



INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

**AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA ADESIVA AO ESMALTE
BRANQUEADO COM SISTEMAS ADESIVOS UNIVERSAIS APÓS
APLICAÇÃO DE UM ANTIOXIDANTE**

Trabalho submetido por
Inês dos Santos Allen
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

setembro de 2021



INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

**AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA ADESIVA AO ESMALTE
BRANQUEADO COM SISTEMAS ADESIVOS UNIVERSAIS APÓS
APLICAÇÃO DE UM ANTIOXIDANTE**

Trabalho submetido por
Inês dos Santos Allen
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Trabalho orientado por
Prof. Doutora Inês Caldeira Fernandes

e coorientado por
Prof. Doutora Alexandra Franco Montalegre Pinto Rodrigues

setembro de 2021

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, Prof. Doutora Inês Caldeira Fernandes, pela disponibilidade e ajuda prestada durante todo o processo de criação deste trabalho, por me corrigir os mesmos detalhes incansavelmente e por ter sempre uma palavra de força e motivação a dar.

À minha coorientadora, Prof. Doutora Alexandra Pinto, pela sua pronta disponibilidade e importante contribuição na realização deste projeto.

Ao Prof. Doutor Luís Proença, pela imprescindível ajuda no tratamento de dados estatísticos da experiência laboratorial.

Ao Prof. Doutor Mário Polido, pela autorização e cedência na utilização dos equipamentos e materiais do Laboratório de Biomateriais.

Ao Instituto Universitário Egas Moniz, por me ter proporcionado 5 anos incríveis rodeados de pessoas e momentos inesquecíveis e por se ter tornado uma segunda (quase primeira) casa. À AAIUEM, pelo desafio e entrega constante que me impôs e às amigas que criei.

À Carol e à Nono, por me acompanharem incansavelmente neste percurso, por me fazerem crescer e por me ensinarem o verdadeiro sentido de amizade. Sem vocês nada seria igual. Um eterno “obrigada” à Box 3 e às Las Chicas.

Às Bellinis, por todas as memórias que criámos juntas, por todas as conversas e jantares que nos uniram e por estarem sempre presentes. São as amigas que levo para a vida.

Ao Miguel, pela sua companhia e apoio diário, por ser um exemplo de perseverança e um poço de paciência e sabedoria. Estas palavras não chegam para te agradecer, mas sabes o lugar que ocupas no meu coração. Obrigada por me tornares numa pessoa melhor.

Aos meus avós, por acreditarem sempre em mim e por estarem sempre presentes nos momentos mais importantes da minha vida. Por me proporcionarem todos os meios para a conquista dos meus sonhos e por me desejarem o melhor. A todos vocês, obrigada.

Aos meus pais, os meus maiores impulsionadores, pela paciência e disponibilidade total, por serem o meu apoio constante e por tornarem o meu mundo um lugar melhor. À Maria, a minha mana, a minha eterna melhor amiga, por se preocupar sempre comigo e me pôr sempre a sorrir. Sem vocês não seria possível.

RESUMO

Objetivos: Avaliar in vitro o efeito da aplicação de um agente antioxidante, bem como a variação de sistemas adesivos, na resistência adesiva ao esmalte branqueado, ao imediato.

Materiais e Métodos: Trinta molares hígidos foram seccionados em metades, originando 60 amostras. Estas foram divididas em 6 grupos: Grupo Controlo A e B (GCA e GCB – dentes branqueados e restaurados passados 15 dias), Grupo 1 A e B (G1A e G1B – dentes branqueados e restaurados no imediato), e Grupo 2 A e B (G2A e G2B – dentes branqueados, aplicação do antioxidante ascorbato de sódio em gel a 10% durante 15 minutos antes da aplicação do sistema adesivo, e restaurados no imediato). Nos grupos “A” foi utilizado o sistema adesivo A - *Scotchbond™ Universal* (3M ESPE), enquanto nos grupos “B” foi utilizado o sistema adesivo B - *Scotchbond™ Universal Plus* (3M ESPE). Todas as amostras foram sujeitas a branqueamento com *Whiteness Perfect™ 16%* (FGM) durante 8h/dia ao longo de 7 dias, e restauradas com resina *GrandioSO™* (VOCO GmbH). Decorridas 24 horas, as amostras foram novamente seccionadas formando palitos com secção transversal de $1\pm 0,2\text{ mm}^2$, segundo os eixos x e y, que foram testados em tração numa máquina de testes universais. A análise estatística realizou-se através do teste ANOVA e o teste *Post-Hoc* de *Tukey HSD*, a um nível de significância de 5% (SPSS26.0).

Resultados: Só se verificaram diferenças estatisticamente significativas após o período de espera de 15 dias (GCB vs. G1B, $p<0,05$). Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre os grupos comparáveis, no que respeita às variáveis sistema adesivo e antioxidante.

Conclusão: O tempo de espera influencia a resistência adesiva das restaurações em dentes branqueados, bem como a aplicação de um agente antioxidante.

Palavras-Chave: branqueamento dentário; ascorbato de sódio; microtração; *Scotchbond™ Universal Plus*

ABSTRACT

Purpose: *In vitro* evaluation of an antioxidant agent's application effect, as well as of the variation in adhesive systems on the bond strength values of bleached enamel, when immediately restored.

Materials and Methods: Thirty sound molars were sectioned in half, to a total of 60 samples, and divided into 6 groups: Control Groups A and B (GCA and GCB, respectively, bleached and restored teeth after 15 days), Groups 1 A and B (G1A and G1B, respectively, bleached and immediately restored) and Groups 2 A and B (G2A and G2B, respectively, bleached teeth, submitted to 10% sodium ascorbate antioxidant treatment for 15 minutes and followed by a restoration). Groups A were treated with A - *ScotchbondTM Universal* (3M ESPE) adhesive system whereas groups B were treated with B - *ScotchbondTM Universal Plus* (3M ESPE) adhesive system. All samples were submitted to bleaching with the *Whiteness PerfectTM 16%* (FGM) kit for 8h/day during 7 days and restored with the *GrandioSOTM* (VOCO GmbH) resin composite. After 24h hours, samples were sectioned into sticks with $1\pm 0,2$ mm² transversal section, according to the x and y axis, and tested in tension in a universal test machine. Statistical analysis was conducted using ANOVA followed by the *Tukey HSD Post-Hoc* test and $p \leq 0,05$ was considered statistically significant (SPSS26.0).

Results: Significant differences in μ TBS values were only found after the waiting period of 15 days (GCB vs. G1B, $p < 0,05$). There are no significant differences in μ TBS values between the groups tested, when the variables adhesive system and antioxidant are being evaluated.

Conclusions: The waiting period for restoration influences the bond strength of bleached teeth as well as the treatment with an antioxidant agent.

Keywords: dental bleaching; sodium ascorbate; microtensile bond strength; *ScotchbondTM Universal Plus*.

ÍNDICE

I – INTRODUÇÃO	11
1. O Dente	11
2. Esmalte Dentário	12
2.1 – Formação do Esmalte	12
2.2 – Estrutura do Esmalte	13
2.3 – Propriedades Físicas do Esmalte	14
2.4 – Propriedades Mecânicas do Esmalte	15
2.5 – Propriedades Óticas do Esmalte	15
3. Cor	15
3.1 A Cor Aplicada à Medicina Dentária	16
4. Pigmentação Dentária	16
5. Branqueamento Dentário	17
5.1 – Enquadramento Histórico.....	18
5.2 – Agentes Branqueadores	19
5.3 – Mecanismo de Ação	20
5.4 – Técnicas de Branqueamento Dentário.....	22
5.4.1 – Em Dentes Vitais	22
5.4.1.1 – Branqueamento em Consultório (<i>In- Office</i>)	23
5.4.1.2 – Branqueamento em Ambulatório (<i>At - Home</i>).....	23
5.4.1.3 – Técnica Combinada <i>In-Office</i> e <i>At-Home</i>	24
5.4.1.4 – Produtos de Venda Livre (<i>Over-the-Counter</i>)	24
5.4.2 – Em Dentes Não – Vitais	25
5.4.2.1 – Branqueamento Interno (<i>Walking Bleach Technique</i>).....	26
5.4.2.2 – Branqueamento Externo	26
5.4.2.3 – Técnica Combinada	26
5.5 – Fatores que Influenciam o Branqueamento Dentário.....	26
5.6 – Indicações e Contraindicações	27
5.7 – Riscos e/ou Efeitos Secundários Associados	27
5.8 - Legislação, Segurança e Toxicidade.....	30
6. Adesão	30
6.1 – Conceito de Adesão em Medicina Dentária	30
6.2 – Mecanismos Primários de Adesão	32

6.3 – Adesão aos Tecidos Duros	33
6.4 – Os Sistemas Adesivos	34
6.4.1 – Classificação dos Sistemas Adesivos	36
6.4.1.1 - Sistemas Adesivo <i>Etch-and-Rinse</i>	37
6.4.1.2 - Sistemas Adesivos <i>Self-Etch</i>	37
6.4.1.3 - Sistemas Adesivos Universais	38
7. Agentes Antioxidantes	39
7.1 – Tipos de Agentes Antioxidantes	40
7.1.1 – Ascorbato de Sódio.....	41
7.2 – Aplicabilidade e Limitações na Medicina Dentária	42
8. Resistência Adesiva.....	42
8.1 – Avaliação da Resistência Adesiva.....	43
8.1.1 – Teste de Microtração	43
II – OBJETIVO	45
III- HIPÓTESES DE ESTUDO	45
IV – MATERIAIS E MÉTODOS	47
V - RESULTADOS.....	57
1- Análise da Resistência Adesiva.....	57
2- Análise do Tipo de Fratura	62
VI – DISCUSSÃO.....	65
VII – CONCLUSÃO.....	77
VIII – BIBLIOGRAFIA.....	79

Índice de Figuras

Figura 1 - Ilustração de secção vertical de um dente de mamífero (Adaptado de (Wilmers & Bargmann, 2020)).	12
Figura 2 - Observação da estrutura do esmalte por um microscópio eletrônico de varrimento por transmissão (Adaptado de (Koldehoff et al., 2020)).	13
Figura 3 – Ilustração esquemática da formação do peróxido de hidrogénio e ureia através do peróxido de carbamida (Adaptado de (Alkahtani et al., 2020)).	20
Figura 4 – Ilustração das 3 fases do mecanismo de ação dos peróxidos (Adaptado de (Kwon & Wertz, 2015)).	22
Figura 5 – Estratégias adesivas contemporâneas.	39
Figura 6 – Metodologia de preparação das amostras para o teste de microtração.	48
Figura 7 - Apresentação esquemática da distribuição das amostras (n=60) pelos diferentes grupos de estudo.	48
Figura 8 – Fixação de uma amostra no suporte e corte no micrótomo em duas metades idênticas.	49
Figura 9 – Colocação das amostras no suporte calibrado com recurso a cola aquecida.	50
Figura 10 – Aplicação do gel de branqueamento Whiteness Perfect™ 16% (FGM).	51
Figura 11 – Aplicação dos sistemas adesivos através da técnica etch-and-rinse.	52
Figura 12 - Restauração das amostras em incrementos de 2 mm até perfazerem uma altura de 6 mm, com resina GrandioSO™ cor A1.	53
Figura 13 – Dente após procedimento restaurador com resina composta.	54
Figura 14 – Sequência de corte das amostras para aquisição de palitos para teste de microtração.	54
Figura 15 – Realização do teste de microtração na máquina de testes universais.	55
Figura 16 - Esquema representativo do tipo de fraturas em análise.	55

Índice de Tabelas

<i>Tabela 1 - Classificação geral da pigmentação dentária. (Adaptado de (Rodríguez-Martínez et al., 2019))</i>	17
<i>Tabela 2 - Principais materiais utilizados no estudo.</i>	53
<i>Tabela 3 - Resultados da média, desvio padrão, limite inferior e superior, mínimo e máximo relativamente aos valores da resistência adesiva (MPa), divididos por grupos.</i>	57
<i>Tabela 4 - Comparação das médias dos valores de resistência adesiva através dos teste Post-Hoc de Tukey HSD.</i>	59
<i>Tabela 5 - Distribuição dos tipos de fratura, em percentagem (%), em cada grupo.....</i>	62

Índice de Gráficos

Gráfico 1 - Resistência adesiva (MPa) dos diferentes grupos em estudo representada num diagrama de extremos e quartis ($p \leq 0,05$).	57
Gráfico 2 - Representação dos valores de resistência adesiva (Mpa) para cada grupo, através da sua média e desvio padrão.....	58
Gráfico 3 - Valores das médias de resistência adesiva de todos os grupos.	58
Gráfico 4 - Análise do tipo de fratura, em percentagem (%), representada por cada um dos grupos presentes em estudo, e respetiva distribuição por tipologia de falha.....	62
Gráfico 5 - Análise do tipo de fratura, em percentagem (%), representada por tipologia de falha, e respetiva distribuição por grupo.	63

Lista de Siglas / Abreviaturas (primeira letra maiúsculas)

JAD - Junção amelo-dentinária

3D - Tridimensional

BHS - Bandas de *Hunter-Schrenger*

UE - União Europeia

H₂O₂ - Peróxido de Hidrogénio

PC - Peróxido de Carbamida

MD - Médico Dentista

RA – Resistência adesiva

SA - Sistema adesivo

E&R - *Etch-and-rinse*

SE - *Self-etch*

AS - Ascorbato de sódio

GCA – Grupo Controlo A

GCB - Grupo Controlo B

G1A - Grupo 1 A

G1B - Grupo 1 B

G2A - Grupo 2 A

G2B - Grupo 2 B

SBU - *ScotchbondTMUniversal*

SBUP - *ScotchbondTM Universal Plus*

p - Nível de significância estatística

MPa – Megapascal

I – INTRODUÇÃO

1. O Dente

A maioria das espécies de mamíferos, inclusive a espécie humana, apresenta dentes com uma estrutura comum: 1) a coroa de esmalte, formada por células do epitélio; 2) a dentina, recoberta pelo esmalte dentário, formada por células mesenquimais e também uma componente de colagénio; 3) a polpa, tecido mole responsável pela inervação e vascularização do dente e que, através dos odontoblastos dá origem à dentina; 4) a raiz, constituída maioritariamente por dentina e recoberta por uma camada fina de cimento (tecido conjuntivo mineralizado), contém o canal dentário e permite a ancoragem do dente no alvéolo; 5) o ligamento periodontal, que faz parte do alvéolo e que participa na união do cimento ao osso alveolar (Lacruz et al., 2017; Wilmers & Bargmann, 2020).

O dente humano é, geralmente, representado por um epitélio superficial de esmalte, altamente mineralizado, duro e resistente. O esmalte é suportado, tanto mecânica como bioquimicamente pela dentina, um tecido menos mineralizado, mais mole e complacente (Sui et al., 2016). A interface entre o esmalte e a dentina é conhecida como junção amelo – dentinária (JAD), apresentando-se como uma transição biomecânica entre estes materiais (Thompson, 2020). A JAD é um ponto de referência importante na descrição de microestruturas relacionadas com o dente (Wilmers & Bargmann, 2020) e está ilustrada na Figura 1.

Os dentes apresentam, assim, estes tecidos duros organizados entre si de uma forma única e complexa, o que lhes permite apresentar resistência a diferentes forças mecânicas, estabilidade química, resistência ao desgaste e resistência térmica. Conhecer as características dos tecidos dentários é importante, não só para compreender as suas propriedades naturais, como também para prever os fatores que poderão influenciar a sua microestrutura, seja em caso de doença, ou durante um tratamento dentário (Sui et al., 2016).

O esmalte é, de todas as estruturas dentárias, a mais mineralizada, pelo que apresenta um papel de proteção relativamente à dentina e à polpa subjacente, e sendo a estrutura mais superficial é também a primeira linha de defesa do dente (Lacruz et al., 2017).

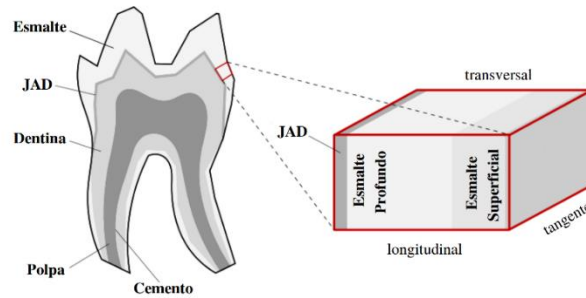


Figura 1 - Ilustração de secção vertical de um dente de mamífero: Observa-se o esmalte na coroa do dente, a cobrir a dentina e polpa, e a interface entre esmalte-dentina (JAD); o cimento cobre as raízes. Para caracterizar a estrutura 3D do esmalte são necessários os 3 planos representados no corte à direita – o plano longitudinal é paralelo ao longo eixo do dente. (Adaptado de (Wilmers & Bargmann, 2020))

2. Esmalte Dentário

O esmalte é um tecido e um biomaterial altamente específico, caracterizado pela sua estrutura diferenciável, propriedades mecânicas excepcionais, e capacidade de se enquadrar em padrões estéticos e de beleza (Pandya & Diekwisch, 2019). É considerado o tecido mais duro e mineralizado de todas as espécies de vertebrados, o que torna os dentes altamente duráveis no tempo, bem como enfatiza a sua função de “ferramentas” essenciais no processo de mastigação (Lacruz et al., 2017).

O esmalte apresenta uma complexa microarquitetura tridimensional (3D) constituída por uma rede de prismas de minerais cruzados entre si, e ligados por uma matriz proteica (Pro & Barthelat, 2019). Este forma assim uma barreira que protege todo o dente de forças físicas, térmicas e mecânicas que poderiam, de outra forma, afetar o tecido vital e zona da polpa dentária (Lacruz et al., 2017).

As propriedades físicas e químicas únicas que o esmalte apresenta devem-se a vários fatores: alto conteúdo de hidroxiapatite, alinhamento paralelo de longos cristais de apatite entre os prismas de esmalte, e alinhamento entrelaçado de prismas na perpendicular num arranjo 3D (que se assemelha a uma cerca). Atuando em conjunto, estes fatores tornam o esmalte num biomaterial de grande dureza e resiliência física (Pandya & Diekwisch, 2019).

2.1 – Formação do Esmalte

O processo de formação e mineralização do esmalte tem o nome de amelogénese e é mediado por células conhecidas como ameloblastos, responsáveis pela regulação de todo

o material – orgânico e inorgânico – que compõe o esmalte dentário. A matriz de proteínas do esmalte é inicialmente secretada pelos ameloblastos para o espaço de formação do esmalte, sendo mais tarde degradada e removida proteoliticamente através destes mesmos ameloblastos. É com alto nível de precisão, em condições de pH muito características, que os ameloblastos regulam também a formação dos cristais de hidroxiapatite – constituinte *major* do esmalte - para o mesmo espaço de formação de esmalte. Desta forma, este tecido duro apresenta, após a formação, várias zonas distintas: uma zona de aparência prismática constituída por prismas de esmalte, cada um formado por ameloblastos únicos que se estendem desde a JAD até à superfície; e uma zona interprismática localizada entre os prismas de esmalte (Figura 2). No esmalte maturo e completamente formado, é possível encontrar vestígios da matriz de proteínas inicialmente mencionada, e que possivelmente contribui para a morfologia e propriedades biomecânicas únicas do esmalte dentário, anteriormente referidas. O esmalte maturo apresenta cerca de 95% em peso material mineral, 1 – 2 % material orgânico e 2 – 4% água (Pugach & Gibson, 2014)

A formação de esmalte ocorre apenas uma vez desde a erupção do dente, e a capacidade de formar novo esmalte é perdida para sempre desde o momento em que o dente se encontra totalmente erupcionado (Pandya & Diekwisch, 2019).

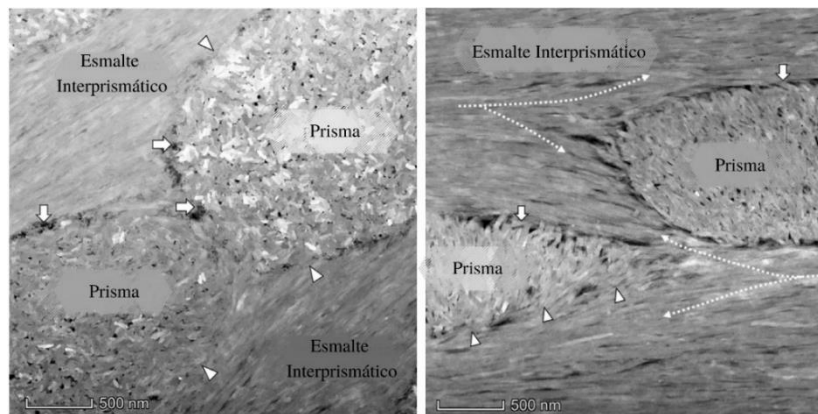


Figura 2 - Observação da estrutura do esmalte por um microscópio eletrónico de varrimento por transmissão. Identificação dos prismas de esmalte e substância interprismática. (Barra=500nm)
(Adaptado de (Koldehoff et al., 2020)

2.2 – Estrutura do Esmalte

O esmalte dentário é um material altamente mineralizado, organizado numa microestrutura hierárquica muito característica. É o arranjo sofisticado desta microestrutura, maioritariamente constituída por simples blocos de cristais de

hidroxiapatite, que confere ao esmalte uma capacidade de resposta variada a diferentes pressões e a diferentes dietas, e que o torna um objeto de estudo interessante do ponto de vista da ciência dos materiais dentários (Koldehoff et al., 2020).

Os cristais de hidroxiapatite, apresentados como nanofibras, têm um diâmetro de cerca de 50 nanômetros, e um comprimento que abrange, em princípio, toda a camada de esmalte. Milhares de cristais com a mesma orientação formam os prismas de esmalte, e cristais com orientação diferente formam a matriz ou esmalte interprismático. O esmalte prismático e interprismático pode estar disposto entre si de diversas formas, o que permitir criar mais um nível na hierarquia – os tipos de esmalte. Estes variam de espécie para espécie, e dependem da trajetória que os ameloblastos sofrem durante todo o processo de formação do esmalte, desde a JAD até à superfície, e podem ser observados como uma interceção de vários caminhos aos quais se dá o nome de bandas de *Hunter-Schrenger* (BHS) (Cui & Ge, 2007).

Segundo Lynch et al. (2010), a densidade de BHS é maior em áreas de cargas funcionais e oclusais, como são exemplo as superfícies oclusais dos dentes posteriores e as superfícies incisais dos incisivos e caninos. Desta forma, é possível inferir que o comportamento dos ameloblastos aquando da formação dos prismas de esmalte na amelogénese, pode ser guiado por controlos genéticos/ evolutivos, que atuam no sentido de aumentar a resistência do esmalte dentário humano ao desgaste e à fratura. As BHS, ao apresentarem diferenças na sua densidade e padrão ao longo da camada de esmalte, podem ainda estar envolvidas nos processos de resistência adesiva ao esmalte ou lesões de abfração (Arola et al., 2017).

2.3 – Propriedades Físicas do Esmalte

O esmalte dentário combina um conjunto variado de propriedades excepcionais, tais como elevada dureza e resistência química, e elevada força e resistência à fratura. A propriedade que mais se destaca a nível da estrutura do esmalte é a capacidade deste tecido em combinar elevada força de fratura com uma resistência excepcional – esta característica única tem atraído o interesse dos investigadores na área dos materiais dentários, servindo como possível base de inspiração para a criação de produtos biomiméticos compatíveis e igualmente funcionais (Wilmers & Bargmann, 2020).

2.4 – Propriedades Mecânicas do Esmalte

Como referido, a unidade básica estrutural do esmalte é o “prisma”, composto por cristais de hidroxiapatite orientados de forma a otimizar as propriedades mecânicas deste material (Lynch et al., 2010).

A combinação da resistência a grandes cargas (força) com a resistência à fratura (dureza), são propriedades essenciais num material que o tornam importante a nível da sua aplicabilidade estrutural. Na verdade, estas duas características tendem a excluir-se mutuamente quando aplicadas no mesmo material, mas no esmalte dentário ambas as propriedades se encontram combinadas com um grande nível de sucesso, contribuindo para a manutenção da forma do tecido mineral e sua função durante o processo de mastigação (Lucas et al., 2015).

2.5 – Propriedades Óticas do Esmalte

A cor de um dente é influenciada pela combinação da sua coloração intrínseca e pela presença de coloração extrínseca que se pode formar à superfície do mesmo. A pigmentação intrínseca é determinada pela forma como a luz é dispersa e absorvida à superfície do dente e também pelas diferentes estruturas que o constituem. O esmalte é um material naturalmente translucido, pelo que a luz incidente sobre o mesmo segue caminho irregulares até alcançar a visão do observador. O esmalte não obscurece totalmente a cor da dentina subjacente, pelo que este tecido duro acaba por ter um papel determinante na cor geral da peça dentária. Já a pigmentação extrínseca é determinada pela formação de zonas pigmentadas entre a película adquirida presente na superfície do esmalte, e pode ser influenciada, por exemplo, por uma incorreta técnica de escovagem, produtos tabágicos, idade ou exposição a sais de clorohexidina (Joiner & Luo, 2017).

3. Cor

É importante perceber o significado de “cor”, pelo que ajuda distinguir entre cor física e cor percebida, sendo a última a que mais interessa ao consumidor. O sinal físico é a distribuição espectral da luz ao atingir o olho após o dente ser iluminado (Pan & Westland, 2018). A percepção da cor dentária é um fenómeno complexo e pode ser influenciada por vários fatores que incluem, o tipo de luz incidente, reflexão e absorção

da luz pelo dente, estado de adaptação do observador e contexto de observação do dente (Joiner et al., 2008).

3.1 A Cor Aplicada à Medicina Dentária

A estética e cor dentária são um tópico importante tanto para o médico dentista (MD) como para o paciente, e estão associados a um aumento pela procura de tratamento estéticos, inclusive branqueamento dentário. Enquanto o profissional de saúde deseja conseguir escolher o correto tom para um material restaurador de forma a mimetizar a estrutura natural de um dente, ou avaliar a eficácia entre diferentes sistemas branqueadores, o paciente / consumidor procura uma melhoria para o seu sorriso, de forma a aumentar a sua confiança e autoestima (Joiner & Luo, 2017; Pan & Westland, 2018).

A aplicação da ciência da cor à medicina dentária permitiu a descrição precisa de cor e branqueamento dentário e, conjuntamente com instrumentos de medição da cor (como são exemplo espectrofotómetros, colorímetros, espectrorradiómetros e sistema de imagem digitais), estes parâmetros tornaram-se quantificáveis de uma forma reprodutível. É assim possível avaliar a cor dentária e a sua distribuição entre diferentes populações, sendo geralmente encontradas alterações nos parâmetros de sexo e idade, mas não na etnia (Joiner & Luo, 2017). Estudos psicofísicos relativos a este tema indicam ainda que imagens associadas a dentes mais brancos levam a julgamentos mais positivos no que concerne a traços de personalidade como competência social, habilidade intelectual e inter-relacional (Daneshvar et al., 2015).

Um questionário sobre qualidade de vida e saúde oral destinado a jovens adultos reportou que a cor dentária foi uma das maiores preocupações apontadas e, em geral, a insatisfação para com a cor dentária tem sido associada a um aumento pela procura de tratamentos que melhorem a estética dentária, o que inclui o branqueamento dentário (Joiner & Luo, 2017).

4. Pigmentação Dentária

A pigmentação dentária é um fator estético desagradável e que cria uma ampla gama de problemas, o que leva os pacientes e profissionais de saúde oral a despenderem tempo e

dinheiro (Rodríguez-Martínez et al., 2019). O branqueamento de dentes com aparência escurecida é um dos procedimentos dentários mais praticados a nível global, visto que dentes mais brancos são esteticamente mais desejados na maioria das culturas (Zhao et al., 2019).

A pigmentação é classificada como extrínseca ou intrínseca (Tabela 1), sendo as manchas extrínsecas causadas pela acumulação de resíduos na superfície do dente, e as intrínsecas causadas pela coloração do próprio esmalte ou dentina (Perdigão, 2016). Vários métodos e técnicas têm sido usados na remoção de manchas da superfície dentária, de forma a alcançar um efeito branqueador. Em geral, este efeito pode ser conseguido através da remoção de pigmentação extrínseca e intrínseca com recurso a produtos de branqueamento à base de peróxido, juntamente com a utilização de materiais abrasivos através de profilaxia dentária e dentífricos (Li, 2017). Para ambos os tipos de pigmentação, o branqueamento com peróxido de hidrogénio (H₂O₂) é o tratamento mais comum (Perdigão, 2016).

Tabela 1 - Classificação geral da pigmentação dentária. (Adaptado de (Rodríguez-Martínez et al., 2019))

PIGMENTAÇÃO DENTÁRIA		
Classificação Geral	Subgrupos	Exemplos
PIGMENTAÇÃO EXTRÍNSECA	Coloração Direta	Taninos encontrados no chá, café e outras bebidas podem promover a coloração acastanhada na superfície do dente; O fumo do tabaco é conhecido por causar manchas escuras e pigmentação preta; A higiene oral está envolvida na descoloração extrínseca direta por acumulação de placa, cálculo e partículas de comida, que causam manchas castanhas e pretas.
	Coloração Indireta	Colutórios de clorhexidina e de cloreto de cetilpiridínio são muito eficazes no controlo de placa e gengivite, mas podem causar maior deposição de manchas extrínsecas.
	Desordens Metabólicas	Hiperbilirrubinemia congénita é caracterizada por coloração amarela-esverdeada, causada pela deposição de pigmentos de bilis em tecidos dentários duros durante o processo de calcificação.
PIGMENTAÇÃO INTRÍNSECA	Tratamentos Médicos	As tetraciclina quelam para formar complexos com iões de cálcio à superfície dos cristais de hidroxiapatite, e o dente afetado tende a adquirir coloração amarela acastanhada.
	Doenças Hereditárias	A dentinogênese imperfeita é uma desordem da dentina hereditária. Surge com uma aparência cinzenta arroxeada e é o resultado da absorção de cromogénios pela dentina porosa após a sua exposição.
	Doenças Idiopáticas	Hipomineralização incisivo-molar é uma condição de etiologia desconhecida, caracterizada por severa hipomineralização do esmalte na zona dos incisivos e primeiros molares permanentes. O esmalte apresenta-se assimétrico, e podem surgir áreas amarelas ou castanhas.
	Casos Traumáticos	Hipoplasia do esmalte, produtos de hemorragia pulpar e reabsorção radicular.

5. Branqueamento Dentário

O branqueamento é um processo que envolve um agente oxidativo, responsável por alterar a absorção e reflexão natural da luz de um determinado material/estrutura, aumentando o seu valor (“*witheness*”) (Elawsya et al., 2021).

A medicina dentária estética tem evoluído consoante exigência dos pacientes que se encontram cada vez mais interessados por esta área (Alkahtani et al., 2020; Engle et al., 2010). A procura por um sorriso mais estético tem redirecionado não só médicos dentistas

como cientistas na procura e formulação de tratamentos minimamente invasivos, dos quais é exemplo o branqueamento dentário. Desta forma, o branqueamento dentário pode ser considerado uma alternativa viável e segura a tratamentos mais invasivos e agressivos para o tecido dentário (como facetas ou coroas) quando o objetivo principal se baseia num ganho estético (Alkahtani et al., 2020; Halabi et al., 2020).

O branqueamento dentário é um método conservador e eficaz de branquear dentes escurecidos e tem sido utilizado na medicina dentária ao longo dos últimos séculos. Durante o seu desenvolvimento, a observação e pesquisa de diferentes materiais e técnicas permitiu aos profissionais de saúde introduzir um método de branqueamento que é agora seguro, eficaz e previsível, ao mesmo tempo que procura preservar a estrutura dentária e melhorar a estética das restaurações e do sorriso do paciente. O futuro será certamente continuar a inovar, tendo por base os atuais parâmetros (Perdigão, 2016).

5.1 – Enquadramento Histórico

Desde a segunda metade do século 19 que existem relatos de branqueamento em dentes não vitais com recurso a cloreto de lima, ácido acético, entre outros agentes oxidantes que atuavam direta ou indiretamente na pigmentação dentária (Rodríguez-Martínez et al., 2019).

Os efeitos do peróxido de carbamida (PC) na dentição foram descobertos durante a 1ª Guerra Mundial, quando este agente era usado como antiséptico para tratar a gengivite ulcerativa necrosante. Esta descoberta ganhou maior evidência quando, em 1962, Klusmier, um ortodontista da época, introduziu a utilização de um gel com peróxido de carbamida para tratar o periodonto inflamado durante o tratamento ortodôntico, o que levou à acidental descoberta do efeito branqueador dos peróxidos sobre o esmalte, e à possibilidade de estes serem utilizados como agentes branqueadores (& Millar, 2015; Perdigão, 2016). A pesquisa foi continuada e, em 1989, é lançada a primeira publicação sobre branqueamento dentário, “*Nightguard Vital Bleaching*”, por Haywood and Heymann, que utilizavam um gel de peróxido de carbamida a 10% em moldeiras personalizadas a cada paciente. No final dos anos 80, os primeiros produtos de branqueamento (tanto em consultório, como produtos de venda livre) foram introduzidos no mercado dos Estados Unidos de forma a corresponder à exigência do público que procurava um sorriso mais estético (Banerjee & Millar, 2015).

Desde então, a fórmula dos agentes branqueadores tem vindo a sofrer melhorias, como é exemplo a adição de carbopol (carboxipolimetileno) para aumentar a viscosidade do gel e permitir que o mesmo permanecesse na moldeira mais tempo. Como forma de prevenção da erosão, vários tipos de fluoretos têm sido adicionados, bem como alguns dessensibilizantes, pois a sensibilidade dentária torna-se, por vezes, impeditiva do paciente continuar o tratamento (Wang et al., 2015).

5.2 – Agentes Branqueadores

Os produtos de branqueamento dentário podem conter peróxido de hidrogénio como agente ativo, glicerina como transportador, carbopol como agente espessante e, por fim, vários agentes aromatizantes (Alkahtani et al., 2020).

. Peróxido de Hidrogénio

O peróxido de hidrogénio é um composto químico com duas ligações simples de oxigénio. À temperatura e pressão ambiente é um líquido incolor, de sabor amargo, e tem uma densidade um pouco superior à da água. É altamente solúvel em água, tornando o pH do meio ácido. Como característica estrutural, possui eletrões desemparelhados e, desta forma, é um forte agente oxidante, bastante reativo, e com capacidade de danificar várias moléculas e compostos. O H_2O_2 é capaz de oxidar uma grande variedade de compostos orgânicos e inorgânicos, sendo os mecanismos destas reações variáveis e dependentes do substrato, do ambiente da reação e do processo de catálise. Na área da saúde oral, o H_2O_2 é utilizado nos procedimentos de branqueamento dentário por possuir moléculas de oxigénio reativas. O H_2O_2 pode ser aplicado diretamente ou produzido através da reação química do peróxido de carbamida (Kwon & Wertz, 2015; Perdigão, 2010)

. Peróxido de Carbamida

O peróxido de carbamida decompõe-se em peróxido de hidrogénio e ureia. A decomposição de peróxido de carbamida numa concentração de 10%, origina aproximadamente uma concentração de 3,5% de peróxido de hidrogénio e 6,5% de ureia (Figura 3). Apesar do PC possuir uma elevada estabilidade química e ser bastante utilizado na prática clínica, o composto ativo do branqueamento continua a ser o H_2O_2 (Aschheim KW, 2015).

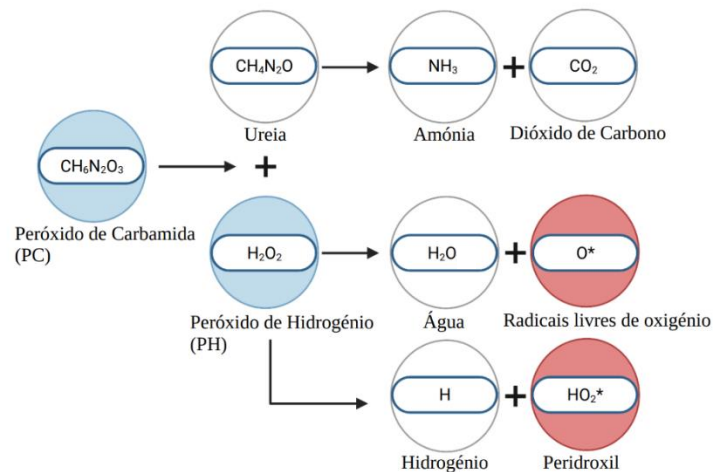


Figura 3 – Ilustração esquemática da formação do peróxido de hidrogénio e ureia através do peróxido de carbamida. O H_2O_2 vai depois separar-se em água e radicais livres de oxigénio, que degradam ativamente os cromogénios. Em níveis de $pH > 7$, o H_2O_2 tende a formar água e peridroxil, o que pode levar a melhores resultados branqueadores comparativamente aos radicais livres. (Adaptado de (Alkahtani et al., 2020))

5.3 – Mecanismo de Ação

Se a procura por tratamentos branqueadores tem aumentado, também a diversidade de produtos e técnicas sofreram um aumento na tentativa de acompanhar a exigência do público. Desta forma, é importante estar ciente dos mecanismos de ação dos peróxidos e da sua forma de promoverem e alcançarem o branqueamento dentário (Perdigão, 2016).

A estabilidade estrutural do PC permite que se degrade lentamente, o que leva a um processo ativo de branqueamento mais prolongado quando comparado com o peróxido de hidrogénio. O H_2O_2 é um composto instável que se decompõe em água e em radicais livres de oxigénio, radicais estes que degradam ativamente os cromogénios (Aschheim, 2015).

O branqueamento ocorre, assim, através do processo de degradação dos cromogénios presentes na estrutura dentária. Os cromogénios são a causa da pigmentação dentária e

podem encontrar-se como grandes compostos orgânicos de dupla ligação, ou como compostos metálicos. Os radicais livres de oxigênio, libertados pelo peróxido de hidrogênio, ao reagirem com os cromogêneos orgânicos, quebram a dupla ligação destes compostos, o que resulta numa redução da pigmentação dentária. Os cromogêneos tornam-se, então, compostos mais leves e, já sem a dupla ligação, formam, por fim, álcoois – facilmente elimináveis e solúveis em água (Rodríguez-Martínez et al., 2019) (Carey, 2014).

A “Teoria do Cromogéneo”, baseada na descrição anterior da interação que ocorre entre o peróxido de hidrogênio e os cromogêneos orgânicos presentes na estrutura dentária, é o mecanismo mais aceite para perceber o papel dos peróxidos no efeito branqueador. Os cromogêneos têm áreas ricas em eletrões, pelo que quando espécies de oxigênio reativas – como é exemplo o peróxido de hidrogênio – encontram as moléculas responsáveis pela pigmentação – os tais cromogêneos orgânicos – convertem-nas em cadeias de cromogêneos de estrutura simples, o que altera as propriedades óticas do dente e diminui a aparência da pigmentação (Kwon et al., 2012; Perdigão, 2016).

Para facilitar o entendimento relativamente ao branqueamento dentário, é possível separar a “Teoria do Cromogéneo” e o processo que lhe é inerente em três fases distintas (Figura 4): 1) Difusão – o movimento do agente branqueador, desde a sua aplicação na superfície dentária até ao esmalte e dentina; 2) Interação – interação das moléculas da pigmentação com o peróxido de hidrogênio a partir da sua penetração na estrutura dentária; 3) Alteração da superfície e da cor – alterações micromorfológicas induzidas na superfície do dente pelos materiais à base de peróxido, o que pode induzir a mudanças estruturais e óticas. O resultado final destas três fases vai ser perceptível através da mudança final de cor, após termino do tratamento (Perdigão, 2016). Idealmente, os agentes branqueadores devem maximizar o branqueamento, enquanto minimizam os danos à estrutura dentária, pelo que investigar os efeitos do peróxido em cada umas das fases, vai permitir um melhor conhecimento e otimização do processo de branqueamento dentário (Kwon & Wertz, 2015).

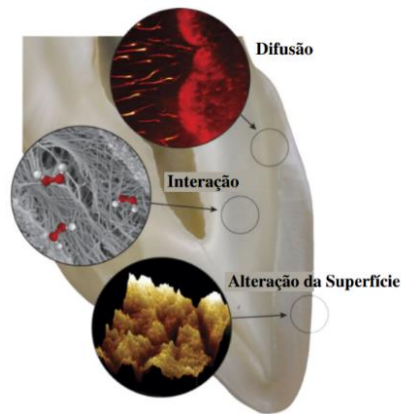


Figura 4 – Ilustração das 3 fases do mecanismo de ação dos peróxidos - a dinâmica de difusão e interação dos agentes branqueadores e as alterações que provocam na superfície dentária. (Adaptado de (Kwon & Wertz, 2015).

5.4 – Técnicas de Branqueamento Dentário

Ao longo do tempo surgiram variados sistemas de branqueamento. A sua classificação tem sido realizada de acordo com diferentes parâmetros que dependem do agente branqueador em utilização, da sua concentração, da forma de aplicação e da periodicidade da mesma (Rodríguez-Martínez et al., 2019).

5.4.1 – Em Dentes Vitais

Na prática clínica atual da medicina dentária, são empregues três técnicas distintas para o branqueamento de dentes vitais: 1) branqueamento em consultório (*In-Office*) 2) branqueamento em casa (*At-Home*), através de uma moldeira personalizada 3) branqueamento com produtos de venda livre (*Over-The-Counter*), como por exemplo tiras, géis ou adesivos. Com o aumento da procura por este tipo de tratamento e a necessidade de um produto com um custo mais baixo, começaram a surgir na internet protocolos de auto-branqueamento (“*Do It Yourself*” - DIY), com recurso a ingredientes naturais como o limão, maçãs e morangos (Halabi et al., 2020; Oz & Kutuk, 2018; Perdigão, 2016).

Durante o branqueamento *In-Office*, o médico dentista está encarregue da aplicação do gel de branqueamento, sendo a aplicação do produto realizada em consultório. Já no branqueamento em casa, o produto de branqueamento é receitado pelo MD, bem como a realização da moldeira personalizada, mas a aplicação do gel de branqueamento é feita pelo paciente (Halabi et al., 2020; Oz & Kutuk, 2018).

Atualmente, tanto nos branqueamentos de modalidade “em consultório” como “em casa” são permitidas a utilização de iguais concentrações de peróxido de hidrogénio ou de carbamida, com um máximo de 16,6% de PC, que corresponde a 6% de H₂O₂.

5.4.1.1 – Branqueamento em Consultório (*In-Office*)

De acordo com as regulações da União Europeia, a técnica de branqueamento em consultório só pode ser efetuada por médicos dentistas ou por profissionais da área de saúde oral diretamente supervisionados por um médico dentista.

Nesta técnica, um gel branqueador com concentrações de H₂O₂ que variam 3 e 6% é aplicado por um curto período de tempo (45 minutos – 1 hora) (Alkahtani et al., 2020). Devido ao uso de peróxido, torna-se necessário proteger os tecidos moles da cavidade oral da ação dos agentes oxidantes, seja com recurso a dique de borracha ou gel protetor. A proteção ocular tanto do paciente como do médico dentista deve também ser considerada (Bruzell et al., 2013).

As vantagens desta técnica incluem compromisso mínimo por parte do paciente. É importante referir que esta técnica se torna igualmente vantajosa em certos setores da população: em pacientes idosos que possam considerar conveniente a aplicação em consultório; em pacientes mais jovens que tenham de ser monitorizados durante o processo; em pacientes que não consigam tolerar qualquer tipo de moldeira (Bruzell et al., 2013; da Costa et al., 2010). No entanto, o preço elevado, o tempo de ocupação de cadeira e a necessidade de combinar esta técnica com o branqueamento em casa são algumas das suas desvantagens, bem como hipersensibilidade referida pelas pacientes e, por vezes, surgimento de úlceras nos tecidos moles (Dias et al., 2016).

5.4.1.2 – Branqueamento em Ambulatório (*At-Home*)

O branqueamento dentário realizado em casa é prescrito pelo médico dentista e administrado pelo paciente, e pode ser realizado tanto durante o período diurno (*At-Home Day Whitening Techniques*) em intervalos de 2 a 4 horas, como durante o período noturno (*Night-Guard Vital Whitening*) em intervalos de 8 a 10 horas. Esta técnica de branqueamento recorre à aplicação de um gel de branqueamento – geralmente, 10 % de PC – sobre uma moldeira personalizada, que é depois utilizada pelo paciente no período do dia escolhido, durante 2 a 6 semanas (Alqahtani, 2014). O PC é mais indicado para aplicações noturnas devido à sua elevada estabilidade, mas é importante ter em conta o tempo de exposição limite ao PC, pois após duas horas de tratamento apenas 50% do

agente branqueador se divide nos seus componentes ativos. Além disso, os estudos demonstram que a eficácia do tratamento branqueador atinge um limiar às seis semanas, independentemente da concentração utilizada (Rodríguez-Martínez et al., 2019).

O branqueamento dentário em casa com utilização de moldeira personalizada durante o período da noite é considerado o “*gold standard*” do tratamento branqueador e bastante prescrito pelos médicos dentistas (Alqahtani, 2014). No entanto, a técnica *At-Home* requer um maior número de passos para obter sucesso: é necessário fabricar moldeiras com o formato correto, o paciente deve ser instruído relativamente à colocação das moldeiras e remoção dos excessos de gel de branqueamento e, por fim, é necessário um maior compromisso por parte do paciente para a obtenção dos resultados expectáveis (Bruzell et al., 2013).

5.4.1.3 – Técnica Combinada *In-Office* e *At-Home*

A técnica combinada tem como pressuposto a união das duas técnicas anteriormente referidas, pelo que se sugere a associação dos procedimentos realizados em consultório com os procedimentos realizados em ambulatório. A combinação pode ter como objetivo a aceleração do tratamento branqueador ou em casos de pigmentação dentária mais resistente à ação dos peróxidos, no entanto não parece haver relevância clínica que demonstre o efeito benéfico desta técnica (Rezende et al., 2016; Rodrigues et al., 2018)

5.4.1.4 – Produtos de Venda Livre (*Over-the-Counter*)

Os produtos de branqueamento de venda livre podem ser adquiridos e aplicados sem a supervisão de um MD e são utilizados em larga escala pelos pacientes (Rodríguez-Martínez et al., 2019). O gel branqueador está normalmente disponível em moldeiras plásticas descartáveis, em tiras plásticas desenhadas para se adaptarem às zonas vestibulares e linguais dos dentes, ou incorporado em pastas dentífricas ou colutórios. Os agentes branqueadores ativos que estão presentes nos produtos de venda livre são normalmente o H₂O₂ ou PC, no entanto, as restrições legais europeias (Diretiva 2011/84/EU) só permitem agora percentagens inferiores a 0,1% de H₂O₂ nestes produtos (Buchalla & Attin, 2007).

Este sistema de branqueamento é fácil de usar e relativamente seguro e pode ser considerado uma boa opção para pacientes que não podem utilizar nenhum dos outros sistemas. No entanto, tem um baixo potencial de ação quando comparado com as técnicas de branqueamento em consultório ou em casa, pois apresenta apenas concentrações

residuais (<0,1%) de produtos de branqueamento e reduzido tempo de contato e exposição (Buchalla & Attin, 2007). Outra desvantagem destes produtos encontra-se no seu uso indiscriminado e utilização inapropriada por pacientes sem diagnóstico de pigmentação dentária. Além disso, a pigmentação dentária pode ser um efeito secundário de uma doença por diagnosticar, e um uso em excesso destes produtos pode provocar danos na superfície do esmalte, não existindo qualquer tipo de monitorização (Perdigão, 2016). Estes produtos podem influenciar negativamente a adesão do compósito, pelo que é necessário um controlo por parte do médico dentista relativamente à utilização deste sistema pelos seus pacientes, o que nem sempre é fácil com esta modalidade de branqueamento (Kossatz et al., 2011). Assim, a técnica de branqueamento realizada em casa e supervisionada pelo médico dentista deve ser a primeira escolha de tratamento, apesar da preferência e decisão do paciente ser sempre preponderante.

É da responsabilidade do médico dentista educar a população sobre as vantagens e desvantagens das diferentes modalidades de branqueamento. O profissional de saúde deve ser capaz de sugerir e informar o paciente consoante as suas necessidades ou preferências, ao mesmo tempo que valida o processo de controlo e monitorização do tratamento.

5.4.2 – Em Dentes Não – Vitais

O escurecimento de dentes não vitais e a posterior necessidade de um branqueamento podem ter várias causas, das quais são exemplo: estado de necrose pulpar, hemorragia pulpar devido a trauma, remanescente de tecido pulpar após procedimento endodôntico, material restaurador presente na câmara pulpar, envelhecimento e/ ou reabsorção radicular (Machado et al., 2021).

As técnicas de branqueamento para o tratamento de dentes unitários escurecidos e dentes endodonciados têm vindo a evoluir no sentido da máxima segurança e previsibilidade, existindo para o efeito várias versões disponíveis (Greenwall-Cohen & Greenwall, 2019). Atualmente, o processo envolve o uso de agentes oxidantes na porção coronária de um dente tratado endodonticamente de forma a remover a pigmentação dentária. Os agentes de branqueamento utilizados mais frequentemente são também o peróxido de hidrogénio e o peróxido de carbamida (Plotino et al., 2008).

5.4.2.1 – Branqueamento Interno (*Walking Bleach Technique*)

De entre as várias técnicas existentes para o branqueamento de dentes não vitais, o branqueamento interno ou *walking bleach* é uma opção viável e que consiste na aplicação do agente branqueador dentro da câmara pulpar. De seguida, esta é encerrada com recurso a uma restauração provisória de forma a manter no seu interior o produto oxidante (Machado et al., 2021).

5.4.2.2 – Branqueamento Externo

Os dentes endodonciados que tenham sofrido um processo de escurecimento não respondem, normalmente, ao tratamento típico de branqueamento externo com recurso a moldeira personalizada. No entanto, em casos clínicos de escurecimento recente da estrutura dentária, a técnica de branqueamento em casa pode demonstrar resultados satisfatórios, estando o prognóstico dependente da natureza e duração da pigmentação (Perdigão, 2016).

5.4.2.3 – Técnica Combinada

Outra das técnicas utilizadas é a combinação do branqueamento interno com o branqueamento externo – o protocolo clínico implica a aplicação do agente branqueador tanto na face externa como na face interna (câmara pulpar) do dente a ser branqueado, à semelhança das técnicas descritas anteriormente (Izidoro et al., 2015).

5.5 – Fatores que Influenciam o Branqueamento Dentário

O efeito que o tratamento branqueador irá produzir depende de vários fatores, desde o pH dos agentes em causa e da sua concentração, assim como da temperatura do meio, da adição ou não de catalisadores e da escolha de uma fonte de luz como meio de ativação, apesar deste último fator ser controverso. O tipo e etiologia da pigmentação dentária, bem como da idade do paciente também são um fator a ter em conta (Kothari et al., 2019).

Os agentes de branqueamento demoram entre 5 a 15 minutos a penetrar o esmalte, passando, de seguida, para a dentina e atingindo, por último, a polpa. A dissociação do agente branqueador ativo vai ocorrendo até que atinja um limiar de ação – neste ponto, um aumento da concentração do gel de branqueamento traduzir-se-á apenas num risco aumentado de sensibilidade dentária e irritação gengival (Alkahtani et al., 2020).

5.6 – Indicações e Contraindicações

Existem poucas contra-indicações absolutas para a realização de um branqueamento dentário, porém, expectativas irrealistas do paciente, falta de compromisso para com o tratamento, gravidez e hipersensibilidade dentária são fatores que devem ser cuidadosamente avaliados antes de iniciar qualquer tipo de tratamento (Perdigão, 2016).

Se o paciente desejar dentes mais brancos ou se beneficiar de um branqueamento dentário em conjunto com um tratamento restaurador ou ortodôntico, o prognóstico vai depender apenas da natureza da pigmentação e das expectativas do paciente. A pigmentação de origem extrínseca responde melhor ao tratamento, mas mesmo quando a coloração é de origem intrínseca, o branqueamento dentário pode ser efetivo através de um planejamento e tempo de tratamento adequados, um correto acompanhamento por parte do MD e compromisso por parte do paciente (Ferracane et al., 2013; Perdigão, 2016).

5.7 – Riscos e/ou Efeitos Secundários Associados

Apesar de todo o conhecimento já adquirido, estes materiais apresentam efeitos secundários quando da sua aplicação na cavidade oral, nomeadamente a nível da estrutura dentária e da mucosa oral. O uso indiscriminado de agentes branqueadores pode afetar os tecidos duros e moles da cavidade oral causando, por exemplo, hipersensibilidade dentária, processos de reabsorção radicular, irritação gengival e alterações morfológicas no próprio dente – formação de poros, erosão, aumento da rugosidade na superfície dentária, alterações na estrutura mineral e redução da microdureza são alguns pontos a mencionar (Vasconcelos et al., 2017; Oz & Kutuk, 2018; Rodríguez-Martínez et al., 2019).

Os efeitos secundários podem ainda estar relacionados com o potencial efeito toxicológico que os agentes branqueadores apresentam devido aos radicais livres de oxigénio, bem como com a composição e concentração do agente branqueador, tempo de exposição e os seus valores de pH (Goldberg et al., 2010). Efeitos sistémicos como sensibilidade alérgica, efeitos tóxicos subagudos, genotoxicidade e carcinogenicidade não foram ainda reportados em humanos quando sob controlo de um profissional de saúde. Desta forma, muitos países alteraram a regulação relativamente aos produtos de branqueamento limitando a quantidade de peróxido disponível e, em muitos casos,

restringindo o seu uso apenas a médicos dentistas para que as doses de tratamento não se aproximem do nível de citotoxicidade (Gimeno et al., 2015).

Os radicais livres libertados durante os procedimentos branqueadores não afetam apenas as propriedades dos dentes, mas também as restaurações podem sofrer alterações a nível da microdureza, da rugosidade de superfície, cor e microinfiltração (Llena et al., 2017). A perda mineral após o branqueamento pode ainda reduzir a adesão entre os materiais restauradores e o esmalte, devido às mudanças sofridas a nível das propriedades mecânicas do esmalte e da dentina (Vasconcelos et al., 2017) - a diminuição da microdureza ou as moléculas de oxigénio residuais interferem com a formação de *resin tags* e inibem a polimerização de resina, o que afeta diretamente a resistência adesiva (RA). Adiar o procedimento adesivo e o tratamento restaurador com resina em cerca de 10 dias após branqueamento tem sido sugerido (Arumugam et al., 2014; Halim, 2018).

Apesar de diferentes estudos considerarem que fatores como tempo de aplicação ou concentração do tratamento poderem afetar o esmalte de diferentes formas, o essencial é a prescrição de um agente branqueador não ácido de baixas concentrações durante um curto período de tempo, de forma a minimizar os efeitos secundários dos agentes branqueadores (Alkahtani et al., 2020).

. Tecidos Moles

O peróxido de hidrogénio causa notórias alterações em vários tipos de células, pelo que o seu contacto com tecidos biológicos (como o tecido gengival, ligamento periodontal e tecido pulpar) durante o tratamento branqueador não é desejável. O contato direto do agente branqueador com os tecidos moles pode causar queimaduras químicas devido ao potencial cáustico do H₂O₂, levando ao surgimento de úlceras gengivais. O H₂O₂ pode ainda provocar alterações no tecido periodontal e levar a recessões gengivais (Perdigão, 2016).

. Tecidos Duros

. Dureza do Esmalte

O branqueamento dentário provoca vários efeitos adversos a nível do esmalte dentário,

tornando-o mais suscetível à deformação e à fratura, o que pode ser explicado pelo processo de oxidação sofrido pelos componentes orgânicos e inorgânicos deste tecido duro quando exposto a agentes branqueadores. Este processo promove alterações na morfologia do esmalte através do desenvolvimento de porosidades e *micro-cracks*, o que provoca, por último, uma redução na sua dureza (Klarić et al., 2013).

. Rugosidade da Superfície do Esmalte

Os constituintes libertados pela quebra do PC ou do H₂O₂ após o branqueamento, criam porosidades e cracks no esmalte, tornando-o mais rugoso e mais suscetível à pigmentação extrínseca quando avaliado *in vitro*. Este aumento de rugosidade pode ser afetado tanto pela concentração como pelo pH e tempo de aplicação do gel branqueador, assim como pelo agente espessante ácido carbopol (de Carvalho et al., 2020).

. Perda de superfície do Esmalte

O esmalte dentário é altamente permeável às moléculas de peróxidos. A maioria destes produtos apresentam um pH ácido, o que cria um ambiente erosivo e, ao mesmo tempo, contribui para a perda de matéria inorgânica do esmalte.

Os agentes remineralizantes oferecem várias vantagens após o tratamento branqueador, pelo que é recomendada a sua utilização durante ou após o mesmo (George et al., 2015).

. Adesão

Um dos efeitos adversos do branqueamento dentário é a diminuição da resistência adesiva entre materiais à base de resina e o esmalte e dentina imediatamente após a realização do tratamento, tanto em casos de tratamento branqueador vital como intra-coronário não vital (Halabi et al., 2020).

. Sensibilidade Dentária

Um dos efeitos secundários mais comuns e que ocorre com mais frequência devido a tratamentos branqueadores é a hipersensibilidade dentária. É o sinal clínico mais detetável e, por ser persistente e doloroso, causa preocupação ao médico dentista e desconforto ao paciente, levando-o, muitas vezes, a desistir do tratamento (Carey, 2014).

Na prática clínica, os métodos usados para minimizar o desconforto do paciente passam pela administração de analgésicos e/ou uso de agentes dessensibilizantes tópicos, que podem também ser incorporados na composição dos agentes branqueadores -vários tipos

de dessensibilizantes com diferentes mecanismos de ação podem ser utilizados, alguns com ação física de selamento dos túbulos dentinários, outros com ação neuronal que bloqueia a estimulação nervosa associada ao processo de modulação da dor (Carey, 2014; Perdigão, 2016).

5.8 - Legislação, Segurança e Toxicidade

A toxicidade dos agentes branqueadores está dependente da concentração de peróxido de hidrogénio, da composição do agente e da duração do tratamento (Plotino et al., 2008).

Desta forma, foram desenvolvidas diretrizes e políticas específicas na União Europeia para que o uso do peróxido de hidrogénio pudesse ser regulado e, assim, garantir a segurança pública e o bem-estar. Na UE, produtos que contenham valores entre 0.1% e 6% de peróxido de hidrogénio apenas podem ser vendidos a médicos dentistas, assegurando-se que é realizado um exame clínico rigoroso, que paciente é maior de 18 anos, e que a exposição a estes produtos é limitada. Já os produtos que contenham valores abaixo de 0.1% de H₂O₂, encontram-se disponíveis no mercado ao consumidor como produtos cosméticos., sendo que percentagens de H₂O₂ superiores a 6% estão proibidas de ser comercializadas na UE (OMD - 2013 - Diretiva 2011/84/EU).

6. Adesão

A adesão pode ser definida como a tendência dos átomos e moléculas se manterem próximos uns dos outros. Já a coesão envolve a união de matéria do mesmo tipo e pode ser descrita como a força coesiva de um material ou tecido. No caso da adesão, esta envolve a união de átomos e moléculas de origens distintas, e ambos os eventos são importantes e relevantes para a ciência dos materiais dentários (Marshall et al., 2010).

6.1 – Conceito de Adesão em Medicina Dentária

Qualquer processo descrito como adesão implica o envolvimento de um “aderente” ou “substrato”, ao qual é aplicado um “adesivo” que cria assim uma “interface”. Esta combinação é definida como “interface adesiva” e pode incluir duas ou mais interfaces. Na área de Dentisteria, os substratos podem ser variados (ex.: esmalte, dentina, amálgama, compósito, cerâmica, ionómero de vidro, etc.) e os adesivos podem ser de

interface singular (ex.: selantes ou união de cerâmica e metal) ou de interfaces múltiplas (ex.: união do compósito à dentina ou união de restaurações cerâmicas à estrutura dentária) – e qualquer interface pode incluir adesão e/ou coesão. A adesão e coesão podem ser categorizadas pelo tipo de união física, química e/ou mecânica que contribui para o processo de força da interface em questão, tendo em conta a união entre o aderente e o adesivo que ocorre no seio da mesma: as forças que caracterizam a união física são, geralmente, muito fracas; a união química é forte, mas difícil de produzir uniformemente em toda a interface; a união mecânica é a mais eficaz na criação de fortes interfaces adesivas (Marshall et al., 2010).

Nos últimos 40 anos, os adesivos dentários têm sofrido transformações substanciais na sua composição, tanto a nível químico como em número de componentes, de forma a acompanhar o desafio imposto pela adesão à dentina, principalmente. A adesão ao esmalte, por outro lado, tem-se mantido simples e consistente ao longo do tempo, desde a introdução da técnica de condicionamento ácido em 1955 por Michael Buonocore – a colocação de ácido fosfórico no esmalte alterou o curso da dentisteria restauradora e estabeleceu o início da dentisteria adesiva e preventiva, permitindo o seu avanço (Cadenaro et al., 2019; Perdigão et al., 2021). Assim, a adesão revolucionou a dentisteria restauradora contemporânea através de três inovadores avanços na sua pesquisa: 1) modificação da superfície dentária por condicionamento ácido, 2) desenvolvimento químico de compósito de resina à base de metacrilato, 3) desenvolvimento químico de resina hidrofílica. No geral, a adesão é adquirida quando os seguintes fatores estão presentes: superfície dentária limpa, boa molhabilidade de superfície, difusão dos monómeros de resina do sistema adesivo (SA) para o esmalte e dentina e uma adequada polimerização da resina (Bedran-Russo et al., 2017).

O principal objetivo nos procedimentos adesivos é conseguir alcançar um contato íntimo entre o material restaurador e os tecidos duros dentários. Para que ocorra uma adesão duradoura na cavidade oral, o adesivo líquido deve molhar o aderente sólido (promovendo a interação de ambos), a concentração de stress na interface adesiva deve ser reduzida ao mínimo e a interface deve estar protegida do contato com o meio oral, (pois o contrário é capaz de provocar a degradação da mesma) (Sezinando, 2014).

6.2 – Mecanismos Primários de Adesão

Os mecanismos adesivos primários de qualquer material que pretenda aderir ao tecido dentário, particularmente sistemas adesivos, envolvem vários aspetos: 1) superfície humedecida, 2) microrretenção (ou *interlocking* micromecânico), e 3) interação química. Para uma adesão duradoura, deve ser sempre realizado um esforço, aquando da prática clínica, para que se cumpram estes três pressupostos de forma otimizada (Van Meerbeek et al., 2020).

O humedecimento correto da superfície é um requerimento primário para que seja alcançada uma interface adesiva de qualidade entre o material adesivo e o substrato – para que um líquido se espalhe uniformemente numa superfície sólida, é necessário que a sua superfície de tensão seja inferior à energia livre de superfície do substrato, sendo o comportamento da molhabilidade determinado por ângulos de contacto que idealmente se aproximem de zero. São diversos os fatores determinantes para este mecanismo adesivo primário, de entre os quais se destacam: 1) rugosidade da superfície, 2) substratos com alta (ex: esmalte após sofrer condicionamento ácido) ou baixa (ex: *smear layer* coberta de dentina) energia de superfície, 3) efeitos promotores de adesão (ex: adesão em esmalte já com condicionamento ácido), 4) características hidrofílicas ou hidrofóbicas da superfície e 5) poros superficiais (ex: ar, humidade) que enfraqueçam a integridade da adesão (Van Meerbeek et al., 2020). Os detritos provocados pela instrumentação do tecido dentário – constituintes da *smear layer* –, e como referido acima, também interferem diretamente com a capacidade de humedecimento da superfície, à medida que esta camada é compactada entre o esmalte e dentina. É necessário diminuir a sua interferência na interface adesiva, seja através de pré-tratamento da cavidade com ácido fosfórico ou através de polimento com brocas de grão fino (Mine et al., 2017).

A microrretenção pode ser alcançada de duas formas – através da formação mecânica de micro-rugosidades ou de autocondicionamento ácido. A preparação cavitária com brocas torna a superfície mais áspera, ao mesmo tempo que remove a sua contaminação. Além disso, superfícies com baixa recetividade para a adesão, como são exemplo esmalte aprismático ou fluorótico e dentina esclerótica, precisam de aumentar a sua rugosidade ou até mesmo serem parcialmente / totalmente removidos (Van Meerbeek et al., 2020). O esmalte necessita inquestionavelmente de condicionamento com ácido fosfórico, o que permite criar a microrretenção necessária para uma adesão duradoura, ao mesmo tempo que remove interferências criadas pela formação da *smear layer*.

A interação química é o contacto mais íntimo que é possível obter entre átomos e moléculas e pensa-se que contribui especialmente para a durabilidade da adesão, ao permitir que a resistência adesiva se mantenha estável ao longo do tempo (Inoue et al., 2005).

6.3 – Adesão aos Tecidos Duros

A adesão ao esmalte e à dentina pode ser alcançada através de diferentes estratégias: a técnica *etch-and-rinse* (E&R) e a técnica *self-etch* (SE) ou *etch-and-dry*. Ambas as estratégias adesivas assentam no desenvolvimento de *tags* de resina microrretidos na superfície do esmalte, e na formação de uma camada híbrida ou zona de interdifusão (composta por fibras de colagénio desmineralizado, imersas na matriz adesiva resinosa, na interface adesivo – dentina). Além da retenção micromecânica, alguns sistemas adesivos *self-etch* são capazes de interagir quimicamente com o cálcio constituinte da hidroxiapatite que recobre o colagénio da dentina parcialmente desmineralizada (Cadenaro et al., 2019).

. Adesão ao Esmalte

A adesão ao esmalte de monómeros à base de metacrilato é bastante previsível e alcançável na maioria dos procedimentos adesivos restauradores. O mecanismo de adesão micromecânica é oferecido através da formação de *tags* e micro *tags* de resina na superfície desmineralizada do esmalte (Rosa et al., 2015).

O ácido fosfórico é o condicionante ácido de eleição para tecidos dentários. O ácido fosfórico aumenta a área de superfície, a energia de superfície e a molhabilidade do esmalte, que são propriedades físicas - chave para a infiltração da resina e posterior formação dos *tags* resinosos após o processo de fotopolimerização (Ozer & Blatz, 2013).

Apesar dos valores de resistência adesiva do esmalte não serem tão elevados quando comparados com os valores para a dentina, a resistência adesiva do esmalte é bastante estável devido à natureza do mesmo – elevada percentagem de constituintes inorgânicos e conteúdo mínimo de água. Pode-se mesmo afirmar que é inquestionável a necessidade de realizar um condicionamento ácido do esmalte antes da aplicação do sistema adesivo,

pois esta ação permite obter valores de RA mais altos com qualquer sistema adesivo contemporâneo, incluindo sistemas *self-etch* (Rosa et al., 2015).

. Adesão em Dentes Branqueados

Uma das potenciais desvantagens do branqueamento é a diminuição da resistência adesiva de materiais restauradores à base de resina após o tratamento branqueador. Esta diminuição tem sido associada ao oxigénio residual derivado do peróxido de hidrogénio presente no agente branqueador que permanece na estrutura dentária, o que pode afetar a polimerização dos monómeros adesivos (Arcari et al., 2007).

Várias alternativas podem ser aplicadas de forma a compensar este problema. Adiar o tratamento restaurador cerca de duas semanas após o término do tratamento branqueador parece permitir a recuperação da resistência adesiva e a realização da restauração com maior previsibilidade, ao permitir que os valores de RA ao esmalte branqueado se apresentem semelhantes a um substrato não branqueado. Se o procedimento restaurador não puder ser adiado, o uso de agentes antioxidantes pode compensar a inibição da conversão dos monómeros ao eliminar as moléculas residuais de oxigénio (Feiz et al., 2017).

6.4 – Os Sistemas Adesivos

O sistema adesivo consiste numa mistura de monómeros de resina à base de metacrilato, com uma ou duas pontas de terminação polimerizáveis, solventes orgânicos, um sistema fotoiniciador e também partículas de carga (Bedran-Russo et al., 2017).

Os sistemas adesivos dentários necessitam de conter diferentes partes capazes de preparar o substrato ao qual vão ser aplicados e, ao mesmo tempo, interagir com os diferentes componentes da superfície do dente, pois os monómeros de resina hidrofóbicos não conseguem infiltrar por si só os tecidos dentários hidrofílicos. Deste modo, os sistemas adesivos devem ser capazes de desmineralizar o esmalte e dentina, eliminar/alterar a *smear layer* (dependendo da estratégia adesiva adotada) produzida durante a preparação da cavidade, fornecer uma adequada molhabilidade à superfície desmineralizada, penetrar e infiltrar os monómeros do adesivo nas porosidades dos tecidos dentários, e permitir uma adequada polimerização dos componentes (Van Landuyt et al., 2007).

Por estas razões, os sistemas adesivos contêm: um componente ácido capaz de desmineralizar tanto o esmalte como a dentina; um *primer*, um composto formado por moléculas anfipáticas (apresentam características tanto hidrofóbicas como hidrofílicas); solventes, que vão favorecer a infiltração dos monómeros hidrofóbicos do adesivo, especialmente entre as fibras de colagénio da dentina, que são muito hidrofílicas (o *primer* penetra na superfície desmineralizada de dentina, tornando-a mais hidrofóbica para a união com o adesivo); um adesivo, também denominado por agente de adesão/união ou *bond*, é constituído por monómeros hidrofóbicos que infiltram as superfícies desmineralizadas, e que são capazes de criar interações micromecânicas entre o esmalte e a dentina por um lado, e co-polimerizar com os monómeros de compósito por outro – esta interação é responsável pela formação da interface adesiva entre o dente e o material de restauração ou cimentação, interface essa que deve ser insolúvel e resistente à degradação no meio ambiente oral (Breschi et al., 2018).

A química subjacente às resinas e sistemas adesivos deve cumprir com os requerimentos de adesão aos diferentes substratos dentários – esmalte, dentina e cimento. Os monómeros funcionais de resina hidrofílicos facilitam a infiltração da resina pela superfície húmida e desmineralizada da dentina, enquanto a sua parte de *cross-linking* hidrofóbico fornece a resistência mecânica, estabilidade e compatibilidade entre o sistema adesivo e a resina restauradora ou cimento resinoso (Bedran-Russo et al., 2017).

Semelhantes a todos os materiais resinosos, os sistemas adesivos também adquirem as suas propriedades finais através de um processo de polimerização, permitindo a formação de uma longa cadeia que transforma os monómeros iniciais em rígidos e fortes polímeros. Nos materiais fotopolimerizáveis, a polimerização pode ser obtida através da exposição dos monómeros adesivos a uma fonte de luz (ex: fotopolimerizador) com potência suficiente e comprimento de onda apropriado, que deve combinar com os comprimentos de onda absorvidos pelo fotoiniciador (geralmente canforoquinona) incluindo no sistema adesivo para este mesmo propósito (Ferracane et al., 2013).

Cada constituinte adicionado ao sistema adesivo, desde os monómeros de resina, aos solventes e fotoiniciadores e as partículas de carga, têm um propósito específico que, no final, deve permitir um aumento da resistência adesiva e uma redução da contração de polimerização (Cadenaro et al., 2019). Assim, a compatibilidade e proporções dos vários

componentes do sistema adesivo são essenciais para maximizar o seu desempenho. (Bedran-Russo et al., 2017).

Os sistemas adesivos permitem agora a realização de procedimentos dentários outrora considerados impossíveis sem a criação de grandes cavidades, e que sacrificavam, ao mesmo tempo, bastante estrutura dentária saudável (Cadenaro et al., 2019). Os adesivos universais e os compósitos de resina universais, são as inovações mais recentes na área dos materiais adesivos restauradores, fabricados no sentido de facilitar os procedimentos clínicos que envolvem restaurações adesivas diretas e indiretas (Perdigão et al., 2021). A Dentisteria adesiva está afeta à prática clínica diária da medicina dentária e é parte integrante de variados procedimentos, inclusive colocação de selantes, adesão de brackets ortodônticos, restauração direta de compósitos, cimentação de coroas, entre outros (Bedran-Russo et al., 2017).

6.4.1 – Classificação dos Sistemas Adesivos

Atualmente, os sistemas adesivos podem ser classificados pela forma como interagem com a *smear-layer* - 1) Remoção completa da *smear-layer* e desmineralização superficial do esmalte e dentina ou 2) Dissolução parcial da *smear-layer* e incorporação da mesma na interface adesiva. Etapas múltiplas ou simples estão disponíveis comercialmente para as duas categorias de conceitos principais, amplamente conhecidos como sistemas adesivos *etch-and-rinse* e *self-etch* (Bedran-Russo et al., 2017).

Normalmente, os três componentes principais de um sistema adesivo – lembrando, ácido, *primer* e *bond* – podem ser utilizados de forma individual (sistema adesivo *etch-and-rinse* de três passos), misturados em dois produtos distintos (sistema adesivo *etch-and-rinse* de dois passos e sistema adesivo *self-etch* dois passos) ou todos juntos num produto apenas (sistema adesivo *self-etch* de um passo). Atualmente, um dos objetivos principais da dentisteria é simplificar os procedimentos adesivos, através da redução do tempo clínico necessário para aplicação, bem como do número de passos requeridos. E foi com esta filosofia que se introduziram os sistemas adesivos universais ou multimodo, que podem ser utilizados como *self-etch*, *etch-and-rinse* ou condicionamento ácido seletivo (Ferracane et al., 2013).

Apesar das diferentes estratégias adesivas (Figura 5), do número de passos clínicos necessários e da variedade de produtos disponíveis no mercado, todos os sistemas

adesivos contêm componentes semelhantes. De entre as diferentes marcas disponíveis de sistemas adesivos, o que varia é a proporção de ingredientes, sendo esta a responsável pelas diferenças de ação apresentadas pelos mesmos (Van Landuyt et al., 2007).

6.4.1.1 - Sistemas Adesivo *Etch-and-Rinse*

Adesivos que removem a *smear layer* e *smear plugs* (túbulos dentinários obliterados por *smear layer*) associados são conhecidos como sistemas adesivos *etch-and-rinse* ou de condicionamento total (*etch-and-rinse*). A sua ação é baseada na reação do ácido fosfórico sobre o esmalte e dentina que, além de promover a remoção da *smear layer* e desmineralização total do esmalte, também descalcifica a camada mais superficial de dentina (1–5 µm) ao remover a hidroxiapatite que constitui estes tecidos duros. O ácido expõe ainda matriz de fibras de colagénio, que ficam embebidas em água após sofrerem condicionamento ácido (Perdigão et al., 2021).

Os sistemas *etch-and-rinse* necessitam da aplicação de ácido isolada dos outros constituintes, lavagem do mesmo e, de seguida, aplicação do *primer* e do adesivo, separadamente em dois passos ou de forma combinada num único passo (Bedran-Russo et al., 2017). Existem então dois tipos de sistemas adesivos *etch-and-rinse*: 1) sistema adesivo *etch-and-rinse* dois passos e 2) sistema adesivo *etch-and-rinse* três passos. Enquanto o primeiro inclui o ácido e a aplicação simultânea de uma solução hidrofílica de *primer* e adesivo resinoso, o segundo tipo de sistema realiza a aplicação separada dos três componentes mencionados, existindo o *primer* e o adesivo hidrofóbico em separado. O sistema adesivo Optibond FL (Kerr Corp., Orange, CA), um *etch-and-rinse* de três passos, continua a ser a referência para todos os sistemas adesivos E&R (Perdigão et al., 2021).

6.4.1.2 - Sistemas Adesivos *Self-Etch*

Os sistemas adesivos que não requerem condicionamento ácido nem aplicação de ácido de forma isolada são conhecidos como sistemas adesivos *self-etch*. Como alternativa, estes sistemas apresentam um *primer* ácido – não remove a *smear layer*, pelo que os resíduos são integrados na interface adesiva, ao mesmo tempo que promove uma ligeira descalcificação superficial da hidroxiapatite presente no esmalte e dentina. A capacidade de descalcificação e a profundidade até onde este processo ocorre, vai depender da acidez do *primer* em questão e que se pode apresentar como: muito fraco (pH ≥ 2.5), fraco (pH ≈ 2), médio (pH entre 1 e 2) e forte (pH < 1) (Perdigão et al., 2021).

A aplicação do *primer* ácido pode ser seguida da aplicação do adesivo, ou os dois componentes podem ser aplicados numa única formulação. Assim, e de acordo com os procedimentos clínicos necessários à aplicação de um sistema adesivo *self-etch*, este tipo de sistema pode ser dividido em: 1) sistema adesivo *self-etch* de um passo e 2) sistema adesivo *self-etch* de dois passos. O primeiro combina monómeros funcionais ácidos, monómeros hidrofílicos e hidrofóbicos, água e solventes orgânicos numa única solução, pelo que é necessária apenas um passo para a aplicação do sistema estar terminada. A segunda classificação deste sistema contém um monómero ácido que, simultaneamente, condiciona e atua como *primer* sobre a estrutura dentária, ao qual é aplicado de seguida o *bond* em separado (Bedran-Russo et al., 2017).

Existe uma grande variabilidade relativamente à adesão dos sistemas *self-etch* ao esmalte e dentina, o que reflete a variedade de ofertas e respetiva performance disponível atualmente no mercado. O desempenho clínico destes sistemas tem continuado a evoluir, particularmente com a técnica de condicionamento seletivo do esmalte, o que permite que o ácido fosfórico desenvolva a sua ação apenas sobre o esmalte antes do sistema adesivo ser aplicado a toda a estrutura dentária (Bedran-Russo et al., 2017). Os mesmos autores Bedran-Russo et al. (2017) recomendam a aplicação do sistema em questão recorrendo ao condicionamento seletivo do esmalte, o que melhora a adesão ao tecido dentário e selamento das margens da interface adesiva.

6.4.1.3 - Sistemas Adesivos Universais

Mais recentemente, surgiram os sistemas adesivos universais que podem ser aplicados ou como sistemas *etch-and-rinse* ou como *self-etch* (Bedran-Russo et al., 2017). Estes sistemas universais são semelhantes aos adesivos *self-etch*, por conterem na sua composição monómeros ácidos, e podem igualmente ser caracterizados pela sua interação com a hidroxiapatite dentinária (Ferracane et al., 2013).

Os fabricantes recomendam a utilização dos sistemas adesivos universais como sistemas adesivos *self-etch* de um passo ou como sistemas adesivos *etch-and-rinse* dois passos, quando o ácido fosfórico é utilizado numa etapa inicial para condicionar os tecidos duros (Perdigão & Swift, 2015).

A principal diferença entre os sistemas adesivos universais e o tradicional sistema adesivo *self-etch* de um passo, reside na presença de monómeros funcionais de fosfato e/ ou carboxil (no caso dos universais) – alguns destes monómeros são capazes de formar união

química com o cálcio da hidroxiapatite (Yoshihara et al., 2013). Outra importante característica é a possibilidade de recomendar estes sistemas adesivos em múltiplas situações clínicas que incluem restaurações diretas e indiretas, *primer* de zircônia e dessensibilizante dentinário (Perdigão et al., 2021).

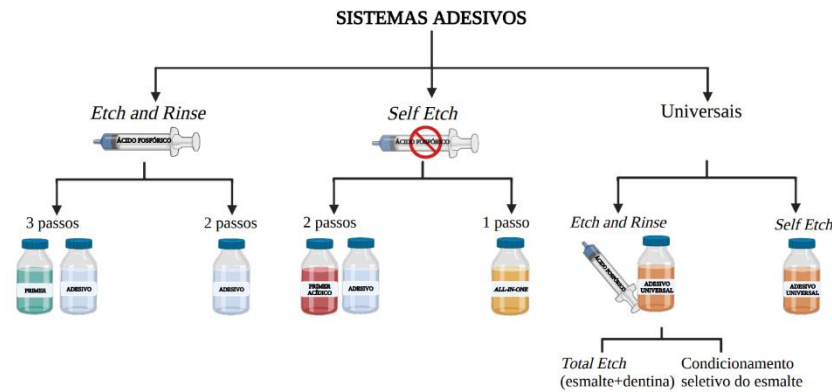


Figura 5 – Estratégias adesivas contemporâneas.

Melhorias significativas têm sido alcançadas ao nível da química e do manuseamento dos sistemas adesivos, o que ampliou o uso da dentisteria adesiva restauradora. No entanto, os sistemas adesivos continuam a implicar uma técnica sensível, sendo o uso correto do material o primeiro passo para se conseguirem bons resultados clínicos na adesão ao esmalte e dentina. A interface resina-dente está muito suscetível à degradação em meio oral, e tanto as bactérias e enzimas endógenas, como as limitações químicas inerentes ao material resinoso, limitam e determinam a longevidade das restaurações dentárias. O clínico deve permanecer atento às variações observadas nos tecidos dentários e manter-se atualizado relativamente às estratégias de otimização para uma mais informada tomada de decisão na escolha do melhor sistema adesivo e técnica de adesão (Bedran-Russo et al., 2017).

7. Agentes Antioxidantes

Após o branqueamento, a presença residual de radicais livres de oxigénio no esmalte, interfere com a polimerização dos materiais à base de resina, o que resulta numa diminuição da resistência adesiva, através da interferência provocada pelos peróxidos residuais na ligação esmalte-resina (Rodríguez-Barragué et al., 2021). Estes radicais são naturalmente eliminados entre períodos de 24 horas a três semanas, e a RA ao esmalte é naturalmente restabelecida. Um período mínimo de sete dias é sugerido em vários estudos

antes de se realizar qualquer procedimento adesivo, no entanto, este adiamento pode resultar em inconvenientes para a prática clínica (Rodríguez-Barragué et al., 2021), pois segundo Olmedo et al. (2021) os pacientes requerem frequentemente os tratamentos restauradores imediatamente após o branqueamento (como são exemplo a cimentação de *brackets* e restaurações classe IV).

Desta forma, diferentes estratégias têm sido propostas para evitar o período de espera acima mencionado – colocação de álcool no esmalte branqueado antes da aplicação de compósito, remoção da camada superficial de esmalte, utilização de sistemas adesivos que contenham solvente orgânico ou a utilização de agentes antioxidantes (Elawsya et al., 2021). Estas técnicas tendem a melhorar a adesão ao esmalte branqueado, de entre as quais se destaca o tratamento com antioxidantes, por exemplo, ascorbato de sódio (AS) (Shahi et al., 2020).

Um antioxidante pode ser definido como uma substância que, mesmo em baixas concentrações, em contato com um substrato oxidável, inibe a sua oxidação. O uso de antioxidantes para consumo de radicais livres após o branqueamento dentário foi inicialmente proposto por Rotstein em 1993, que reportou o efeito da enzima catalase (enzima intracelular, produzida pela maioria dos seres vivos e responsável pela decomposição do peróxido de hidrogénio) após branqueamento dentário interno (Lopes et al., 2018). Desde essa altura, diferentes agentes antioxidantes e protocolos de aplicação têm vindo a ser investigados e desenvolvidos.

O uso de agentes antioxidantes permite assim reestabelecer a estética imediatamente após a aplicação de um produto branqueador, ao reverter os efeitos secundários associados à influência do branqueamento sob as resinas, pelo que permite a realização de procedimentos adesivos após este tipo de tratamento (Elawsya et al., 2021). Estes agentes desempenham um papel protetor contra as reações de radicais livres, ao acelerarem a remoção de oxigénio residual da estrutura dentária após branqueamento (Olmedo et al., 2021).

7.1 – Tipos de Agentes Antioxidantes

No corpo humano, os antioxidantes atuam para neutralizar o stress oxidativo. Os antioxidantes podem ser classificados como enzimáticos ou não-enzimáticos (de acordo com a estrutura molecular), e também como naturais ou sintéticos (de acordo com a sua

origem). Os antioxidantes podem ainda ser classificados de acordo com a ação que desempenham sobre os radicais livres – neste caso, existem antioxidantes denominados “*scavenger*” que modificam um determinado radical livre para um mais fraco, e antioxidantes “*quencher*” que neutralizam integralmente o radical livre (Shalaby & Shanab, 2013).

O antioxidante mais investigado das últimas décadas é o ascorbato de sódio, um antioxidante sintético, neutro e não tóxico, capaz de degradar peróxido de hidrogénio e melhorar a adesão ao esmalte branqueado (Murad et al., 2016). Os benefícios da utilização de agentes antioxidantes naturais também têm sido investigados *in vitro*, com a aplicação de, por exemplo, alfa-tocoferol (Vitamina E), extrato de semente de uva, extrato de chá verde, licopeno e extrato de casca de pinheiro como um tratamento viável após branqueamento dentário (Feiz et al., 2017; Murad et al., 2016).

É importante enfatizar a heterogeneidade de metodologias aplicáveis na utilização de agentes antioxidantes na Medicina Dentária, ao existirem disponíveis variados compostos passíveis de serem utilizados clinicamente em diferentes formas (solução ou gel), concentrações, ou tempos de aplicação, o que influencia a sua eficácia e resultados. A análise e comparação destes mesmos agentes entre si torna-se necessária, de forma a estabelecer o protocolo mais adequado para restabelecimento da resistência adesiva de uma restauração ao esmalte após branqueamento. Além deste aspeto, o tipo de estratégia branqueadora, assim como o agente adesivo utilizado, podem igualmente influenciar os resultados da adesão (Elawsya et al., 2021; Rodríguez-Barragué et al., 2021).

7.1.1 – Ascorbato de Sódio

O ascorbato de sódio, um sal extraído do ácido ascórbico (Vitamina C), é um composto não enzimático e uma forma biodisponível da Vitamina C. O mecanismo de defesa primário do AS é evitar a formação de radicais livres, ao promover a aceleração de remoção do oxigénio residual (Shalaby & Shanab, 2013). O ascorbato de sódio é biocompatível e hidrossolúvel e apresenta pH neutro, o que permitiu a sua difusão para a indústria alimentar e para fins de utilização oral. Os efeitos do tratamento do ascorbato de sódio como antioxidante estão dependentes de várias condições: 1) concentração do agente branqueador; 2) concentração do antioxidante; 3) tempo de aplicação do

tratamento com o antioxidante; 4) tempo de contato com o antioxidante (Jung et al., 2017).

O Ascorbato de sódio apresenta benefícios para a qualidade da adesão de restaurações realizadas em dentes branqueados, tanto com a técnica de branqueamento *In-Office* como *At-Home* (Lima et al., 2011).

7.2 – Aplicabilidade e Limitações na Medicina Dentária

Os antioxidantes repõem o potencial *redox* alterado dos substratos de adesão oxidados, e permitem a progressão da polimerização dos adesivos sem a sua terminação prematura, contribuindo assim para a reversão da adesão anteriormente comprometida. Desta forma, a aplicação de variados agentes antioxidantes pode ser realizada na estrutura dentária, como alternativa ao atraso do procedimento adesivo após branqueamento dentário (Elawsya et al., 2021).

Esta ação dos agentes antioxidantes irá permitir uma melhor adesão da resina após um tratamento branqueador com peróxido de hidrogénio e uma maior eficiência clínica do tempo de utilização de cadeira tanto para médicos dentistas como para pacientes, ajudando a aumentar a retenção dos mesmos (Ismail et al., 2017).

8. Resistência Adesiva

A tecnologia dos sistemas dentários adesivos tem sofrido rápidos desenvolvimentos nos últimos anos. Os fabricantes continuam a introduzir novos sistemas adesivos, reivindicando a sua facilidade de uso e melhorias na composição e desempenho do adesivo (Heintze et al., 2015). Os testes que avaliam a resistência adesiva são usados mundialmente de forma a suportar estes aspetos, ao mesmo tempo que permitem comparar a eficácia da adesão entre diferentes sistemas à estrutura dentária (El Mourad, 2018).

São variados os testes necessários para avaliar e melhorar a performance dos materiais dentários, no entanto, o teste escolhido deve ser relativamente fácil de realizar e possível de repetir entre diferentes laboratórios e, por último, ser útil na previsão de resultados clínicos (Roeder et al., 2011). O teste de resistência adesiva aos sistemas adesivos é considerado um preditor confiável da longevidade das restaurações dentárias, mas

existem vários fatores capazes de afetar os resultados, pelo que a validade destes testes pode tornar-se questionável (El Mourad, 2018).

A abordagem mais comum realizada no teste à resistência adesiva passa por submeter várias amostras do mesmo dente a forças de cisalhamento ou de tração até ao ponto de fratura (Armstrong et al., 2010). O teste de microtração é o mais recomendado por Armstrong et al. (2017) como a melhor técnica de avaliação da retenção da restauração de compósito dentário, especialmente depois de submeter as espécies em amostra a um processo de envelhecimento.

8.1 – Avaliação da Resistência Adesiva

A adesão pode ser medida através de uma propriedade mecânica, como é o caso da resistência à tração (adesiva), mas também pode ser investigada a sua durabilidade e sucesso clínico. Os testes laboratoriais encontram-se divididos em estáticos e dinâmicos – nos testes estáticos, a carga é aplicada enquanto a amostra é mantida fixa (Van Meerbeek et al., 2010). Os testes estáticos estão subdivididos em “macro” e “micro” testes, de acordo com o tamanho da área aderida – os testes de macro resistência adesiva, que compreendem uma área de adesão maior do que 3mm^2 , podem ser medidos através de um protocolo de “cisalhamento” (“*shear*”), “tração” (“*tensile*”) ou “*push-out*”; já os testes de micro resistência adesiva compreendem áreas de adesão muito menores, iguais ou inferiores a 1mm^2 , e seguem protocolos de micro-cisalhamento (“*micro-shear*”), “micro-tração” (“*micro-tensile*”) e “*micro-push-out*” (Van Meerbeek et al., 2010).

8.1.1 – Teste de Microtração

O teste de microtração para avaliação da resistência adesiva foi introduzido em 1994 por Sano et al. Desde essa data, tem sido amplamente utilizado em variados laboratórios para testagem da RA sendo por isso o teste padrão mais versátil para análise da adesão. Juntamente com investigação morfológica e espectroscópica, este teste tem dado um grande contributo aos avanços dos sistemas adesivos na dentina, tendo uma capacidade discriminatória comparativamente ao tradicional teste de macro-cisalhamento da resistência adesiva (Sano et al., 2020).

Existem vários métodos de preparação para o seccionamento das micro-amostras, pelo que se podem produzir palitos “aparados” (“*trimmed*”) ou “não aparados” (“*non-trimmed*”) (Van Meerbeek et al., 2010). Os últimos são preferíveis quando o substrato é esmalte, pois podem ser preparados de forma mais conservadora, fácil e precisa, no entanto, os palitos “aparados” em forma de ampulheta na zona da interface adesiva permitem uma melhor concentração do stress nesta área. Para além do método de preparação das amostras, existem outros fatores que podem influenciar os valores de microtração da resistência adesiva, inclusive a estrutura de suporte do palito (“jig” metálico”), velocidade de carga imposta e direção de alinhamento do palito. Estes aspetos devem, assim, ficar protocolizados durante o planeamento e configuração do teste (Raposo et al., 2012).

Uma grande lista de vantagens pode ser atribuída aos testes de microtração quando comparados com testes macro à resistência adesiva, entre as quais se pode destacar: o uso económico de dentes (múltiplas micro-amostras podem ser originadas de um só dente), um melhor controlo de diferenças regionais (por exemplo, distinção entre dentina central e periférica) e uma melhor distribuição de stress na verdadeira interface adesiva (evitando as falhas coesivas no substrato dentário ou resinoso) (Van Meerbeek et al., 2010).

A resistência adesiva (MPa) de microtração é calculada através da divisão entre a carga aplicada no momento de fratura (F) com a área transversal da interface adesiva (A): $MPa = F/A$. No entanto, esta força nominal só é válida se estiver presente um stress uniforme e uniaxial no momento de máximo stress de tração, e se o mesmo estiver homogeneamente distribuído pela menor área transversal da interface adesiva (Armstrong et al., 2017).

Deste modo, pretendeu-se com este trabalho avaliar a eficácia da aplicação de um antioxidante após branqueamento dentário na resistência adesiva ao esmalte.

II – OBJETIVO

O objetivo deste estudo foi avaliar a capacidade de um agente antioxidante na reposição da resistência adesiva entre restauração e esmalte após branqueamento, utilizando diferentes sistemas adesivos universais.

Este estudo vai assim permitir avaliar a eficácia do ascorbato de sódio como inibidor dos radicais livres de oxigênio provenientes do agente branqueador e comparar diferentes sistemas adesivos a nível da sua capacidade adesiva após o branqueamento dentário.

III- HIPÓTESES DE ESTUDO

Hipótese Nula ($H1^0$) – A resistência adesiva das restaurações a resina composta ao esmalte branqueado não é influenciada pelo tempo de espera após branqueamento

Hipótese Alternativa ($H1^1$) - A resistência adesiva das restaurações a resina composta ao esmalte branqueado é influenciada pelo tempo de espera após branqueamento

Hipótese Nula ($H2^0$) - A resistência adesiva das restaurações a resina composta ao esmalte branqueado não é influenciada pela aplicação de um agente antioxidante com a restauração feita no imediato.

Hipótese Alternativa ($H2^1$) - A resistência adesiva das restaurações a resina composta ao esmalte branqueado é influenciada pela aplicação de um agente antioxidante com a restauração feita no imediato.

Hipótese Nula ($H3^0$) – Não existem diferenças na resistência adesiva das restaurações a resina composta ao esmalte branqueado entre os sistemas adesivos estudados no imediato e após 15 dias.

Hipótese Alternativa ($H3^1$) - Existem diferenças na resistência adesiva das restaurações a resina composta ao esmalte branqueado entre os sistemas adesivos estudados no imediato e após 15 dias.

IV – MATERIAIS E MÉTODOS

A presente investigação foi submetida à apreciação da Comissão de Ética do Instituto Universitário Egas Moniz (IUEM), tendo obtido o seu parecer positivo (Anexo 1). O material biológico utilizado nesta investigação tem como origem o Banco de Dentes Humanos da Clínica Universitária Egas Moniz. Este funciona através de um consentimento informado, que autoriza a doação de dentes e a sua posterior utilização em estudos realizados no IUEM (Anexo 2).

Neste estudo foram utilizados 30 molares hígidos extraídos por motivos ortodônticos ou periodontais, aos quais foram aplicados os seguintes critérios de inclusão:

- molares hígidos;
- ausência de lesões de cárie dentárias e/ou restaurações.

E os seguintes critérios de exclusão:

- presença de lesões de cárie dentárias;
- restaurações, cracks ou fissuras no esmalte;
- historial médico que pudesse influenciar a formação do esmalte.

Estes dentes foram seccionados no sentido mesio-distal, pelo que originaram 60 amostras que foram aleatoriamente distribuídas por 6 grupos: Grupo Controlo A (GCA) e Grupo Controlo B (GCB), ambos restaurados 15 dias após o tratamento branqueador; Grupo 1 A (G1A) e Grupo 1 B (G1B), nos quais se realizou restauração imediata após branqueamento; Grupo 2 A (G2A) e Grupo 2B (G2B), aos quais foi aplicado o antioxidante ascorbato de sódio a 10% durante 15 minutos logo após o tratamento branqueador e, de seguida, realizado o procedimento restaurador. Nos grupos “A” (GCA, G1A e G2A) foi utilizado o sistema adesivo A - *ScotchbondTMUniversal* (SBU), e nos grupos “B” (GCB, G1B e G2B) foi utilizado o sistema adesivo B - *ScotchbondTMUniversal Plus* (SBUP). A metodologia, preparação e esquema de distribuição das amostras é possível de observar na Figura 6 e Figura 7, respetivamente.

Teoricamente, o grupo controlo é constituído por elementos que apresentam exatamente as mesmas características do grupo experimental, exceto a variável aplicada ao último. Desta forma, os Grupos Controlo (GCA e GCB) apresentam as mesmas características dos grupos experimentais (G1A e G1B e G2A e G2B) relativamente ao agente branqueador utilizado – peróxido de carbamida *Whiteness PerfectTM 16%* (FGM,

Joinville, SC, Brasil) - e aos sistemas adesivos A e B. A variável experimental “tempo após restauração” altera-se entre os grupos GC e G1, na qual em GC o procedimento restaurador é efetuado 15 dias após o branqueamento, e em G1 a restauração é efetuada imediatamente após o tratamento branqueador. Já entre GC e G2 são alteradas duas variáveis experimentais, “aplicação de antioxidante” e “tempo após restauração”. Em G2 é aplicado ascorbato de sódio imediatamente após o ciclo de branqueamento e antes da aplicação de sistema adesivo, sendo a restauração efetuada de seguida, contrariamente aos 15 dias de espera que ocorrem em GC.

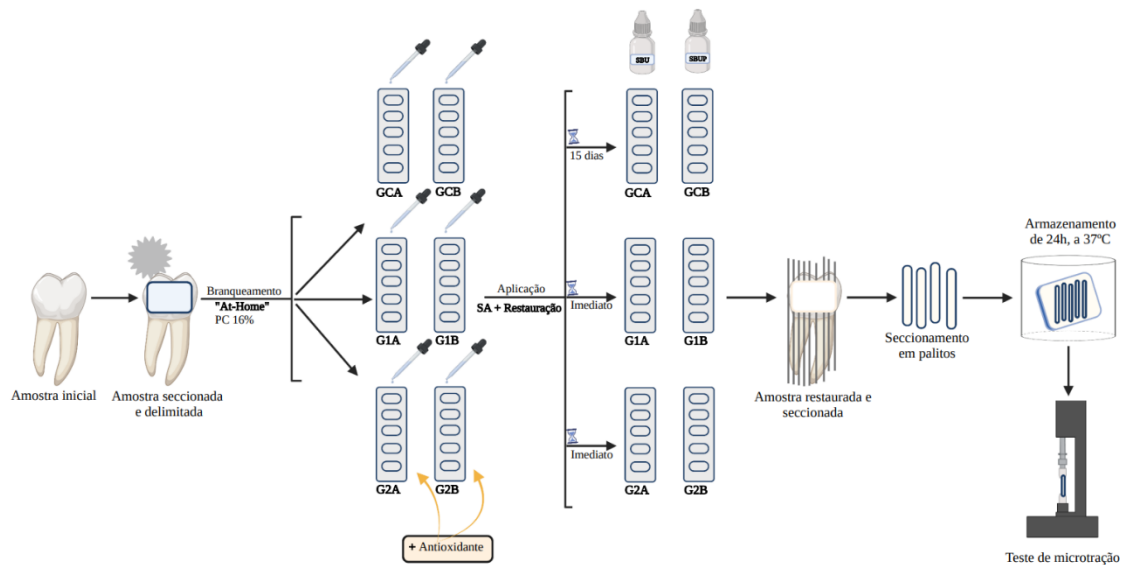


Figura 6 – Metodologia de preparação das amostras para o teste de microtração.

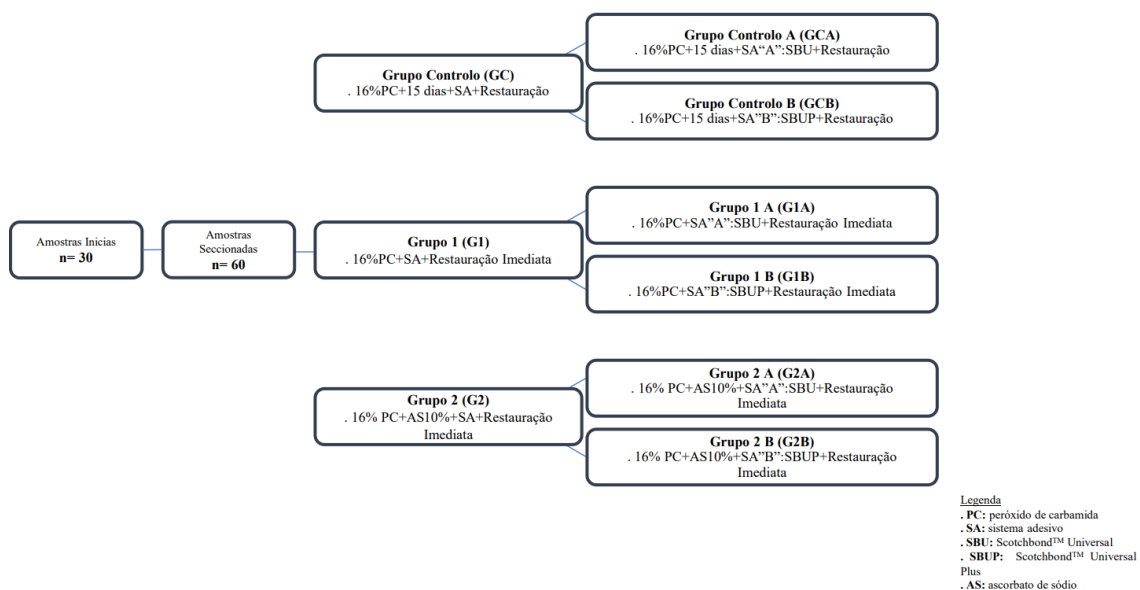


Figura 7 - Apresentação esquemática da distribuição das amostras (n=60) pelos diferentes grupos de estudo.

. Preparação e Distribuição das Amostras

Imediatamente após extração, os dentes foram armazenados a 4°C em água destilada. Antes da sua distribuição pelos variados grupos, e de acordo com as normas ISO 3696:1987, procedeu-se à limpeza e remoção dos restos de tecido orgânico e ligamento remanescente na superfície externa dos dentes com recurso a curetas de *Gracey*. Após esta limpeza, as peças dentárias foram guardadas numa solução de cloramina trihidratada a 0,5% durante uma semana, o que promoveu a sua desinfeção. Após este período, voltaram a ser colocadas e armazenados em água destilada a 4°C até ao momento de se iniciar a investigação laboratorial.

Ao iniciar-se o seccionamento das amostras (Figura 8), os dentes foram fixados num suporte próprio com recurso a cola aquecida (cola termofusível translúcida Salki, Barcelona, Espanha) de forma a serem seccionados com um único corte no sentido mesio-distal, a uma velocidade de 0,125 mm/min com recurso a um micrótomo de tecidos duros Accutom-50 (Struers, Ballerup, Dinamarca). Desta forma, originaram-se 60 amostras ($n=60$) dos 30 dentes iniciais disponíveis para futura distribuição aleatória.

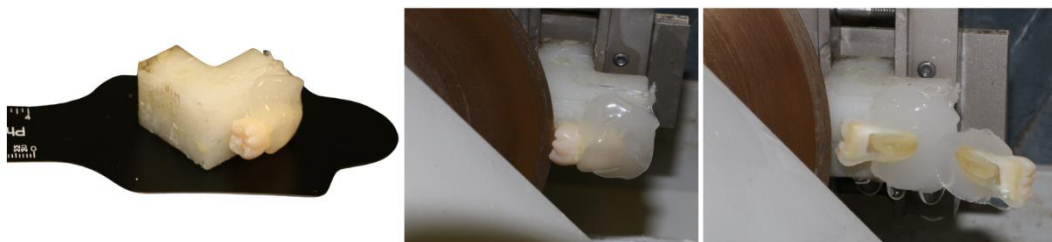


Figura 8 – Fixação de uma amostra no suporte e corte no micrótomo em duas metades idênticas.

De forma resumida, e lembrando a Figura 7, as amostras foram distribuídas por 6 grupos: GCA – branqueamento + restauração após 15 dias com SBU ($n=10$); GCB - branqueamento + restauração após 15 dias com SBUP ($n=10$); G1A – branqueamento + restauração imediata com SBU ($n=10$); G1B – branqueamento + restauração imediata com SBUP ($n=10$); G2A – branqueamento + antioxidante + restauração imediata com SBU ($n=10$); G2B – branqueamento + antioxidante + restauração imediata com SBUP ($n=10$).

Após os cortes seccionais, os dentes ficaram com a câmara respetivos os canais pulpares expostos, pelo que foi igualmente necessário remover estes remanescentes biológicos com recurso a uma cureta de *Gracey*. O espaço que ficou livre foi preenchido com cola

de cianocrilato (LOCTITE, Henkel Adhesives, Düsseldorf, Alemanha), tendo ficado selado.

De seguida, as amostras foram fixadas a um suporte calibrado (10mmx5mmx6mm, aproximadamente), de forma a delimitar a área sujeita à ação dos géis de branqueamento, à ação dos diferentes sistemas adesivos e da resina composta a ser utilizada na restauração (Figura 9). Os dentes foram colocados nos orifícios do suporte calibrado com a face vestibular/lingual/palatina para cima e fixados com recurso a cola quente (cola termofusível translúcida Salki, Barcelona, Espanha) na zona da raiz (Figura 9).

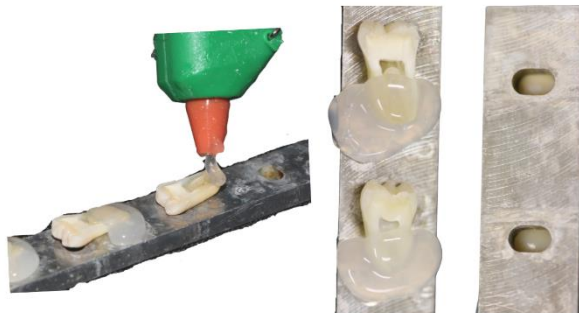


Figura 9 – Colocação das amostras no suporte calibrado com recurso a cola aquecida.

Depois da preparação inicial das amostras, igual para todos os grupos em estudo, as mesmas foram armazenadas na estufa a 37°C (Memmert INE 400, Memmert, Alemanha), dentro de um recipiente com saliva artificial, renovada diariamente.

. Branqueamento das Amostras

O processo de branqueamento foi iniciado de seguida, de forma a mimetizar um ciclo de branqueamento *At-Home* nos 6 grupos: retiraram-se as amostras do local de armazenamento e secaram-se com compressas esterilizadas. Mantendo as amostras separadas nos seus grupos respetivos, aplicou-se o gel de branqueamento (*Whiteness PerfectTM 16%*, FGM, Joinville, SC, Brasil) conforme as instruções do fabricante (Figura 10), armazenaram-se as amostras por grupos sobre compressas esterilizadas e humedecidas com saliva artificial, sendo seguidamente guardadas na estufa a 37°C durante 8 horas (tempo de atuação estabelecido para o gel de branqueamento). Passado este tempo, as amostras foram retiradas da estufa, o gel de branqueamento retirado com uma gaze esterilizada e, de seguida, os dentes lavados com água desionizada. As amostras voltaram a ser armazenadas sobre compressas esterilizadas e humedecidas com saliva artificial até voltarem a sofrer um processo de branqueamento. Um novo processo de

branqueamento deverá ser apenas iniciado 24 horas após a aplicação do gel de branqueamento referente ao processo anterior. Este procedimento foi repetido durante 7 dias para todos os grupos.

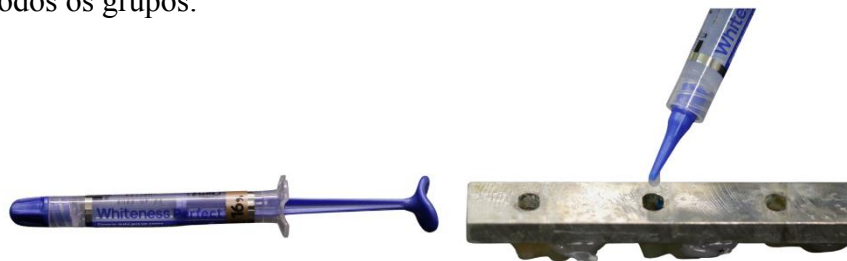


Figura 10 – Aplicação do gel de branqueamento *Whiteness Perfect™ 16%* (FGM).

. Aplicação do Sistema Adesivo e Resina Composta

Após o processo de branqueamento, os diferentes grupos do presente estudo sofreram processos laboratoriais distintos, para que as variadas hipóteses em análise pudessem ser estudadas:

- Grupo Controlo (GCA e GCB): As amostras deste grupo ficaram armazenado 15 dias na estufa (Memmert INE 400, Memmert, Alemanha) a 37°C com saliva artificial substituída diariamente. Passados os 15 dias iniciou-se a aplicação do sistema adesivo A (*Scotchbond™ Universal*, 3M ESPE, Neuss, Alemanha) em GCA e do sistema adesivo B (*Scotchbond™ Universal Plus*, 3M ESPE, Neuss, Alemanha) em GCB, e posterior restauração com resina composta *GrandioSO™* (VOCO GmbH, Cuxhaven, Alemanha).

- Grupo 1 (G1A e G1B): Às amostras deste grupo, e logo após o branqueamento dentário, foram aplicados os sistemas adesivos A (*Scotchbond™ Universal*, 3M ESPE, Neuss, Alemanha) em G1A e sistema adesivo B (*Scotchbond™ Universal Plus*, 3M ESPE, Neuss, Alemanha) em G1B, e realizadas as restaurações com resina composta *GrandioSO™* (VOCO GmbH, Cuxhaven, Alemanha).

- Grupo 2 (G2A e G2B): Às amostras deste grupo, e imediatamente após o branqueamento dentário, foi aplicado o agente antioxidante ascorbato de sódio em gel a 10% (Sodium L-ascorbate, Sigma Aldrich, Alemanha – preparado no laboratório de preparações IUEM) durante 15 minutos e, de seguida, foram aplicados os sistemas adesivos A (*Scotchbond™ Universal*, 3M ESPE, Neuss, Alemanha) em G2A e sistema adesivo B (*Scotchbond™ Universal Plus*, 3M ESPE, Neuss, Alemanha) em G2B, e realizadas as restaurações com resina composta *GrandioSO™* (VOCO GmbH, Cuxhaven,

Alemanha). Para a aplicação do gel ascorbato de sódio, o dente foi limpo com uma gaze esterilizada e água desionizada, foi colocado o gel e, passado os 15 minutos do tempo de atuação, o dente foi limpo novamente, seguindo o procedimento já descrito.

A aplicação dos sistemas adesivos universais A e B através da técnica *etch-and-rinse*, e restauração das amostras a resina composta foi semelhante para todos os grupos (Figura 11), seguindo as normas dos respectivos fabricantes:

- retiraram-se as amostras dos recipientes que continham a saliva artificial e lavaram-se com água desionizada;
- a *smear layer* foi simulada através do polimento da estrutura dentária com recurso à polidora LaboPol-4 (Struers, Ballerup, Dinamarca) e uma lixa SiC de 600 grit (Buehler, Lake Bluff, IL, USA)), durante cerca de 1 minuto, com água corrente.
- aplicação do ácido *Scotchbond Universal Etchant* (3M ESPE, Neuss, Alemanha), ácido ortofosfórico a 35% durante 15 segundos e lavar e secar a amostra sem desidratar. Seguidamente, foi aplicado o adesivo – esfregar a interface adesiva durante 20 segundos; aplicar uma pressão de ar leve durante 5 segundos até haver ausência de movimento e evaporação completa do solvente, polimerizar durante 10 segundos.

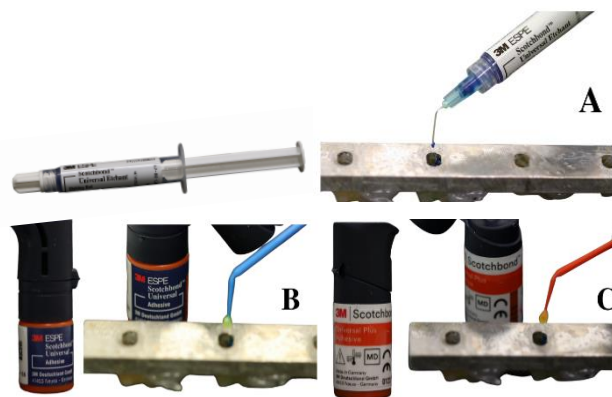


Figura 11 – Aplicação dos sistemas adesivos através da técnica *etch-and-rinse*: A) Condicionamento ácido da superfície dentária com ácido ortofosfórico Scotchbond™ Etchant a 35%; B) Aplicação do SA Scotchbond™ Universal; C) Aplicação do SA Scotchbond™ Universal Plus.

- a resina composta *GrandioSO™* (VOCO GmbH, Cuxhaven, Alemanha), cor A1, foi colocada em incrementos de 2 em 2mm, seguido de fotopolimerização com fotopolimerizador Elipar™ DeepCure-S (3M ESPE, St. Paul, EUA) até se obter uma altura de cerca de 6mm no sentido méso-distal de cada dente (Figura 12). Cada incremento foi fotopolimerizado durante 20 segundos, segundo as indicações do

fabricante, com uma intensidade de 600 mW/cm², medida a cada 10 utilizações com um radiômetro (Optilux Radiometer, SDS Kerr, Orange, EUA)



Figura 12 - Restauração das amostras em incrementos de 2 mm até perfazerem uma altura de 6 mm, com resina GrandioSOTM cor A1.

Na tabela seguinte, Tabela 2, é possível observar mais detalhadamente os principais materiais utilizados neste estudo.

Tabela 2 - Principais materiais utilizados no estudo.

Produto (abreviatura)	Nome do Produto (lote;validade)	Composição Química	Fabricante
Gel de Branqueamento (PC 16%)	Whiteness Perfect TM 16% (251120; 07/2022)	Peróxido de carbamida, Carbopol Neutralizado, Nitrato de potássio, Fluoreto de Sódio, Umectante (Glicol), Água desionizada; pH 6,5	FGM, Joinville, SC, Brasil
Antioxidante (AS)	Ascorbato de Sódio	. Composição: Ascorbato de sódio (10%), carbopol 934 (2,5%) em H ₂ O ultrapura; pH=7 ajustado com trietanolamina . Preparação: 10 g de ascorbato de sódio dissolvido em 100 mL de água destilada	. Preparado no Laboratório de Preparações do IUEM . Sodium L-ascorbate, Sigma Aldrich, Alemanha
Ácido Fosfórico	Scotchbond Universal Etchant (7185051; 08/2023)	Ácido ortofosfórico a 35%, água, sílica amorfa sintética, polietileno glicol, óxido de alumínio; pH 1	3M ESPE, Neuss, Alemanha
Sistema Adesivo (SBU)	Scotch Bond Universal (10223 A; 08/2023)	10-MDP, Bis-GMA, HEMA, resinas de dimetacrílico, copolímero de ácido poliuenóico, etanol, água, iniciadores, silano, partículas de Prenchimento; pH 2.7	3M ESPE, Neuss, Alemanha
Sistema Adesivo (SBUP)	Scotch Bond Universal Plus (7210062; 03/2023)	10-MDP, HEMA, resinas de dimetacrílico sem Bis-GMA, copolímero de ácido poliuenóico, etanol, água, iniciadores, silano, partículas de Prenchimento; pH 2.7	3M ESPE, Neuss, Alemanha
Resina Composta nano-híbrida, cor A1	GrandioSO (2048075;05/2023)	Matriz orgânica: Dimetacrilato (11%), Fillers: Sílica coloidal e vidro de bário (89%); Nano-partículas de sílica coloidal 20-40 nm; micropartículas de vidro de bário 1 um	VOCO GmbH, Cuxhaven, Alemanha

Abreviaturas: Bis-GMA, bisfenol A glicidil metacrilato; 10-MDP, 10-metacriloxietil dihidrogenofosfato; HEMA, 2-hidroxiethyl metacrilato

Terminados todos os procedimentos acima descritos, cada amostra foi retirada do suporte ao qual tinha sido inicialmente colada (Figura 13), e que delimitou toda a zona do dente a ser branqueada e restaurada. As amostras, mantendo a sua divisão por grupos, foram novamente armazenadas em saliva artificial na estufa a 37°C durante 24 horas, até ao próximo procedimento.



Figura 13 – Dente após procedimento restaurador com resina composta.

. Testar a Resistência Adesiva – Teste de Microtração

Passadas as 24 horas, as amostras foram novamente fixadas no suporte do micrótomo de tecidos duros Accutom-50 (Struers, Ballerup, Dinamarca) com cola aquecida (cola termofusível translúcida Salki, Barcelona, Espanha) para serem seccionadas, tendo sido obtidos palitos com uma secção transversal de $1 \pm 0,2 \text{ mm}^2$ - os palitos, para serem considerados viáveis após corte, têm de apresentar tanto esmalte como resina (Figura 14). Devido às pequenas dimensões que apresentam, a interface adesiva do palito foi calculada recorrendo ao uso de uma craveira digital (Storm Digital Caliper (CDC/N 0 150mm, Pontoglio, BS, Itália). Os palitos apresentaram um tamanho mínimo de 8 mm e a sua largura foi medida posicionando a craveira no local mais próximo da interface esmalte/resina, o que permitiu, desta forma, medir com a maior exatidão possível a área da fratura.

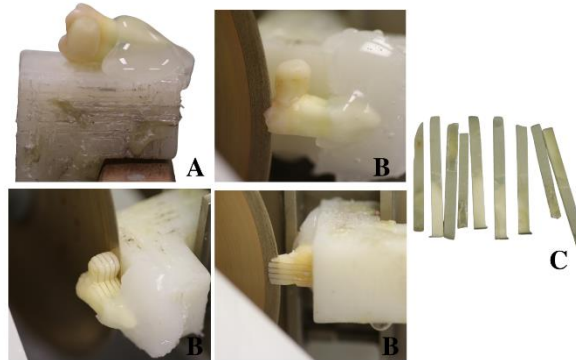


Figura 14 – Sequência de corte das amostras para aquisição de palitos para teste de microtração: A) Fixação da amostra; B) Corte da amostra no micrótomo; C) Exemplo de palitos “non-trimmed”.

Ao finalizar-se a medição dos palitos de todas as amostras, estes foram numerados e, de seguida, colados individualmente com cola de cianocrilato (Zapit, Dental Ventures of America, Corona, CA, EUA) e ativador de cola de cianocrilato (Zapit, Dental Ventures of America, Corona, CA, EUA) a um jig de *Geraldi* de aço inoxidável. Os palitos foram testados em tensão numa máquina de testes universais (Schimadzu Autograph AG-IS, Tóquio, Japão) a uma velocidade de 0,5 mm/min, até ocorrer a fratura do palito (Figura

15). A resistência adesiva de microtração, expressa em megapascal (MPa), foi calculada através da divisão da força aplicada no momento da fratura (kN - KiloNewton) pela área da superfície aderida (mm² - metros quadrados).

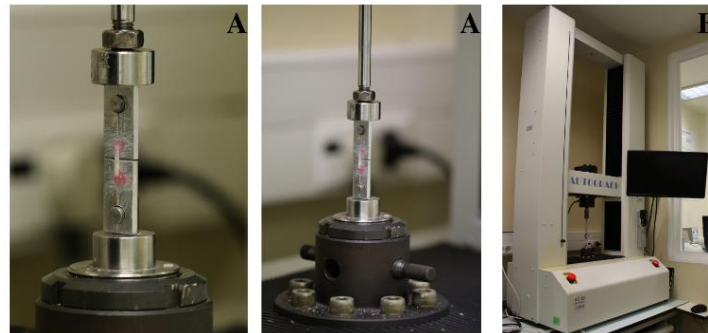


Figura 15 – Realização do teste de microtração na máquina de testes universais: A) Palito no jig de Gerald; B): Máquina de testes universais Shimadzu Autograph AG-IS.

. Avaliar o tipo de fratura - Avaliação ao Microscópio Ótico

Após a fratura do palito, o seu ponto de fratura foi analisado com recurso a um microscópio óptico com ampliação de 20x (Leica ATC 2000, Reichert Inc., Buffalo, EUA), para que fosse possível classificar a fratura consoante o local onde a mesma ocorreu: fratura adesiva (se ocorreu na interface adesiva), fratura coesiva (se só ocorreu ou no esmalte – coesiva de esmalte - ou só na resina composta – coesiva de resina) ou fratura mista (se ocorreu a nível da interface adesiva com o esmalte e/ou com a resina composta (Armstrong et al., 2017).

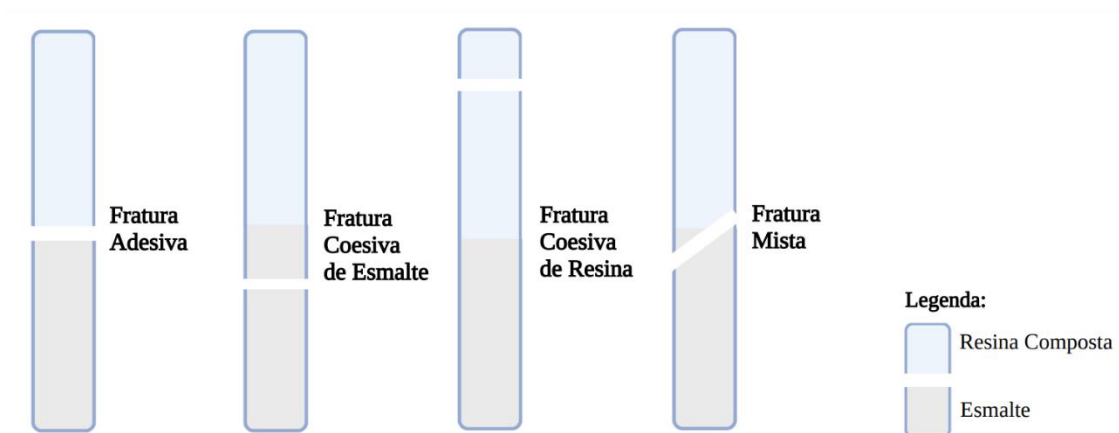


Figura 16 - Esquema representativo do tipo de fraturas em análise.

Análise Estatística

Os dados obtidos através desta investigação foram transcritos para o programa *IBM SPSS Statistics*, na versão 26.0 para *Windows*.

Como valor de referência foi fixado um nível de significância de 5% ($p \leq 0,05$) em todas as análises inferenciais, de forma a aceitar ou rejeitar as hipóteses nulas estabelecidas.

Para proceder à análise e comparação das médias dos valores de resistência adesiva foi aplicado o teste ANOVA e o teste *Post-Hoc* de *Tukey HSD*, tendo sido previamente verificados os pressupostos de homogeneidade e normalidade das variâncias.

As falhas pré-teste foram contabilizadas para análise estatística, às quais foi atribuído o valor mínimo de resistência adesiva do grupo correspondente.

V - RESULTADOS

1- Análise da Resistência Adesiva

Os valores obtidos através do tratamento estatístico dos dados adquiridos no decorrer desta investigação foram compilados em tabelas e gráficos, de forma a simplificar a interpretação dos mesmos.

Por cada amostra “dente-restauração”, resultaram entre oito e quinze palitos.

Os resultados obtidos neste estudo encontram-se sumarizados no Gráfico 1.

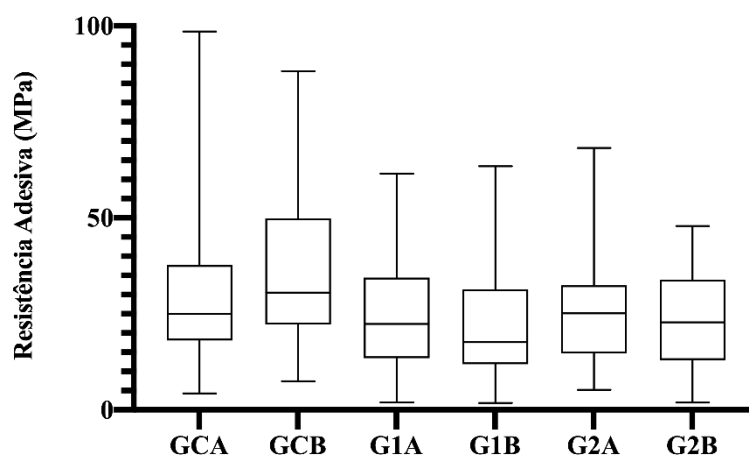


Gráfico 1 - Resistência adesiva (MPa) dos diferentes grupos em estudo representada num diagrama de extremos e quartis ($p \leq 0,05$).

Na Tabela 3 é possível observar os valores médios da resistência adesiva para cada grupo presente neste estudo. Já no Gráfico 2 está representada a comparação das médias destes mesmos valores.

Tabela 3 - Resultados da média, desvio padrão, limite inferior e superior, mínimo e máximo relativamente aos valores da resistência adesiva (MPa), divididos por grupos.

GRUPOS	N	Média	Desvio Padrão	Intervalos de confiança a 95%		Mínimo	Máximo
				Limite Inferior	Limite Superior		
GCA	10	30,2077	19,94610	26,0537	34,3616	4,33	98,58
GCB	10	35,8579	19,51220	31,9460	39,7699	7,50	88,19
G1A	10	24,6858	13,56298	22,1463	27,2253	1,94	61,50
G1B	10	21,8092	13,35004	19,2382	24,3803	1,79	63,46
G2A	10	25,1052	12,01912	22,7904	27,4199	5,23	68,81
G2B	10	23,7016	11,80222	21,4716	25,9856	1,88	47,84

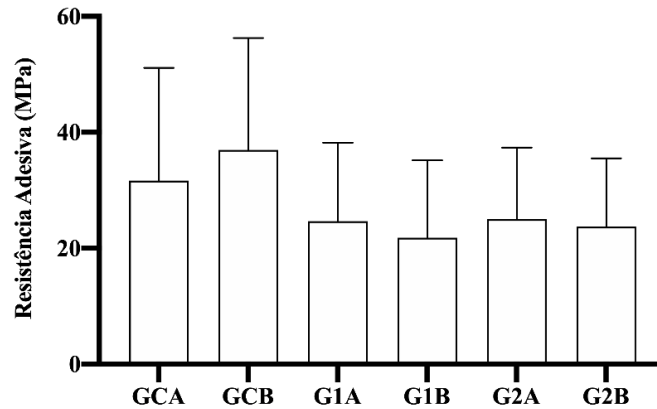


Gráfico 2 - Representação dos valores de resistência adesiva (Mpa) para cada grupo, através da sua média e desvio padrão.

Através da análise destes elementos é possível inferir que a utilização de produtos de branqueamento na estrutura do esmalte influencia os valores de resistência adesiva de restaurações em dentes branqueados, visto que o Grupo G1B – submetido ao processo de restauração logo após o branqueamento – apresentou os menores valores de resistência adesiva (21,8092 (\pm 1,2967) MPa).

Os valores da resistência adesiva apresentam os resultados mais elevados nos grupos controle (GCA e GCB), nomeadamente em GCB (35,8579(\pm 1,971) MPa). Encontram-se mais diminuídos nos grupos que sofreram a ação dos agentes branqueadores (G1A, G1B, G2A e G2B), ocorrendo, no entanto, um ligeiro aumento dos valores aquando da presença do agente antioxidante ascorbato de sódio (G2A e G2B). A distribuição destes valores pode ser visualizada no gráfico 3.

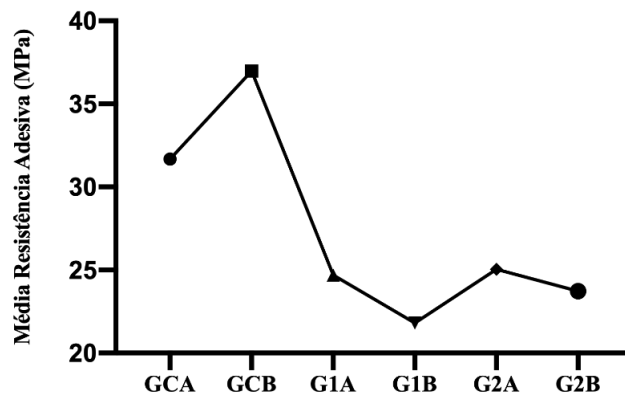


Gráfico 3 - Valores das médias de resistência adesiva de todos os grupos.

De seguida, foi realizada a comparação das médias dos valores de resistência adesiva através do teste *Post-Hoc* de *Tukey HSD*, que pode ser analisada através da Tabela 4 juntamente com o *p-value* correspondente – este indica se existem ou não diferenças estatisticamente significantes entre os vários grupos em análise.

Tabela 4 - Comparação das médias dos valores de resistência adesiva através dos teste *Post-Hoc* de *Tukey HSD*. Resultados com * apresentam significância estatística, ($p \leq 0,05$).

GRUPOS	Diferença entre Médias	<i>p-value</i>
GCA vs GCB	-5,65026	0,111
GCA vs G1A	-5,65026	0,106
GCA vs G1B	8,39841*	0,002
GCA vs G2A	5,10250	0,177
GCA vs G2B	6,50606*	0,035
GCB vs G1A	11,17211*	0,000
GCB vs G1B	14,04867*	0,000
GCB vs G2A	10,75276*	0,000
GCB vs G2B	12,15632*	0,000
G1A vs G1B	2,87656	0,730
G1A vs G2A	-0,41935	1,000
G1A vs G2B	0,98420	0,997
G1B vs G2A	-3,29592	0,614
G1B vs G2B	-1,89235	0,946
G2A vs G2B	1,40356	0,985

Ao observar os valores de comparação entre as médias de resistência adesiva dos diferentes grupos, presentes na Tabela 4, é possível concluir entre quais existe diferenças estatisticamente significativas, ao apresentarem *p-values* inferiores a 0,05:

- o Grupo Controlo A (GCA, restaurado após 15 dias com sistema adesivo A) e o Grupo 1B (G1B, restaurado no imediato com sistema adesivo B), $p= 0,002$;
- o Grupo Controlo A e o Grupo 2 B (G2B, submetido à aplicação de antioxidante), $p= 0,035$;

- o Grupo Controlo B (GCB, restaurado após 15 dias com sistema adesivo B) e os Grupos 1A e 1B (G1A e G1B, restaurados no imediato com sistema adesivo A e B, respetivamente), ambos apresentando $p=0,001$;

- o Grupo Controlo B (GCB) e os Grupos 1B e 2B (G1B e G2B, submetidos à aplicação de antioxidante), ambos apresentando $p=0,001$;

Através da análise da Tabela 3 é igualmente possível concluir entre que grupos não foram observadas diferenças estaticamente significativas, pelo que apresentam *p-values* superiores a 0,05:

- o Grupo Controlo A e o Grupo Controlo B, $p=0,111$ em que difere apenas o sistema adesivo utilizado; assim como GCA e G1A, que foi imediatamente restaurado, $p=0,106$; e o Grupo Controlo A (GCA) e todos os grupos aos quais foi aplicado o antioxidante ascorbato de sódio (G2A e G2B), $p=0,177$ e $p=0,035$, respetivamente;

- o Grupo 1A e o Grupo 1B, submetidos a sistemas adesivos diferentes, $p=0,730$; bem como G1A e os grupos que sofreram a ação do agente antioxidante (G2A e G2B), $p=1,000$ e $p=0,0997$, respetivamente;

- o Grupo 1B e os grupos aos quais foi aplicado o antioxidante ascorbato de sódio (G2A e G2B, $p=0,614$ e $p=0,946$, respetivamente);

- o Grupo 2A e o Grupo 2B, submetidos a sistemas adesivos diferentes, $p=0,985$.

Para se poder avaliar a influência dos sistemas adesivos na resistência adesiva devem ser comparados os grupos entre si de forma a serem eliminadas as outras variáveis, pelo que só é possível comparar a influência dos adesivos entre grupos nos quais o tempo de espera e a aplicação ou não de AS é igual em ambos. Assim, o sistema adesivo B apresenta os menores valores de resistência adesiva nos variados subgrupos, exceto no Grupo Controlo (GC), em que o SA A (GCA) apresenta um menor valor (GCA vs. GCB, G1A vs. G1B e G2A vs. G2B sem significância estatística - a utilização do sistema adesivo A em detrimento do B não apresenta, porém, significância estatística).

Relativamente à influência do tempo de espera após o tratamento branqueador, devem ser novamente comparados apenas os grupos em que só esta variável se altera – GCA vs. G1A e GCB vs. G1B. A espera de 15 dias (grupos GC) foi a que apresentou os melhores resultados de resistência adesiva. Já nos grupos em que as restaurações foram realizadas imediatamente após o branqueamento (G1 e G2), os valores de resistência adesiva

diminuem (GCA vs. G1A sem significância estatística; GCB vs. G1B com significância estatística)

Ao comparar os valores de GC e G2 não é possível isolar uma só variável experimental. Na comparação destes grupos está presente tanto a influência do tempo de espera (restauração após 15 dias vs. restauração imediata), como a influência da utilização do agente antioxidante ascorbato de sódio. Assim, na análise de GC vs. G2A e GCB vs. G2B, as amostras de G2 apresentam os menores valores de resistência adesiva (GCA vs. G2A sem significância estatística; GCB vs. G2B com significância estatística).

Entre G1 e G2, pode ser avaliada a variável “aplicação do antioxidante ascorbato de sódio” – característica do grupo G2 – de forma a perceber a influência deste produto na recuperação da resistência adesiva. Comparando G1A com G2A e G1B com G2B é possível observar um pequeno aumento nos valores da RA nos grupos que recorreram à utilização de AS (G2A e G2B) (G1A vs. G2A e G1B vs. G2B sem significância estatística).

Assim, e após a interpretação estatística dos resultados, é possível concluir se as hipóteses nulas anteriormente descritas têm ou não significância estatística. Para a hipótese nula ($H1^0$) – “A resistência adesiva das restaurações a resina composta ao esmalte branqueado não é influenciada pelo tempo de espera após branqueamento” – é rejeitada, pois ao serem comparados grupos restaurados com diferentes tempos de espera (p.ex: GCB vs G1B), as médias dos valores da resistência adesiva desses grupos apresentam um *p-value* inferior ao valor fixado como valor de referência de nível de significância, 5% ($p < 0,05$). Para a hipótese nula ($H2^0$) – “A resistência adesiva das restaurações a resina composta ao esmalte branqueado não é influenciada pela aplicação de um agente antioxidante com a restauração feita no imediato” – é aceite, pois ao serem analisados grupos que sofreram ou não a aplicação do agente ascorbato de sódio (p.ex: G1A vs. G2A), a comparação das médias dos valores da resistência adesiva desses grupos apresentam um *p-value* superior ao valor fixado como valor de referência de nível de significância, 5% ($p > 0,05$), pelo que existe semelhança entre os valores médios de resistência adesiva nos grupos, não existindo, assim, diferenças significativas. Por fim, para a hipótese nula ($H3^0$) – “Não existem diferenças na resistência adesiva das restaurações a resina composta ao esmalte branqueado entre os sistemas adesivos estudados no imediato e após 15 dias” – é aceite,

pois não existem valores de resistência adesiva estatisticamente significativos em nenhum dos grupos aos quais foram aplicados diferentes sistemas adesivos (p. ex: GCA vs. GCB).

Após a aplicação do teste ANOVA pode afirmar-se que, apesar de existirem algumas diferenças estatisticamente significativas entre os valores médios de resistência adesiva entre os grupos em estudo para a variável “tempo de procedimento restaurador após o processo de branqueamento”, existem outras variáveis em estudo que não apresentam diferenças estatisticamente significativas, como é o caso da utilização diferencial do sistema adesivo A e B e da aplicação do agente antioxidante ascorbato de sódio.

2- Análise do Tipo de Fratura

O tipo de fratura originado através da testagem da resistência adesiva pode ser, de seguida, analisado através da Tabela 5 e dos Gráficos 4 e 5.

Tabela 5 - Distribuição dos tipos de fratura, em percentagem (%), em cada grupo.

GRUPOS	TIPOS DE FRATURA				
	Adesiva	Coesiva de Resina	Coesiva de Esmalte	Mista	Pré-Teste
GCA	65,1%	12,3%	5,7%	17,0%	0,0%
GCB	68,0%	17,0%	5,0%	8,0%	2,0%
G1A	76,1%	6,0%	2,6%	11,1%	4,3%
G1B	69,3%	10,9%	3,0%	6,9%	9,9%
G2A	62,7%	7,9%	7,3%	16,4%	2,7%
G2B	58,5%	1,9%	11,3%	27,4%	0,9%

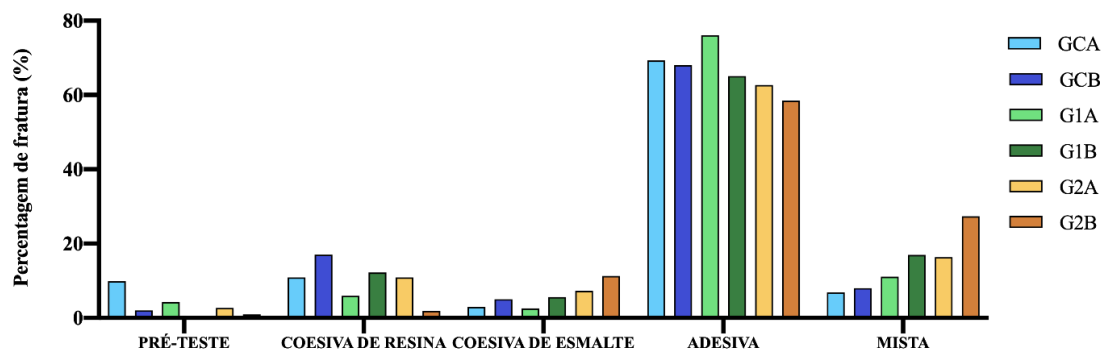


Gráfico 4 - Análise do tipo de fratura, em percentagem (%), representada por cada um dos grupos presentes em estudo, e respetiva distribuição por tipologia de falha.

Ao analisar a distribuição de fraturas, em cada um dos grupos – Gráfico 4 – é possível verificar a predominância de falhas do tipo “Adesiva”.

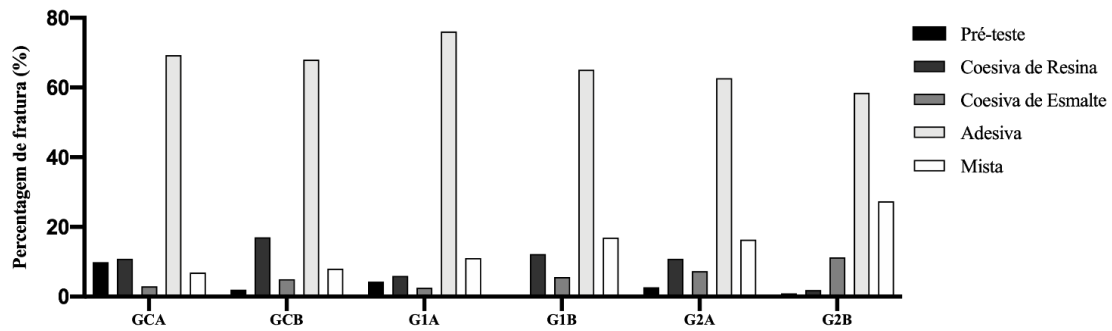


Gráfico 5 - Análise do tipo de fratura, em percentagem (%), representada por tipologia de falha, e respetiva distribuição por grupo.

Já no Gráfico 5, e ao analisar a distribuição de fraturas por tipologia de falha, é possível observar que existe uma distribuição semelhante de cada tipo de fratura entre cada um dos grupos em estudo.

VI – DISCUSSÃO

A elevada procura por tratamentos branqueadores rápidos e esteticamente agradáveis tem aumentado, o que incita à pesquisa e investigação de novas tecnologias associadas aos mecanismos de ação do procedimento branqueador. O branqueamento dentário à base de peróxidos é um processo dinâmico iniciado pelo movimento do material na estrutura dentária e que interage com as moléculas de pigmentação, envolvendo também alterações nas propriedades óticas do dente e, por fim, alterações micromorfológicas nos tecidos dentários que podem mesmo afetar esmalte e dentina hígidos (Kwon & Wertz, 2015).

Como referido anteriormente, existem variados sistemas de branqueamento com diferentes concentrações de peróxido de carbamida e peróxido de hidrogénio (Oz & Kutuk, 2018). Uma das consequências do tratamento branqueador é a diminuição da resistência adesiva entre o esmalte branqueado e a resina, existindo vários fatores que influenciam esta adesão - desde o sistema adesivo em si, ao tipo de agente branqueador, concentração utilizada e tempo de espera entre o branqueamento e procedimento restaurador (Da Silva Machado et al., 2007). A presença de oxigénio residual e radicais livres (produzidos pela degradação do agente branqueador) na superfície do esmalte interferem com a penetração da resina e polimerização da mesma, podendo levar a falhas adesivas após o tratamento branqueador (Topcu et al., 2017). Assim, a literatura indica que um adiamento de 7 a 28 dias da adesão de resina ao esmalte após o branqueamento, parece ser uma solução eficaz para contornar os efeitos adversos que os agentes branqueadores têm sobre os sistemas adesivos e compósito de resina (Feiz et al., 2017; Türkmen et al., 2016). No entanto, esta abordagem implica um aumento do número de visitas ao médico dentista, o que se pode tornar um inconveniente para o paciente (Miranda et al., 2013).

Pacientes que apresentem restrições horárias ou que tenham sido marcados para tratamentos ortodônticos ou restauradores logo após o branqueamento, podem sentir um impacto negativo se tiverem de agendar a sua consulta para semanas mais tarde (Ismail et al., 2017). A existência de um agente capaz de reverter os efeitos temporários negativos do sistema branqueador sob a resistência adesiva seria uma solução prática, menos consumidora de tempo e mais conveniente tanto para o médico dentista como para o paciente (Ghaleb et al., 2020). Desta forma, nos últimos anos, o tratamento com agentes antioxidantes tem revelado resultados promissores, ao conseguirem reverter o declínio dos valores da resistência adesiva de restaurações a esmalte branqueado. E no contexto

da aplicação de resina composta para procedimentos restauradores, a redução do tempo de tratamento em 1 a 2 semanas através do uso de ascorbato de sódio, pode ter um impacto maior na escolha do tratamento por parte dos pacientes (Shahi et al., 2020).

O objetivo do presente estudo é avaliar *in vitro* a capacidade do agente antioxidante ascorbato de sódio na reposição dos valores da resistência adesiva entre restauração e esmalte após branqueamento, utilizando diferentes sistemas adesivos universais. Todos os grupos sofreram um processo de branqueamento através do agente peróxido de carbamida a 16%. O ascorbato de sódio a 10% foi aplicado sob a forma de gel, durante 15 minutos na superfície do esmalte dos Grupos 2 (Grupos G2A e G2B). Os sistemas adesivos universais foram ambos aplicados através da técnica de condicionamento ácido *etch-and-rinse* – o *ScotchBond™ Universal* nos Grupos A (GCA, G1A e G2A) e o *ScotchBond™ Universal Plus* nos Grupos B (GCB, G1B e G2B).

Já são várias as investigações afetas ao peróxido de carbamida, agente branqueador comumente utilizado na técnica “*home-bleaching*” e que pode demorar 2 a 5 semanas até apresentar resultados ótimos (Alkahtani et al., 2020; Ismail et al., 2017). Apesar de tanto o PC como o H₂O₂ serem utilizados como agentes branqueadores, as suas propriedades são diferentes. Os produtos à base de H₂O₂ são mais instáveis e libertam todo o H₂O₂ ativo entre 30 a 60 minutos. Já a libertação de H₂O₂ através de géis de PC ocorre de uma forma muito mais lenta: cerca de 50% do peróxido é libertado nas primeiras 2 a 4 horas, e a restante percentagem durante as restantes 2 a 6 horas. Esta libertação lenta de H₂O₂ permite uma melhor oxidação das estruturas dentárias, inclusive da matriz orgânica da dentina (Kihn, 2007).

Os fabricantes recomendam, normalmente, 7 a 10 dias de tratamento para que possa ocorrer uma remoção eficaz da pigmentação e uma reposição ou melhoria da cor do dente. Neste estudo, foi utilizado como agente branqueador o peróxido de carbamida a 16% durante 8 horas por um período de 15 dias, de forma a mimetizar um tratamento branqueador eficaz realizado em casa, e respeitando as percentagens permitidas pela UE (Farawati et al., 2019).

O produto branqueador utilizado – *Whiteness Perfect™* 16% (FGM, Joinville, SC, Brasil) - é constituído por carbopol e glicerina. O carbopol, normalmente utilizado como espessante em géis de branqueamento, tem uma elevada afinidade com o cálcio e inibe a incorporação dos cristais de hidroxiapatite, pelo que pode ser responsável pela redução

da microdureza do esmalte e dentina. Também a glicerina, outro agente espessante, atua como inibidora da adsorção da saliva na superfície do dente, dificultando assim o processo de remineralização, afetando igualmente a microdureza do esmalte. Estes ingredientes, devido às características mencionadas, podem afetar os valores gerais de resistência adesiva de todos os grupos presentes neste estudo (Gouveia et al., 2016).

Apesar dos resultados favoráveis a nível de branqueamento, o PC compromete a resistência adesiva (Shahi et al., 2020) - Rotstein et al. (1996) referiu a existência de porções de cálcio, sulfato, fosfato e potássio afetados pelos agentes branqueadores, o que indica o comprometimento das porções inorgânicas do dente.

Existem variadas causas para a redução da resistência adesiva imediatamente após o tratamento branqueador (Ghaleb et al., 2020). A causa principal para esta redução é a presença de oxigénio residual no esmalte e dentina, que impede a infiltração do adesivo no esmalte após condicionamento ácido, ou que inibe parcialmente a polimerização do mesmo. O oxigénio, ao ser um elemento químico altamente reativo, vai reagir com os radicais livres do adesivo, inibir a sua polimerização e alterar a formação de polímeros com propriedades mecânicas reduzidas (Alqahtani, 2014; Topcu et al., 2017). Gungor et al. (2012) refere que o branqueamento em casa afeta os valores da microtração mais adversamente, pois por ser um método com aplicações mais longas pode causar mais alterações na substância orgânica do esmalte e uma maior perda de esmalte ao longo de tempo.

No estudo em questão, foram encontradas reduções significativas nos valores da resistência adesiva nos grupos imediatamente restaurados após branqueamento (G1 e G2) comparativamente ao Grupo Controlo (GC), no qual as restaurações só foram realizadas após 15 dias do tratamento branqueador. Estes resultados estão de acordo com investigações anteriores que reportam também uma redução nos valores do teste de microtração em grupos restaurados imediatamente após o branqueamento do esmalte (Lago & Garone-Netto, 2013; Unlu et al., 2008). Mesmo em concentrações de PC a 10%, inferiores à utilizada neste estudo, existe uma diminuição da adesão resina-esmalte (Barcellos et al., 2010). Adicionalmente, e como já referido, podem ocorrer alterações físicas e químicas na estrutura do esmalte logo após o branqueamento, e que podem influenciar a resistência adesiva.

Contrariamente ao observado em Topcu et al. (2017), existem alguns estudos que apontam a utilização de ácido fosfórico e de sistemas adesivos à base de etanol e água como soluções para reverter o efeito provocado pelos monómeros residuais de oxigênio nos poros de esmalte: Dishman et al. (1994) sugeriu que a utilização de ácido fosfórico para condicionamento ácido do esmalte poderia remover a camada de moléculas de oxigênio. Já Sung et al. (1999) referiu que sistemas adesivo à base de álcool apresentam amostras com valores de resistência adesiva menos comprometidos. Em contraste com estes resultados, o estudo em discussão apresentou uma redução da resistência adesiva nos grupos sujeitos a restauração imediata, apesar de ter sido utilizado a técnica de condicionamento ácido com ácido fosfórico e dos sistemas adesivos A e B serem à base de álcool, pelo que estes fatores não parecem ter impedido a ocorrência dos impactos negativos provocados pelos agentes branqueadores.

Apesar dos agentes branqueadores apresentarem efeitos adversos para a adesão esmalte-resina, estes efeitos são temporários e o esmalte é capaz de recuperar as suas características adesivas após um certo período que pode variar entre 7 a 21 dias (Topcu et al., 2017)– um intervalo de 2 a 4 semanas entre o tratamento branqueador e a restauração, serve para eliminar os conhecidos efeitos residuais do tratamento dos peróxidos (Halabi et al., 2020). Foi baseado nesta premissa que o Grupo Controlo (GC) do estudo em análise é caracterizado por amostras de esmalte branqueado, restauradas após um período de 15 dias, e armazenadas em saliva artificial. Segundo a literatura, o armazenamento das amostras em saliva artificial ou água destilada, resulta numa recuperação completa da inicial redução da resistência adesiva, o que reforça os 15 dias de espera já provados (Can-Karabulut & Karabulut, 2011). Seguindo este pressuposto, foram dispensados grupos de controlo negativo (p.ex. esmalte não branqueado e restaurado) e controlo positivo (p.ex., esmalte branqueado e imediatamente restaurado) para o estudo, tendo sido efetuada a divisão dos grupos com base apenas num grupo controlo – esmalte branqueado e restaurado após 15 dias.

A recuperação da resistência adesiva após contato com o agente branqueador pode ser justificada pela habilidade dos iões floreto, cálcio e fosfato formarem compostos mais resistentes ao condicionamento ácido, visto que existe um sinergismo entre estes iões e a saliva artificial (Kensche et al., 2016). Além disso, no estudo de Farawati et al.(2019), este apresenta como limitação não ter utilizado saliva como agente remineralizante. No estudo Oz & Kutuk. (2018), após 14 dias não existiam diferenças significativas nos

valores da resistência adesiva entre grupos branqueados e não branqueados, o que vai de encontro ao referido anteriormente e que suporta a utilização de um grupo branqueado e restaurado após 15 dias como grupo controle.

Em certos casos, o antioxidante tem sido utilizado antes do sistema adesivo e da restauração a resina composta, como são exemplos casos estéticos ou quando o tempo de consulta é um fator limitante. Os antioxidantes alteram o potencial *redox* da superfície branqueada ao doarem elétrons aos radicais livres, neutralizando assim o seu efeito (Rahman, 2021). O ascorbato de sódio está disponível como suplemento vitamínico e é um produto de venda livre, totalmente seguro para uso tópico e de pH neutro. Na área da medicina dentária tem sido utilizado como tratamento, devido à sua capacidade de neutralizar e reverter o efeito oxidante característico dos agentes à base de peróxido (Ismail et al., 2017). Várias investigações com o objetivo de reverter a diminuição dos valores da resistência adesiva de esmalte branqueado a restaurações têm sido bem sucedidas, através da aplicação deste agente em períodos que variaram entre 10 minutos a 6 horas (Garcia et al., 2012). Outros estudos, igualmente bem sucedidos, obtiveram bons resultados ao utilizarem 10% de ascorbato de sódio em esmalte branqueado, após utilização de diferentes concentrações de peróxidos (Dabas et al., 2011; Uysal et al., 2010).

O antioxidante mais investigado é, sem dúvida, o ascorbato de sódio, pelo que é possível encontrar mais artigos disponíveis relativamente ao seu papel na recuperação da RA (Olmedo et al., 2021). E apesar de mais estudos clínicos serem necessários, a indicação para a utilização do AS como tratamento na superfície do esmalte refere uma concentração de 10% e um tempo de aplicação razoável (superior a 10 minutos) como o apropriado para reverter o impacto negativo dos géis de branqueamento na medição imediata da resistência adesiva. Portanto, neste estudo, foi aplicado aos Grupos G2A e G2B o antioxidante ascorbato de sódio a 10% durante 15 minutos em forma de gel sob a superfície do esmalte, imediatamente após o tratamento branqueador (Coppla et al., 2019; Jung et al., 2017).

O AS em formato gel, cujo desempenho é semelhante ao formato em solução, pode facilitar o procedimento tanto laboratorial como posteriormente clínico (Murad et al., 2016). O gel apresenta vantagens ao ser menos fluido, o que facilita a aplicação do mesmo sob a área delimitada do esmalte. Além disso, as substâncias químicas ativas em formato

de gel são libertadas mais lentamente, pelo que prolongam a sua ação no tempo. Aplicações muito extensas (mais de 30 minutos) devem ser evitadas, pois podem prejudicar a adesão (Feiz et al., 2017; Ozelin et al., 2014).

Em geral, a prática comum é a aplicação de 10% de ascorbato de sódio em gel, durante 15 minutos, sob a superfície do esmalte branqueado, agitando o produto durante o tempo de aplicação e retirando o excedente com água (Moon, 2015). De acordo com Murad et al. (2016) e Olmedo et al. (2021), este procedimento é suficiente para restaurar os níveis de resistência adesiva do grupo controlo. No estudo em questão, foi observado um pequeno aumento dos valores da resistência adesiva do Grupo G2 comparativamente a G1, mas não o suficiente para se aproximar dos valores do grupo controlo - a resistência adesiva pode não ter sido totalmente revertida e apenas parcialmente restaurada. Também Freire et al. (2011) sugeriu que o tratamento com AS, à mesma concentração que o H₂O₂ utilizado anteriormente, seria suficiente para reverter os efeitos provocados pelos peróxidos, o que se aproxima dos resultados obtidos neste estudo – assim, AS a 10% seria capaz de reverter o efeito de H₂O₂ a 10%. Outras opiniões semelhantes surgem em investigações nas quais foi observada uma melhoria na adesão da resina composta ao utilizar-se AS a 10% para reverter o efeito de PC com percentagens entre 10 e 17 % (Dabas et al., 2011; Sasaki et al., 2009) – lembrar que o PC se dissocia em 3,35% de H₂O₂ e 6,65% ureia.

Os sistemas adesivos universais são umas das mais recentes inovações na área da dentisteria adesiva. Estes produtos podem ser utilizados com a técnica de *self-etch* ou *etch-and-rinse*, tendo-se tornado bastante populares por serem de fácil manipulação e versátil aplicação (Perdigão et al., 2012). Os sistemas adesivos em estudo, *ScotchbondTM Universal* e *ScotchbondTM Universal Plus*, funcionam com todas as técnicas de condicionamento ácido (*etch-and-rinse*, *self-etch* e *selective enamel etching*) e estão indicados para restaurações diretas e indiretas (Siqueira et al., 2016). O SBUP oferece todas as vantagens do seu precursor melhoradas, apresentando ainda uma radiopacidade muito semelhante à dentina, o que reduz o risco de diagnóstico errado no raio-x e sobretratamento (sendo esta uma das características distintivas e que o valoriza em relação ao SBU). Em termos de composição química, ambos apresentam, entre outros constituintes, éster fosfato MDP, HEMA e um solvente à base de etanol e água. A molécula 10-MDP confere a estes SA's elevada e durável resistência adesiva, um comportamento ácido "médio" e um pH 2.7. A qualidade dos monómeros do adesivo

são cruciais para alcançar uma boa performance, bem como um tempo de armazenamento longo (Yoshihara et al., 2015).

Ao longo do tempo, o condicionamento do esmalte com ácido fosfórico tornou-se o procedimento *standard*, de forma a modificar a superfície aderente antes da aplicação do sistema adesivo (Barkmeier et al., 2009). A penetração dos monómeros de resina do adesivo nas zonas porosas do esmalte condicionado contribuem para a criação de retenção micro-mecânica, pelo que este tratamento pode aumentar a molhabilidade e área de adesão da superfície aderente (Tsujiimoto et al., 2010). São vários os estudos laboratoriais onde é demonstrada que a utilização dos sistemas adesivos universais através da técnica de *etch-and-rinse* aumenta significativamente a adesão ao esmalte, pelo que fica demonstrada a superioridade desta técnica relativamente à técnica *self-etch* quando o substrato em estudo é o esmalte (Imai et al., 2017; Suzuki et al., 2016).

À semelhança do estudo Oz & Kutuk. (2018), os sistemas adesivos utilizados foram aplicados no esmalte com a técnica *etch-and-rinse*, pois esta demonstra ser a melhor hipótese para este tecido dentário. A molécula 10-MDP pode também contribuir para a ligação química à hidroxiapatite, assim como a acidez característica destes SA's (Z. Zhang et al., 2013). No entanto, nem a acidez dos sistemas adesivos nem a formação dos *tags* de resina é unicamente responsável pela criação da adesão e da sua estabilidade, sendo os fatores deletérios dos agentes branqueadores superiores a estes aspetos (Oz & Kutuk, 2018).

A avaliação da variação da resistência adesiva entre os diferentes grupos presentes no estudo foi realizada através do teste de microtração, o método mais eficaz para avaliar a adesão entre materiais restauradores e estrutura dentária (Murad et al., 2016). Os palitos utilizados variaram entre 8 e 15 por grupo, com secção transversal de $1\pm 0,2\text{mm}^2$ e secção retangular "*non trimmed*". Este tipo de teste apresenta como vantagens a preservação de tecido dentário, facilidade na deteção de irregularidades na interface adesiva, distribuição uniforme do stress aplicado às amostras, observação favorável da fratura em microscópio eletrónico de varrimento (não aplicável a este estudo) e uma melhor representação da resistência adesiva da resina ao esmalte branqueado. No entanto, existe uma dificuldade de técnica acrescida quando comparado com outro tipo de testes (Heintze et al., 2015).

Existe uma grande variabilidade nos resultados de resistência adesiva medida através de microtração entre diferentes laboratórios e institutos. Esta variabilidade pode ser

influenciada por fatores como: restrição da área a ser aderida, operador, armazenamento das espécies, tipo de compósito, inclusão ou não de falhas pré-teste para efeitos estatísticos, etc. Além disso, a medição imediata da resistência adesiva deve ser utilizada com precaução quando se realizam conclusões para a aplicabilidade clínica das situações (Heintze et al., 2015).

Realizando uma análise aos valores da resistência adesiva do presente estudo, e após ressalva de alguns aspetos teóricos que podem influenciar os grupos em questão, torna-se agora mais fácil a comparação efetiva entre grupos, evidenciado os que apresentam significância estatística.

Os grupos que apresentam os maiores valores de resistência adesiva são os grupos controlo GCA e GCB. O grupo controlo apresentou um tempo de espera de 15 dias até ao procedimento restaurador após o branqueamento, pelo que era expectável apresentar os valores mais elevados para a RA. Este grupo controlo está de acordo com outras investigações, nas quais foram recomendados tempos de espera entre 1 a 6 semanas (Can-Karabulut & Karabulut, 2011; Lago & Garone-Netto, 2013) – alguns investigadores sugerem apenas uma semana para reverter a redução da adesão (Lago & Garone-Netto, 2013), enquanto outros recomendam um intervalo de 2 semanas para uma completa recuperação da resistência adesiva (Unlu et al., 2008).

Já o grupo que apresentou o menor valor de resistência adesiva foi G1B, seguido por G2B e G1A. A diminuição da resistência adesiva pode ser atribuída às alterações sofridas pela superfície do esmalte, que podem influenciar o processo adesivo e, principalmente, devido à presença de oxigénio residual que inibe a completa polimerização e correta penetração dos *tags* de resina (Bernardon et al., 2015; de Geus et al., 2016; Kwon & Wertz, 2015). Era esperado que ambos os Grupos G1 apresentassem os valores mais baixos de resistência adesiva, o que não acontece, mas ao comparar-se GCA com G1A e GCB com G1B é sempre observada uma diminuição dos valores de adesão, o que demonstra que um tempo de espera de 15 dias após o tratamento branqueador influencia a adesão à resina composta. Entre o Grupo Controlo B e G1B existe mesmo significância estatística.

Estes resultados vão de encontro a outros estudos como Alencar et al. (2016), Ghaleb et al. (2020), H. Zhang et al. (2020) e Topcu et al. (2017) que demonstraram que a adesão

esmalte-resina é bastante afetada quando a restauração é realizada imediatamente após o branqueamento com PC entre 10 a 16%.

Relativamente à utilização do antioxidante ascorbato de sódio como agente reversor da resistência adesiva após ação do peróxido de carbamida sob a estrutura do esmalte, o Grupo G2 apresentou pequenas melhorias nos valores MPa quando comparado com o Grupo G1. Aqui é perceptível a capacidade de atuação de 10% de AS em gel na neutralização dos efeitos oxidativos dos agentes branqueadores (Alencar et al., 2016).

No entanto, não foi encontrada significância estatística ao realizar-se a análise entre os Grupos G1 e G2, o que vai de acordo com Murad et al. (2016) – apesar do ascorbato de sódio ser um potente antioxidante, quando em contato com o oxigénio do ar degrada-se rapidamente e, neste estudo, o AS foi aplicado sob a superfície do esmalte e deixado a atuar sem se mexer durante os 15 minutos de atuação, o que pode ter levado a estes resultados. O AS deve ser preparado e usado logo no momento e a agitação do mesmo durante a aplicação pode aumentar a eficácia da técnica (Briso et al., 2012; Freire et al., 2011).

A ação benéfica do AS sob os valores da resistência adesiva não deixa de estar demonstrada: está descrito noutros estudos como Freire et al. (2009) no qual foi aplicado 25% de As por 5 minutos, ou em Briso et al. (2012) com a aplicação de 35% de AS por 1 minuto. No estudo de Ghaleb et al. (2020), Cruz et al. (2019) e Sharafeddin & Farshad (2015) é mesmo referida uma melhoria significativa da resistência adesiva em grupos que utilizaram AS quando comparados com um grupo controlo de dentes não branqueados – esta diferença não é notória ao comparar-se o GC do estudo em análise com G2, pelo que não é visível uma reposição completa da resistência adesiva. Já de acordo com Sasaki et al. (2009) esta substância não funcionou para o seu propósito, e em Ozelin et al. (2014) só foram obtidos resultados após 60 minutos, o que não seria clinicamente viável, pelo que também não foi testado.

Por um lado, segundo Freire et al. (2011), a reação entre o oxigénio residual e os antioxidantes atinge normalmente o seu limiar passado 1 minuto, pelo que é dada importância ao número de aplicações do AS em detrimento do tempo de aplicação. Por outro, em Ghaleb et al. (2020) é reportada a aplicação de 10% de AS em solução por 10 minutos, agitando sempre a solução com um *microbrush* esterilizado sobre a superfície do esmalte. Estes aspetos podem contribuir para a falta de evidência estatística encontrada

no Grupo G2 e para a pouca diferença entre os valores de resistência adesiva deste grupo comparativamente à restante experiência da qual se deviam ter evidenciado.

Relativamente aos diferentes sistemas adesivos A e B utilizados neste estudo, é possível comparar a sua prestação ao sobreporem-se os grupos principais. Valores semelhantes de resistência adesiva são expectáveis, visto que ambos os sistemas adesivos são universais, foram aplicados através da mesma técnica de condicionamento ao esmalte e, sendo o B a versão mais recente do A, apresentam a mesma constituição química. Assim, entre GC (GCA vs. GCB) o sistema adesivo B apresenta o maior valor de resistência adesiva, enquanto em G1 (G1A vs. G1B) e G2 (G2A vs. G2B) o sistema adesivo A apresenta os melhores valores – pode-se concluir que é favorável a utilização de SBUP para o procedimento restaurador após 15 dias do tratamento branqueador, mas quando se trata de aderir a restauração imediatamente após o branqueamento com ou sem a presença de antioxidante, a utilização do sistema adesivo SBU parece ser a mais favorável. A utilização de um sistema em detrimento de outro não apresenta, porém, significância estatística.

Além da avaliação à resistência adesiva, a observação das falhas foi verificada com microscópio de magnificação 20. Todo o tipo de fraturas - adesiva, coesiva de esmalte, coesiva de resina e mista -, inclusive as falhas pré teste foram incluídas na análise estatística. A maioria das falhas encontradas no estudo são do tipo “adesivo”. As falhas coesivas estão normalmente associadas a valores elevados de resistência adesiva, o que pode indicar uma adesão eficaz – estes resultados são visíveis ao nível dos grupos controlo e estão de acordo com (Halabi et al., 2020).

As falhas adesivas são normalmente encontradas em grupos não tratados com ácido fosfórico e associados à técnica *self-etch*, enquanto as falhas coesivas e mistas são usualmente visíveis em amostras manipuladas através da técnica *etch-and-rinse* (Oz & Kutuk, 2018). Neste estudo, não é possível comparar as duas técnicas, mas é possível observar uma distribuição uniforme de falhas mistas e coesivas (tanto de resina como de esmalte) por todos os grupos. De acordo com Sano et al. (1994), devido à pequena área de superfície da amostra, o maior stress ocorre à periferia da interface adesiva, o que aumenta a probabilidade dos defeitos provocarem falhas adesivas (Alencar et al., 2016).

Tendo em conta os resultados apresentados, a hipótese nula H_1^0 é rejeitada uma vez que, são visíveis os aumentos nos valores da resistência adesiva após um tempo de espera de

15 dias seguido do tratamento branqueador, sendo este tempo de espera benéfico e significativo estatisticamente. Já as hipóteses nulas H_2^0 e H_3^0 são ambas aceites, pois não foi possível observar valores com significância estatística que comprovassem o poder do uso do antioxidante na reposição da força adesiva, nem uma melhoria de um sistema adesivo em relação a outro, respetivamente.

Uma das principais limitações deste estudo é a sua realização *in vitro* – na cavidade oral, os dentes e restaurações estão sujeitos a um desgaste que leva à uma deterioração difícil de mimetizar em laboratório. Além disso, a ausência de escovagem e dos movimentos da língua e bochechas não estão representados nesta amostra, pelo que a sua ação na limpeza da superfície dentária não foi considerada.

Apesar dos resultados obtidos serem semelhantes a outros estudos, a preparação das amostras para o teste de microtração apresenta-se como outra limitação. A área da interface adesiva foi um passo difícil de controlar, tendo variado entre palitos, o que pode afetar os resultados.

É necessária mais investigação relativamente à utilização de diferentes tipos de antioxidantes em diferentes concentrações e tempos de aplicação, e o seu papel na recuperação da resistência adesiva ao esmalte branqueado com diferentes concentrações de peróxidos. Além disso, é necessário analisar o efeito a longo termo dos antioxidantes, bem como o estabelecer protocolos clínicos para aplicação dos mesmos através de dados fidedignos recolhidos em estudos *in vitro*.

VII – CONCLUSÃO

Dentro das limitações deste estudo, podemos concluir que:

- O tempo de espera de 15 dias após branqueamento até ao procedimento restaurador traduziu-se nos valores mais elevados de resistência adesiva, podendo ser esta a abordagem clínica mais favorável;
- O valor de resistência adesiva mais baixo foi encontrado no grupo onde o procedimento restaurador ocorreu imediatamente após o branqueamento com 16% de peróxido de carbamida;
- A utilização de 10% de ascorbato de sódio imediatamente após o branqueamento e antes do procedimento restaurador, não se traduziu numa melhoria dos valores da resistência adesiva comparativamente à restauração realizada no imediato sem a utilização deste agente antioxidante, pelo que a sua utilização não se mostrou benéfica;
- A escolha do sistema adesivo *Scotchbond™ Universal* ou do sistema adesivo *Scotchbond™ Universal Plus*, quando utilizados em procedimentos restauradores realizados após tratamentos branqueadores, parece não influenciar os valores de resistência adesiva.

É possível concluir que com a aplicação do agente antioxidante ascorbato de sódio existe uma ligeira tendência de aumento dos valores da resistência adesiva, mas não tão eficazmente como o adiamento do tratamento restaurador após o branqueamento. O último continua a ser a opção mais segura.

. Relevância Clínica

Se a restauração tiver de ser efetuada logo após o tratamento branqueador, a utilização de ascorbato de sódio é aconselhada. Assim, o AS pode tornar-se um material de uso dentário útil, tanto para o médico dentista como para o paciente, ao diminuir o tempo de espera entre consultas e o tempo de tratamento.

. Perspetivas Futuras

É importante enfatizar que a adesão ao esmalte após branqueamento continua a ser um problema para a dentisteria estética. Neste sentido, a necessidade de mais investigações, especificamente *in vivo* e *in situ*, é real como forma de corroborar a informação até agora adquirida.

Diversas variantes já foram estudadas, desde o tipo de agente branqueador, ao tipo de sistema adesivo e fonte antioxidante, pelo que todas as interações relatadas entre estes produtos e a sua relação com a estrutura dentária são de interesse para as ciências orais e dos materiais dentários.

É neste sentido que, no futuro, esta linha de investigação deveria:

- Avaliar os valores de resistência adesiva com antioxidantes, ao utilizar diferentes sistemas de branqueamento (agentes, concentrações e tempos diferentes);
- Avaliar o efeito de outros antioxidantes na resistência adesiva de restaurações ao esmalte branqueado, (desde as concentrações e tempos a utilizar, forma de aplicação do antioxidante e análise de pigmentação do esmalte após utilização) como forma de protocolar a aplicação de um antioxidante;
- Como complemento ao teste de microtração, realizar testes de microinfiltração ou de envelhecimento das amostras, essenciais para analisar a espessura da interface e durabilidade dos materiais de adesão, aumentando assim a relevância clínica da investigação.

VIII – BIBLIOGRAFIA

- Alencar, M. S., Bombonatti, J. F. S., Maenosono, R. M., Soares, A. F., Wang, L., Mondelli, R. F. L., & University of São Paulo, Brazil. (2016). Effect of Two Antioxidants Agents on Microtensile Bond Strength to Bleached Enamel. *Brazilian Dental Journal*, 27(5), 532–536. <https://doi.org/10.1590/0103-6440201600757>
- Alkahtani, R., Stone, S., German, M., & Waterhouse, P. (2020). A review on dental whitening. *Journal of Dentistry*, 100, 103423. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2020.103423>
- Alqahtani, M. Q. (2014). Tooth-bleaching procedures and their controversial effects: A literature review. *The Saudi Dental Journal*, 26(2), 33–46. <https://doi.org/10.1016/j.sdentj.2014.02.002>
- Arcari, G. M., Araújo, É., Baratieri, L. N., & Lopes, G. C. (2007). Microtensile bond strength of a nanofilled composite resin to human dentin after nonvital tooth bleaching. *Journal of Adhesive Dentistry*, 9(3), 333–340. Scopus.
- Armstrong, S., Breschi, L., Özcan, M., Pfefferkorn, F., Ferrari, M., & Van Meerbeek, B. (2017). Academy of Dental Materials guidance on in vitro testing of dental composite bonding effectiveness to dentin/enamel using micro-tensile bond strength (μ TBS) approach. *Dental Materials*, 33(2), 133–143. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2016.11.015>
- Armstrong, S., Geraldeli, S., Maia, R., Raposo, L. H. A., Soares, C. J., & Yamagawa, J. (2010). Adhesion to tooth structure: A critical review of “micro” bond strength test methods. *Dental Materials*, 26(2), e50–e62. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2009.11.155>
- Arola, D. D., Gao, S., Zhang, H., & Masri, R. (2017). The Tooth. *Dental Clinics of North America*, 61(4), 651–668. <https://doi.org/10.1016/j.cden.2017.05.001>
- Arumugam, M. T., Nesamani, R., Kittappa, K., Sanjeev, K., & Sekar, M. (2014). Effect of various antioxidants on the shear bond strength of composite resin to bleached enamel: An in vitro study. *Journal of Conservative Dentistry: JCD*, 17(1), 22–26. <https://doi.org/10.4103/0972-0707.124113>
- Banerjee, A., & Millar, B. J. (2015). *Minimally Invasive Esthetics—1st Edition*. <https://www.elsevier.com/books/minimally-invasive-esthetics/banerjee/978-0-7234-5556-1>

- Barcellos, D. C., Benetti, P., Fernandes, V. V. B., & Valera, M. C. (2010). Effect of carbamide peroxide bleaching gel concentration on the bond strength of dental substrates and resin composite. *Operative Dentistry*, 35(4), 463–469. <https://doi.org/10.2341/09-242-L>
- Barkmeier, W. W., Erickson, R. L., Kimmes, N. S., Latta, M. A., & Wilwerding, T. M. (2009). Effect of enamel etching time on roughness and bond strength. *Operative Dentistry*, 34(2), 217–222. <https://doi.org/10.2341/08-72>
- Bedran-Russo, A., Leme-Kraus, A. A., Vidal, C. M. P., & Teixeira, E. C. (2017). An Overview of Dental Adhesive Systems and the Dynamic Tooth–Adhesive Interface. *Dental Clinics of North America*, 61(4), 713–731. <https://doi.org/10.1016/j.cden.2017.06.001>
- Bernardon, J. K., Ferrari, P., Baratieri, L., & Rauber, G. B. (2015). Comparison of treatment time versus patient satisfaction in at-home and in-office tooth bleaching therapy. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2015.05.014>
- Breschi, L., Maravic, T., Cunha, S. R., Comba, A., Cadenaro, M., Tjäderhane, L., Pashley, D. H., Tay, F. R., & Mazzoni, A. (2018). Dentin bonding systems: From dentin collagen structure to bond preservation and clinical applications. *Dental Materials: Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 34(1), 78–96. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2017.11.005>
- Briso, A. L. F., Toseto, R. M., Rahal, V., dos Santos, P. H., & Ambrosano, G. M. G. (2012). Effect of sodium ascorbate on tag formation in bleached enamel. *The Journal of Adhesive Dentistry*, 14(1), 19–23. <https://doi.org/10.3290/j.jad.a21492>
- Bruzell, E. M., Pallesen, U., Thoresen, N. R., Wallman, C., & Dahl, J. E. (2013). Side effects of external tooth bleaching: A multi-centre practice-based prospective study. *British Dental Journal*, 215(9), E17. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2013.1047>
- Buchalla, W., & Attin, T. (2007). External bleaching therapy with activation by heat, light or laser—A systematic review. *Dental Materials: Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 23(5), 586–596. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2006.03.018>
- Cadenaro, M., Maravic, T., Comba, A., Mazzoni, A., Fanfoni, L., Hilton, T., Ferracane, J., & Breschi, L. (2019). The role of polymerization in adhesive dentistry. *Dental Materials*, 35(1), e1–e22. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2018.11.012>

- Can-Karabulut, D. C., & Karabulut, B. (2011). Influence of activated bleaching on various adhesive restorative systems. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry: Official Publication of the American Academy of Esthetic Dentistry ... [et Al.]*, 23(6), 399–408. <https://doi.org/10.1111/j.1708-8240.2011.00413.x>
- Carey, C. M. (2014). Tooth whitening: What we now know. *The Journal of Evidence-Based Dental Practice*, 14 Suppl, 70–76. <https://doi.org/10.1016/j.jebdp.2014.02.006>
- Coppla, F.-M., Freire, A., Bittencourt, B., Armas-Vega, A., Benítez, V.-E.-B., Calixto, A.-L., & Loguercio, A.-D. (2019). Influence of simplified, higher-concentrated sodium ascorbate application protocols on bond strength of bleached enamel. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 11(1), e21–e26. <https://doi.org/10.4317/jced.55153>
- Cruz, J., Sousa, B., Coito, C., Lopes, M., Vargas, M., & Cavalheiro, A. (2019). Microtensile bond strength to dentin and enamel of self-etch vs. Etch-and-rinse modes of universal adhesives. *American Journal of Dentistry*, 32(4), 174–182.
- Cui, F.-Z., & Ge, J. (2007). New observations of the hierarchical structure of human enamel, from nanoscale to microscale. *Journal of Tissue Engineering and Regenerative Medicine*, 1(3), 185–191. <https://doi.org/10.1002/term.21>
- da Costa, J. B., McPharlin, R., Paravina, R. D., & Ferracane, J. L. (2010). Comparison of at-home and in-office tooth whitening using a novel shade guide. *Operative Dentistry*, 35(4), 381–388. <https://doi.org/10.2341/09-344-C>
- Da Silva Machado, J., Cândido, M. S. M., Sundfeld, R. H., De Alexandre, R. S., Cardoso, J. D., & Sundfeld, M. L. M. M. (2007). The influence of time interval between bleaching and enamel bonding. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry: Official Publication of the American Academy of Esthetic Dentistry ... [et Al.]*, 19(2), 111–118; discussion 119. <https://doi.org/10.1111/j.1708-8240.2007.00077.x>
- Dabas, D., Patil, A. C., & Uppin, V. M. (2011). Evaluation of the effect of concentration and duration of application of sodium ascorbate hydrogel on the bond strength of composite resin to bleached enamel. *Journal of Conservative Dentistry: JCD*, 14(4), 356–360. <https://doi.org/10.4103/0972-0707.87197>
- Daneshvar, M., Devji, T. F., Davis, A. B., & White, M. A. (2015). Oral health related quality of life: A novel metric targeted to young adults. *Journal of Public Health Dentistry*, 75(4), 298–307. <https://doi.org/10.1111/jphd.12099>

- de Carvalho, A.-C.-G., de Souza, T.-F., Liporoni, P.-C.-S., Pizi, E.-C.-G., Matuda, L.-S. A., & Catelan, A. (2020). Effect of bleaching agents on hardness, surface roughness and color parameters of dental enamel. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, *12*(7), e670–e675. <https://doi.org/10.4317/jced.56913>
- Vasconcelos, M., Fonseca-Gonçalves, A., de França, Adilis K. A., de Medeiros, U. V., Maia, L. C., & Queiroz, C. S. (2017). An In Vitro Evaluation of Human Enamel Surfaces Subjected to Erosive Challenge After Bleaching: in vitro evaluation of human enamel surfaces. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, *29*(2), 128–136. <https://doi.org/10.1111/jerd.12277>
- de Geus, J. L., Wambier, L. M., Kossatz, S., Loguercio, A. D., & Reis, A. (2016). At-home vs In-office Bleaching: A Systematic Review and Meta-analysis. *Operative Dentistry*, *41*(4), 341–356. <https://doi.org/10.2341/15-287-LIT>
- Dias, H., Carrera, E., Bortolatto, J., Andrade, M., & Rastelli, A. (2016). LED and low level laser therapy association in tooth bleaching using a novel low concentration H₂O₂/N-doped TiO₂ bleaching agent. *Laser Physics*, *26*, 015602. <https://doi.org/10.1088/1054-660X/26/1/015602>
- Dishman, M. V., Covey, D. A., & Baughan, L. W. (1994). The effects of peroxide bleaching on composite to enamel bond strength. *Dental Materials: Official Publication of the Academy of Dental Materials*, *10*(1), 33–36. [https://doi.org/10.1016/0109-5641\(94\)90019-1](https://doi.org/10.1016/0109-5641(94)90019-1)
- El Mourad, A. M. (2018). Assessment of Bonding Effectiveness of Adhesive Materials to Tooth Structure using Bond Strength Test Methods: A Review of Literature. *The Open Dentistry Journal*, *12*(1), 664–678. <https://doi.org/10.2174/1745017901814010664>
- Elawsya, M. E., El-shehawy, T. M., & Zaghloul, N. M. (2021). Influence of various antioxidants on micro-shear bond strength of resin composite to bleached enamel. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, *33*(2), 371–379. <https://doi.org/10.1111/jerd.12613>
- Engle, K., Hara, A. T., Matis, B., Eckert, G. J., & Zero, D. T. (2010). Erosion and abrasion of enamel and dentin associated with at-home bleaching: An in vitro study. *Journal of the American Dental Association (1939)*, *141*(5), 546–551. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.2010.0227>
- Farawati, F. A. L., Hsu, S.-M., O'Neill, E., Neal, D., Clark, A., & Esquivel-Upshaw, J. (2019). Effect of carbamide peroxide bleaching on enamel characteristics and

- susceptibility to further discoloration. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 121(2), 340–346. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2018.03.006>
- Feiz, A., Mosleh, H., & Nazeri, R. (2017). Evaluating the effect of antioxidant agents on shear bond strength of tooth-colored restorative materials after bleaching: A systematic review. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, 71, 156–164. <https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2017.03.010>
- Freire, A., Durski, M. T., Ingberman, M., Nakao, L. S., Souza, E. M., & Vieira, S. (2011). Assessing the use of 35 percent sodium ascorbate for removal of residual hydrogen peroxide after in-office tooth bleaching. *The Journal of the American Dental Association*, 142(7), 836–841. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.2011.0273>
- Freire, A., Souza, E. M., de Menezes Caldas, D. B., Rosa, E. A. R., Bordin, C. F. W., de Carvalho, R. M., & Vieira, S. (2009). Reaction kinetics of sodium ascorbate and dental bleaching gel. *Journal of Dentistry*, 37(12), 932–936. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2009.07.008>
- Garcia, E. J., Mena-Serrano, A., de Andrade, A. M., Reis, A., Grande, R. H., & Loguercio, A. D. (2012). Immediate bonding to bleached enamel treated with 10% sodium ascorbate gel: A case report with one-year follow-up. *The European Journal of Esthetic Dentistry: Official Journal of the European Academy of Esthetic Dentistry*, 7(2), 154–162.
- Garcia, E. J., Oldoni, T. L. C., Alencar, S. M. de, Reis, A., Loguercio, A. D., & Grande, R. H. M. (2012). Antioxidant activity by DPPH assay of potential solutions to be applied on bleached teeth. *Brazilian Dental Journal*, 23(1), 22–27. <https://doi.org/10.1590/s0103-64402012000100004>
- George, L., Baby, A., Dhanapal, T. P., Charlie, K. M., Joseph, A., & Varghese, A. A. (2015). Evaluation and comparison of the microhardness of enamel after bleaching with fluoride free and fluoride containing carbamide peroxide bleaching agents and post bleaching anticay application: An in vitro study. *Contemporary Clinical Dentistry*, 6(Suppl 1), S163–S166. <https://doi.org/10.4103/0976-237X.166835>
- Ghaleb, M., Orsini, G., Putignano, A., Dabbagh, S., Haber, G., & Hardan, L. (2020). The Effect of Different Bleaching Protocols, Used with and without Sodium Ascorbate, on Bond Strength between Composite and Enamel. *Materials*, 13(12), 2710. <https://doi.org/10.3390/ma13122710>

- Gimeno, P., Bousquet, C., Lassu, N., Maggio, A.-F., Civade, C., Brenier, C., & Lempereur, L. (2015). High-performance liquid chromatography method for the determination of hydrogen peroxide present or released in teeth bleaching kits and hair cosmetic products. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, *107*, 386–393. <https://doi.org/10.1016/j.jpba.2015.01.018>
- Goldberg, M., Grootveld, M., & Lynch, E. (2010). Undesirable and adverse effects of tooth-whitening products: A review. *Clinical Oral Investigations*, *14*(1), 1–10. <https://doi.org/10.1007/s00784-009-0302-4>
- Gouveia, T. H. N., Públio, J. C., Ambrosano, G. M. B., Paulillo, L. A. M. S., Aguiar, F. H. B., & Lima, D. A. N. L. (2016). Evaluation of Physical Properties of a Nanocomposite after Aging, Bleaching and Staining. *Journal of Applied Biomaterials & Functional Materials*, *14*(3), e256–e265. <https://doi.org/10.5301/jabfm.5000294>
- Greenwall-Cohen, J., & Greenwall, L. H. (2019). The single discoloured tooth: Vital and non-vital bleaching techniques. *British Dental Journal*, *226*(11), 839–849. <https://doi.org/10.1038/s41415-019-0373-9>
- Gurgan, S., Alpaslan, T., Kiremitci, A., Cakir, F. Y., Yazici, E., & Gorucu, J. (2009). Effect of different adhesive systems and laser treatment on the shear bond strength of bleached enamel. *Journal of Dentistry*, *37*(7), 527–534. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2009.03.012>
- Halabi, S., Matsui, N., Nikaido, T., Abdo, A., Burrow, M. F., & Tagami, J. (2020). Effect of two bleaching regimens on enamel bonding performance. *Dental Materials Journal*, *39*(6), 984–991. <https://doi.org/10.4012/dmj.2019-239>
- Halim, S. (2018). Comparative evaluation of shear bond strength of a bioactive composite and nano-composite: an in vitro study. *Egyptian Dental Journal*, *64*, 1653–1659. <https://doi.org/10.21608/edj.2018.78402>
- Heintze, S. D., Rousson, V., & Mahn, E. (2015). Bond strength tests of dental adhesive systems and their correlation with clinical results – A meta-analysis. *Dental Materials*, *31*(4), 423–434. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2015.01.011>
- Imai, A., Takamizawa, T., Sai, K., Tsujimoto, A., Nojiri, K., Endo, H., Barkmeier, W. W., Latta, M. A., & Miyazaki, M. (2017). Influence of application method on surface free-energy and bond strength of universal adhesive systems to enamel. *European Journal of Oral Sciences*, *125*(5), 385–395. <https://doi.org/10.1111/eos.12361>

- Inoue, S., Koshiro, K., Yoshida, Y., De Munck, J., Nagakane, K., Suzuki, K., Sano, H., & Van Meerbeek, B. (2005). Hydrolytic stability of self-etch adhesives bonded to dentin. *Journal of Dental Research*, 84(12), 1160–1164. <https://doi.org/10.1177/154405910508401213>
- Ismail, E. H., Kilinc, E., Hardigan, P. C., Rothrock, J. K., Thompson, J. Y., & Garcia-Godoy, C. (2017). Effect of Two-minute Application of 35% Sodium Ascorbate on Composite Bond Strength following Bleaching. *The Journal of Contemporary Dental Practice*, 18(10), 874–880. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10024-2142>
- Izidoro, A., Martins, G., Higashi, C., Zander-Grande, C., Tay, L. Y., Gomes, J., Campanha, N., & Jorge, J. (2015). Combined Technique for Bleaching Non-Vital Teeth with 6-Month Clinical Follow-Up: Case Report. *International Journal of Oral and Dental Health*, 1. <https://doi.org/10.23937/2469-5734/1510009>
- Jack L. Ferracane PhD, James C. Broome DDS, M., Thomas J. Hilton DMD, M., STAT!Ref (Online service), & Teton Data Systems (Firm). (2013). *Fundamentals of operative dentistry: A contemporary approach*. Quintessence Pub. Co. <http://online.statref.com/document.aspx?FxId=467&DocID=1&grpalias=KCL1>
- Joiner, A., Hopkinson, I., Deng, Y., & Westland, S. (2008). A review of tooth colour and whiteness. *Journal of Dentistry*, 36, 2–7. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2008.02.001>
- Joiner, A., & Luo, W. (2017). Tooth colour and whiteness: A review. *Journal of Dentistry*, 67, S3–S10. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2017.09.006>
- Jung, K.-H., Seon, E.-M., Choi, A.-N., Kwon, Y.-H., Son, S.-A., & Park, J.-K. (2017). Time of Application of Sodium Ascorbate on Bonding to Bleached Dentin. *Scanning*, 2017, 1–7. <https://doi.org/10.1155/2017/6074253>
- Kensche, A., Pötschke, S., Hannig, C., Richter, G., Hoth-Hannig, W., & Hannig, M. (2016). Influence of Calcium Phosphate and Apatite Containing Products on Enamel Erosion. *The Scientific World Journal*, 2016, 7959273. <https://doi.org/10.1155/2016/7959273>
- Kihn, P. W. (2007). Vital tooth whitening. *Dental Clinics of North America*, 51(2), 319–331, viii. <https://doi.org/10.1016/j.cden.2006.12.001>
- Klarić, E., Marcius, M., Ristić, M., Sever, I., Prskalo, K., & Tarle, Z. (2013). Surface changes of enamel and dentin after two different bleaching procedures. *Acta Clinica Croatica*, 52(4), 419–429.

- Koldehoff, J., Swain, M. V., & Schneider, G. A. (2020). The geometrical structure of interfaces in dental enamel: A FIB-STEM investigation. *Acta Biomaterialia*, *104*, 17–27. <https://doi.org/10.1016/j.actbio.2019.12.040>
- Kossatz, S., Dalanhol, A. P., Cunha, T., Loguercio, A., & Reis, A. (2011). Effect of light activation on tooth sensitivity after in-office bleaching. *Operative Dentistry*, *36*(3), 251–257. <https://doi.org/10.2341/10-289-C>
- Kothari, S., Gray, A. R., Lyons, K., Tan, X. W., & Brunton, P. A. (2019). Vital bleaching and oral-health-related quality of life in adults: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Dentistry*, *84*, 22–29. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2019.03.007>
- Kwon, S. R., & Wertz, P. W. (2015). Review of the Mechanism of Tooth Whitening: The Mechanism of Tooth Whitening. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, *27*(5), 240–257. <https://doi.org/10.1111/jerd.12152>
- Kwon, S. R., Wertz, P. W., Li, Y., & Chan, D. C. N. (2012). Penetration pattern of rhodamine dyes into enamel and dentin: Confocal laser microscopy observation. *International Journal of Cosmetic Science*, *34*(1), 97–101. <https://doi.org/10.1111/j.1468-2494.2011.00688.x>
- Lacruz, R. S., Habelitz, S., Wright, J. T., & Paine, M. L. (2017). Dental Enamel Formation and Implications for Oral Health and Disease. *Physiological Reviews*, *97*(3), 939–993. <https://doi.org/10.1152/physrev.00030.2016>
- Lago, A. D. N., & Garone-Netto, N. (2013). Microtensile bond strength of enamel after bleaching. *Indian Journal of Dental Research: Official Publication of Indian Society for Dental Research*, *24*(1), 104–109. <https://doi.org/10.4103/0970-9290.114955>
- Li, Y. (2017). Stain removal and whitening by baking soda dentifrice. *The Journal of the American Dental Association*, *148*(11), S20–S26. <https://doi.org/10.1016/j.adaj.2017.09.006>
- Lima, A. F., Fonseca, F. M., Freitas, M. S., Palialol, A. R., Aguiar, F. H., & Marchi, G. M. (2011). Effect of bleaching treatment and reduced application time of an antioxidant on bond strength to bleached enamel and subjacent dentin. *The Journal of Adhesive Dentistry*, *13*(6), 537–542. <https://doi.org/10.3290/j.jad.a19813>
- Llena, C., Esteve, I., & Forner, L. (2017). Effect of Hydrogen and Carbamide Peroxide in Bleaching, Enamel Morphology, and Mineral Composition: In vitro Study. *The*

- Journal of Contemporary Dental Practice*, 18(7), 576–582.
<https://doi.org/10.5005/jp-journals-10024-2087>
- Lopes, M. B., Felizardo, K. R., Brigantini, L. C., Berger, S. B., Laxe, L. A. C., & Salvio, L. A. (2018). Influência de antioxidantes na resistência de união de substratos clareados. *HU Revista*, 44(1), 63–76. <https://doi.org/10.34019/1982-8047.2018.v44.13935>
- Lucas, P., Philip, S., Al-Qeoud, D., Al-Draihim, N., Saji, S., & van Casteren, A. (2015). Structure and scale of the mechanics of mammalian dental enamel viewed from an evolutionary perspective. *Evolution & Development*, 18, n/a-n/a. <https://doi.org/10.1111/ede.12169>
- Lynch, C. D., O’Sullivan, V. R., Dockery, P., McGillicuddy, C. T., & Sloan, A. J. (2010). Hunter-Schreger Band patterns in human tooth enamel: HSB patterns in human tooth enamel. *Journal of Anatomy*, no-no. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7580.2010.01255.x>
- Machado, A. C., Braga, S. R. M., Ferreira, D., Jacintho, F. F., Scaramucci, T., & Sobral, M. A. P. (2021). Bleaching of severely darkened nonvital tooth case report—48 months clinical control. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 33(2), 314–322. <https://doi.org/10.1111/jerd.12609>
- Marshall, S. J., Bayne, S. C., Baier, R., Tomsia, A. P., & Marshall, G. W. (2010). A review of adhesion science. *Dental Materials*, 26(2), e11–e16. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2009.11.157>
- Mine, A., De Munck, J., Van Ende, A., Poitevin, A., Matsumoto, M., Yoshida, Y., Kuboki, T., Van Landuyt, K. L., Yatani, H., & Van Meerbeek, B. (2017). Limited interaction of a self-adhesive flowable composite with dentin/enamel characterized by TEM. *Dental Materials: Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 33(2), 209–217. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2016.11.010>
- Miranda, T. A. M., Moura, S. K., Amorim, V. H. de O., Terada, R. S. S., & Pascotto, R. C. (2013). Influence of exposure time to saliva and antioxidant treatment on bond strength to enamel after tooth bleaching: An in situ study. *Journal of Applied Oral Science*, 21(6), 567–574. <https://doi.org/10.1590/1679-775720130035>
- Moon, H.-J. (2015). Treatment after bleaching for optimal bonding. *Restorative Dentistry & Endodontics*, 40(2), 177. <https://doi.org/10.5395/rde.2015.40.2.177>
- Murad, C. G., Andrade, S. N. de, Disconzi, L. R., Munchow, E. A., Piva, E., Pascotto, R. C., & Moura, S. K. (2016). Influence of 10% sodium ascorbate gel application

- time on composite bond strength to bleached enamel. *Acta Biomaterialia Odontologica Scandinavica*, 2(1), 49–54. <https://doi.org/10.3109/23337931.2016.1152901>
- Nascimento, G. C. R., de Miranda, C. A., Machado, S. M. M., Brandão, G. A. M., de Almeida, H. A., & Silva, C. M. (2013). Does the time interval after bleaching influence the adhesion of orthodontic brackets? *Korean Journal of Orthodontics*, 43(5), 242–247. <https://doi.org/10.4041/kjod.2013.43.5.242>
- Olmedo, D. E. R. P., Kury, M., Resende, B. A., & Cavalli, V. (2021). Use of antioxidants to restore bond strength after tooth bleaching with peroxides. *European Journal of Oral Sciences*, 129(2). <https://doi.org/10.1111/eos.12773>
- Oz, F. D., & Kutuk, Z. B. (2018). Effect of various bleaching treatments on shear bond strength of different universal adhesives and application modes. *Restorative Dentistry & Endodontics*, 43(2), e20. <https://doi.org/10.5395/rde.2018.43.e20>
- Ozelin, A. A., Guiraldo, R. D., Carvalho, R. V. de, Lopes, M. B., & Berger, S. B. (2014). Effects of green tea application time on bond strength after enamel bleaching. *Brazilian Dental Journal*, 25(5), 399–403. <https://doi.org/10.1590/0103-6440201300015>
- Ozer, F., & Blatz, M. B. (2013). Self-etch and etch-and-rinse adhesive systems in clinical dentistry. *Compendium of Continuing Education in Dentistry (Jamesburg, N.J.: 1995)*, 34(1), 12–14, 16, 18; quiz 20, 30.
- Pan, Q., & Westland, S. (2018). Tooth color and whitening – digital technologies. *Journal of Dentistry*, 74, S42–S46. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2018.04.023>
- Pandya, M., & Diekwisch, T. G. H. (2019). Enamel biomimetics—Fiction or future of dentistry. *International Journal of Oral Science*, 11(1), 8. <https://doi.org/10.1038/s41368-018-0038-6>
- Perdigão, J. (2010). Dental whitening—Revisiting the myths. *Northwest Dentistry*, 89(6), 19–21, 23–26.
- Perdigão, J. (Ed.). (2016). *Tooth Whitening*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-38849-6>
- Perdigão, J., Araujo, E., Ramos, R. Q., Gomes, G., & Pizzolotto, L. (2021). Adhesive dentistry: Current concepts and clinical considerations. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 33(1), 51–68. <https://doi.org/10.1111/jerd.12692>
- Perdigão, J., Sezinando, A., & Monteiro, P. C. (2012). Laboratory bonding ability of a multi-purpose dentin adhesive. *American Journal of Dentistry*, 25(3), 153–158.

- Perdigão, J., & Swift, E. J. (2015). Universal Adhesives. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry: Official Publication of the American Academy of Esthetic Dentistry ... [et Al.]*, 27(6), 331–334. <https://doi.org/10.1111/jerd.12185>
- Plotino, G., Buono, L., Grande, N. M., Pameijer, C. H., & Somma, F. (2008). Nonvital Tooth Bleaching: A Review of the Literature and Clinical Procedures. *Journal of Endodontics*, 34(4), 394–407. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2007.12.020>
- Pro, J. W., & Barthelat, F. (2019). Discrete element models of tooth enamel, a complex three-dimensional biological composite. *Acta Biomaterialia*, 94, 536–552. <https://doi.org/10.1016/j.actbio.2019.04.058>
- Pugach, M. K., & Gibson, C. W. (2014). Analysis of enamel development using murine model systems: Approaches and limitations. *Frontiers in Physiology*, 5, 313. <https://doi.org/10.3389/fphys.2014.00313>
- Rahman, H. (2021). Comparative evaluation of 6% cranberry, 10% green tea, 50% aloe vera and 10% sodium ascorbate on reversing the immediate bond strength of bleached enamel: In vitro study. *Journal of Oral Biology and Craniofacial Research*, 6.
- Raposo, L. H. A., Armstrong, S. R., Maia, R. R., Qian, F., Geraldeli, S., & Soares, C. J. (2012). Effect of specimen gripping device, geometry and fixation method on microtensile bond strength, failure mode and stress distribution: Laboratory and finite element analyses. *Dental Materials: Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 28(5), e50-62. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2012.02.010>
- Rezende, M., Ferri, L., Kossatz, S., Loguercio, A. D., & Reis, A. (2016). Combined Bleaching Technique Using Low and High Hydrogen Peroxide In-Office Bleaching Gel. *Operative Dentistry*, 41(4), 388–396. <https://doi.org/10.2341/15-266-C>
- Rodrigues, J. L., Rocha, P. S., Pardim, S. L. de S., Machado, A. C. V., Faria-E-Silva, A. L., & Seraidarian, P. I. (2018). Association Between In-Office And At-Home Tooth Bleaching: A Single Blind Randomized Clinical Trial. *Brazilian Dental Journal*, 29(2), 133–139. <https://doi.org/10.1590/0103-6440201801726>
- Rodríguez-Barragué, J., Vola-Gelmini, J., Skuras-Siedenburg, M., Rivera-Gonzaga, J. A., & Cuevas-Suarez, C. E. (2021). Natural antioxidants to restore immediate bond strength to bleached enamel: Systematic review and meta-analysis of in vitro studies. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 33(5), 702–712. <https://doi.org/10.1111/jerd.12743>

- Rodríguez-Martínez, J., Valiente, M., & Sánchez-Martín, M. (2019). Tooth whitening: From the established treatments to novel approaches to prevent side effects. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 31(5), 431–440. <https://doi.org/10.1111/jerd.12519>
- Roeder, L., Pereira, P. N. R., Yamamoto, T., Ilie, N., Armstrong, S., & Ferracane, J. (2011). Spotlight on bond strength testing—Unraveling the complexities. *Dental Materials: Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 27(12), 1197–1203. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2011.08.396>
- Rosa, W. L. de O. da, Piva, E., & Silva, A. F. da. (2015). Bond strength of universal adhesives: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Dentistry*, 43(7), 765–776. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2015.04.003>
- Rotstein, I., Dankner, E., Goldman, A., Heling, I., Stabholz, A., & Zalkind, M. (1996). Histochemical analysis of dental hard tissues following bleaching. *Journal of Endodontics*, 22(1), 23–25. [https://doi.org/10.1016/S0099-2399\(96\)80231-7](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(96)80231-7)
- Sano, H., Chowdhury, A. F. M. A., Saikaew, P., Matsumoto, M., Hoshika, S., & Yamauti, M. (2020). The microtensile bond strength test: Its historical background and application to bond testing. *Japanese Dental Science Review*, 56(1), 24–31. <https://doi.org/10.1016/j.jdsr.2019.10.001>
- Sano, H., Shono, T., Sonoda, H., Takatsu, T., Ciucchi, B., Carvalho, R., & Pashley, D. H. (1994). Relationship between surface area for adhesion and tensile bond strength—Evaluation of a micro-tensile bond test. *Dental Materials: Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 10(4), 236–240. [https://doi.org/10.1016/0109-5641\(94\)90067-1](https://doi.org/10.1016/0109-5641(94)90067-1)
- Sasaki, R. T., Flório, F. M., & Basting, R. T. (2009). Effect of 10% sodium ascorbate and 10% alpha-tocopherol in different formulations on the shear bond strength of enamel and dentin submitted to a home-use bleaching treatment. *Operative Dentistry*, 34(6), 746–752.
- Sezinando, A. (2014). Looking for the ideal adhesive – A review. *Revista Portuguesa de Estomatologia, Medicina Dentária e Cirurgia Maxilofacial*, 55(4), 194–206. <https://doi.org/10.1016/j.rpemd.2014.07.004>
- Shahi, M., Velugu, G. R., & Choudhary, E. (2020). Comparative evaluation of the effect of 10%, 20%, and 30% guava seed extract on reversing compromised resin bond strength after enamel bleaching in 120 min, 10 min, and 5 min: An in vitro study.

- Journal of Conservative Dentistry: JCD*, 23(1), 66–70.
https://doi.org/10.4103/JCD.JCD_148_20
- Shalaby, E., & Shanab, S. (2013). Antioxidant compounds, assays of determination and mode of action. *Afr. J. Pharm. Pharmacol.*, 7.
- Sharafeddin, F., & Farshad, F. (2015). The Effect of Aloe Vera, Pomegranate Peel, Grape Seed Extract, Green Tea, and Sodium Ascorbate as Antioxidants on the Shear Bond Strength of Composite Resin to Home-bleached Enamel. *Journal of Dentistry (Shiraz, Iran)*, 16(4), 296–301.
- Siqueira, F., Cardenas, A. M., Gutierrez, M. F., Malaquias, P., Hass, V., Reis, A., Loguercio, A. D., & Perdigão, J. (2016). Laboratory Performance of Universal Adhesive Systems for Luting CAD/CAM Restorative Materials. *The Journal of Adhesive Dentistry*, 18(4), 331–340. <https://doi.org/10.3290/j.jad.a36519>
- Sui, T., Lunt, A. J. G., Baimpas, N., Sandholzer, M. A., Li, T., Zeng, K., Landini, G., & Korsunsky, A. M. (2016). Understanding nature's residual strain engineering at the human dentine–enamel junction interface. *Acta Biomaterialia*, 32, 256–263. <https://doi.org/10.1016/j.actbio.2016.01.009>
- Sung et al. (1999). *Effect of carbamide peroxide bleaching on the shear bond strength of composite to dental bonding agent enhanced enamel—PubMed*. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10559733/>
- Suzuki, T., Takamizawa, T., Barkmeier, W. W., Tsujimoto, A., Endo, H., Erickson, R. L., Latta, M. A., & Miyazaki, M. (2016). Influence of Etching Mode on Enamel Bond Durability of Universal Adhesive Systems. *Operative Dentistry*, 41(5), 520–530. <https://doi.org/10.2341/15-347-L>
- Thompson, V. P. (2020). The tooth: An analogue for biomimetic materials design and processing. *Dental Materials*, 36(1), 25–42. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2019.08.106>
- Topcu, F., Erdemir, U., Ozel, E., Tiryaki, M., Oktay, E., & Yildiz, E. (2017). Influence of bleaching regimen and time elapsed on microtensile bond strength of resin composite to enamel. *Contemporary Clinical Dentistry*, 8(3), 451. https://doi.org/10.4103/ccd.ccd_234_17
- Tsujimoto, A., Iwasa, M., Shimamura, Y., Murayama, R., Takamizawa, T., & Miyazaki, M. (2010). Enamel bonding of single-step self-etch adhesives: Influence of surface energy characteristics. *Journal of Dentistry*, 38(2), 123–130. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2009.09.011>

- Türkmen, C., Güteryüz, N., & Atalı, P. Y. (2016). Effect of sodium ascorbate and delayed treatment on the shear bond strength of composite resin to enamel following bleaching. *Nigerian Journal of Clinical Practice*, 19(1), 91–98. <https://doi.org/10.4103/1119-3077.164328>
- Unlu, N., Cobankara, F. K., & Ozer, F. (2008). Effect of elapsed time following bleaching on the shear bond strength of composite resin to enamel. *Journal of Biomedical Materials Research. Part B, Applied Biomaterials*, 84(2), 363–368. <https://doi.org/10.1002/jbm.b.30879>
- Uysal, T., Ertas, H., Sagsen, B., Bulut, H., Er, O., & Ustdal, A. (2010). Can intra-coronally bleached teeth be bonded safely after antioxidant treatment? *Dental Materials Journal*, 29(1), 47–52. <https://doi.org/10.4012/dmj.2009-064>
- Van Landuyt, K. L., Snauwaert, J., De Munck, J., Peumans, M., Yoshida, Y., Poitevin, A., Coutinho, E., Suzuki, K., Lambrechts, P., & Van Meerbeek, B. (2007). Systematic review of the chemical composition of contemporary dental adhesives. *Biomaterials*, 28(26), 3757–3785. <https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2007.04.044>
- Van Meerbeek, B., Peumans, M., Poitevin, A., Mine, A., Van Ende, A., Neves, A., & De Munck, J. (2010). Relationship between bond-strength tests and clinical outcomes. *Dental Materials*, 26(2), e100–e121. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2009.11.148>
- Van Meerbeek, B., Yoshihara, K., Van Landuyt, K., Yoshida, Y., & Peumans, M. (2020). From Buonocore’s Pioneering Acid-Etch Technique to Self-Adhering Restoratives. A Status Perspective of Rapidly Advancing Dental Adhesive Technology. *The Journal of Adhesive Dentistry*, 22(1), 7–34. <https://doi.org/10.3290/j.jad.a43994>
- Wang, Y., Gao, J., Jiang, T., Liang, S., Zhou, Y., & Matis, B. A. (2015). Evaluation of the efficacy of potassium nitrate and sodium fluoride as desensitizing agents during tooth bleaching treatment—A systematic review and meta-analysis. *Journal of Dentistry*, 43(8), 913–923. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2015.03.015>
- Wilmers, J., & Bargmann, S. (2020). Nature’s design solutions in dental enamel: Uniting high strength and extreme damage resistance. *Acta Biomaterialia*, 107, 1–24. <https://doi.org/10.1016/j.actbio.2020.02.019>
- Yoshihara, K., Nagaoka, N., Okihara, T., Kuroboshi, M., Hayakawa, S., Maruo, Y., Nishigawa, G., De Munck, J., Yoshida, Y., & Van Meerbeek, B. (2015).

- Functional monomer impurity affects adhesive performance. *Dental Materials: Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 31(12), 1493–1501. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2015.09.019>
- Yoshihara, K., Yoshida, Y., Nagaoka, N., Hayakawa, S., Okihara, T., De Munck, J., Maruo, Y., Nishigawa, G., Minagi, S., Osaka, A., & Van Meerbeek, B. (2013). Adhesive interfacial interaction affected by different carbon-chain monomers. *Dental Materials: Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 29(8), 888–897. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2013.05.006>
- Zhang, H., Shao, S., Du, A., Wang, Y., Cheng, B., & Zhang, Z. (2020). Comparative Evaluation of Two Antioxidants on Reversing the Immediate Bond Strength of Bleached Enamel: In Vitro Study. *Medical Science Monitor*, 26. <https://doi.org/10.12659/MSM.920481>
- Zhang, Z., Wang, X., Zhang, L., Liang, B., Tang, T., Fu, B., & Hannig, M. (2013). The contribution of chemical bonding to the short- and long-term enamel bond strengths. *Dental Materials: Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 29(7), e103-112. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2013.04.009>
- Zhao, X., Zanetti, F., Wang, L., Pan, J., Majeed, S., Malmstrom, H., Peitsch, M. C., Hoeng, J., & Ren, Y. (2019). Effects of different discoloration challenges and whitening treatments on dental hard tissues and composite resin restorations. *Journal of Dentistry*, 89, 103182. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2019.103182>

ANEXOS

Anexo 1 – Parecer da Comissão de Ética do Instituto Universitário Egas Moniz

Comissão de Ética EGAS MONIZ



Proc. Interno nº 954

Ex.ma Senhora
Inês dos Santos Allen

Monte de Caparica, 25 de fevereiro de 2020.

Ex.ma Senhora,

Em resposta ao Pedido de Parecer que submeteu à apreciação da Comissão de Ética da Egas Moniz, com o tema denominado “**Avaliação da resistência adesiva ao esmalte branqueado com sistemas adesivos universais após aplicação de um antioxidante**”, foi aprovado por unanimidade.

Com os melhores cumprimentos,

A Presidente da Comissão de Ética da Egas Moniz

Prof.ª Doutora Maria Fernanda de Mesquita

Anexo 2 – Declaração da Direção Clínica para cedência de dentes do Banco de Dentes Humano (BDH)



Declaração da Direção Clínica para cedência de dentes do BDH para realização do trabalho de projeto final do Mestrado Integrado de Medicina Dentária

Código | IMP.CDEM.04_01

IDENTIFICAÇÃO DO ESTUDANTE: Inês dos Santos Allen

TÍTULO DO TRABALHO: “Avaliação da resistência adesiva ao esmalte branqueado com sistemas adesivos universais após aplicação de um antioxidante”

Excelentíssima Professora Doutora Fernanda de Mesquita – Presidente da Comissão de Ética,

O(a) aluno(a) Inês dos Santos Allen pode utilizar 30 dentes do Banco de Dentes Humanos (BDH) da Clínica Dentária Egas Moniz (CDEM).

Aguardo a aprovação da Comissão Científica e da Comissão de Ética, para cedência dos dentes.

Atenciosamente, com os melhores cumprimentos

Monte da Caparica, de 2021

Direção Clínica

Anexo 3 – Instruções do fabricante -> gel de branqueamento *Whiteness Perfect™* 16% (FGM).
(Digitalização da brochura disponível na embalagem do produto)

Instruções de Uso

Fig 1. Pressione o êmbolo da seringa e aplique o gel clareador nos rebalços da moldeira. Geralmente uma pequena gota por dente é suficiente para cobrir os dentes.

Fig 2. Encaixe a moldeira nos dentes e pressione levemente para envolvê-los com gel.

Fig 3. Com o dedo ou escova remova o excesso de gel.

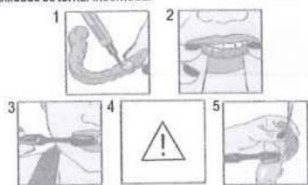
Fig 4. Utilize o gel conforme preconizado por seu cirurgião-dentista. Comunique a ele qualquer desconforto ou observação mais importante sempre que houver.

Fig 5. Lave bem a moldeira antes de guardá-la e antes do uso. Guarde o gel em local fresco. Evite exposição prolongada da seringa à luz. Descarte adequadamente as seringas vazias.

Importante: Procure seguir rigorosamente as instruções recebidas. O sucesso do tratamento depende da boa condução do procedimento. Caso a moldeira seja removida, recarregue a mesma antes de ser recolocada.

Informações Importantes

É normal durante o clareamento experimentar um aumento da sensibilidade dos dentes a variações de temperatura, principalmente ao frio. Tal sensibilidade pode ser tratada e minimizada com alguns tratamentos que seu dentista pode prescrever. Procure-o se a sensibilidade se tornar incômoda.



Alguns pacientes podem sentir leve irritação na gengiva, garganta, língua ou lábios, geralmente em decorrência do uso em excesso de gel na moldeira. Comunique seu cirurgião-dentista sempre que perceber alguma reação maior ou problema. Não faça nenhuma automedicação. Recomenda-se evitar ingestão de bebidas ou alimentos ácidos durante o clareamento porque estes podem causar

aumento de sensibilidade durante o clareamento. Bebidas ou alimentos fortemente corados também devem ser evitados para que não haja comprometimento do processo de clareamento. Siga criteriosamente as instruções de seu cirurgião-dentista.

Precauções e Contraindicações

• O uso do produto deve ser indicado e feito sempre com acompanhamento de um cirurgião-dentista.

• O produto não é indicado para clareamento em gestantes, lactantes e pacientes menores de 15 anos.

• O produto não é recomendado para pessoas que tenham feito recentemente cirurgia de gengiva ou com inflamação do tecido gengival e pessoas com reações alérgicas ao produto.

Conservação e Armazenamento

Armazene o produto em temperaturas entre 5°C e 25°C / 41°F e 77°F. Não congele o produto. Proteja da incidência da luz solar direta.

Advertências

Não utilize o produto se este estiver fora do prazo de validade. Para o descarte do produto siga a legislação de seu país. Mantenha fora do alcance de crianças.

Este material foi fabricado somente para uso dental e deve ser manipulado de acordo com as instruções de uso. O fabricante não é responsável por danos causados por outros usos ou por manipulação incorreta. Além disso, o usuário está obrigado a comprovar, antes do emprego e sob sua responsabilidade, se este material é compatível com a utilização desejada, principalmente quando esta utilização não está indicada nestas instruções de uso. Descrições de danos não constituem nenhum tipo de garantia e, por isto, não possuem qualquer vinculação.

Manual de Instruções

**Blanqueador Dental para Dientes Vitales
Solamente Uso Profesional**

Lea detenidamente toda la información en este manual de instrucciones antes de usar el producto. Guárdalo para consulta, al menos hasta que el consumo total del producto y/o hasta que ya no la interacción del producto con su último paciente.

Instrucciones de Uso

Fig 1. Presione el embolo de la jeringa y aplique el gel blanqueador en las depresiones de la férula. Generalmente una pequeña gota por diente es suficiente para cubrir los dientes.

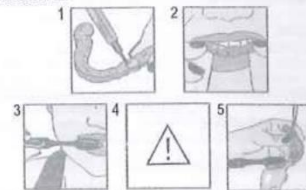
Fig 2. Encaje la férula en los dientes y presione levemente para envolverlos con el gel.

Fig 3. Con el dedo o cepillo remueva el exceso de gel. Enjuáguese la boca dos o tres veces con agua.

Fig 4. Utilice el gel conforme preconizado por su cirujano dentista. Comunique con él alguna molestia o la observación más importante cada vez que hay.

Fig 5. Lave bien la férula antes de guardarla y antes de su uso. Guarde el gel en local fresco. Evite exposición prolongada de la jeringa a la luz. Deseche adecuadamente las jeringas vacías.

Importante: Siga rigurosamente las instrucciones recibidas. El suceso del tratamiento depende de la buena conducción del procedimiento. Caso férula sea removida, recargue la misma antes de ser recolocada.



Informaciones Importantes

Es normal durante el blanqueamiento ocurra un aumento de la sensibilidad de los dientes a variaciones de temperatura, principalmente al frío. Tal sensibilidad puede ser tratada y minimizada con algunos tratamientos que su cirujano dentista prescriba. Consúltelo si la sensibilidad se tornar incómoda.

Algunos pacientes pueden sentir leve irritación en la encía, garganta, lengua o labios, generalmente proveniente del uso excesivo de gel en la férula. Comunique su cirujano dentista siempre que perciba alguna reacción mayor o problema. No se auto-medique.

Se recomienda evitar la ingestión de bebidas o alimentos ácidos durante el blanqueamiento porque estos pueden causar aumento de la sensibilidad durante el blanqueamiento. Bebidas o alimentos fuertemente colorados también deben ser evitados para que no halla comprometimiento del proceso de blanqueamiento.

Anexo 4 – Instruções do fabricante -> ácido ortofosfórico *Scotchbond™ Etchant* a 35% (3M).
(Digitalização da brochura disponível na embalagem do produto)

PT PORTUGUÊS

Descrição do Produto

Scotchbond™ Universal Etchant é um gel para condicionamento ácido de esmalte e dentina, mediante utilização da técnica de condicionamento ácido. O gel Scotchbond Universal Etchant contém 32% de peso de ácido fosfórico.

Indicações

- Condicionamento de esmalte e dentina, mediante utilização da técnica de condicionamento ácido

Medidas de Precaução

Scotchbond Universal Etchant: o contacto com os olhos ou com a pele pode provocar queimaduras. Usar vestuário de protecção adequado, bem como luvas de protecção e protecção para os olhos/a cara. Em caso de contacto, lavar com água abundante e consultar um médico.

Poderá obter as fichas de segurança dos materiais (MSDS) da 3M em www.mmm.com ou através do seu representante local.

Preparação

- ▶ Limpar a estrutura dentária não preparada como habitualmente (p. ex., com pasta de pedra-pomes, pasta de polimento ou através de jacto de pó) e lavar minuciosamente com jacto de água.
 - Não deverão ser utilizadas pastas de limpeza com fluoretos ou teor de óleo, pois estas poderão afectar o processo de condicionamento ácido.
- ▶ Ao trabalhar com uma estrutura de dente preparada, utilizar jacto de água para remover qualquer resíduo de preparação solto e secar o coto ou a cavidade com ar isento de humidade e óleo, ou utilizar pontas de algodão para a secagem. Não ressequir!
- ▶ Uma área de tratamento seca é um pré-requisito para o condicionamento ácido. É aconselhável a utilização de um dique de borracha para assegurar que a área permanece devidamente seca.

Aplicação

- ▶ Retirar a seringa de Scotchbond Universal Etchant da bolsa de plástico, desenroskar a tampa e colocar uma ponta dispensadora do gel gravador.

Anexo 5 – Instruções do fabricante -> sistema adesivo Scotchbond™ Universal (3M) (Digitalização da brochura disponível na embalagem do produto)

Limitación de responsabilidades
 Salvo en lo dispuesto por la ley, 3M Deutschland GmbH no será responsable de ninguna pérdida o daño producido por este producto, ya sea directo, indirecto, especial, accidental o consecuencia, independientemente del argumento presentado, incluyendo la garantía, contrato, negligencia o responsabilidad estricta.

Estado de la información: julio de 2013

PORTUGUÊS

Descrição do produto
 Scotchbond™ Universal é um adesivo fotopolimerizável de componente único, disponibilizado em blister L-Pop para dosagem única ou em frasco para dosagens múltiplas.

Conexão à indicação, o adesivo é utilizado:

- No processo de "auto-condicionamento", a fim de possibilitar um tempo de tratamento o mais curto possível e minimizar sensibilidades pós-operatórias.
- Com condicionamento seletivo do esmalte, a fim de maximizar a adesão ao esmalte dentário e minimizar sensibilidades pós-operatórias.
- No processo de "condicionamento total" com uma etapa anterior de condicionamento com ácido fosfórico, p. ex. quando o condicionamento não pode ser limitado ao estrato dentário.

O Scotchbond™ Universal DCA ativa o mecanismo de dupla polimerização (mecanismo do Scotchbond Universal e é misturado ao adesivo quando são utilizados materiais de obturação, cimentos ou materiais de construção de núcleo compostos, de dupla polimerização ou auto-polimerização. No caso do dente de fixação composto RelyX™ Ultimate não é necessária aplicação de ativador ao adesivo, pois o ativador já está integrado no cimento.

Conservar estas instruções de utilização enquanto o produto estiver a ser usado. Consultar as respectivas instruções de utilização para obter informações adicionais sobre os produtos mencionados na seguinte.

Campos de aplicação

- Obturações de todas as classes (segundo Black) com materiais de obturação compostos ou compósitos fotopolimerizáveis.
- Cimentação de restaurações indiretas em associação com cimento de fixação composto RelyX Ultimate.
- Cimentação de facetas em associação com compósitos fotopolimerizáveis ou materiais de construção de núcleos cerâmicos.
- Bonding de coroamentos feitos com compósitos fotopolimerizáveis ou materiais de construção de núcleos cerâmicos, e de compósitos de auto-polimerização em associação com Scotchbond Universal DCA.
- Preparação de obturações realizadas com compósitos e compómeros.
- Preparação intra-oral de restaurações em compósitos, cerâmica e metal e cerâmica pura, sem Primer adicional.
- Densificação do esmalte do dente.
- Selagem de cavidades antes da restauração com anelagem.
- Selagem de cavidades e cotos, antes da fixação provisória de restaurações indiretas.
- Bonding de materiais de selagem de fissuras.
- Verniz de proteção para obturações de ionômero de vidro.

Medidas de precaução

Para os pacientes e profissionais de estomatologia

- Scotchbond Universal: O contacto com os olhos pode provocar danos oculares graves. Para evitar o mesmo, usar sempre óculos de proteção. Em caso de contacto com os olhos, lavar imediatamente com água abundante e consultar um médico.
- Para os pacientes**
- O Scotchbond Universal contém substâncias que, em indivíduos sensíveis, poderão causar reacções alérgicas por contacto com a pele. Deverá ser evitada a utilização deste produto em pacientes identificados como sendo alérgicos a acrílicos.
- Em caso de contacto prolongado com as mucosas orais, lavar abundantemente com água. Caso ocorram reacções alérgicas, remover o produto e não voltar a utilizar e mesmo se, se necessário, consultar um médico.
- Para os profissionais de estomatologia**
- O Scotchbond Universal contém substâncias que, em indivíduos sensíveis, poderão causar reacções alérgicas por contacto com a pele. Para evitar o risco de reacções alérgicas, evitar o contacto com estes materiais, em particular o contacto com adesivo não endurecido. Em caso de contacto accidental com a pele, lavar imediatamente a zona afectada com água e sabão.
- Recomenda-se a utilização de luvas de protecção e uma técnica de manuseamento sem contacto directo com o produto. Os produtos podem penetrar nas áreas de contacto comunitar. Em caso de contacto com Scotchbond Universal, remover as luvas de protecção e eliminar as mesmas. Lavar imediatamente as mãos com água e sabão e colocar um novo par de luvas de protecção.
- Caso ocorram reacções alérgicas, consultar eventualmente um médico.
- Os produtos Scotchbond Universal e Scotchbond Universal DCA são facilmente inflamáveis. Evitar a acumulação de electricidade estática. Manter afastados de fontes de calor, fósforos, chamas expostas, chamas de soldagem e outras fontes de ignição.

Podem obter as especificações de segurança (MSDS) da 3M em www.3m.com ou através do seu representante local.

Medidas de precaução durante a preparação

- Fixar as restaurações provisórias com um produto isento de eugenol (p. ex., com RelyX™ Temp NE). A utilização de materiais de fixação provisórios que contêm eugenol pode inibir o processo de polimerização de Scotchbond Universal durante a cimentação definitiva.
- Para uma adesão ideal, não tratar a superfície de restaurações de ácido de ácido fosfórico (excluído de alumínio laminado) ou metal com ácido fosfórico.

Anexo 6 – Instruções do fabricante -> Scotchbond™ Universal Plus (3M). (Digitalização da brochura disponível na embalagem do produto)

rey nacional correspondiente.

Estado de la información: diciembre de 2019

PORTUGUÊS

Descrição do produto
 Scotchbond™ Universal Plus é um adesivo dentário de componente único fotopolimerizável, disponível em blisters L-Pop para dosagem única ou em frascos para doses múltiplas.

Dependendo da indicação, o adesivo é utilizado:

- Num procedimento "autocodicionante", para permitir o tempo de tratamento mais curto possível e para minimizar as sensibilidades pós-operatórias.
- Com condicionamento seletivo do esmalte; é utilizado ácido fosfórico para condicionar apenas a porção de esmalte necessária para maximizar a adesão ao esmalte do dente e para minimizar sensibilidades pós-operatórias.
- Num procedimento de "condicionamento total/condicionamento e lavagem" com uma etapa de condicionamento anterior do esmalte e dentina com ácido fosfórico, por ex., se o condicionamento não puder ser limitado ao esmalte do dente.

Scotchbond Universal Plus é compatível com materiais compostos de obturação, cimentos e materiais de construção de núcleo fotopolimerizáveis, autopolimerizáveis e de dupla polimerização. Não é necessário um ativador de dupla polimerização (DCA) separado. O Scotchbond Universal Plus é radiopaco (radiopacidade semelhante à dentinal) e não contém qualquer bisfenol A (BPA).

Estas Instruções de Utilização deverão ser conservadas enquanto o produto estiver a ser usado. O produto só deverá ser utilizado quando o rótulo do mesmo estiver perfeitamente legível. Para mais informações sobre os produtos adicionais mencionados, consultar as respetivas Instruções de Utilização.

Finalidade prevista
 Finalidade prevista: Um material destinado a ser utilizado essencialmente como uma substância promotora de adesão entre substância dentária e restaurações dentárias. Também poderá ser utilizado como selante de dentina e como agente adesivo para reparação de restaurações.

Utilizadores previstos:
 Profissionais odontológicos qualificados que possuam conhecimentos teóricos e práticos sobre a utilização de produtos dentários.

Utilização clínica:
 Mantém as restaurações diretas fixas na sua posição, mantém as restaurações indiretas fixas em combinação com um agente de fixação, selamento, densificação.

Indicações

Indicações diretas:

- Adesão de todos os materiais de obturação compostos ou compómeros à base de metacrilato fotopolimerizáveis, autopolimerizáveis e de dupla polimerização
- Densificação da superfície radicular
- Adesão de selantes de fissuras à base de metacrilato
- Verniz protetor para obturações de ionômero de vidro
- Reparação de obturações de compósito e compómero
- Selamento de cavidades antes da colocação de restaurações de amálgamo

Indicações indiretas:

- Cimentação de restaurações indiretas em associação com RelyX™ Universal Resin Cement e outros cimentos de resina (seguir as Instruções de Utilização aplicáveis)
- Adesão de todos os materiais de construção de núcleo e cimentos à base de metacrilato fotopolimerizáveis, autopolimerizáveis e de dupla polimerização
- Cimentação de facetas quando associado ao cimento RelyX™ Veneer Cement
- Reparação intracanal de restaurações de compósito, porcelana fundida com metal e restaurações exclusivamente de cerâmica, sem primário adicional
- Selamento de cavidades e preparação de cotos de dentes antes da cimentação provisória de restaurações indiretas

Medidas de precaução

Para os pacientes e os profissionais de estomatologia

Procedimento para restaurações diretas e indiretas

Observações:

- Seguir as Instruções de Utilização aplicáveis ao utilizar cimento de resina RelyX Universal. Não é necessário fotopolimerizar o adesivo, quando for usado com RelyX Universal.
- Os passos que se seguem, incluindo a fotopolimerização do adesivo, deverão ser realizados para todos os outros cimentos de resina adesivos, incluindo o RelyX™ Ultimate, e todas as indicações diretas.

Preparação

Preparação da cavidade/construção de núcleo

- Remover os resíduos soltos da preparação, utilizando spray de água e secando suavemente o núcleo ou a cavidade com 2-3 jatos de ar isento de humidade e óleo, ou com compressas de algodão. Não secar excessivamente.
- O núcleo ou cavidade deverá ficar seco(a) apenas o suficiente para ter um aspeto acetinado. Uma secagem excessiva poderá conduzir a sensibilidade pós-operatória.

Esmalte de dente não preparado

- Condicionar o esmalte de dente não preparado com ácido fosfórico (exceção: adesão de selantes de fissuras e fissuras fotopolimerizáveis); consultar a secção "Procedimento de condicionamento total/condicionamento e lavagem".
- Continuar com a aplicação de Scotchbond Universal Plus.

Secagem da área

- Evitar qualquer contaminação com sangue, saliva ou fluido do sulco durante as aplicações. É recomendada a utilização de um dique de borracha para manter a área tratada suficientemente seca e para evitar a exposição de qualquer tecido mole.

Condicionamento com gel condicionante de ácido fosfórico (opcional)

A aplicação como parte do procedimento "auto-condicionante" assegura uma fixação adesiva clinicamente adequada. A fixação adesiva ao esmalte pode ser adicionalmente melhorada através de condicionamento de esmalte seletivo ou do procedimento "condicionamento total/condicionamento e lavagem".

Condicionamento seletivo do esmalte

- Aplicar um gel condicionante de ácido fosfórico comum (cerca de 30-40%), por ex., Scotchbond™ Universal Etchant, no esmalte dentário preparado ou não preparado e deixar reagir durante 15 segundos.
- Nota: um condicionamento accidental da dentina não terá qualquer efeito prejudicial na adesão.

Lavar bem com água e secar com ar isento de humidade e óleo ou com compressas de algodão. Não secar excessivamente.

Procedimento de condicionamento total/condicionamento e lavagem

- Aplicar um gel condicionante de ácido fosfórico comum (cerca de 30-40%), por ex., Scotchbond Universal Etchant, nas estruturas do dente preparadas ou não preparadas (esmalte e dentina) e deixar reagir durante 15 segundos.
- Lavar bem com água e secar com ar isento de humidade e óleo ou com compressas de algodão. Não secar excessivamente.

Aplicação do adesivo

- Utilizar o aplicador descartável para aplicar o adesivo em toda a estrutura do dente a aderir e espalhar durante 20 segundos. Evitar o contacto com a mucosa oral.
- Se necessário, voltar a molhar o aplicador descartável durante o tratamento.
- Em seguida, direcionar um fluxo de ar suave sobre o líquido do núcleo, no mínimo, 5 segundos, até se formar uma fina película brilhante que já não se moverá com o sopro de ar. Se é demasiado fina, resultando numa força de adesão inferior. Nesse caso, voltar a aplicar o adesivo e o sopro de ar.
- Evitar uma iluminação intensa durante a aplicação, pois a luz do dia ou a luz artificial podem provocar uma polimerização prematura.

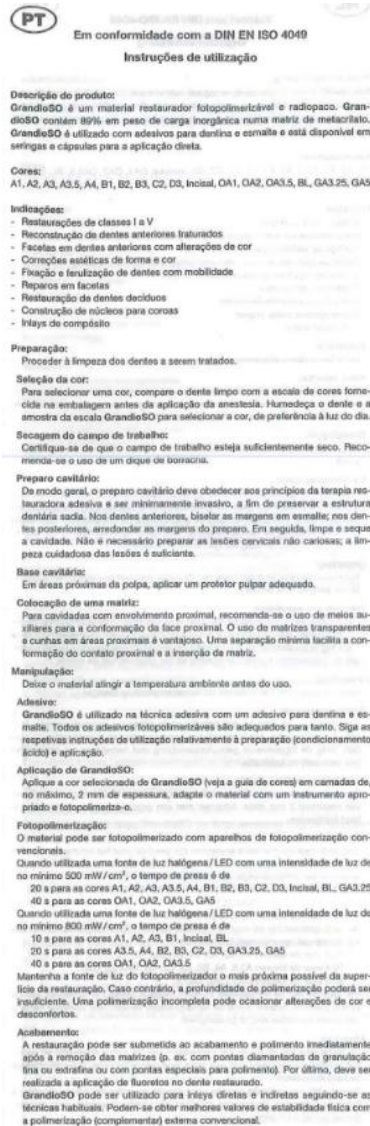
Polimerização

- Polimerizar o adesivo com uma luz fotopolimerizadora comum (por ex., Elipar™ DeepCure-S) durante 10 segundos.

Aplicação do material de obturação compósito ou compómero fotopolimerizável, autopolimerizável ou de dupla polimerização

- Conforma apropriado para a indicação, continuar com o material desejado, de acordo com as Instruções de Utilização aplicáveis.

Anexo 7 – Instruções do fabricante -> resina composta *GrandioSO™* (VOCO GmbH). (Digitalização da brochura disponível na embalagem do produto)



Anexo 8 – Quantidade de material utilizado nesta investigação.

Material	Dosagem
Gel de Branqueamento Whitiness Perfect™ 16% (FGM, Joinville, SC, Brasil)	12 seringas (3g cada)
Scotchbond™ Universal (3M ESPE, Neuss, Alemanha)	1 frasco de 5 ml
Scotchbond™ Universal Plus (3M ESPE, Neuss, Alemanha)	1 frasco de 5 ml
Resina composta GrandioSO™ (VOCO GmbH, Cuxhaven, Alemanha)	8 seringas (4g cada)