃO DOS COMPÓSITOS À ESTRUTURA DENTAL CLAREADA	22
2.7 EFEITO DE AGENTES ANTIOXIDANTES A BASE DE ÁCIDO ASCÓRBICO E DE SOLVENTES NA RESISTÊNCIA DE UNIÃO A ESTRUTURA DENTÁRIA OXIDADA..	30

3. PROPOSIÇÃO.....	36
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	37
4.1 DELINEAMENTO DO ESTUDO.....	37
4.2 ASPECTOS ÉTICOS	37
4.3 OBTENÇÃO DOS DENTES.....	38
4.4 SELEÇÃO E PREPARO DOS DENTES.....	38
4.5 CONFECÇÃO DA MOLDEIRA PARA APLICAÇÃO DO AGENTE CLAREADOR E ANTIOXIDANTE.....	41
4.6 APLICAÇÃO DO AGENTE CLAREADOR PERÓXIDO DE CARBAMIDA 10%.....	42
4.7 APLICAÇÃO DO AGENTE ANTIOXIDANTE.....	43
4.8 PROCEDIMENTO RESTAURADOR.....	44
4.9 ENSAIO DE MICROTRAÇÃO.....	46
4.10 OBSERVAÇÃO EM MICROSCÓPIO ELETRÔNICO DE VARREDURA (MEV) – PADRÃO DE FRATURA.....	48
4.11 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	50
5. RESULTADOS.....	51
6. DISCUSSÃO.....	57
7. CONCLUSÃO.....	67
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	68
ANEXOS.....	80

Resumo

O objetivo deste estudo *in vitro* foi avaliar o efeito de um gel de ascorbato de sódio estabilizado a 3% (AE) e de sistemas adesivos, contendo diferentes solventes orgânicos (acetona ou álcool), sobre a resistência de união ao esmalte humano tratado previamente com peróxido de carbamida a 10% (PC), estabelecendo o padrão de fratura através de microscopia eletrônica de varredura. Quarenta terceiros molares humanos foram selecionados, limpos e armazenados em solução salina de timol a 0,1%. Oitenta fragmentos de 16mm² foram obtidos das superfícies vestibular e lingual, utilizando-se discos diamantados de dupla-face, em baixa rotação, sob constante irrigação. Os fragmentos foram cobertos com fina camada de cera nº7 e embebidos em cilindro por resina autopolimerizável de poliestireno. Posteriormente, foram divididos aleatoriamente em quatro grupos de acordo com o tipo de tratamento a ser submetido (G1- Saliva, durante todo o experimento; G2- PC, 14 dias/6h, G3- PC, 14dias/6horas + AE após o clareamento, 4dias/7horas e G4- PC, 14dias/6h e AE, durante o clareamento, 2horas). Iniciou-se o tratamento clareador no G3, 4 dias antes dos demais. Os quatro grupos foram subdivididos em oito grupos de acordo com o tratamento restaurador (G1SB, G2SB, G3SB e G4SB- Single Bond + TPH e G1NT, G2NT, G3NT e G4NT- Prime&BondNT + TPH). Finalizado o tratamento restaurador, os fragmentos foram imediatamente 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 Universal, com velocidade de 0,5mm/min. ANOVA e teste de Tukey indicaram que não houve diferença estatística entre os grupos não clareados e os clareados tratados com ascorbato de sódio estabilizado a 3%. Entretanto, para o grupo clareado apenas, a resistência de união foi significativamente diminuída. Para o

fator adesivo, não houve diferença estatisticamente significativa entre Single Bond e Prime&BondNT. Nas observações em MEV, foi verificada presença de bolhas no adesivo Prime&BondNT do grupo clareado. Os padrões de fratura demonstraram maior número de falhas coesivas nos materiais resinosos submetidos ao clareamento. O gel de ascorbato de sódio estabilizado a 3%, independente da técnica de uso, foi capaz de melhorar os valores de resistência de união ao esmalte clareado.

ABSTRACT

The purpose of this *in vitro* study was to evaluate the effect of a 3% sodium ascorbate gel stabilized (AE) as well as of adhesive organic solvents derived from alcohol or acetone onto the bond strength to human enamel previously treated with carbamide peroxide at 10%, defining the fracture pattern by electronic scanning microscopy. Forty human third molars were selected, cleaned, and kept in saline solution of timol at 0,1%. Eighty fragments of 16mm² were obtained by the use of double-face diamond discs, in low rotation, under constant irrigation, perpendicularly to buccal_ and lingual 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 four groups according to the type of bleaching technique to be employed (G1-saliva, G2-PC for 14 days, G3-PC + AE after bleaching for 7 daily hours, during 4 days and G4- PC and AE during bleaching, daily during 2 hours). The four groups were subdivided into eight groups according to the restorative technique (G1A, G2A, G3A and G4A - Single Bond (SB) + TPH and G1B, G2B, G3B and G4B - Prime&BondNT (NT) + TPH). Bleaching treatment was started in the G3, four days before the other groups. Concluded the restorative treatment, the fragments were immediately prepared for micro-traction procedure. Serial cuts were performed in each sample to obtain two centralized slices 1mm thick. Afterwards, using a 1093 FF drill, an hour-glass was done in each slice, with adhesive area of approximately 1mm². The microtensile tests were performed in an Universal essay machine, at 0,5 mm/min speed. ANOVA and Tukey test indicated that there wasn't statistical difference between non-bleached groups and the bleached ones treated with sodium ascorbate at 3%. However, for the group just bleached, the bond strength was significantly decreased. Regarding the adhesive factor, there was not statistically significant difference between SB and NT. On Electronic Scanning Microscopy observations, it was detected the presence of bubbles in the adhesive NT of the bleached group. The fracture standards demonstrated higher number of cohesive failures in the resinous materials undergone to bleaching.

1. INTRODUÇÃO

A crescente demanda por soluções estéticas para alterações de cor e/ou forma dos dentes tem proporcionado a inclusão da técnica de clareamento dental em um plano de tratamento restaurador estético mais amplo, por se tratar de um procedimento efetivo, conservador, seguro, simples e relativamente econômico. É comum, portanto, sua indicação previamente a procedimentos restauradores estéticos como transformações dentárias, fechamento de diastemas, facetas, coroas de porcelana e outros.

As técnicas de clareamento podem ser empregadas tanto em dentes vitais quanto em desvitalizados, sendo que para dentes com vitalidade pulpar, podem ser utilizadas técnicas de consultório, empregando-se peróxidos em alta concentração, e técnicas caseiras supervisionadas, utilizando-se menores concentrações de peróxido de hidrogênio e de peróxido de carbamida. (ZEKONIS *et al.*, 2003)

Os agentes clareadores, baseados em soluções de peróxidos, possuem baixo peso molecular e capacidade de desnaturar proteínas, aumentando, assim, o movimento dos íons através da estrutura dental. Por serem fortes agentes oxidantes, essas substâncias reagem com as 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 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 e BASTING *et al.*, 2003), devido a seu efeito adverso na polimerização de materiais resinosos (RUYTER, 1981 e RUEGGERBERG & MARGESON, 1989).

Para que ocorra a liberação total dos subprodutos dos peróxidos e, dessa forma, se torne possível a realização de restauração definitiva satisfatória, indica-se um período de espera de 14 a 21 dias. (CAVALLI *et al.*, 2001, CASLINNI *et al.*, 2004 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 superfície do esmalte clareado, com álcool ou com sistemas adesivos à base de álcool (KALILLI, 1993 e SUNG, 1999) ou acetona (BARGHI & GODWIN, 1994), previamente à confecção de restaurações adesivas. Além desta possibilidade, indica-se a utilização de um agente antioxidante (ascorbato de sódio a 10%- AS) sobre a superfície dentária pós-clareamento, por um período de 1/3 de tempo do tratamento, para a reversão dos efeitos adversos na adesão ao esmalte e à dentina (LAI *et al.*, 2002 e KAYA & TURKUN, 2003).

O uso de agentes antioxidantes, tais como os derivados do ácido ascórbico, agem como estabilizadores de radicais livres, apresentando-se como uma alternativa interessante (USBURCO & SALVADOR, 1997), pois são capazes de neutralizar o fator etiológico 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, como indutor da formação de colágeno e na odontologia, como agente co-preventivo de doença periodontal.

Entretanto, 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 (Patente de Invenção), de cor branco-translúcida, quimicamente conhecido como ascorbato de trisódio monofosfatado ou ascorbil fosfato (DSM, 2002).

Diante do que foi exposto, este trabalho é necessário como forma de verificar se a composição dos sistemas adesivos e/ou o pré-tratamento de superfície com um gel de ascorbato de sódio estabilizado são fatores que alteram os valores da resistência de união do compósito ao esmalte clareado.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE AGENTES CLAREADORES À BASE DE PERÓXIDOS, UTILIZADOS EM CLAREAMENTO CASEIRO.

Com freqüência, dentes vitais apresentam-se escurecidos devido a fatores extrínsecos ou intrínsecos, interferindo negativamente na harmonia do sorriso. Fatores extrínsecos compreendem manchas ocasionadas por tabaco, chá, café, vinho, dentre outros alimentos com pigmentos. Os intrínsecos podem ser congênitos como, amelogênese imperfeita e dentinogênese imperfeita, ou adquiridos, como, pigmentos por ingestão de tetraciclina, flúor, trauma dental, etc. Além dessas causas de alterações de cor, alguns pacientes apresentam naturalmente dentes amarelados ou com escurecimento fisiológico. Para a maioria desses casos, a técnica de clareamento dental tem sido a primeira escolha de tratamento, por se tratar de um procedimento simples, conservador e efetivo (HAYWOOD, 1997).

O primeiro clareamento de dentes vitais foi realizado em 1868, embora o grande impulso em relação aos tratamentos clareadores dentais ocorreu com a divulgação da técnica do clareamento caseiro noturno, idealizado por HAYWOOD & HEYMANN, em 1989. Neste trabalho, a técnica foi descrita detalhadamente, consistindo de moldagem e obtenção dos modelos para confecção de uma moldeira de clareamento individual, onde se aplica o gel clareador de peróxido de carbamida a 10%, durante a noite. Segundo os autores, a técnica apresenta as vantagens de oferecer segurança biológica, por não haver aplicação de calor ou ácidos e nem desgastes do elemento dental; ser simples e apresentar baixo custo, estando bem indicada para manchas generalizadas. Um período de tratamento contínuo de duas a seis semanas é requerido, para que o clareamento atinja um grau satisfatório, dependendo da gravidade e etiologia da mancha.

Comparando-se clareamento caseiro, com peróxido de carbamida a 10% e clareamento de consultório, com peróxido de hidrogênio a 35%, através de análise quantitativa, utilizando-se escalas, fotos, colorímetro (ZEKONIS *et al*,

2003) e soft-ware (CARVALHO *et al.*, 2003), puderam-se observar melhores resultados e efetividade para a técnica caseira supervisionada com moldeira.

O peróxido de hidrogênio é o agente clareador utilizado na maioria das técnicas de clareamento, podendo ser indicado para técnica de clareamento dental caseiro, nas concentrações de 1,5 a 7,5% ou em associação com a uréia, formando o peróxido de carbamida, nas concentrações de 10 a 22%. (HAYWOOD, 2000)

Com o objetivo de prolongar a liberação livre de oxigênio nascente e conferir densidade ao material, melhorando sua aderência e manipulação, se adicionou um espessante a base de carbopol (carboximetilcelulose), formando-se um gel viscoso. Utilizado na forma exclusiva de peróxido de hidrogênio, a liberação de oxigênio é rápida, não ultrapassando o tempo de uma hora. Quando apresentado na forma associada, o processo ocorre lentamente, durando por volta de 2 a 4 horas, havendo ainda uma liberação contínua e em menor quantidade por até 10 horas. (MATIS *et al.*, 1999)

2.1.1 Mecanismo de ação

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) (ARWILL *et al.*, 1969), 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. Eventualmente, essas

moléculas podem ser reduzidas a carbono e água, sendo estes liberados juntamente com o oxigênio nascente.

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 peridróxido 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 gerando impressão de maior claridade.

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)

O peróxido de carbamida ou peróxido de uréia ($\text{NH}_2\text{CO.NH}_2\text{H}_2\text{O}_2$), em contato com enzimas salivares, decompõe-se liberando aproximadamente 1/3 de peróxido de hidrogênio e 2/3 de uréia, a partir de sua concentração inicial. Ou

seja, o peróxido de carbamida a 10% gera aproximadamente, 3,3% de peróxido de hidrogênio e 6,6% de uréia (GOLDSTEIN & GARBER, 1995).

O peróxido de hidrogênio liberado é o responsável pelo clareamento através da formação de água e radicais livres de oxigênio que podem reagir facilmente com ligações insaturadas. Já a uréia, gera como subproduto o dióxido de carbono e a amônia, que ocasiona o aumento do pH, tornado o meio alcalino e potencializando a liberação de radical livre peridroxil (LEONARD *et al.*, 1994). Este fato é importante para se explicar porque mesmo em concentrações mais baixas, o peróxido de carbamida consegue um excelente efeito clareador.

2.1.2 Efeitos adversos

Antes de serem utilizados como agentes clareadores, os compostos a base de peróxido de hidrogênio eram amplamente utilizados como anti-sépticos orais, sendo classificados pela *US Food and Drug Administration* como agente de categoria I, ou seja, produtos considerados seguros e efetivos. No Brasil, os sistemas clareadores são registrados pelo Ministério da Saúde e classificados como produtos de classe II, ou seja, aqueles que apresentam risco moderado. Este risco refere-se à manifestação de efeitos colaterais transitórios como, sensibilidade pós-operatória e efeitos adversos à polpa dental, aos tecidos moles e duros (RODRIGUES, 2003).

2.1.2.1 Sensibilidade dos dentes à variação térmica

A sensibilidade nas primeiras horas após a remoção da moldeira de clareamento está mais diretamente relacionada à concentração do que ao pH ácido dos agentes clareadores, sendo atribuída à difusividade do peróxido de hidrogênio e da uréia, pelo esmalte e dentina, através da dissolução da matriz orgânica, chegando a atingir a polpa, onde provoca uma discreta inflamação local totalmente reversível (FUGARO *et al.*, 2004). Agentes dessensibilizantes de ação mecânica, como o fluoreto de sódio e de ação química, como o nitrato de potássio,

foram adicionados ao gel clareador no intuito de diminuir este efeito indesejável. Aquele atua obliterando os poros e este, no processo de polarização-despolarização das fibras nervosas (HAYWOOD, 2000).

2.1.2.2 Irritação do tecido gengival

Este desconforto é causado, na maioria dos casos, pelo acabamento inadequado da moldeira de clareamento caseiro, caracterizado por presença de pontas cortantes ou falta de alívio na região dos freios linguais e labiais. (LEONARD *et al.*, 1997).

2.1.2.3 Alterações no substrato dental

Diminuição da microdureza (RODRIGUES *et al.*, 2001), aumento da rugosidade superficial e alterações morfológicas microscópicas mínimas, caracterizadas pelo aumento dos poros na superfície de esmalte foram observadas em estudos *in vitro* (SENGHI & DENRY, 1992; BEN-AMAR *et al.*, 1995; PERDIGÃO *et al.*, 1998) sendo atribuídas à perda temporária de minerais (cálcio e fosfato) (POTOCNICK *et al.*, 2000) e relacionadas ao pH (3,6 a 7,3) (PRICE *et al.*, 2000) e à concentração do peróxido. Entretanto, essas alterações podem ser revertidas pelo efeito remineralizante da saliva e pelo uso de fluoretos (de OLIVEIRA *et al.*, 2003, JUSTINO *et al.*, 2004).

POTOCNIK *et al.*, em 2000, avaliaram o efeito da aplicação de um gel de peróxido de carbamida a 10% (pH=6,62) sobre o esmalte dental humano, através de testes de microdureza Vickers da subsuperfície, ou seja, entre a superfície de esmalte e a junção amelo-dentinária. Nenhuma alteração na dureza foi observada. Entretanto, também avaliaram, através de microscopia eletrônica de varredura, as concentrações de Ca e P. Foi visto, então, uma redução significativa na concentração de cálcio, sugestiva de desmineralização. Porém, os autores afirmam que essa perda foi sutil, por isso não detectável em ensaios de microdureza. Foi concluído que o peróxido de carbamida a 10% causa mudanças químicas e microestruturais mínimas e clinicamente insignificantes no esmalte.

OLTU & GURGAN, em 2000, recomendaram o uso de baixas concentrações de peróxido de carbamida para se evitar mudanças estruturais do esmalte como aquelas ocorridas em seu estudo *in vitro*, quando comparou diferentes concentrações de peróxidos de carbamida, onde verificaram através de espectrofotometria e análise de difração com raios X, que as concentrações de 10% e 16% não alteraram a estrutura do esmalte, porém viram que o peróxido de carbamida a 35% causou alterações nos hidrocarbonetos e hidroxiapatita, sugerindo mudanças na composição inorgânica.

2.1.2.4 Imprevisibilidade e Durabilidade

Os resultados esperados pelo tratamento clareador são sempre imprevisíveis, porém mais de 90% dos pacientes submetidos ao tratamento revelam sucesso após 2 a 6 semanas (LEONARD JR *et al.*, 1997). O índice de satisfação é considerado grande e chega a 70% num período de quatro anos (LEONARD JR *et al.*, 1997) e de 40%, num período de 10 anos (RITTER *et al.*, 2001).

2.1.2.5 Efeito sobre materiais restauradores adesivos

Os materiais clareadores não interferem em propriedades importantes como dureza e rugosidade das resinas compostas e porcelanas. Entretanto, parecem diminuir a resistência de união na interface adesiva (CAMPOS *et al.*, 2001).

2.1.2.6 Alteração na força de união das restaurações adesivas ao dente

Um efeito adverso marcante, após o processo de clareamento, diz respeito à diminuição da força de união das resinas compostas ao esmalte e à dentina. Para explicar este fato, recorre-se a duas teorias. A primeira, considerada atualmente a mais coerente e que resolvemos testar em nosso estudo, relaciona-se à presença de radicais livres de oxigênio remanescentes sobre a estrutura dental clareada, induzindo a inibição da completa polimerização dos materiais adesivos (TITLEY *et al.*, 1989; DISHMAN *et al.*, 1994; BASTING *et al.*, 2004;

SUNDFELD *et al.*, 2005). Por outro lado, a segunda teoria tenta relacionar essa diminuição da resistência de união a possíveis alterações físicas na estrutura dental após o clareamento, como redução do conteúdo mineral ou aumento na porosidade com perda da forma prismática (BEM-AMAR *et al.*, 1995; PERDIGÃO *et al.*, 1998; CAVALLI *et al.*, 2004).

2.2 MECANISMO DE POLIMERIZAÇÃO DE MATERIAIS RESINOSOS E A SUA INIBIÇÃO NA PRESENÇA DE OXIGÊNIO.

Para que um compósito enrijeça, é necessário que ocorra uma polimerização por adição da matriz resinosa, processo em que polímeros (*poly* = muitos e *mero* = partes) são obtidos a partir de monômeros, quando estes reagem sem que se eliminem mutuamente. (CRAIG, 1981)

A polimerização acontece na presença de radicais livres. 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, 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 π 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).

Na verdade, nem todos os grupos metacrilatos reagem com outro grupo metacrilato formando ligações cruzadas, portanto não ocorre a formação de uma cadeia polimérica perfeitamente tridimensional. Em alguns monômeros, apenas um grupo metacrilato reage, deixando o outro sem participar da rede de ligações

duplas, agindo como plastificadores. Outros monômeros não reagirão de forma alguma e poderão se difundir na matriz (REIS, 2003).

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 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).

RUYTER, em 1981, verificou, através de microscopia eletrônica de transmissão, que a polimerização de selantes resinosos foi inibida na presença de oxigênio, quando se observou a formação de uma camada de inibição na superfície da resina em contato com o ar. A habilidade do oxigênio interferir nessa reação estava relacionada com a formulação do material restaurador e com o seu sistema de ativação. Aqueles materiais que tinham baixa viscosidade, portanto, com maior quantidade de monômeros diluentes, apresentavam uma maior espessura de resina não polimerizada, de 70 a 84 μ m. Uma menor espessura de película não polimerizada foi observada quando um sistema resinoso quimicamente ativado, contendo acetona, foi utilizado.

Em 1990, RUEGGERBERG & MARGESON confirmaram o efeito inibitório do oxigênio em compósitos particulados e sem partículas de cargas. Uma comparação sob diferentes condições atmosféricas, ar e/ou argônio, foi realizada, medindo-se a resistência de união do compósito ao esmalte bovino condicionado, e valores de conversão dos monômeros foram obtidos através de análise espectrofotométrica. Verificou-se que a resina fluida polimerizada sob ar atmosférico provocou pobre conversão dos monômeros e resultou em menor

resistência de união ao esmalte. Através de microscopia eletrônica de varredura, pôde-se observar uma camada de resina inibida no grupo submetido a um ambiente rico em oxigênio. Para os espécimes em que a resina foi fotopolimerizada na atmosfera de argônio, a maioria apresentou uma camada intacta uniformemente espessa próximo ao esmalte condicionado.

2.3 CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE RADICAIS LIVRES DE OXIGÊNIO

Quando dois elétrons ocupam um mesmo orbital dizemos que eles estão *pareados*. Quando o elétron está sozinho num orbital, o chamamos de elétron *não pareado* ou radical livre. 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. Esta reação é caracterizada pela formação de produtos por transferência de elétrons entre os átomos ou moléculas reagentes, sendo que aquele que recebe elétrons é chamado pelo nome de agente oxidante ou ânion e o que doa elétrons, agente redutor ou cátion (MAIA & VASQUEZ, 1995).

A instabilidade químico-molecular dos radicais livres faz com que essa estrutura procure uma outra molécula para roubar 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)

Em nosso organismo, ocorre a formação de radicais livres derivados do oxigênio em vários processos metabólicos, como no transporte de elétrons na cadeia respiratória e durante a eliminação de bactérias invasoras, exercendo papel importante no funcionamento do corpo humano. No entanto, esses radicais

livres começam a ter um efeito prejudicial em nosso organismo quando ocorre um aumento ou diminuição excessiva na sua produção, devido a fatores externos ou internos, como fumaça de cigarro, bebidas alcóolicas, exposição a poluentes atmosféricos, raios-X e ultravioleta, ingestão excessiva de frituras, gorduras e carnes vermelhas, etc. Todos esses fatores são capazes de gerar um estresse oxidativo, responsável pelo envelhecimento, câncer, doença de Parkinson e outras doenças degenerativas. (FLOYD, 1997).

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 hidroperóxil, que não possui enzima específica capaz de desativá-lo no organismo (MAIA & VASQUEZ, 1995).

2.4 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 $^{\bullet}OH$, RO^{\bullet} , RO_2^{\bullet} ; rompendo a cadeia de uma seqüência iniciada e/ou estabilizando ou removendo oxigênio *singlet*, 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 catalase, glutatona 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 “roubo” 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 a impedir lesão tecidual ou celular que poderia levar à enfermidade (MAIA & VASQUEZ, 1995).

2.4.1 Utilizações gerais do ácido ascórbico e derivados

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 e pró-oxidante 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 prevenção e 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).

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, realizou um estudo duplo-cego, onde se 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 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 em condições fisiológicas e patológicas.

BOWLES, em 1998, afirmou que o ácido ascórbico pode prevenir a pigmentação intrínseca por minociclina, quando comparou, em um estudo laboratorial, grupos de ratos medicados com minociclina e submetidos aleatoriamente a dois tipos de dieta, contendo ou não 0,1% de ácido ascórbico. Após morte, foi verificado através de observação em microscópio, que a glândula tireóide do grupo livre de antioxidante, apresentou depósitos de pigmento preto, enquanto no grupo em que houve regime de vitamina C, nenhuma alteração nos folículos foi encontrada. Os dentes e ossos observados ainda não apresentavam nenhuma coloração escura.

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 certas bactérias responsáveis pela doença cárie, pela periodontite e gengivite, além de ter um efeito clareador dental. Entretanto, tais derivados são substantivamente solúveis em água e são rapidamente lavados na cavidade oral, não sendo possível sua atuação se estender por um maior período de tempo. Para reverter esse problema, sugere-se a adição de um 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 5 a 60 minutos. Quanto maior a permanência no tecido, maior seria sua capacidade oxidante.

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 bloqueiar 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 a ativação da fagocitose celular pode gerar peróxidos e O_2^- . Através de enzimas mieloperoxidases presentes no plasma, ocorre uma reação entre peróxido e cloro, resultando na formação de hipoclorito. Esse potente oxidante pode reagir com proteínas do plasma, produzindo cloraminas. Os resultados dessa reação são graves, incluindo prejuízos aos tecidos, como aterosclerose e condições inflamatórias. No intuito de se remover cloraminas ou se evitar a sua formação, antioxidantes como ascorbato, urato e trolox C, vêm sendo estudados. Neste estudo bioquímico, os autores verificaram que o ascorbato, em especial, possui excelente capacidade de remoção de cloraminas e 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 cimentos de ionômero de vidro. Puderam verificar que o ascorbato de sódio melhorou a biocompatibilidade de resinas compostas, entretanto, potencializou o efeito citotóxico nos demais materiais, devido uma reação pró-oxidante na presença de íons ferro e alumínio, componentes dos cimentos e compômeros. O trolox, uma pró-vitamina E, comportou-se satisfatoriamente em todos os materiais.

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

2.5 TESTES DE ADESÃO

Testes de adesão têm sido utilizados desde o trabalho pioneiro de BUONOCUORE (1955), a partir do qual inúmeras modificações tem sido realizadas para melhor padronização do método e dos resultados obtidos.

Em que pese o fato de que os testes de adesão convencionais, como o teste de cisalhamento ou o teste de tração, terem contribuído de forma significativa para o desenvolvimento de melhores materiais e técnicas adesivas, tais métodos, todavia, apresentam algumas limitações. No teste de cisalhamento, verifica-se, através de análise de elemento finito, que as tensões permanecem concentradas no material de base, revelando muitas das vezes a resistência coesiva do substrato, ao invés de revelar a resistência de união proporcionada pelo agente adesivo (PASHLEY *et al.*, 1995). Outro fator limitante, tanto para o teste de cisalhamento como para o teste de tração, está relacionado com o fato deles necessitarem de uma área adesiva relativamente grande para adesão, não podendo ser aplicados em superfícies irregulares e friáveis como dentina afetada por cárie, lesões cervicais, dentina esclerótica ou em cavidades tridimensionais (CARVALHO *et al.*, 1994).

A introdução do teste de microtração por SANO *et al.* (1994), representou um grande avanço, pois tornou possível a determinação da resistência de união, utilizando-se pequenas áreas (1mm^2), anteriormente impossíveis de serem testadas, além de permitir obtenção de múltiplos espécimes. No entanto, é um método tecnicamente laborioso e crítico, especialmente durante a confecção da constrição, quando o estresse causado pela vibração da broca induz à formação de microfaturas, perdendo-se alguns corpos de prova (VAN MEERBEEK *et al.*, 2003).

Quando se utilizam sistemas adesivos de dois ou três passos, o condicionamento ácido prévio do esmalte (tempo) é indispensável, pois promove o aumento da área e da energia de superfície, pela criação de microporosidades,

que funcionam como retenções micromecânicas para os tags resinosos (MIYAZAKI *et al.*, 2000).

A maioria dos sistemas adesivos são designados a serem hidrófilos, por isso possuem monômeros resinosos dissolvidos em acetona, água, etanol, ou uma combinação entre esses solvente (SWIFT & BAYNE, 1997).

REIS *et al.*, em 2003, realizaram um estudo avaliando o efeito da presença de solventes orgânicos na resistência de sistemas adesivos monocomponentes (Single Bond e Prime&Bond 2.1) ao esmalte e à dentina. Os resultados sugeriram que a presença de solventes orgânicos não influenciou os valores de resistência de união ao esmalte, mas para a dentina, não se pôde dizer o mesmo, já que a união foi afetada negativamente pela ausência de solventes nos sistemas adesivos.

UYSAL *et al.*, 2004 afirmaram a necessidade de estudar os padrões de fratura resultantes de testes de resistência de união, porque pode acontecer de não haver diferença estatisticamente significativa, mas a observação em microscópio eletrônico de varredura permite avaliar o elo mais frágil da união e assim pode-se comparar qualitativamente os grupos testados entre si.

2.6 ADESÃO DOS COMPÓSITOS À ESTRUTURA DENTAL CLAREADA

Até então, foi realizada introdução aos temas relacionados com este trabalho, de forma discursiva. Entretanto, para aprofundamento maior sobre o desenvolvimento de pesquisas que comprovam e sugerem soluções para o problema central abordado neste trabalho, que seria a diminuição da resistência de união ao esmalte clareado e a possível solução deste efeito adverso, através da utilização de um antioxidante, este tópico e o seguinte serão abordados de forma cronológica.

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 7 dias) de resinas compostas ao esmalte bovino clareado ou não. As amostras foram divididas de acordo com o tipo de tratamento clareador: peróxido de hidrogênio a 35% ou soro fisiológico e, também, com a ordem de aplicação do condicionamento ácido: antes ou depois do tratamento. Para o procedimento restaurador, as amostras foram subdivididas de acordo com o tipo de resina aplicada após a inserção do sistema adesivo dual: microparticulada ou híbrida. Neste trabalho foi demonstrado que independente da ordem do condicionamento ácido, do tempo de espera e do tipo de teste realizado, houve diferença significativa entre grupos clareados e não clareados, sendo que valores inferiores de adesão foram verificados para aqueles clareados. Não houve diferença entre o tipo de resina empregada. Na discussão, os autores afirmam que a redução na adesão ocorreu devido a mudanças químicas e/ou morfológicas na superfície do esmalte clareado. Suspeitam ainda, que a presença de peróxidos residuais podem ser responsável por valores reduzidos na adesão dos grupos expostos a peróxido de hidrogênio.

Testes de tração e de cisalhamento foram realizados por TORNECK *et al.*, em 1990, com o propósito de avaliar o efeito do tempo de exposição do peróxido de hidrogênio na adesão ao esmalte. Grupos controles permaneceram imersos em soro fisiológico, enquanto os grupos experimentais foram tratados com peróxido de hidrogênio a 35%, por 5 ou 30 minutos. Procurou-se verificar também se a ordem de realização do condicionamento ácido do esmalte (antes ou depois) interferia nos valores de adesão. Para realização dos testes foram confeccionados cilindros de resina compostas aderidas ao esmalte por meio de um sistema adesivo dual. Os resultados indicaram que houve uma redução significativa na adesão para os grupos clareados com peróxido de hidrogênio a 35% e que esta redução foi influenciada pelo tempo de exposição. Entretanto, a resistência de união ao esmalte não foi afetada pelo condicionamento ácido prévio, nem pelos períodos de armazenamento. Microscopias eletrônicas de varredura, para o exame da fratura, também foram realizadas e puderam-se ver, nos grupos clareados, que as falhas ocorriam principalmente na interface esmalte-

resina e que a resina não era apropriadamente polimerizada, visto sua aparência menos homogênea e mais granular que os grupos tratados com solução salina. Os autores sugerem, que essas mudanças observadas através da MEV e dos testes de adesão, se devem à presença de peróxidos ou de seus resíduos nas áreas interprismáticas do esmalte.

Em 1991, a mesma equipe de pesquisadores, estudou o efeito da aplicação de uma solução aquosa lixiviante, sobre a superfície de esmalte clareado, na resistência de união a uma resina composta. O tratamento proposto foi soro fisiológico ou peróxido de hidrogênio a 35%, aplicados por 5, 30 ou 60 minutos. A restauração foi confeccionada imediatamente ou após 7 dias em imersão em água destilada, sendo que antes do condicionamento se aplicava jato de água por 1 minuto, na intenção de se remover o peróxido residual. Testes de cisalhamento e de tração foram realizados à velocidade de 5mm/minuto. Os resultados indicaram uma redução significativa na adesão ao esmalte tratado com peróxido de hidrogênio quando comparado com aquele imerso em solução de soro fisiológico. Foi observada uma reversão nos valores de adesão, após o período de espera de sete dias em solução aquosa. Além disso, em relação ao tempo de exposição ao peróxido, os grupos que permaneceram imersos por 5 e 30 minutos não diferiram estatisticamente, mas apresentaram maiores valores de resistência de união que os grupos em que o tratamento foi realizado por 60 minutos. Essas diferenças foram estatisticamente mais relevantes para o teste de tração. Os autores chegaram a conclusão de que, no mínimo, sete dias são necessários para que ocorra se proceda a restauração e que o esmalte limpo e condicionado previamente permite melhor adesão da resina.

SEGHI & DENRY, em 1992, confirmaram a hipótese de que o clareamento dental pode causar alterações na microestrutura do esmalte dental, resultando em mudanças nas suas propriedades físicas e mecânicas. Um gel a base de peróxido de carbamida a 10% foi aplicado por 12 horas sobre esmalte dental humano e, em seguida, submetido ao ensaio de microdureza, que não demonstrou diferenças estatísticas. Entretanto, a resistência à fratura foi reduzida

em aproximadamente 30% e a resistência à abrasão foi também evidente. Esses efeitos foram 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.

No intuito de avaliar os efeitos de um clareamento de consultório com peróxido de hidrogênio a 25%, na adesão do esmalte à resina composta, DISHMAN *et al.*, em 1994, desenvolveu um trabalho *in vitro* testando resistência ao cisalhamento, nos intervalos de tempo de 0 hora, 24 horas, uma semana, e um mês, após o tratamento clareador. No grupo restaurado imediatamente após o término do clareamento, os valores de resistência às forças de cisalhamento foram inferiores aos demais. Os outros grupos apresentaram valores aproximados entre si e ao grupo controle. A análise de microscopia eletrônica de varredura demonstrou que um menor número de tags na interface esmalte/compósito foi visto para aquele grupo. Os autores afirmaram que o clareamento é um fenômeno de superfície, onde apenas uma camada superior 10 μ m é rica em oxigênio, uma vez que o condicionamento ácido não foi capaz de removê-la. Sugerem um período de espera antes da restauração ou a remoção dessa camada mais externa, para que os valores de adesão sejam melhorados.

BEN-AMAR *et al.*, em 1995, adaptaram dentes anteriores humanos recém-extraídos a manequins e confeccionaram moldeiras de clareamento para esses dentes, que foram submetidos ao clareamento com peróxido de carbamida a 10%, por oito horas diárias, durante 21 dias, permanecendo pelas 16 horas remanescentes em contato com rolos de algodão umedecidos. Após esse tratamento, uma parte da amostra foi submetida a um teste de resistência ao cisalhamento, que demonstrou uma diminuição no valor de adesão. A outra parte foi avaliada através de microscopia eletrônica de varredura, sendo notados vários graus de porosidade, presença de crateras e um padrão semelhante ao condicionamento ácido de esmalte.

STOCKES *et al.*, em 1992, relataram uma redução na resistência de união de compósitos ao esmalte, independentemente da concentração e tipo de

peróxido. Em seu estudo, demonstram que quando se utilizava peróxido de carbamida a 10%, por 14 dias, houve uma diminuição média de 16,2 Mpa (Controle) para 9,4Mpa e quando o esmalte era clareado por duas horas, com peróxido de hidrogênio a 35%, a média caía para 8,4 Mpa.

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. Recomendaram postergar o procedimento adesivo ou utilizar agentes de molhamento ou solventes com potencial carreador de água para se conseguir melhor adesividade.

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.

SHINOHARA *et al.*, 2001 avaliaram o grau de microinfiltração nas margens de esmalte e dentina bovinos clareados, em restaurações classe V. Neste estudo *in vitro*, utilizaram-se três tratamentos intra-canal: perborato de sódio + água; peróxido de carbamida a 37% e água destilada, durante 21 dias. Após o clareamento, os corpos de prova foram restaurados, submetidos à ciclagem térmica (1500 ciclos de 5^oa 50^o ± 1^oC) e preparados para o teste de microinfiltração. Em seguida, avaliaram a penetração do corante através do uso de lupa estereoscópica. Este trabalho não demonstrou qualquer diferença estatisticamente significativa entre os grupos com margens em esmalte, entretanto, para as margens em dentina, os grupos clareados apresentaram um maior grau de microinfiltração, revelando que os peróxidos podem afetar a união de materiais resinosos à dentina, mas não ao esmalte, pelo menos nas primeiras horas.

BASTING *et al.*, 2004 pesquisaram a capacidade da saliva de devolver a resistência de união à dentina clareada com peróxido de carbamida a 10%, após um período de espera de 14 dias. Oitenta blocos de dentina humana foram divididos em quatro grupos: G1-Opalescence10%; G2-Rembrandt10%; G3-glicerina+carbopol e G4-água destilada. Os corpos de prova dos grupos G1, G2 e G3 foram submetidos ao tratamento proposto, por 8 horas diárias, ao longo de 42 dias. Durante o período restante, os espécimes foram imersos em saliva artificial, a 37^o. Esta solução era renovada diariamente, inclusive o grupo G4. Após os 56 dias de tratamento, todos grupos foram restaurados, para realização do teste de cisalhamento, confeccionou-se um cilindro de 5mm de altura para 2,5mm² de diâmetro. De acordo com os resultados estatísticos, pôde-se concluir que não houve diferença estatística entre os grupos, provando que o período de espera de 14 dias, em saliva é suficiente para que o peróxido se torne inativo e não altere a resistência ao cisalhamento da dentina. Os autores afirmam a hipótese de que

peróxidos residuais e/ou oxigênio podem afetar a polimerização de sistemas adesivos e materiais resinosos.

CAVALLI *et al.*, 2004 observaram o efeito de agentes clareadores à base de peróxido de carbamida, nas concentrações de 10-20%, sobre a resistência à microtração de materiais adesivos ao esmalte humano. Doze terceiros molares foram restaurados em sua superfície oclusal intacta, até a construção de um bloco de resina com (6mm de altura. A partir desses dentes obtiveram-se 60 hourglasses de 0,5mm². que foram divididos em 6 grupos, de acordo com o tratamento clareador a ser recebido. Diariamente, por oito horas, colocava-se 0,1ml de agente clareador para 0,05ml de saliva artificial, nos grupos experimentais, exceto o grupo controle. Verificou-se uma diminuição significativa nos valores de resistência de união ao esmalte humano clareado, se comparado ao grupo não clareado, independentemente da concentração ou da marca do agente clareador avaliado. Sob observação em MEV do padrão de fratura, foi visto que os grupos clareados apresentavam estrutura prismática alterada, com dissolução da borda dos prismas e da substância interprismática, enquanto que no grupo controle, não foi encontrada nenhuma aparência de porosidades. Os autores concluíram 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.

Com o propósito de avaliar a ocorrência de microinfiltração em restaurações de resina composta, realizadas após o clareamento com peróxido de carbamida a 15%, em função do tempo (0, 7, 21 dias), COSTA *et al.*, em 2004, realizaram uma pesquisa. Foram realizadas cavidades tipo classe V, apresentando margens oclusais em esmalte biselado e cervicais em dentina-cimento. As quarenta cavidades foram restauradas com sistema adesivo de frasco único e resina composta. Em seguida, os espécimes receberam 1000 ciclos térmicos (5° – 55°, ± 1° C) e foram imersos em solução de azul de metileno, por 4 horas. Posteriormente, foram seccionados e avaliados em lupa estereoscópica,

sendo atribuídos escores para a ocorrência de penetração do corante na interface adesiva. Os resultados indicaram que, com relação ao esmalte, é necessário um período de espera de, no mínimo, sete dias após o clareamento para a realização de restaurações de resina composta. Entretanto, para margens localizadas em dentina, o tempo de espera não foi significativo.

Objetivando o estudo da influência de diferentes intervalos de tempo pós-clareamento interno, com peróxido de carbamida a 37%, na resistência ao cisalhamento do esmalte e dentina, CASLINI *et al.*, em 2004, realizaram uma pesquisa, utilizando 100 fragmentos (4X4mm), separados em dois grupos, conforme localização em esmalte (E) ou dentina (D). Os blocos foram submetidos ao clareamento interno por 21 dias e restaurados nos seguintes intervalos de tempo pós-clareamento (0, 7, 14 e 21 dias), ficando o agente clareador, em contato com a dentina subjacente. Vinte e quatro horas após confecção dos cilindros de adesivo/resina sobre o substrato, foram realizados os testes de cisalhamento. Após a análise estatística, observou-se que a adesão ao esmalte foi estatisticamente superior à dentina e que o grupo não clareado apresentou melhores resultados, sendo semelhantes apenas após 21 dias de espera pós-clareamento. Analisando separadamente o substrato, observou-se que o controle da dentina apresentou adesão superior e estatisticamente diferente em relação aos tempos de espera e que o controle do esmalte foi inferior à 21 dias pós-clareamento. Pôde-se concluir que o clareamento influenciou negativamente na adesão, sendo necessário no mínimo, esperar 21 dias após o clareamento para se realizar o procedimento restaurador.

Visando à avaliação da resistência ao cisalhamento do esmalte e da dentina humana, após a utilização de um dentifrício clareador contendo peróxido de carbamida por 21 dias, SILVA *et al.*, em 2004 utilizaram sessenta fragmentos em dentina e esmalte divididos aleatoriamente em 3 grupos de acordo com o regime de tratamento: PC- dentifrício contendo peróxido de carbamida; F- dentifrício contendo flúor; SAL - saliva artificial. A aplicação dos dentifrícios foi realizada diariamente pelo tempo de 15 minutos, por 21 dias. No restante do

tempo, os fragmentos foram mantidos em solução de saliva artificial. Após a última aplicação, corpos de prova em resina composta micro-híbrida e sistema adesivo de frasco único foram confeccionados para os ensaios de resistência ao cisalhamento à velocidade de 0,5 mm/min. As análises estatísticas mostraram diferenças significativas entre PC e SAL, com menores valores para PC. Não houve diferenças entre F e PC e entre F e SAL para esmalte e dentina. Concluiu-se então que dentifrícios clareadores, contendo peróxido de carbamida, diminuem a resistência adesiva de sistemas restauradores.

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 a 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, responsáveis pelo fenômeno verificado.

2.7 EFEITO DE AGENTES ANTIOXIDANTES A BASE DE ÁCIDO ASCÓRBICO E DE SOLVENTES NA RESISTÊNCIA DE UNIÃO A ESTRUTURA DENTÁRIA OXIDADA.

O pré-tratamento da superfície dental clareada, com álcool, foi sugerido por KALILI *et al.*, em 1993. Eles suportavam a hipótese de que água ou oxigênio residuais pós-clareamento poderiam contribuir para a diminuição da resistência de união de materiais resinosos ao esmalte. Em seu estudo, confirmaram essa informação, entretanto, foram mais além, quando verificaram que a utilização de

uma solução de álcool etílico sobre o esmalte clareado, previamente a confecção de uma restauração de resina composta, resultava em valores de adesão semelhante ao grupo controle, não clareado, quando foram comparados através de teste de cisalhamento.

BARGUI & GODWIN, em 1994, realizaram um estudo com a finalidade de desenvolver um método que controlasse e reduzisse o efeito do clareamento dental sobre a diminuição na adesão das resinas compostas ao esmalte dental. Para isso, testaram vários pré-tratamentos sob esmalte dental clareado, através da aplicação de soluções e sistemas adesivos contendo álcool etílico e acetona. Após a confecção dos corpos de prova com restauração em resina composta, estes foram estocados por uma semana em água à temperatura ambiente, e posteriormente submetidos ao teste de cisalhamento, em uma velocidade de 1mm/min. Os resultados demonstraram que os efeitos adversos do clareamento dental podem ser reduzidos ou eliminados tratando-se a superfície de esmalte clareada com um carreador de água, como álcool ou acetona, ou utilizando-se um adesivo que apresente como solvente a acetona.

Com o objetivo de verificar o efeito de três sistemas adesivos na força adesiva de compósitos ao esmalte previamente tratado com peróxido de carbamida a 10%, SUNG *et al.*, desenvolveram um trabalho, em 1999. Cilindros de resina composta foram aderidos ao esmalte clareado, utilizando-se os sistemas adesivos Optibond, All-Bond 2 e One Step. Após termociclagem, a resistência ao cisalhamento foi determinada. Os resultados demonstraram haver diferença estatística entre os espécimes clareados, que apresentaram menores valores de resistência de união, e não-clareados tratados com All-Bond e One Step, a base de acetona. Em contrapartida, os espécimes tratados com Optibond, adesivo a base de álcool, comportaram-se satisfatoriamente, independentemente da presença de resíduos de peróxidos. Para explicar este fato, os autores afirmaram que adesivos contendo como solvente o álcool, deveriam ser preferidos, quando for necessário realizar procedimentos restauradores imediatamente após o término do clareamento.

MORRIS *et al.*, 2001 estudaram o efeito de diferentes irrigantes de canais radiculares, com ação oxidante, tais como hipoclorito de sódio a 0,9%, a 5% e solução PREP sobre a resistência de união à dentina humana, em diferentes regiões radiculares. Outro objetivo do estudo foi verificar a capacidade de soluções antioxidantes, como o ascorbato de sódio a 10%(AS) e o ácido ascórbico a 10%(AA) de melhorar os valores de resistência de união. Após acesso endodôntico e preparo químico mecânico convencional, os dentes foram divididos em grupos para receberem os diferentes tipos de tratamento citados. Posteriormente, o canal foi preenchido com um cimento resinoso auto-polimerizável e cortes seriados foram realizados nos terços cervicais (C1, C2 e C3) e nos mediais (M1, M2 e M3). Após o teste de tração, foi verificado que, em relação à localização da adesão, os terços C1, C2, C3 e M1 apresentaram maiores valores de adesão se comparados aos terços M2 e M3. Quanto ao fator tratamento, os melhores valores foram obtidos quando se utilizou o ascorbato de sódio como antioxidante associado a 5% NaOCl, seguido do grupo que utilizou o ácido ascórbico após 5% NaOCl. As menores médias de resistência de união foram observadas para os grupos que não foram submetidos à aplicação de um agente antioxidante. Pôde-se concluir que os dois agentes antioxidantes conseguiram reverter os valores de união à dentina quando utilizados após a aplicação de uma substância oxidante, como o hipoclorito de sódio e o RC-Prep, que possui em sua composição, peróxido de hidrogênio.

Acreditando 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, LAI *et al.*, 2002 realizaram testes de microtração e observação em microscopia eletrônica de transmissão (MET), para examinar a distribuição dos padrões de nanoinfiltração na interface adesiva do esmalte oxidado, em comparação com o esmalte não clareado e com aquele tratado com um antioxidante. Os fatores em estudo foram regime de tratamento, divididos em 3 grupos de 5 dentes (Controle-água destilada, por 8h; Clareado-peróxido de carbamida a 10%, por oito horas e Ascorbato- Clareado, por 8h, seguido de

aplicação de ascorbato de sódio a 10%, por 3 horas) e sistema adesivo, em dois níveis (Solvente a base de acetona- e solvente a base de álcool). Para realização do teste de microtração, confeccionaram-se blocos de resina de 5 mm de altura. Foi verificado que houve diferença significativa entre os três regimes de tratamento, mas não entre os adesivos. Para os dois adesivos, houve uma redução de 25% na resistência de união ao esmalte clareado, mas esse efeito foi completamente revertido com a utilização do ascorbato de sódio a 10% previamente ao procedimento restaurador. 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 da MET, foi visto que, para o grupo clareado, a penetração de nitrato de prata amoniacal a 50% foi densa, 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. Já nos grupos controle a penetração foi branda, assim como para o grupo ascorbato que também não apresentou nenhuma anormalidade.

KAYA & TURKUN, 2003 realizaram uma pesquisa na intenção de se observar se a utilização de antioxidantes (ascorbato de sódio a 10%-AS e butilhidroxianil a 10%-BHA), por 10 minutos, pode reverter os efeitos adversos de diminuição de resistência de união de materiais resinosos (Clearfill SE Bond + Clearfill AP-X) à dentina clareada com peróxido de hidrogênio a 35% (gel ou solução), sendo aplicado duas vezes, por 30 minutos. Neste estudo, foram utilizadas 90 superfícies vestibulares de dentes humanos, divididos em 9 grupos (G1- gel 35%; G2- gel 35% + AS; G3- gel 35% + BHA; G4- sol 35%; G5- sol 35% + AS; G6- sol 35% + BHA; G7- gel 35% + saliva durante 7 dias; G8- sol 35% + saliva durante 7 dias e G9- nenhum tratamento). 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.

TURKUN & TURKUN, 2004, avaliaram o efeito do clareamento dental interno e externo, utilizando-se peróxido de carbamida a 10%, sobre os graus de microinfiltração de restaurações realizadas em dentina humana, com materiais adesivos. Além disso, foi verificado se períodos de espera de uma semana ou a utilização de ascorbato de sódio a 10% podem melhorar os valores de união ao esmalte clareado. Após análise estatística, foi observado que os grupos em que se propôs alternativas de controle da liberação de peróxidos, apresentaram padrões de infiltração estatisticamente semelhantes ao grupo não clareado e inferiores ao grupo clareado. Através MEV, foi verificado que apenas o grupo restaurado imediatamente após o clareamento mostrou grandes áreas com fendas. Isto sugere que o PC 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.

Objetivando avaliar o efeito imediato de alguns antioxidantes e solventes sobre a resistência adesiva ao esmalte submetido ao clareamento dental, TORRES *et al.*, realizaram um estudo recente, datado de 2004, utilizando 80 incisivos bovinos que tiveram sua superfície vestibular desgastada, expondo um área plana de 3mm de diâmetro. Estes foram divididos em oito grupos. O grupo controle negativo (CN) não foi submetido ao clareamento. Os demais foram clareados utilizando um gel de peróxido de hidrogênio a 35% e receberam os seguintes tratamentos: CP-controle positivo (nada foi realizado), AS- ascorbato de sódio por 20 minutos; CA- catalase por 20 minutos, GP- glutathione peroxidase por 20 minutos, AC- acetona por 20 minutos, ET- etanol por 20 minutos e BS- bicarbonato de sódio a 7% por 20 minutos. Todos os espécimes receberam aplicação de ácido fosfórico por 15s e de um sistema adesivo para esmalte, sem solvente (Magic Bond). Foi confeccionado sobre a área de adesão, um cilindro de resina composta Z-250. Os espécimes foram submetidos a ensaio de cisalhamento a uma velocidade de 1mm/min. Os dados foram analisados com ANOVA e teste de Tukey ($\alpha=5\%$), obtendo-se um valor de $p=0,05$. As médias

revelaram que a catalase resultou no maior aumento da força de adesão, porém, esta foi significativamente inferior ao grupo CN, não clareado. Valores intermediários foram achados para os demais grupos, com exceção para grupo ET, onde se utilizou o etanol como solvente, que apresentou as menores médias.

3. PROPOSIÇÃO

O presente estudo teve por objetivo:

3.1 Avaliar o efeito da aplicação de um gel antioxidante (ascorbato de sódio estabilizado a 3%), sobre a resistência de união de resina composta ao esmalte humano tratado com peróxido de carbamida a 10%.

3.2 Comparar o efeito de dois sistemas adesivos, contendo diferentes solventes orgânicos (álcool e acetona), sobre a resistência de união de resina composta ao esmalte humano tratado com peróxido de carbamida a 10%.

3.3 Analisar o padrão de fratura de $\frac{1}{4}$ das amostras testadas, 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 em esquema fatorial 4x2 foi respeitado:

Unidade experimental: Blocos de esmalte de 40 terceiros molares humanos inclusos e hígidos, distribuídos em oito grupos (n=10).

Fatores em estudo: (Quadro 1)

1. Tratamento Clareador, em quatro níveis (G1- Saliva, durante todo o experimento; G2- PC, 14 dias/6h, G3- PC, 14dias/6horas + AE após o clareamento, 4dias/7horas e G4- PC, 14dias/6h e AE, durante o clareamento, 2horas)
2. Sistemas adesivos, em dois níveis (GSB- Single Bond-3M e GNT- Prime&Bond- Dentsply)

Variável de resposta:

Resistência de união ao teste de microtração (MPa)

Padrão de fratura observado em microscopia eletrônica de varredura

4.2 ASPECTOS ÉTICOS

Por envolver dentes humanos, este estudo *in vitro* foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa – FOP, sob o protocolo nº 158/2003 e, estando de acordo com a resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde/MS, foi aprovado (Anexo 1).

4.3 OBTENÇÃO DOS DENTES

Os dentes, extraídos por indicação cirúrgica, foram doados por um cirurgião-dentista voluntário (Anexo 2).

4.4 SELEÇÃO E PREPARO DOS DENTES

Foram selecionados 40 terceiros molares inclusos e hígidos, recém-extraídos e armazenados, em uma solução salina de timol 0,1%, sob refrigeração em temperatura a 5°C.

Estes foram limpos com lâminas de bisturi nº 15 (STAINESS, SÃO PAULO, SP, BRASIL) montadas em cabo de bisturi nº 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.

Após a limpeza e polimento, os dentes foram examinados em lupa estereoscópica, (MEIJI 2000, MEIJI TECHNO, JAPÃO), com 20X de aumento, para assegurar a ausência de defeitos ou trincas que pudessem alterar os resultados a serem obtidos.

Cada dente foi submetido a cortes perpendiculares em suas superfícies vestibular e lingual, com auxílio de discos diamantados dupla-face (#7020, KG SORENSEN, BARUERI, SP, BRASIL), em baixa rotação (KAVO DO BRASIL, JOINVILLE, SC, BRASIL), e posteriormente um corte mesio-distal paralelo ao longo eixo dental, sob irrigação constante, a fim de se obter fragmentos de esmalte de 4x4 mm² (Fig.1a), medidas estas padronizadas e confirmadas, através do uso de um paquímetro digital (MITUTOYO SUL AMERICANA, SÃO PAULO, SP, BRASIL) (Fig. 1b).

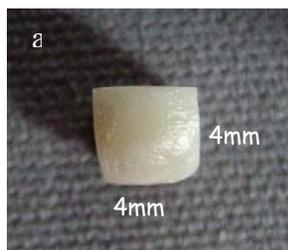


Figura 1 (a e b) - obtenção dos blocos de esmalte de 4x4 mm. a) bloco de esmalte; b) Paquímetro, conferindo medição de, aproximadamente, 4 mm;

Os blocos selecionados tiveram sua porção abaixo da junção amelo-dentinária, coberta com cera nº7 (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 fragmentos incluídos foram removidos do interior do cilindro de PVC, para realização de acabamento e polimento das superfícies, em máquina politriz (MAXIGRIND, SOLOTEST, SÃO PAULO, SP, BRASIL).

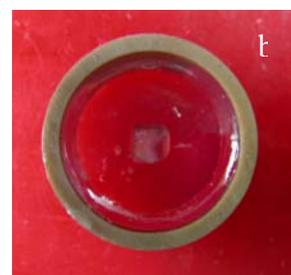
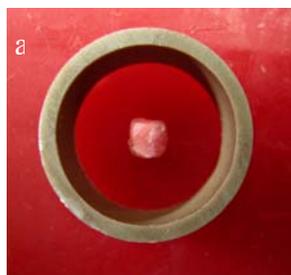


Figura 2 (a e b) - inclusão dos blocos de esmalte em resina de poliestireno. a) Bloco coberto por cera, posicionado com superfície de esmalte voltada sobre cera n. 7; b) bloco de esmalte incluído por resina de poliestireno.

As superfícies vestibular e lingual foram polidas em politriz utilizando-se lixas de papel abrasivo de óxido de alumínio de granulação 600 (AROTEC IND. COM. LTDA, COTIA, SÃO PAULO, BRASIL), sob refrigeração com água, seguidos da utilização de pano para polimento azul (AROTEC IND. COM. LTDA, COTIA, SP, BRASIL) associado à pasta diamantada de 1µm (AROTEC IND. COM. LTDA, COTIA, SP, BRASIL), para criação de uma superfície plana de esmalte.

Os espécimes foram randomicamente divididos em 4 grupos de 20 unidades, acordo com o tipo de tratamento clareador e, posteriormente, subdivididos em oito grupos de 10 unidades, segundo o tipo de tratamento restaurador, conforme mostra o quadro 1:

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

<i>rupos</i>	<i>Clareamento</i>	<i>Ascorbato após Clareamento</i>	<i>Ascorbato durante Clareamento</i>	<i>Sistema de União</i>
G1SB	Não	Não	Não	Single-bond
G2SB	Sim	Não	Não	Single-bond
G3SB	Sim	Sim	Não	Single-bond
G4SB	Sim	Não	Sim	Single-bond
G1NT	Não	Não	Não	Prime&Bond NT
G2NT	Sim	Não	Não	Prime&Bond NT
G3NT	Sim	Sim	Não	Prime&Bond NT
G4NT	Sim	Não	Sim	Prime&Bond NT

4.5 CONFECÇÃO 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 80 moldeiras individuais de 1mm de espessura. Levaram-se à plastificadora sete fragmentos incluídos, esperava-se um período de tempo suficiente para que acontecesse o aumento de temperatura responsável pela plastificação da placa de clareamento (FGM, JOINVILE, SC, BRASIL). Assim que se formava a bolha na placa, ativava-se o dispositivo de vácuo e providenciava-se a descida da mesa da plastificadora manualmente.

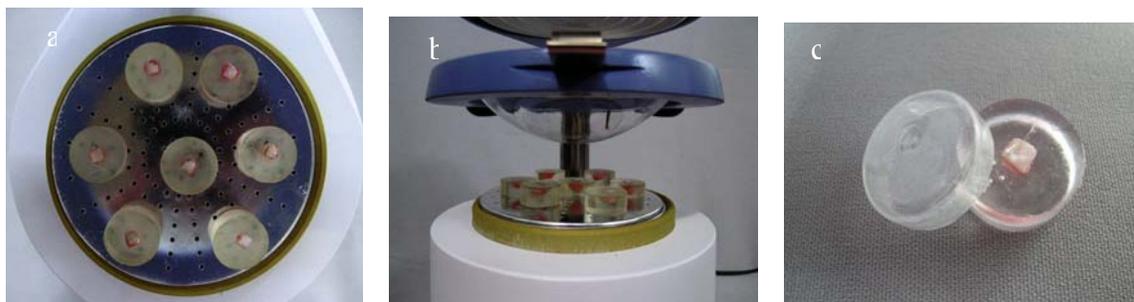


Figura 3 a, b e c - Obtenção das moldeiras de clareamento; a) Posicionamento de sete blocos embutidos na mesa da plastificadora a vácuo; b) Plastificação da Placa de clareamento; c) Moldeira recortada sendo adaptada ao bloco de esmalte incluído em resina.

4.6 APLICAÇÃO DO AGENTE CLAREADOR PERÓXIDO DE CARBAMIDA 10%

Os grupos experimentais, com exceção do G1, foram expostos a uma aplicação diária de peróxido de carbamida a 10% (WHITENESS, FGM, JOINVILE, SP, BRASIL) por 6 horas, durante 14 dias. No grupo 3, começou-se a aplicação do agente clareador, 4 dias antes dos demais grupos. Em cada espécime, aproximadamente 0,04ml de agente clareador era aplicado na superfície do esmalte 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 em saliva artificial, sob temperatura constante de 37°C, em estufa (MODELO 002 CB, FANEM LTDA). Após o clareamento diário, os espécimes eram lavados com um *spray* de ar e água por 10 segundos e armazenados em saliva artificial a 37°C em umidade relativa, em estufa, até o próximo tratamento clareador.

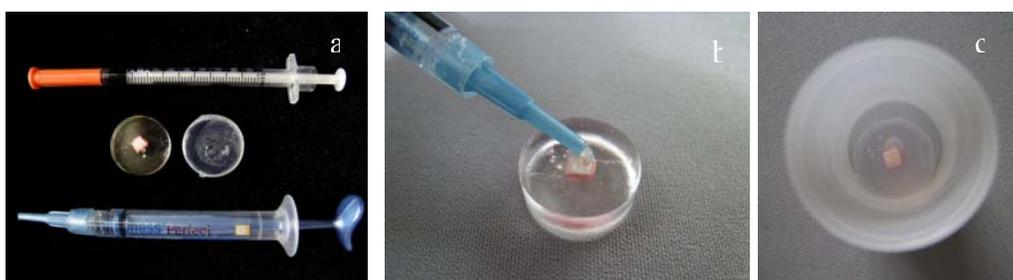


Figura 4 (a, b e c)- Tratamento clareador: a) Materiais utilizados e amostra; b) aplicação de 0,04ml do gel clareador; c) bloco de esmalte já coberto com moldeira e imerso em saliva artificial, após a aplicação do peróxido de carbamida 10% e 0,02 ml de saliva.

A saliva artificial usada foi proposta por Featherstone *et al.* (1986), como descrito por Serra & Cury (1992):

- ◆ Preparo para 1 litro de saliva artificial (MERCK):
- HCl- 1 ml
- Hidróxido de cálcio- 115.59 mg
- Cloreto de potássio-11,18 g
- Tris- 2,422 g
- Ácido fosfórico- 0,0593 ml

4.7 APLICAÇÃO DO AGENTE ANTIOXIDANTE

Após cada tratamento clareador diário, os espécimes do grupo G4 eram lavados com um jato de ar e água por 10 segundos, e aplicava-se, posteriormente, no interior da moldeira, 0,04 ml do gel de ascorbato de sódio estabilizado a 3% associado a 0,02 ml de saliva artificial, imergindo-se o conjunto em saliva artificial, por 2 horas, em um recipiente que seria levado à estufa de cultura a temperatura de 37°C.

No grupo G3, foi aplicado 0,04ml de um gel de ascorbato de sódio estabilizado a 3% sobre o fragmento, sendo posteriormente recoberto pela moldeira individual e imerso em recipiente contendo 24 ml de saliva artificial, por 7 horas, durante 4 dias após o clareamento, sendo este conjunto levado a 37°C, em estufa de cultura.

No restante do tempo do tratamento, os espécimes de todos os grupos eram armazenados em saliva artificial a 37°C, em estufa de cultura.



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

4.8 PROCEDIMENTO RESTAURADOR

Os materiais restauradores utilizados neste estudo, suas classificações, composições e fabricantes estão descritos no anexo 3.

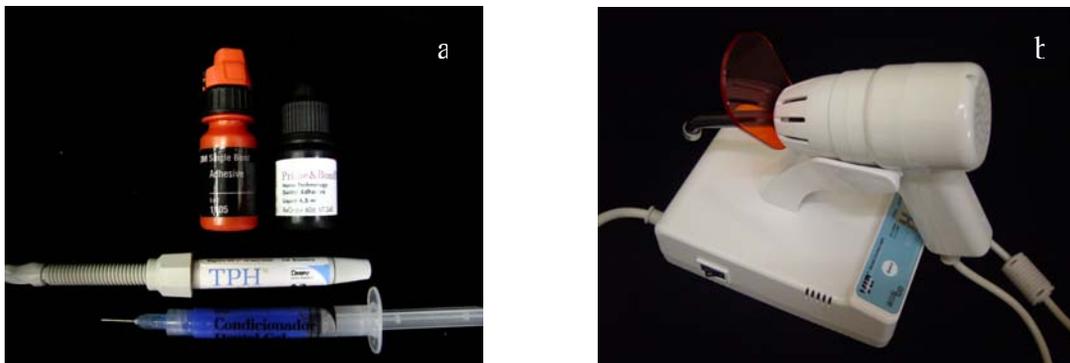


Figura 6 (a e b)- Materiais e equipamento utilizados para realização da restauração: a) materiais- Condicionador Dental Gel, Single Bond, Prime & Bond NT e resina TPH; b) fotopolimerizador.

A seqüência das restaurações foi definida em sorteio aleatório. Inicialmente, realizou-se o condicionamento ácido do esmalte, por apenas 15 segundos, para aumentar sua energia de superfície. Em seguida, foi feita a aplicação dos sistemas adesivos e da resina composta, segundo as

recomendações dos fabricantes (Quadro 2). Um bloco de resina com dimensões de 4x4x4mm foi construído, em dois incrementos horizontais, com auxílio de uma espátula de resina (IPCL, COSMEDENT, CHICAGO, USA).



Figura 7 (a, b e c) - Procedimento restaurador: 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 aproximadamente 4mm 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 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 Single Bond	Aplicação de 2 camadas consecutivas , jato de ar (5''), fotoativação (10'')
Sistema adesivo Prime & Bond NT	Aplicação, aguardar (20''), 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 em estufa a 37°C, por aproximadamente 24h.

4.9 ENSAIO DE MICROTRAÇÃO

Após o período de 24 horas de imersão em saliva artificial, as amostras foram desincluídas, 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 (Fig 8a), através da utilização do disco de alta concentração de diamante (#12205, EXTEC CORP, ENFIELD, CT, EUA) montado em cortadeira metalográfica, programada com velocidade de 300rpm, sob irrigação constante com água destilada, obtendo-se espécimes na forma de fatias, com aproximadamente 1mm de espessura. De cada espécime foram selecionadas duas fatias centrais.

Para a obtenção do formato de ampulheta (*hourglass*), foram realizados desgastes em lados opostos da interface adesiva com ponta diamantada cilíndrica extrafina n.1093 FF (KG SORENSEN, BARUERI, SP, BRASIL), em alta rotação e sob refrigeração constante. Ao final, a interface adesiva possuía, aproximadamente, 1,0mm² (Fig 8b). 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 8c) e mantidas em estufa a 37°C, durante 24 horas até a realização do ensaio mecânico.



Figura 8 (a, b e c) - Obtenção dos *hourglass*: a) Bloco dente/resina, obtido após desinclusão; b) Obtenção de 2 *hourglass* por bloco; c) armazenamento dos *hourglass* em *ependorf* contendo água destilada deionizada.

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 9a). 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 (Fig 9b). 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.



Figuras 9 (a e b)- Teste de resistência de união: a) Máquina de Ensaio universal; b) Aparato onde se fixava o *hourglass* para o ensaio de microtração.

Durante o teste de microtração, realizado sob velocidade constante de 0,5mm/min, todo o evento foi monitorado por um programa de computador, o qual estava interligado à célula de carga de 1N 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 deslizamento. No momento da fratura, 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:

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

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:

$$R = F / 9,8.A$$

Onde, R = força em MPa; F = força em Kgf; A = área de união.

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

Após o ensaio de microtração, cinco 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. Quarenta lados compostos por esmalte foram secados na estufa, em ambiente rico em sílica e, posteriormente, montados em bases metálicas (*stubs*) com resina composta

fotopolimerizável. Em seguida, realizou-se a metalização (Fig 10), ou seja, a cobertura de ouro-paládio, a uma espessura de 30 μ m (*sputter*), em uma evaporadora (*SUPER COOL* MODELO SCD 050 BALZERS).



Figura 10- Metalização dos padrões de fratura. Observe que, de cada grupo, foram examinadas cinco fatias fraturadas após o teste de microtração.

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 150 a 10.000X, 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 uma classificação adaptada da descrita por VAN MEERBEEK (2003):

- Tipo 1: falha mista: adesiva entre esmalte e adesivo e parcialmente coesiva no adesivo;
- Tipo 2: falha mista: adesiva entre esmalte e adesivo e parcialmente coesiva na resina;
- Tipo 3: falha coesiva no adesivo e/ou na resina;
- Tipo 4: falha coesiva no esmalte.

4.11 ANÁLISE ESTATÍSTICA

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

Os valores em MPa foram analisados no programa estatístico SAS 8.0 (SAS INSTITUTE, CARY, NC, EUA). Inicialmente, foi realizada a análise exploratória dos dados e, a seguir, foi aplicada a Análise de Variância (ANOVA) em esquema fatorial (4x2), sendo os fatores representados pelo “**tratamento clareador**” (4 níveis) e pelo “**sistema adesivo**” (2 níveis). Verificada a significância estatística, aplicou-se o teste de Tukey com nível de significância de 5% para comparações múltiplas entre as médias. Os valores da resistência de união dos grupos testados e a análise estatística completa estão apresentados nos anexos 4 e 5, respectivamente.

5. RESULTADOS

5.1 RESISTÊNCIA DE UNIÃO

Por meio da Análise de Variância foram avaliados os efeitos dos fatores “**tratamento clareador**” e “**sistema adesivo**”, separadamente, e a interação entre eles (Tabela 5.1.1).

Os resultados da Análise de Variância apontam que não foi encontrada diferença estatística para o tipo de sistema adesivo ($p=0,6107$). Logo, o uso de qualquer um dos adesivos testados não teve influência sobre a resistência da união. A interação entre os fatores “**sistema adesivo**” e “**tratamento clareador**” também não foi significativa ($p=0,5195$), demonstrando ausência de dependência entre eles. No entanto, diferenças estatisticamente significativas foram verificadas dentro do fator tratamento clareador ($p=0,0007$).

Tabela 5.1.1 – Resultados da Análise de Variância em esquema fatorial 4 x 2.

Causa da Variação	Graus de liberdade	Soma dos quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	Pr > F
Tratamento	3	0,34049766	0,11349922	6,65	0,0007
Sistema Adesivo	1	0,00447502	0,00447502	0,26	0,6107
Tratamento*Sistema	3	0,03908274	0,01302758	0,76	0,5195
Resíduo	54	0,92141212	0,1706319		

Coefficiente de variação = 10,69%

De acordo com os resultados obtidos, verificou-se que os tratamentos clareadores foram diferentes entre si ($p < 0,05$), independentemente do sistema adesivo utilizado (Tabela 5.1.2).

Para se evidenciar as diferenças entre os tratamentos, foi aplicado o Teste de Tukey. As médias de resistência de união e o resultado do teste estão apresentados na tabela 5.1.2.

Na tabela 5.1.2, pode-se observar que o tratamento clareador em que se fez uso de um ascorbato de sódio estabilizado obtiveram valores de média de resistência de união similares aos do grupo controle, sem diferença estatística ($p \geq 0,05$) e superiores ao grupo em que se realizou apenas o clareamento ($p < 0,05$).

Tabela 5.1.2 – Médias de resistência de união em MPa, números de corpos-de-prova por grupo (N) e desvio padrão (DP) em função dos sistemas adesivos e dos tratamentos clareadores.

	Tratamento Clareador				
Sistema Adesivo	G1- Controle	G2 Clareado	G3 Clareado + AE após	G4 Clareado + AE durante	
Single Bond	19,65	14,09	18,41	20,61	a
N	(n=6)	(n=9)	(n=8)	(n=6)	
DP	(±7,50)	(± 2,89)	(± 5,23)	(±7,65)	
Prime&Bond	20,53	12,01	19,71	17,19	a
N	(n=7)	(n=8)	(n=10)	(n=8)	
DP	(± 3,28)	(± 3,39)	(± 6,37)	(±4,10)	
	A	B	A	A	

Letras distintas indicam diferença estatística pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5% (maiúsculas comparam colunas e minúsculas comparam linhas).

5.2 ANÁLISE DO PADRÃO DE FRATURA

Os resultados da análise do padrão de fratura podem ser observados na tabela 5.2.1.

Tabela 5.2.1 – Análise do Padrão de fratura.

Grupos	Tipos de Padrão de fratura			
	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo4
G1SB	0	2	2	1
G2SB	0	2	3	0
G3SB	1	0	3	1
G4SB	2	1	2	0
G1NT	1	2	2	0
G2NT	2	1	2	0
G3NT	1	2	1	1
G4NT	1	2	1	1
GSB	3	5	10	2
GNT	5	7	6	2
TOTAL	8	12	16	4

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

Tipo 2: falha mista: adesiva entre esmalte e adesivo e parcialmente coesiva na resina

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

Tipo 4: falha coesiva no esmalte

G1: Controle

G2: Clareado

G3: Clareado + ASE após

SB: SingleBond

NT: Prime&Bond NT

O tipo mais comum de falha para o grupo Single Bond (A) foi a coesiva no adesivo e/ou na resina (Figura 11). Esse tipo de falha pode ser indicativa de que a força de união ao esmalte foi superior à força de união das moléculas dos materiais.

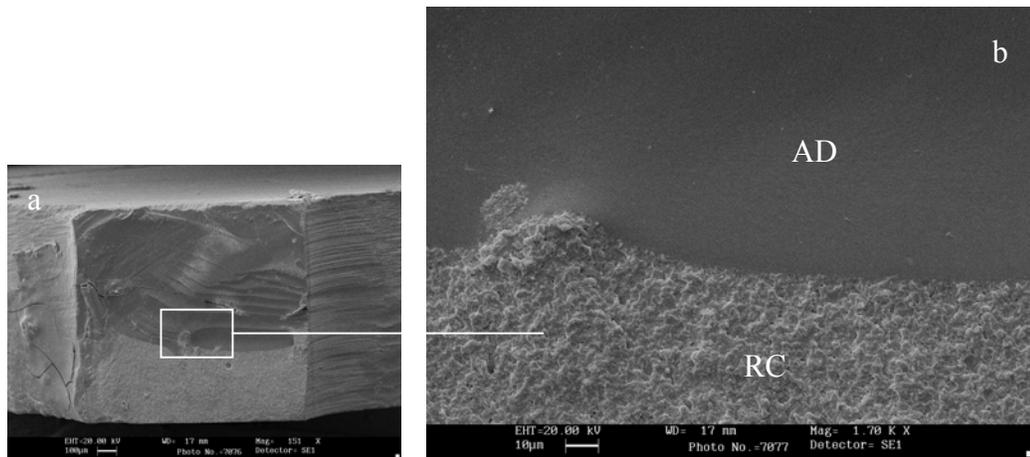


Fig 11- a) MEV do grupo G1SB (Controle Single Bond); b) Aumento da área, demonstrando falha coesiva no adesivo (AD) e na resina (RC).

Falhas coesivas aconteceram em menor quantidade para o grupo Prime&Bond (B), entretanto, observou-se bolhas e menor uniformidade (Fig 12) que no grupo A, especialmente naquele tratado somente com o agente clareador.

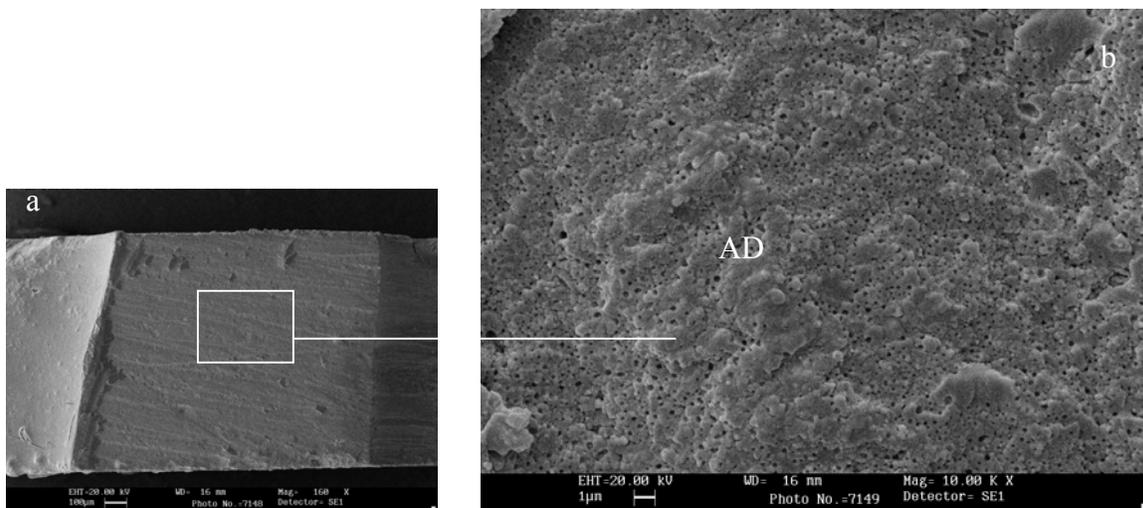


Fig 12- a) MEV do grupo G2B (Clareado Prime&Bond NT); b) Aumento da área, demonstrando falha coesiva no adesivo (AD) e presença de bolhas.

Falhas coesivas em esmalte foram as menos observadas e sugerem boa resistência de união do material adesivo e do composto. Esse tipo de falha foi encontrada especialmente nos grupos tratados com ascorbato de sódio estabilizado (Fig 13).

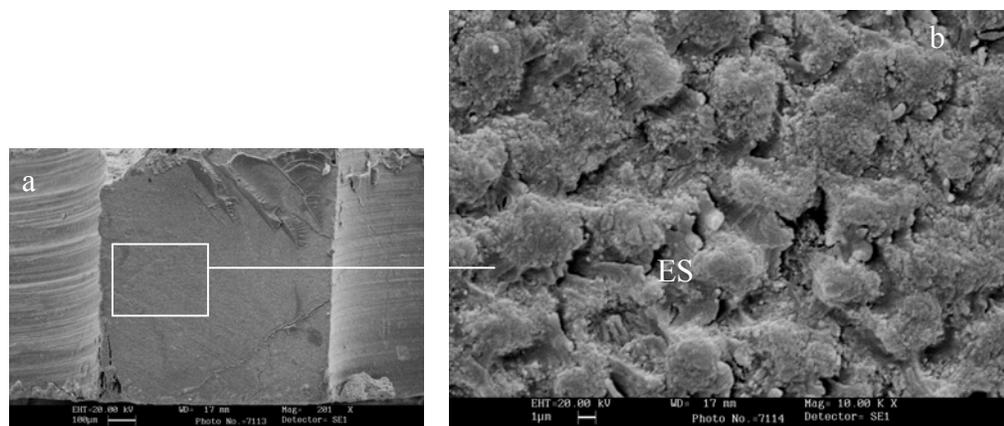


Fig 13- a) MEV do grupo G3A (Clareado + Ascorbato, após/Single Bond); b) Aumento da área, demonstrando falha coesiva no esmalte (ES).

Para o grupo Prime&Bond NT, foram observadas, principalmente, falhas mistas (adesiva e coesiva), sugestivas de menor resistência de união da técnica restauradora a este adesivo ou menor polimerização das resinas (Fig 14).

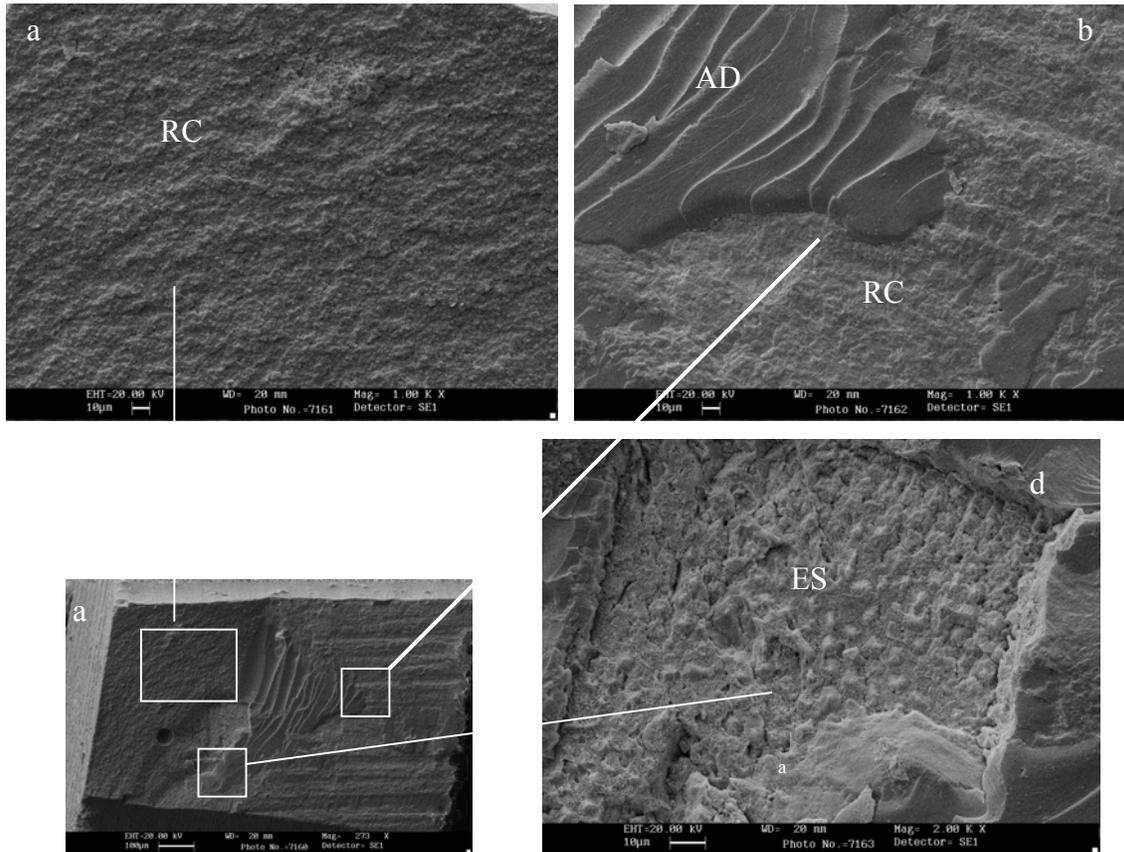


Fig 14- a) MEV do grupo G3NT (Clareado+ Ascorbato após/ Prime&Bond NT); b) Aumento da área, demonstrando falha coesiva na resina (RC); c) falha adesiva (AD) e d) no esmalte (ES).

6. DISCUSSÃO

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). Assim, neste estudo, resolveu-se utilizar esse regime de tratamento convencional.

Alterações morfológicas na estrutura dental após aplicação de agentes clareadores à base de peróxido de carbamida a 10% foram observadas através de microscopia eletrônica (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 do número de poros, 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 (LEONARD, 1998; 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. Microscopicamente, a técnica de clareamento dental causa uma perda inferior ao consumo de refrigerante, sem alterações na rugosidade superficial, sendo desprezível se comparada ao desgaste ocasionado pela técnica de microabrasão ou ao condicionamento ácido. (LI, 2000 e PRICE, SEDAROUS & HILTZ, 2000).

Outro efeito adverso preocupante e que se tornou o motivo desta pesquisa é a concordante diminuição na resistência de união de restaurações adesivas ao dente clareado, independentemente da concentração dos peróxidos, tipo de técnica de clareamento e apresentação comercial (TITLEY *et al.*, 1988, TORNECK, 1990, STOCKES *et al.*, 1992; SILVA, FLORIO & BASTING, 2004). Este trabalho confirma a presença desse problema, quando foi verificada uma diminuição nos valores de resistência de união ao esmalte clareado (Tab. 5.1.2). 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.

Quanto ao tempo de espera indicado para a confecção de restaurações em resina composta sobre estrutura dental clareada ainda não há um consenso, pois os resultados dependeram da metodologia e 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 e remineralização da estrutura dental clareada.

Normalmente, a ansiedade estética dos pacientes e do próprio profissional direciona a realização da troca das restaurações o mais rápido

possível. Contudo, deve-se levar em conta que para um procedimento restaurador obter sucesso clínico, a resistência de união deve ser suficiente para que se evite formação de fendas na interface durante a contração de polimerização dos compósitos restauradores, impedindo, dessa forma, que ocorra microinfiltração marginal, cáries secundárias, sensibilidade pós-operatória e interferências na longevidade da união na interface adesiva (NAKABAYASHI *et al.*, 2000).

Os fatores responsáveis pela diminuição nos valores de resistência de união 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 *et al.*, 1998).

Alterações morfológicas, como aumento do número de porosidades e exposição dos prismas, além de mudanças nas propriedades mecânicas do esmalte podem ser observadas quando do condicionamento ácido total. (MIYAZAKI, SATO, ONOSE, 2000). E ao invés deste fato gerar uma diminuição na resistência de união de materiais ao dente, promove sim um aumento na energia de superfície do esmalte. Por isso, preferimos acreditar que a resistência de união ao esmalte clareado é alterada negativamente devido à presença do oxigênio residual, capaz de inibir ou reduzir a velocidade da reação de polimerização dos materiais resinosos.

Neste estudo, levou-se em consideração essa segunda hipótese, por isso, as restaurações foram realizadas imediatamente após a última sessão do tratamento clareador, não sendo utilizado um período de espera em saliva, para

se evitar o processo de remineralização do esmalte clareado (BASTING *et al.*, 2004).

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. Os agentes clareadores caseiros são compostos, na sua maioria, por peróxido de carbamida, com concentrações de 10% até 22%. O gel utilizado em nosso estudo foi o peróxido de carbamida a 10%, sendo considerado efetivo, seguro e o mais comumente prescrito (MATIS *et al.*, 1998). 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).

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 *et al.* 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, devido à absorção de energia (fóton) pela canforoquinona, quando esta é submetida a radiação de uma luz de comprimento de onda de 468nm (STANSBURG, 2000). Se durante a formação do radical livre pela quebra dos grupos cetônicos da canforoquinona houver presença de inibidores, como o eugenol ou o oxigênio, esse radical livre será neutralizado, ocorrendo retardo no início da reação (COOK, 1995).

Outra forma de inibição provocada pelo oxigênio livre ocorre quando este reage com as cadeias em crescimento, formando radicais menos reativas 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 (RUEGGBERG *et al.*, 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.

Para esse fim, têm-se sugerido a utilização de um antioxidante hidrossolúvel a base de *ascorbato de sódio a 10%*, durante um período de 1/3 do tempo utilizado para o tratamento clareador. Este trabalho demonstrou que além da utilização do ascorbato ter efeito de recuperação nos valores de união ao esmalte, também promoveu ausência de grânulos de nitrato de prata na interface de união (LAI *et al.*, 2002). TURKUN & TURKUN, 2004 e MORRIS *et al.*, 2001,

através de testes de microinfiltração e KAYA & TURKUN, em 2003, através de testes de microtração também demonstraram vantagem com a utilização deste composto.

Outros autores têm sugerido outros meios, como utilização de enzimas, como a catalase ou a glutathione peroxidase (TORRES, KOGA, BORGES, 2004) ou ainda de solventes, como álcool e acetona (KALILLI, 1993; SUNG, 1999, BARGUI & GODWIN, 1994).

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 dermatologia, nutrição, medicina (NAIDU, 2003), além da odontologia, combatendo à doença periodontal (VAANANEN, 1994) evitando manchas nos dentes por minociclina (BOWLES, 1998), inibindo crescimento bacteriano da placa (VAANANEN, 1994) e ainda sendo promotor da formação de colágeno.

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 etiológico 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 (NAKABAYASHI, 2000).

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).

Neste trabalho, não avaliamos estabilidade de cor, mas tivemos o cuidado de observar nossas amostras, para verificação de qualquer alteração que pudesse ser proveniente da utilização do ascorbato de sódio estabilizado. Constatamos através de comparação visual dos fragmentos utilizados em nossa pesquisa, que os dentes submetidos ao tratamento clareador diminuíram de croma, independente da presença de ascorbil fosfato.

Observamos também que as amostras do grupo clareado apresentavam-se opacos, enquanto que os clareados com associação de gel de ascorbato de sódio estabilizado a 3% apresentavam-se com elevado polimento e brilho.

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 a presença de íons fosfato. (DSM, 2002)

Independentemente da maneira como o gel antioxidante foi administrado, se durante ou após o clareamento, bons resultados foram obtidos com sua utilização, sendo comparados eqüitativamente ao grupo não clareado (Tab. 5.1.2) e superiores ao grupo clareado apenas. Esses resultados são concordantes com os estudos de LAI, 2002; KAYA & TURKUN, 2003 e TURKUN & TURKUN, 2004.

Em que pese o fato de que não houve diferença quanto a técnica de aplicação do antioxidante, pode-se sugerir, por conveniência de tempo, que ele seja aplicado concomitantemente a utilização do agente clareador.

Neste estudo ficou demonstrado que o gel de ascorbato de sódio estabilizado a 3% foi capaz de reverter os valores de resistência de união do compósito/adensivo ao esmalte humano, tendo comportamento estatisticamente semelhante ao do grupo controle, não clareado. 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).

A adesão ao esmalte requer apenas condicionamento ácido e aplicação de uma resina fluida hidrófoba, entretanto, como neste estudo testamos a capacidade de solventes à base de álcool ou acetona melhorarem os valores de resistência de união, utilizamos sistemas adesivos frasco único de dois passos, contendo esses solventes orgânicos hidrófilos em sua composição. REIS et al, em 2003, avaliaram a resistência de união de sistemas adesivos contendo ou não solventes, sobre o esmalte não clareado, e verificaram que a presença de solventes orgânicos não prejudicaram os valores de adesão, sendo estatisticamente semelhante ao grupo em que se utilizou uma resina fluida livre de solventes. No presente estudo, observou-se que os diferentes solventes contidos nos adesivos não alteraram os valores de resistência de união ao esmalte (Tab. 5.1.2).

O tempo de condicionamento ácido ao esmalte utilizado neste estudo foi o mínimo recomendado, apenas 15 segundos, no intuito de se evitar maiores danos ao esmalte clareado, já que se relatam desmineralização e porosidades, quando da utilização de peróxidos. BARKMEIER, GWINNET & SHAFFER, em 1985, demonstraram que o condicionamento com ácido fosfórico, por 15 ou 60 segundos, propicia resultados de resistência de união e microinfiltração similares.

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), microscopia eletrônica de varredura (PERDIGÃO *et al.*, 1998) e microinfiltração (SHINOHARA *et al.*, 2001) foram realizados. Os resultados sugerem que os resíduos de peróxidos promovem uma diminuição na resistência de união a ao esmalte clareado, o que foi confirmado no presente estudo (Tab. 5.1.2). 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.

Em relação ao pré-tratamento da estrutura dental com solventes orgânicos como álcool e acetona, existe uma grande contradição. BARGUI & GODWIN, em 1994, demonstraram que o tratamento da superfície do esmalte clareado com sistemas adesivos à base de acetona consegue reverter completamente a redução da resistência de união. Por outro lado, SUNG *et al.*, 1999, demonstraram que somente os sistemas adesivos a base de álcool podem reduzir o efeito adverso dos agentes clareadores na resistência adesiva do esmalte, contra-indicando adesivos à base de acetona. Neste trabalho não foi verificada qualquer diferença estatística entre os sistemas adesivos contendo como solvente o álcool ou a acetona (Tab. 5.1.2), portanto os dois teriam o mesmo comportamento sobre a resistência de união, sendo que ambos sofreram redução significativa na adesão ao esmalte clareado. Isto leva-nos a crer que os solventes orgânicos contidos nos sistemas adesivos não são capazes de reverter os valores de resistência de união de compósitos ao esmalte. Os resultados de nosso estudo concordam com a pesquisa de mostrou não ter havido diferença de valores de união entre os sistemas adesivos (LAI *et al.*, 2002).

Os danos provocados pela presença de oxigênio residual sobre materiais poliméricos podem ser observados através de nanoinfiltração e microscopia eletrônica de transmissão (LAI *et al.*, 2002), demonstrando aparência de grânulos de nitrato de prata e bolhas na interface adesiva, além do uso de microscopia eletrônica de varredura, onde são vistas bolhas no adesivo ou na resina, 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 e restaurado com o adesivo Prime&BondNT (Fig 12). A partir dessa observação, acreditamos que sistemas adesivos contendo como solvente a acetona são mais sensíveis à presença de oxigênio.

Foram observados também, através de imagens de microscopia eletrônica de varredura, que a presença de peróxidos e oxigênio residuais provoca uma diminuição no tamanho e na quantidade de *tags* resinosos (PERDIGÃO *et al.*, 1998; SUNDFELD *et al.*, 2005) o que pode também justificar a diminuição na resistência de união das resinas ao dente clareado.

Os padrões de fratura observados em nosso estudo demonstraram, especialmente no grupo clareado, grande quantidade de falhas coesivas (Tab. 5.2.1) nos materiais resinosos (adesivo ou resina), indicativo de que a força de união entre as moléculas dos materiais foi menor do que a força de união na interface adesiva. Isso pode ter ocorrido em virtude de uma inibição da polimerização do material.

Levando-se em consideração a revisão de literatura e os resultados desta pesquisa, cabe ainda ressaltar que os anseios do paciente devem ser sanados com segurança e sem prejuízos futuros relacionados às restaurações precocemente fracassadas. Para isso, de acordo com o presente trabalho, devem-se contra-indicar restaurações de resina composta, imediatamente após o clareamento, ou indicar o uso de um antioxidante, capaz de reverter os valores de união, previamente à confecção de restaurações adesivas em esmalte.

Entretanto, não se pode afirmar assertivamente o 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 ascorbato de sódio estabilizado a 3%, durante ou após o tratamento clareador, seja uma solução definitiva para o problema da redução da resistência de união de materiais resinosos ao esmalte humano.

7. CONCLUSÃO

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

- Não se devem realizar restaurações de resinas compostas imediatamente após o tratamento clareador com peróxido de carbamida a 10%, pois o oxigênio residual causa redução na resistência de união de materiais resinosos ao esmalte humano clareado;
- A resistência de união do esmalte recém-clareado torna-se semelhante ao do não clareado, quando um gel antioxidante de ascorbato de sódio estabilizado a 3% é utilizado durante ou após o clareamento;
- Não há diferença entre os valores de resistência de união da resina-adesivo ao esmalte humano tratado com peróxido de carbamida a 10%, utilizando-se sistemas adesivos contendo diferentes solventes orgânicos (álcool- Single Bond ou acetona- Prime&Bond NT);
- Houve maior ocorrência de padrão de fratura coesiva na resina para os grupos tratados com peróxido de carbamida a 10%, sem associação com um antioxidante.
- Bolhas foram vistas na camada de adesivo Prime&Bond NT do grupo clareado, através da observação do padrão de fratura, em MEV.

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. Ver.** 1969; 20: 47-54.

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

BARKMEIER WW, GWINNET AJ, SHAFFER SE. Effects of enamel etching times on the bond strength and morphology. **J. Clin. Orthod.** 1985; 19: 36-8.

BASTING RT, RODRIGUES Jr AL, SERRA MC The effect of carbamide peroxide bleaching material on microhardness of sound and desmineralized enamel and dentin *in situ*. **Oper. Dent.** 2001; 26:531-9.

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

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

BOWLES WH. Protection against minocycline pigmente formation by ascorbic acid (Vitamin C). **J. Esthet. Dent.** 1998; 10(4):182-6.

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

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

CAMPOS, IC. Avaliação da microdureza de materiais restauradores submetidos ao clareamento com gel de peróxido de carbamida. Piracicaba, 2001, 146p. Tese (Doutorado em Clínica Odontológica) – FOP, UNICAMP.

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.

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 proprieties 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.

DE OLIVEIRA, RO *et al.* Effects of a carbamide peroxide agent and desensitizing dentifrices on enamel microhardness. **Am. J. Dent.** 2003; 16:42-6.

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

DSM Personal Care/Cometics 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, J.D.B.; O'REILLY, M.M.; SHARIAT, M. 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.

GARCIA-GODOY F, DODGE WW, DONOHUE M, O'QUINN JA. Composite resin bond strength after enamel bleaching. **Oper Dent.** 1993; 18(4):144-7.

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 Mar;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.

HAWKINS CL, DAVIES MJ. Hypochlorite-induced oxidation of proteins in plasma: formação de chloramines and nitrogen-centred radicals and their role in protein fragmentation. **Biochem J.** 1999; 340: 539-48.

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

HAYWOOD VB. Nightguard vital bleaching : current concepts and research. **JADA.** 1997; 128: 19S-25S.

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.

JOSEY AL, MEYERS IA, ROMANIUK K, SYMONS AL. The effect of a vital bleaching technique on enamel surface morphology and the bonding of composite resin to enamel. **J Oral Rehabil.** 1996; 23(4):244-50.

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, SCN, MAK, YF, CHEUNG, GSP, OSORIO, R, TOLEDANO, M, CARVALHO, RM, TAY, FR, PASHLEY, DH. Reversal of compromised bonding to oxidized etched dentin. **J. Dent. Res.** 2001; 80(10):1919-24.

LAI *et al.* Reversal 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 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. **Compend. Cont. Educ. 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 Int.** 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. **Quint. Intern.** 1989; 20(5):323-28.

MILLES PG, PONTIER JP, BAHIRAEI D & CLOSE J. The effect of carbamida peroxide bleach on the tensile bond strength of ceramic brackets: an in vitro study. **Am. J. Orthod. Dentof. Orthop.** 1994; 106(4):371-5.

MIYAZAKI M, SATO M, ONOSE H. Durability of enamel bond strength of simplified bonding systems. **Oper Dent.** 2000;25(2):75-80.

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.

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; 27:332-40.

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.

PASHLEY DH *et al.* The microtensile bond test: a review. **J. Adhes. Dent.** 1999; 1(4): 299-309.

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 rooth-whitening products. **J. Can. Dent. Assoc.** 2000. 66(8):421-6.

REIS, AF. Avaliação de técnicas para inserção da resina composta e da utilização de um compósito de baixa viscosidade na resistência de união a parede gengival de cavidades classe II. Piracicaba 2003, 98p. Tese (Mestrado em Clínica Odontológica)-FOP, UNICAMP.

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.

RODRIGUES JA. Efeito do clareamento de consultório associado ao clareamento caseiro sobre a microdureza do esmalte dental humano.

Piracicaba 2003, 79p. Tese (Doutorado em Clínica Odontológica) – FOP, UNICAMP.

RITTER AV *et al.* Ten years post-treatment safety and stability of nightguard vital bleaching. **J. Dent. Res.** 2001. 80(Abstract 1173):237.

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):340-4.

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 Int.** 1992; 23(2):143-147.

SILVA BMCG, FLÓRIO, FM & BASTING RT. Resistência ao cisalhamento do esmalte e da dentina após aplicação de dentifrício clareador contendo peróxido de carbamida. *In: Anais da 21ª Reunião da Sociedade Brasileira de Pesquisa Odontológica*, 2004. Águas de São Pedro. São Paulo: SBPqO; 2004. p. 38.

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

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. **Quint Int.** 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-

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 MEERBEECK *et al.* Adhesion to enamel and dentin. **Oper. Dent.** 2003; 28(3):215-35.

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

ZEKONIS R *et al.* Clinical evaluation of in-office and at home bleaching treatments. **Oper. Dent.** 2003; 28 (2): 114-21.

ANEXO 1: Cópia do certificado de autorização do Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia de Piracicaba-UNICAMP.

 UNICAMP	COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA	
CERTIFICADO		
<p>Certificamos que o Projeto de pesquisa intitulado "Efeito de um agente antioxidante na rugosidade, microdureza e resistência de união ao esmalte humano tratado com peróxido de carbamida 10%", sob o protocolo nº 158/2003, da Pesquisadora Ana Paula Brito da Silva, sob a responsabilidade da Profa. Dra. Giselle Maria Marchi Baron, está de acordo com a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde/MS, de 10/10/96, tendo sido aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa – FOP.</p>		
Piracicaba, 19 de novembro de 2003		
<p>We certify that the research project with title "Effect of an antioxidizing agent on surface roughness, microhardness and bond strength to human enamel treated with 10% carbamide peroxide", protocol nº 158/2003, by Researcher Ana Paula Brito da Silva, responsibility by Prof. Dr. Giselle Maria Marchi Baron, is in agreement with the Resolution 196/96 from National Committee of Health/Health Department (BR) and was approved by the Ethical Committee in Research at the Piracicaba Dentistry School/UNICAMP (State University of Campinas).</p>		
Piracicaba, SP, Brazil, November 19 2003		
 <i>Prof. Dr. Antonio Bento Alves de Moraes</i> Coordenador CEP/FOP/UNICAMP		

ANEXO 2: Termo de doação dos dentes humanos.

TERMO DE DOAÇÃO

DECLARAÇÃO DE OBTENÇÃO DO SUBSTRATO (DENTES HUMANOS)

Eu, _____, Cirurgião-Dentista, RG _____, CPF _____, declaro que doei à colega Ana Paula Brito da Silva, aluna de pós-graduação da Faculdade de Odontologia de Piracicaba- UNICAMP, 96 terceiros molares humanos extraídos por razões não relacionadas com a execução do corrente estudo. Os dentes serão úteis para o desenvolvimento do projeto de pesquisa intitulado ***“Efeito de um agente antioxidante na rugosidade, dureza e resistência de união do esmalte humano tratado com peróxido de carbamida 10%”***

Cirurgião-Dentista

CROSP: _____

ANEXO 3: Materiais restauradores utilizados neste estudo: 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
Single Bond®	Sistema Adesivo	Bis-GMA, HEMA, PAA, etanol e água Resina de di e trimetacrilato, sílica coloidal nanométrica silanizada,	3M ESPE, St. Paul, MN, EUA
Prime & Bond NT®	Sistema Adesivo	PENTA, hidrofluoreto de cetilamina e acetona Resina de Bis-GMA uretano modificada, Boro silicato de Alumínio, Bário silanizado, sílica	Dentsply De Trey, Konstanz, Alemanha
TPH Spectrum®	Resina composta microhíbrida	pirolítica silanizada, canforoquinona, EDAB, hidroxitolueno butilado e corantes minerais.	Dentsply De Trey, Konstanz, Alemanha

ANEXO 4 : Resultados do ensaio de microtração.

GRUPO	CP	LADO1	LADO2	AREA	KgF	Mpa	MEDIA
G1SB	1.1	1,36	1,18	1,6048	4,463	27,25411	27,25
G1SB	1.2	,	,	,	,	,	
G1SB	2.1	1,46	0,95	1,387	2,337	16,51233	22,52
G1SB	2.2	0,92	1,02	0,9384	2,732	28,53112	
G1SB	4.1	1,68	1,06	1,7808	3,04	16,72956	14,88
G1SB	4.2	1,47	1,04	1,5288	2,034	13,03846	
G1SB	17.1	1,1	1,67	1,837	2,675	14,27055	14,27
G1SB	17.2	,	,	,	,	,	
G1SB	69.1	1,41	1,21	1,7061	1,816	10,43128	10,43
G1SB	69.2	,	,	,	,	,	
G1SB	48.1	,	,	,	,	,	,
G1SB	48.2	,	,	,	,	,	
G1SB	14.1	,	,	,	,	,	,
G1SB	14.2	,	,	,	,	,	
G1SB	57.1	,	,	,	,	,	28,53
G1SB	57.2	1,17	1,34	1,5678	4,564	28,52864	
G1SB	31.1	,	,	,	,	,	,
G1SB	31.2	,	,	,	,	,	
G1SB	32.1	,	,	,	,	,	,
G1SB	32.2	,	,	,	,	,	
G1NT	27.1	1,48	0,97	1,4356	2,364	16,13764	17,69
G1NT	27.2	1,47	1	1,47	2,885	19,23333	
G1NT	71.1	1,41	0,85	1,1985	1,106	9,043638	8,30
G1NT	71.2	1,29	1,32	1,7028	1,314	7,562368	
G1NT	16.1	1,17	1,1	1,287	4,58	34,8749	21,87
G1NT	16.2	1,3	1,04	1,352	1,224	8,872189	
G1NT	70.1	,	,	,	,	,	,
G1NT	70.2	,	,	,	,	,	
G1NT	15.1	,	,	,	,	,	,
G1NT	15.2	,	,	,	,	,	
G1NT	42.1	1,27	1,14	1,4478	2,896	19,60271	24,30
G1NT	42.2	1,01	1,05	1,0605	3,137	28,98878	
G1NT	3.1	1,53	1	1,53	3,618	23,17412	21,74
G1NT	3.2	1,33	1,27	1,6891	3,501	20,31247	
G1NT	78.1	1,2	1,06	1,272	3,464	26,68805	20,29
G1NT	78.2	1,23	1,07	1,3161	1,865	13,88724	
1GNT	65.1	1,2	1,66	1,992	1,917	9,431024	14,78

G1NT	65.2	1,26	1,06	1,3356	2,743	20,12683	
G1NT	44.1	,	,	,	,	,	23,01
G1NT	44.2	1,4	1,22	1,708	4,011	23,01393	
G2SB	18.1	1,28	0,98	1,2544	1,997	15,60156	14,09
G2SB	18.2	1,38	1,08	1,4904	1,912	12,5722	
G2SB	34.1	,	,	,	,	,	,
G2SB	34.2	,	,	,	,	,	
G2SB	46.1	,	,	,	,	,	15,56
G2SB	46.2	1,25	1,11	1,3875	2,203	15,55993	
G2SB	63.1	1,22	1,07	1,3054	2,566	19,26367	15,54
G2SB	63.2	0,97	1,14	1,1058	1,334	11,82239	
G2SB	9.1	1,44	1	1,44	2,258	15,36694	16,76
G2SB	9.2	1,59	1,32	2,0988	3,888	18,15437	
G2SB	26.1	1,19	1,26	1,4994	2,388	15,60784	15,61
G2SB	26.2	,	,	,	,	,	
G2SB	54.1	,	,	,	,	,	11,33
G2SB	54.2	1,11	1,17	1,2987	1,502	11,3341	
G2SB	5.1	1,43	0,97	1,3871	2,034	14,37041	15,24
G2SB	5.2	1,35	1,17	1,5795	2,596	16,10687	
G2SB	41.1	1,09	1,04	1,1336	1,19	10,28758	15,17
G2SB	41.2	1,27	1,17	1,4859	3,04	20,0498	
G2SB	6.1	1,52	1,05	1,596	1,224	7,515789	7,52
G2SB	6.2	,	,	,	,	,	
G2NT	72.1	,	,	,	,	,	,
G2NT	72.2	,	,	,	,	,	
G2NT	45.1	,	,	,	,	,	10,93
G2NT	45.2	1,1	1,2	1,32	1,472	10,92848	
G2NT	39.1	1,2	1,36	1,632	1,848	11,09706	11,75
G2NT	39.2	1,16	1,36	1,5776	1,997	12,4053	
G2NT	58.1	1,03	1,25	1,2875	2,757	20,98532	17,64
G2NT	58.2	1,42	1,08	1,5336	2,236	14,28847	
G2NT	8.1	,	,	,	,	,	8,21
G2NT	8.2	1,25	1,52	1,9	1,591	8,206211	
G2NT	37.1	1,26	1,17	1,4742	1,338	8,894587	8,89
G2NT	37.2	,	,	,	,	,	
G2NT	75.1	1,33	1,16	1,5428	1,551	9,852087	9,16
G2NT	75.2	0,96	1,54	1,4784	1,276	8,458333	
G2NT	64.1	1,4	1,13	1,582	2,457	15,22035	15,22
G2NT	64.2	,	,	,	,	,	

G2NT	59.1	1,2	1,1	1,32	1,585	11,76742	14,28
G2NT	59.2	1,2	1,04	1,248	2,138	16,78878	
G2NT	53.1	,	,	,	,	,	,
G2NT	53.2	,	,	,	,	,	,
G3SB	13.1	,	,	,	,	,	17,94
G3SB	13.2	1,2	1,05	1,26	2,307	17,94333	
G3SB	20.1	,	,	,	,	,	18,41
G3SB	20.2	1,17	1,29	1,5093	2,836	18,41436	
G3SB	76.1	,	,	,	,	,	,
G3SB	76.2	,	,	,	,	,	,
G3SB	47.1	,	,	,	,	,	,
G3SB	47.2	,	,	,	,	,	,
G3SB	22.1	1,27	1,2	1,524	3,315	21,31693	21,32
G3SB	22.2	,	,	,	,	,	,
G3SB	25.1	1,24	0,97	1,2028	1,977	16,10791	17,84
G3SB	25.2	1	1,25	1,25	2,497	19,57648	
G3SB	10.1	,	,	,	,	,	28,52
G3SB	10.2	1,16	1,01	1,1716	3,41	28,52339	
G3SB	62.1	0,91	1,42	1,2922	3,534	26,80173	18,28
G3SB	62.2	1,01	1,04	1,0504	1,046	9,758949	
G3SB	40.1	,	,	,	,	,	10,19
G3SB	40.2	1,26	1,04	1,3104	1,363	10,19338	
G3SB	56.1	1	1,03	1,03	1,538	14,6334	14,76
G3SB	56.2	1,05	1,46	1,533	2,328	14,88219	
G3NT	51.1	1,08	1,16	1,2528	3,973	31,0787	29,13
G3NT	51.2	0,72	1,22	0,8784	2,437	27,18875	
G3NT	23.1	1,07	1,21	1,2947	3,583	27,12088	27,12
G3NT	23.2	,	,	,	,	,	,
G3NT	36.1	0,95	1,08	1,026	1,346	12,85653	12,86
G3NT	36.2	,	,	,	,	,	,
G3NT	80.1	0,94	1,2	1,128	2,855	24,80408	27,18
G3NT	80.2	0,8	0,98	0,784	2,364	29,55	
G3NT	38.1	0,98	1,04	1,0192	2,326	22,36538	22,37
G3NT	38.2	,	,	,	,	,	,
G3NT	66.1	,	,	,	,	,	18,83
G3NT	66.2	0,75	1,1	0,825	1,585	18,82788	
G3NT	73.1	,	,	,	,	,	12,63
G3NT	73.2	1,07	1,2	1,284	1,655	12,63162	
G3NT	61.1	1,18	1,13	1,3334	1,221	8,973901	17,78

G3NT	61.2	1,04	1,26	1,3104	3,555	26,58654	
G3NT	33.1	1,43	1,06	1,5158	2,236	14,45626	14,46
G3NT	33.2	,	,	,	,	,	
G3NT	11.1	1,19	0,9	1,071	1,554	14,21961	14,22
G3NT	11.2	,	,	,	,	,	
G4SB	49.1	,	,	,	,	,	9,74
G4SB	49.2	1,36	1,09	1,4824	1,473	9,737858	
G4SB	24.1	1,4	1,2	1,68	2,688	15,68	15,68
G4SB	24.2	,	,	,	,	,	
G4SB	67.1	,	,	,	,	,	
G4SB	67.2	,	,	,	,	,	
G4SB	50.1	,	,	,	,	,	22,15
G4SB	50.2	0,79	1,04	0,8216	1,857	22,15019	
G4SB	12.1	,	,	,	,	,	
G4SB	12.2	,	,	,	,	,	
G4SB	21.1	,	,	,	,	,	
G4SB	21.2	1,05	1,1	1,155	2,54	21,55152	
G4SB	68.1	1,39	1,05	1,4595	2,729	18,32422	18,28
G4SB	68.2	1,04	1	1,04	1,936	18,24308	
G4SB	55.1	,	,	,	,	,	
G4SB	55.2	,	,	,	,	,	
G4SB	77.1	1,23	1,03	1,2669	3,457	26,74134	30,47
G4SB	77.2	1,1	0,99	1,089	3,801	34,20551	
G4SB	74.1	1,13	1,03	1,1639	2,797	23,55065	27,34
G4SB	74.2	1,21	1,04	1,2584	3,996	31,11952	
G4NT	52.1	1,33	1,1	1,463	2,707	18,13301	18,13
G4NT	52.2	,	,	,	,	,	
G4NT	29.1	,	,	,	,	,	
G4NT	29.2	,	,	,	,	,	
G4NT	19.1	1,22	1,02	1,2444	2,666	20,9955	21,00
G4NT	19.2	,	,	,	,	,	
G4NT	28.1	1,18	1,28	1,5104	2,031	13,17783	14,50
G4NT	28.2	1,32	0,98	1,2936	2,089	15,82576	
G4NT	35.1	1,4	1,1	1,54	2,198	13,98727	14,44
G4NT	35.2	1,06	1,34	1,4204	2,159	14,89594	
G4NT	60.1	,	,	,	,	,	11,18
G4NT	60.2	1,06	1,08	1,1448	1,306	11,17994	
G4NT	43.1	1,5	1,1	1,65	2,98	17,69939	21,95
G4NT	43.2	1,07	1,17	1,2519	3,348	26,20848	

G4NT	30.1	,	,	,	,	,	,
G4NT	30.2	,	,	,	,	,	
G4NT	79.1	1,47	1,12	1,6464	2,452	14,59524	21,81
G4NT	79.2	1,2	1	1,2	3,553	29,01617	
G4NT	7.1	0,96	1,13	1,0848	1,836	16,58628	14,48
G4NT	7.2	1,4	1,15	1,61	2,034	12,38087	

Clarea	Adesivo	Rep	Média	Tukey
1	SB	1	27,25	19,65
1	SB	2	22,52	
1	SB	3	14,88	
1	SB	4	14,27	
1	SB	5	10,43	
1	SB	6	,	
1	SB	7	,	
1	SB	8	28,53	
1	SB	9	,	
1	SB	10	,	
1	NT	1	17,69	20,53
1	NT	2	,	
1	NT	3	21,87	
1	NT	4	,	
1	NT	5	,	
1	NT	6	24,30	
1	NT	7	21,74	
1	NT	8	20,29	
1	NT	9	14,78	
1	NT	10	23,01	
2	SB	1	14,09	14,09
2	SB	2	,	
2	SB	3	15,56	
2	SB	4	15,54	
2	SB	5	16,76	
2	SB	6	15,61	
2	SB	7	11,33	
2	SB	8	15,24	
2	SB	9	15,17	
2	SB	10	7,52	
2	NT	1	,	12,01

2	NT	2	10,93	
2	NT	3	11,75	
2	NT	4	17,64	
2	NT	5	8,21	
2	NT	6	8,89	
2	NT	7	9,16	
2	NT	8	15,22	
2	NT	9	14,28	
2	NT	10	,	
3	SB	1	17,94	18,41
3	SB	2	18,41	
3	SB	3	,	
3	SB	4	,	
3	SB	5	21,32	
3	SB	6	17,84	
3	SB	7	28,52	
3	SB	8	18,28	
3	SB	9	10,19	
3	SB	10	14,76	19,71
3	NT	1	29,13	
3	NT	2	27,12	
3	NT	3	12,86	
3	NT	4	27,18	
3	NT	5	22,37	
3	NT	6	18,83	
3	NT	7	12,63	
3	NT	8	17,78	
3	NT	9	14,46	
3	NT	10	14,22	
4	SB	1	9,74	20,61
4	SB	2	15,68	
4	SB	3	,	
4	SB	4	22,15	
4	SB	5	,	
4	SB	6	,	
4	SB	7	18,28	
4	SB	8	,	
4	SB	9	30,47	
4	SB	10	27,34	

4	NT	1	18,13	17,19
4	NT	2	,	
4	NT	3	21,00	
4	NT	4	14,50	
4	NT	5	14,44	
4	NT	6	11,18	
4	NT	7	21,95	
4	NT	8	,	
4	NT	9	21,81	
4	NT	10	14,48	

ANEXO 5: Resultados da análise estatística.

The GLM Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
clar	4	1 2 3 4
ades	2	1 2

Number of observations 80

NOTE: Due to missing values, only 62 observations can be used in this analysis.

Dependent Variable: media2

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	0.37867102	0.05409586	3.17	0.0070
Error	54	0.92141212	0.01706319		
Corrected Total	61	1.30008314			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	media2 Mean
0.291267	10.69490	0.130626	1.221388

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
clar	3	0.33447985	0.11149328	6.53	0.0008
ades	1	0.00510843	0.00510843	0.30	0.5865
clar*ades	3	0.03908274	0.01302758	0.76	0.5195

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
clar	3	0.34049766	0.11349922	6.65	0.0007
ades	1	0.00447502	0.00447502	0.26	0.6107
clar*ades	3	0.03908274	0.01302758	0.76	0.5195

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for media2

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	54
Error Mean Square	0.017063
Critical Value of Studentized Range	3.74886

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

clar Comparison	Difference Between Means	Simultaneous 95% Confidence Limits
-----------------	--------------------------	------------------------------------

1	- 3	0.02511	-0.10092	0.15115	
1	- 4	0.03733	-0.09604	0.17070	
1	- 2	0.18389	0.05631	0.31147	***
3	- 1	-0.02511	-0.15115	0.10092	
3	- 4	0.01222	-0.11118	0.13561	
3	- 2	0.15877	0.04167	0.27588	***
4	- 1	-0.03733	-0.17070	0.09604	
4	- 3	-0.01222	-0.13561	0.11118	
4	- 2	0.14656	0.02159	0.27153	***
2	- 1	-0.18389	-0.31147	-0.05631	***
2	- 3	-0.15877	-0.27588	-0.04167	***
2	- 4	-0.14656	-0.27153	-0.02159	***

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for media2

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher

Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	54
Error Mean Square	0.017063
Critical Value of Studentized Range	2.83540
Minimum Significant Difference	0.0667
Harmonic Mean of Cell Sizes	30.87097

NOTE: Cell sizes are not equal.

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	ades
A	1.22546	29	1
A			
A	1.21781	33	2

Class Level Information

Class	Levels	Values
clar	4	1 2 3 4
ades	2	1 2

Level of clar	Level of ades	N	-----media----- Mean	Std Dev
1	1	6	19.6466667	7.50409133
1	2	7	20.5257143	3.28655269
2	1	9	14.0911111	2.89339958
2	2	8	12.0100000	3.39505523
3	1	8	18.4075000	5.23905321
3	2	10	19.6580000	6.37481817
4	1	6	20.6100000	7.65212127
4	2	8	17.1862500	4.09990222