

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

EFEITO DOS ANTIOXIDANTES ALOÉ VERA E CHÁ VERDE NA RESISTÊNCIA ADESIVA EM DENTES BRANQUEADOS

Trabalho submetido por
Nelson de Melo Vilão
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

outubro de 2023

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

EFEITO DOS ANTIOXIDANTES ALOÉ VERA E CHÁ VERDE NA RESISTÊNCIA ADESIVA EM DENTES BRANQUEADOS

Trabalho submetido por
Nelson de Melo Vilão
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

outubro de 2023

“If at first you don't succeed, try, try again.”

William Edward Hickson

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, Professora Doutora Inês Caldeira Fernandes, por todo o tempo despendido e por toda a ajuda na realização desta investigação.

À minha coorientadora, Professora Doutora Alexandra Pinto Rodrigues, pela ajuda na realização da tese.

À Professora Doutora Joana Costa, pela ajuda durante a investigação laboratorial e pela companhia e ensinamentos durante o meu ano como monitor de Dentisteria.

Ao Professor Doutor Luís Proença, pela ajuda e disponibilidade durante o tratamento de dados da investigação científica.

Ao Instituto Universitário Egas Moniz, à Clínica Dentária Universitária Egas Moniz, aos professores e funcionários da mesma, por sempre me fazerem sentir em casa e por me terem proporcionado os melhores 5 anos da minha vida. Um obrigado não chega.

À Maria, a minha parceira de box (box 84), por me acompanhar desde sempre na minha vida e desde o primeiro dia da faculdade. Sem ti nada disto tinha sido possível. A melhor dupla dentro e fora da faculdade. Obrigado pela amizade, pelo amor, pela ajuda e por todos os momentos felizes que vivi contigo.

Ao meu grupo de amigos, A&C, pelo forte apoio que foram durante estes 5 anos, pela amizade incondicional, pelas partilhas e momentos e por serem os melhores de todos. Para além do diploma levo-vos a vocês para a minha vida. Não poderia estar mais grato.

Aos restantes amigos e colegas que esta casa me deu, fizeram parte dos melhores 5 anos de sempre, estou muito grato por isso.

Às minhas colegas de casa, Alexandra e Inês, pela amizade e bons momentos.

À Carlota, pelo apoio, ajuda e amizade incondicional, por sempre estar presente na minha vida, nos bons e maus momentos. Foste uma peça muito importante neste meu percurso.

Aos meu pais, os melhores do mundo, por sempre acreditarem em mim e por todo o esforço realizado para me proporcionarem tudo o que desejo. Obrigado por estes 5 anos, sem vocês nada disto tinha acontecido. Obrigado também por todo o amor e por me ensinarem que, com muito trabalho e dedicação, posso ser tudo aquilo que quiser.

Ao Rodrigo, o meu irmão, por ser a pessoa mais importante e que mais admiro. Obrigado por tudo e por todo o apoio. Não podia estar mais orgulho da pessoa que és e naquilo que te vais tornar.

RESUMO

Objetivos: Avaliar a resistência adesiva de restaurações em resina composta em dentes branqueados após aplicação de agentes antioxidantes (aloé vera e chá verde).

Materiais e Métodos: Quinze dentes molares hígidos foram seccionados no seu 1/3 oclusal num corte único à velocidade de 0,125 mm/min, proporcionando uma superfície de dentina plana. Aleatoriamente foram divididos em 3 grupos: um grupo onde foi aplicado um agente branqueador e restaurado após 15 dias (G0); um grupo onde foi aplicado um agente branqueador e posteriormente o antioxidante aloé vera 50% durante 10 minutos e restauração imediata (G1); e outro grupo onde foi aplicado um agente branqueador e posteriormente o antioxidante chá verde 10% durante 10 minutos e restauração imediata (G2). Os grupos foram submetidos a branqueamento com o gel Opalescence PF Regular 16% durante 6h por dia, ao longo de 15 dias e restaurados com o sistema adesivo Optibond™ FL e a resina composta Filtek™ Z250 Cor A3. Após 24 horas, as amostras foram seccionadas em palitos de $1 \pm 0,3 \text{ mm}^2$ de área, segundo os eixos x e y. Seguidamente, foram testados na máquina de testes universal, por microtração, à velocidade de 0,5mm/min. A análise estatística realizou-se através do teste ANOVA, com nível de significância de 5% ($p \leq 0,05$).

Resultados: O grupo G2, em que foi aplicado o antioxidante chá verde, apresenta uma resistência adesiva maior do que o grupo G1, em que foi aplicado o antioxidante aloé vera, mas ligeiramente mais baixo do que o grupo G0, onde foi realizado branqueamento seguido de restauração após 15 dias. Existem diferenças estatisticamente significativas entre todos os grupos.

Conclusões: O uso de agentes antioxidantes influenciou de forma estatisticamente significativa a resistência adesiva de restaurações em dentina branqueada, tendo o chá verde um maior potencial reversor da resistência adesiva.

Palavras-chave: resistência adesiva; branqueamento dentário; aloé vera; chá verde

ABSTRACT

Objectives: Evaluate the bond strength of composite resin restorations in bleached teeth after application of antioxidant agents (aloe vera and green tea).

Methods and Materials: Fifteen healthy molar teeth were sectioned in their occlusal 1/3 in a single cut at a speed of 0.125 mm/min, providing a flat dentin surface. They were randomly divided into 3 groups: a group where a whitening agent was applied and restored after 15 days (G0); a group where a whitening agent was applied and then the 50% aloe vera antioxidant for 10 minutes and restored immediately (G1); and another group where a whitening agent was applied and then the 10% green tea antioxidant for 10 minutes and restored immediately (G2). The groups were bleached with Opalescence PF Regular 16% gel for 6 hours a day over 15 days and restored with the Optibond™ FL adhesive system and Filtek™ Z250 Color A3 composite resin. After 24 hours, the samples were sectioned into sticks with an area of $1 \pm 0,3 \text{mm}^2$ along the x and y axes. They were then tested in the universal testing machine by microtensile force at a speed of 0.5mm/min. Statistical analysis was carried out using the ANOVA test, with a significance level of 5% ($p \leq 0.05$).

Results: Group G2, where the antioxidant green tea was applied, has a higher bond strength than group G1, where the antioxidant aloe vera was applied, but slightly lower than group G0, where bleaching was carried out followed by restoration after 15 days. There are statistically significant differences between all the groups.

Conclusions: The use of antioxidant agents had a statistically significant influence on the bond strength of restorations in bleached dentin, with green tea having the greatest potential for reversing bond strength.

Keywords: bond strength; dental bleaching; aloe vera; green tea

ÍNDICE GERAL

I. INTRODUÇÃO	17
1. Dentina.....	17
1.1. Propriedades Físicas da Dentina.....	17
1.2. Propriedades Químicas da Dentina.....	18
1.3. Túbulos Dentinários	19
1.4. Dentina Peritubular e Dentina Intertubular	19
1.5. Considerações Clínicas da Dentina	20
1.5.1. Permeabilidade	20
1.5.2. Sensibilidade.....	20
1.5.3. Resposta a Estímulos	21
1.6. Tipos de Dentina.....	21
1.6.1. Dentina Primária.....	21
1.6.2. Dentina Secundária.....	22
1.6.3. Dentina Terciária	22
2. Pigmentação Dentária	23
2.1. Pigmentação Intrínseca.....	23
2.2. Pigmentação Extrínseca.....	23
3. Branqueamento dentário	24
3.1. Mecanismo de Ação do Branqueamento	24
3.1.1. Difusão.....	24
3.1.2. Interação	25
3.1.3. Alteração da Superfície e Cor.....	25
3.2. Composição dos Produtos de Branqueamento	26
3.2.1. Elementos Ativos.....	26
3.2.1.1. Peróxido de Hidrogénio.....	26
3.2.1.2. Peróxido de Carbamida	26
3.2.2. Elementos Inativos	27
3.2.2.1. Agentes Espessantes	27
3.2.2.2. Conservantes.....	27
3.2.2.3. Aromatizantes	27

3.2.2.4.	Surfactantes e Dispersores de Pigmento.....	27
3.2.2.5.	Transportadores	28
3.3.	Indicações do Branqueamento.....	28
3.4.	Contraindicações do Branqueamento	28
3.5.	Técnicas de Branqueamento	29
3.5.1.	Branqueamento de Dentes Vitais	29
3.5.1.1.	Branqueamento em Consultório (<i>In-Office</i>).....	29
3.5.1.2.	Branqueamento em Ambulatório (<i>At-Home</i>)	30
3.5.1.3.	Técnica Combinada	30
3.5.1.4.	Produtos de Venda Livre (<i>OTC</i>).....	31
3.5.2.	Branqueamento de Dentes Não Vitais.....	31
3.5.2.1.	Técnica <i>Walking Bleach</i>	31
3.5.2.2.	Branqueamento Interno	31
3.5.2.3.	Branqueamento Externo	32
3.5.2.4.	Branqueamento Interno-Externo	32
3.6.	Efeitos Adversos do Branqueamento	32
3.6.1.	Sensibilidade Dentária.....	33
3.6.2.	Efeitos nos Tecidos Moles.....	33
3.6.3.	Efeitos em Dentes Não Vitais.....	33
3.6.4.	Efeitos Sistêmicos.....	34
3.7.	Efeitos do Branqueamento na Adesão de Restaurações.....	34
3.8.	Fatores que influenciam o Branqueamento	35
3.8.1.	Profilaxia da Superfície Dentária	35
3.8.2.	Concentração do Agente Branqueador	35
3.8.3.	Temperatura.....	35
3.8.4.	pH	35
3.8.5.	Tempo.....	36
3.8.6.	Aditivos	36
3.9.	Legislação Associada ao Branqueamento Dentário	37
4.	Agentes Antioxidantes.....	38
4.1.	Tipos de Agentes Antioxidantes.....	39
4.1.1.	Aloé Vera.....	39
4.1.2.	Chá Verde.....	39

4.2.	Limitações	39
5.	Adesão.....	39
5.1.	Evolução dos Sistemas Adesivos	39
5.2.	Adesão Dentária	40
5.2.1.	Adesão ao Esmalte.....	40
5.2.2.	Adesão à Dentina.....	40
5.3.	Composição dos Sistemas Adesivos.....	40
5.4.	Classificação dos sistemas adesivos com base no número de etapas clínicas 41	
5.4.1.	Sistemas Adesivos <i>etch-and-rinse</i>	41
5.4.1.1.	Sistemas Adesivos <i>etch-and-rinse</i> de três passos.....	41
5.4.1.2.	Sistemas Adesivos <i>etch-and-rinse</i> de dois passos.....	42
5.4.2.	Sistemas Adesivos <i>self-etch</i>	42
5.4.2.1.	Sistemas Adesivos <i>self-etch</i> de dois passos.....	43
5.4.2.2.	Sistemas Adesivos <i>self-etch</i> de um passo.....	43
5.4.3.	Sistemas Adesivos Universais ou <i>multi-mode</i>	43
6.	Testes de Resistência Adesiva.....	44
6.1.	Testes de Microtração.....	44
6.2.	Normas ISO	44
II.	OBJETIVOS	45
III.	HIPÓTESES DE ESTUDO	47
IV.	MATERIAIS E MÉTODOS.....	49
V.	RESULTADOS	63
VI.	DISCUSSÃO	69
VII.	CONCLUSÕES.....	75
VIII.	BIBLIOGRAFIA	77
IX.	ANEXOS	

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Representação esquemática da estrutura dentária. (Imagem Original).....	17
Figura 2. Representação de um dente natural utilizado neste estudo.	52
Figura 3. Corte dos dentes no micrótomo.....	53
Figura 4. Gel de branqueamento Opalescence PF Regular 16% (Ultradent Products, South Jordan, EUA).....	53
Figura 5. Aplicação do gel de branqueamento Opalescence PF Regular 16% (Ultradent Products, South Jordan, EUA).....	54
Figura 6. Representação da estufa.	55
Figura 7. Gel de Aloé Vera (Aloegarve, Algarve, Portugal) a 50%.....	55
Figura 8. Solução de Chá Verde (Lipton, Unilever Pvt Ltd., Portugal) a 10%.	56
Figura 9. Representação da máquina polidora (LaboPol-4, Streurs, Dinamarca) e lixa SiC de grão 600 grit (Buehler® Ltd, Lake Bluff, IL, EUA).	56
Figura 10. Representação do ácido utilizado, OCTACID (Clarben, T012RD, Lidings, Suécia), com 37% de ácido ortofosfórico.....	57
Figura 11. Representação do sistema adesivo <i>etch-and-rinse</i> de três passos Optibond™ FL (Kerr, Scafati, Itália).	57
Figura 12. Representação da resina Filtek™ Z250 Cor A3 (3M ESPE, St. Paul, EUA) e aplicação da mesma em incrementos de 2mm.....	58
Figura 13. Representação de alguns dentes com restauração a resina composta.	58
Figura 14. Representação do corte em palitos no micrótomo do complexo dente-restauração.	59
Figura 15. Representação da cola de cianoacrilato utilizada (Wurth® Cola Rápida, Künzelsau, Alemanha).....	60
Figura 16. Representação da máquina de testes universais (Shimadzu Autograph AG-IS, Kyoto, Japão) e do palito colocado no jig de Geraldeli com o auxílio da cola de cianoacrilato.....	60
Figura 17. Esquema representativo dos tipos de fratura (A: Fratura adesiva; B: Fratura coesiva na dentina; C: Fratura coesiva na resina composta; D: Fratura mista). (Imagem Original).....	61

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Resultados da média, desvio-padrão, limite inferior, limite superior, valor mínimo e valor máximo.....	63
Tabela 2. Diferença das médias dos valores de resistência adesiva entre grupos, através do teste Post-Hoc de Games-Howell, e respectivos p-value.	64
Tabela 3. Número e percentagem do tipo de fratura, por grupo e por tipo de fratura....	66

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Representação, num diagrama de extremos e quartis, dos valores de resistência adesiva obtidos, em cada grupo.....	63
Gráfico 2. Representação da média e do intervalo de confiança a 95% dos valores obtidos de resistência adesiva, em cada grupo.....	65
Gráfico 3. Número de fraturas obtidas, por grupo.....	67
Gráfico 4. Análise do tipo de fratura, representada por tipologia.	67

LISTA DE ABREVIATURAS

10-MDP – 10- Metacriloiloxidecil dihidrogenofosfato

°C – Graus Celsius

Bis-EMA – Dimetacrilato de etoxilato bisfenol-A

Bis-GMA – Dimetacrilato de bisfenol-A-glicidil

EDTA – Ácido etilenodiaminotetracético

EUA – Estados Unidos da América

g – grama

g/mol – grama por mol

GDMA – Dimetacrilato de glicerilo

GPDM – Dimetacrilato de fosfato de glicidilo metacrilato

HEMA - 2-hidroxietyl metacrilato

ISO - Internacional Organization for Standardization

IUEM – Instituto Universitário Egas Moniz

KN – KiloNewton

ml – mililitro

mm² – milímetro quadrado

mm/min – milímetro por minuto

MMEP – Metacrilato de metil metacriloxietil fosfato

MMPs – Metaloproteinases da matriz

MPa – Mega Pascals

nm - nanómetro

ODMAB – Metacrilato de octadecilo

OMD – Ordem dos Médicos Dentistas

OTC – *over-the-counter* (produtos de venda livre)

p – Nível de significância estatística

PEG-6 – Polietilenoglicol

TEGDMA – Dimetacrilato de trietilenoglicol

UDMA – Dimetacrilato de uretano

µm – micrómetro

µTBS - microtensile bond strength

I. INTRODUÇÃO

O dente é uma estrutura complexa que desempenha um papel crucial na mastigação, fala e estética oral. Os dentes são compostos principalmente por quatro estruturas principais: esmalte, dentina, polpa dentária e cimento (Figura 1). O esmalte encontra-se na porção mais externa do dente, com o seu espaço interno preenchido pelo complexo pulpo-dentinário, onde a polpa se encontra numa camada mais profunda do que a dentina. O cimento cobre a raiz do dente e ajuda o dente a fixar-se no osso alveolar (Nanci, 2017).

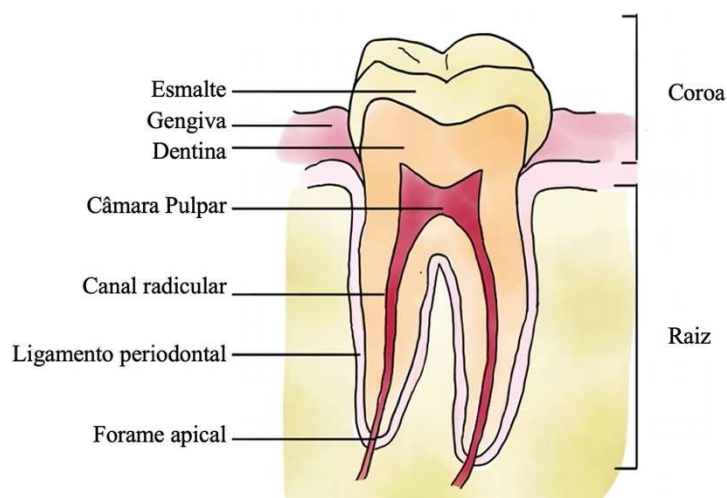


Figura 1. Representação esquemática da estrutura dentária. (Imagem Original)

1. Dentina

A dentina constitui a maioria dos tecidos dentários mineralizados, sendo coberta por uma coroa de esmalte altamente mineralizado e protetor e, na raiz, é coberta por cimento. Os dentes apresentam a câmara pulpar nas suas partes centrais. A polpa é constituída por nervos e por uma rede vascular ligada aos tecidos circundantes, ao alvéolo ósseo e ao ligamento periodontal (Goldberg et al., 2011).

1.1. Propriedades Físicas da Dentina

As propriedades físicas da dentina incluem a elasticidade, a dureza, a viscoelasticidade e o comportamento à fratura, e os fatores que influenciam essas propriedades são a localização, densidade e direção dos túbulos dentinários, a direção das fibras de colagénio e a densidade média da fase mineral (Zhang et al., 2014).

É importante referir, que a porção média da dentina tem uma dureza e um módulo de elasticidade mais elevados do que as porções exteriores, o que é significativo para a preparação clínica dos dentes (Zhang et al., 2014).

A dureza diminui gradualmente da parede da cavidade dos túbulos dentinários para a dentina intertubular e corresponde ao decréscimo do conteúdo mineral (Zhang et al., 2014).

Por último, as propriedades mecânicas da dentina estão intrinsecamente associadas com a sua estrutura interna e composição, bem como com o ambiente externo. Um estudo mostrou que o módulo de elasticidade diminui 35% e a dureza diminui 30% num ambiente hidratado (Zhang et al., 2014).

1.2. Propriedades Químicas da Dentina

A dentina é constituída principalmente por componentes inorgânicos, que representam cerca de 70% do conteúdo, a matéria orgânica cerca de 20% e a água os restantes 10% (Sarna-Boś et al., 2023).

A substância inorgânica da dentina consiste principalmente em apatite, sobretudo hidroxiapatite, bem como carbonato de cálcio, fosfato amorfo, iões de magnésio e oligoelementos. Por vezes, os iões de flúor são incorporados na rede cristalina da hidroxiapatite, formando fluorohidroxiapatites que têm propriedades mecânicas diferentes, uma ligação simples e uma maior resistência a fatores externos e internos (Sarna-Boś et al., 2023).

Já a matéria orgânica é composta por 90% de colagénio tipo I, proteínas insolúveis não colagénicas (6,7%), ácido cítrico (0,9%) e proteoglicanos e lípidos (0,2%) (Sarna-Boś et al., 2023).

Como consequência, o esmalte é uma camada rígida enquanto a dentina é mais elástica (Desoutter et al., 2023).

Por fim, graças ao seu conteúdo em colagénio, o principal componente da matriz orgânica, a dentina é resistente às forças exercidas sobre os dentes durante a mastigação (Sarna-Boś et al., 2023).

1.3. Túbulos Dentinários

Os túbulos dentinários são observados como extensões citoplasmáticas delgadas preenchidos com processos odontoblásticos, aos quais oferecem proteção dos estímulos nocivos. Os processos odontoblásticos são deficientes em organelos celulares membranosos, mas são compostos por numerosos filamentos de actina e microtúbulos altamente alinhados. A dentina madura é composta por milhares de túbulos dentinários contendo processos odontoblásticos que desempenham um papel essencial na comunicação dentro da matriz da dentina (Williams et al., 2015).

Possuem um diâmetro médio de 0,8-2,5 μm . Os túbulos estendem-se por toda a espessura da dentina, desde a junção amelodentinária até à polpa, e na raiz desde os canais pulpares até ao cimento (Sui et al., 2018).

Existem variações espaciais na densidade dos túbulos. A densidade diminui de cerca de 60000 mm^2 perto da polpa para 10000 mm^2 na junção amelodentinária (Ryou et al., 2015).

Além disso, os túbulos que se estendem através da dentina permitem a penetração do monómero de resina que pode ser polimerizado e tornar-se importante no que diz respeito à adesão (Mjör, 2009).

1.4. Dentina Peritubular e Dentina Intertubular

Os túbulos são envolvidos por duas fases dentinárias distintas: dentina peritubular e dentina intertubular (Sui et al., 2018).

A maioria do volume da dentina é ocupada por dentina intertubular. Esta ocupa a região existente entre os túbulos e é constituída por uma matriz orgânica (fibras de colagénio tipo I) fortalecida por cristais de apatite nanoscópicos semelhantes aos da dentina peritubular. Esta disposição torna a dentina resistente e forte (Ryou et al., 2015; Sui et al., 2018).

A dentina peritubular é mais rica em minerais do que a dentina intertubular, rodeia o lúmen de cada túbulo dentinário, não possui colagénio e é mais dura e rígida (Ryou et al., 2015; Sui et al., 2018).

Por último, ao mover-se da junção amelodentinária em direção à polpa, sabe-se que o diâmetro dos túbulos dentinários aumenta, enquanto o espaçamento dos túbulos dentinários diminui. Isto resulta principalmente na redução do rácio da fração volumétrica da dentina intertubular em relação à dentina peritubular (Sui et al., 2018).

1.5. Considerações Clínicas da Dentina

1.5.1. Permeabilidade

As condições clínicas que foram referidas como afetando ou estando associadas à permeabilidade da dentina são as alterações da idade, a hipersensibilidade da dentina, os diferentes tipos de desgaste, as reações biológicas aos materiais de restauração, a cárie dentária e a adesão à dentina (Mjör, 2009).

A dentina hipersensível é permeável, enquanto a dentina não sensível exposta é impermeável (Mjör, 2009).

É importante referir, que a desmineralização do esmalte e da dentina é a característica predominante da cárie, o que vai aumentar a permeabilidade da dentina (Mjör, 2009).

A atenção recente à permeabilidade da dentina está relacionada com a penetração dos monómeros de resina na dentina. A penetração do monómero de resina nos túbulos dentinários e nas suas ramificações e a sua impregnação na fina camada de matriz de colagénio intertubular desmineralizada, exposta como resultado do condicionamento ácido, são componentes essenciais na adesão de restaurações à base de resina à dentina (Mjör, 2009).

Por fim, dependendo das zonas do dente, a profundidade e o número e constituição dos túbulos dentinários, a permeabilidade que a dentina exhibe é variável. Na área oclusal superficial, a permeabilidade da dentina é menor em comparação com a dentina sobre os cornos pulpares. Por outro lado, na dentina proximal o grau de permeabilidade é superior do que na dentina oclusal. Por último, a permeabilidade da dentina radicular é inferior à da dentina coronal (Swift, 2002).

1.5.2. Sensibilidade

A sensibilidade da dentina aos estímulos (fisiológicos e patológicos) não provoca qualquer problema enquanto estiver coberta por tecidos protetores, como é exemplo o esmalte e o cimento (Davari et al., 2013).

Contudo, a exposição da dentina verifica-se maioritariamente devido à recessão gengival, juntamente com a perda de cimento na superfície radicular dos caninos e pré-molares na superfície vestibular. É importante referir, que nem todas as áreas de dentina que se encontram expostas causam sensibilidade. Por outro lado, a sua *smear layer* calcificada, comparada com a da dentina não sensível, é mais fina, o que provoca

um aumento do movimento dos fluidos e, em consequência, à reação à dor (Davari et al., 2013).

A teoria em relação à sensibilidade dentinária mais aceita é a teoria hidrodinâmica, sugerida inicialmente por Gysi e mais tarde comprovada por Brännström. Esta teoria apoia a ideia de que a dentina sensível se baseia no fluxo de fluido induzido pelo estímulo nos túbulos dentinários e na consequente ativação dos nociceptores na área do limite polpa/dentina.

Finalizando, na dentina sensível, o número de túbulos é oito vezes superior ao número de túbulos presente na dentina não sensível. Ademais, os túbulos na dentina sensível possuem um maior diâmetro do que os da dentina não sensível (Davari et al., 2013).

1.5.3. Resposta a Estímulos

De forma a responder a estímulos ou traumas, deposita-se um tipo de dentina irregular chamada de dentina terciária que forma uma barreira e fornece proteção ao tecido pulpar (Tjäderhane et al., 2009; Zilberman & Smith, 2001).

1.6. Tipos de Dentina

A dentina é categorizada em 3 tipos: primária, secundária e terciária (Garcés-Ortíz et al., 2015).

1.6.1. Dentina Primária

A dentina primária forma-se rapidamente durante a odontogênese e representa a maior parte do dente, conferindo-lhe o tamanho e a forma determinados geneticamente (Tjäderhane et al., 2009; Zilberman & Smith, 2001).

A diferenciação entre a dentina primária e a dentina secundária é difícil. A dentina secundária difere apenas ligeiramente da dentina primária: a curvatura dos túbulos dentinários pode ser ligeiramente diferente e a estrutura tubular não é tão regular (Tjäderhane et al., 2009).

1.6.2. Dentina Secundária

A dentina secundária começa a formar-se enquanto o dente ainda está inserido nos maxilares e prossegue após a erupção do dente (Mjör, 2009).

A formação de dentina secundária acontece primeiramente nas faces mais coronais da câmara pulpar, de forma não homogênea, podendo variar com o tipo de dente examinado (Nudel et al., 2021).

É relevante mencionar, que a formação de dentina secundária continua a um ritmo lento durante a vida do dente, tanto na coroa como na raiz (Mjör, 2009).

Por fim, tanto a formação da dentina primária como a secundária estão sob o controlo dos odontoblastos que formam a maior parte da dentina (Mjör, 2009).

1.6.3. Dentina Terciária

A dentina terciária forma-se em resposta a estímulos externos, por exemplo, lesões cariogénicas, atrição e tratamentos restauradores, e é limitada em extensão ao estímulo externo. É constituída por odontoblastos secundários que se diferenciaram das células da polpa após a destruição dos odontoblastos primários. Estes odontoblastos criam uma terceira forma de dentina desorganizada, denominada dentina terciária (também conhecida como dentina reparadora) (Mjör, 2009; Nudel et al., 2021).

A dentina terciária pode ainda ser dividida em dentina reacional e reparadora, dependendo das células que formam a dentina (odontoblastos primários originais ou odontoblastos de substituição recentemente diferenciados, respetivamente) (Tjäderhane et al., 2009).

É importante, quando se considera a permeabilidade da dentina, perceber que a dentina terciária não é constituída pelos mesmos odontoblastos que formam a dentina primária e a sua continuação como dentina secundária. Este tecido mineralizado atubular pode ser referido como "dentina de interface". Uma vez que os túbulos da dentina primária/secundária não se prolongam para a dentina terciária, esta terá um efeito marcante na permeabilidade da dentina, atuando como uma barreira a qualquer penetração da dentina periférica (Mjör, 2009).

2. Pigmentação Dentária

A cor dos dentes é condicionada por uma junção da sua cor intrínseca e da existência de eventuais pigmentações extrínsecas que se podem formar à superfície do dente e é de extrema importância tanto para os profissionais de medicina dentária como para os pacientes. Os Médicos Dentistas necessitam de selecionar a cor correta para uma restauração dentária ou realizar branqueamentos dentários, sendo que os pacientes procuram melhorar a cor dos dentes por motivos estéticos, o que leva a um aumento da sua confiança e autoestima (Joiner & Luo, 2017; Pan & Westland, 2018).

2.1. Pigmentação Intrínseca

A pigmentação intrínseca de um dente é definida pela maneira como a luz é dispersa e absorvida na superfície e interior das estruturas dentárias (Joiner & Luo, 2017).

A dispersão e absorção da luz no esmalte e na dentina originam a cor intrínseca dos dentes e, como o esmalte é parcialmente translúcido, as características da dentina podem ser fundamentais na definição da cor geral do dente (Joiner et al., 2008).

Por último, as pigmentações intrínsecas são o resultado de defeitos no desenvolvimento do dente, fluorose ou adquiridas através do uso de tetraciclina (Viscio et al., 2000).

2.2. Pigmentação Extrínseca

As pigmentações extrínsecas apresentam tendência a desenvolver-se nas áreas da dentição que não são tão acessíveis à escovagem e ao efeito abrasivo da pasta dentária, e são frequentemente promovidas pelo consumo de tabaco, pelo consumo de alimentos que contenham uma quantidade significativa de taninos (por exemplo, vinho tinto) e pela utilização de alguns agentes catiónicos, como a clorexidina, ou sais metálicos, como ferro e estanho (Joiner et al., 2008).

Uma vez que as pigmentações extrínsecas se encontram na superfície do dente, estas podem ser removidas pela ação abrasiva de uma profilaxia dentária e controladas pela utilização regular de uma pasta de dentes eficaz (Joiner, 2004).

3. Branqueamento dentário

A procura pela estética ideal do sorriso está cada vez mais presente na sociedade atual. O branqueamento dentário é a solução mais procurada até porque as várias técnicas disponíveis são seguras e estão bem descritas na literatura (Pirolo et al., 2014).

O branqueamento de dentes vitais e não vitais tornou-se uma parte integrante dos planos de tratamento dentário para tratar manchas dentárias indesejadas e as alterações de coloração dentária (Bloomquist et al., 2021).

3.1. Mecanismo de Ação do Branqueamento

As pigmentações que causam variações de cor nos dentes são geralmente compostos orgânicos com ligações duplas conjugadas. Acredita-se que as alterações ocorram graças à destruição de um cromóforo, e que a quebra de uma ou mais ligações duplas dentro do sistema conjugado esteja possivelmente associada. Portanto, a teoria principal por trás do mecanismo de branqueamento é que as moléculas de corantes são oxidadas em compostos incolores (Kwon & Wertz, 2015).

O processo que origina a mudança da percepção da cor dentária pode ser dividido em três etapas diferentes: primeiro, a movimentação do agente de branqueamento para dentro do dente; segundo, a interação do agente de branqueamento com as moléculas encarregues da cor dentária; e terceiro, a modificação da superfície do dente, de forma a que ela reflita a luz de maneira diferente. O resultado final deste conjunto de eventos seria a mudança de cor final do dente depois do branqueamento dentário (Kwon & Wertz, 2015).

3.1.1. Difusão

O branqueamento dentário baseia-se na ideia de que o peróxido de hidrogénio entra no esmalte e na dentina para interagir com os cromóforos orgânicos. É conhecido que os tecidos duros dos dentes possuem uma alta permeabilidade aos fluidos, e que o maior fluxo de fluidos no esmalte e na dentina ocorre nos espaços interprismáticos e nos túbulos dentinários, respetivamente. Por isso, acredita-se que o esmalte e a dentina exerçam um papel de membranas semipermeáveis, permitindo a movimentação do peróxido de hidrogénio de acordo com os princípios da segunda lei

de difusão de Fick. Esta lei dita que a difusão de uma molécula é diretamente proporcional à área de superfície, ao coeficiente de difusão e à concentração, e que é inversamente proporcional à distância de difusão (Kwon & Wertz, 2015).

3.1.2. Interação

A etapa seguinte é o processo de interação. O mecanismo de branqueamento dentário tem sido representado pela "teoria dos cromóforos", que se baseia principalmente na interação do peróxido de hidrogénio com cromóforos orgânicos dentro da estrutura dentária (Kwon & Wertz, 2015).

Os cromóforos orgânicos são moléculas com pigmentação que consistem em sistemas pi conjugados, como por exemplo, compostos aromáticos com áreas ricas em eletrões, ou complexos metálicos bioinorgânicos, tais como quelatos (Kwon & Wertz, 2015).

Quando os radicais livres de oxigénio encontram moléculas com pigmentação, convertem as cadeias destas últimas em estruturas mais simples, alterando as suas propriedades óticas de modo a diminuir o aspeto da pigmentação (Kwon & Wertz, 2015).

Estas reações produzem moléculas hidrofílicas, com baixo peso molecular que serão mais facilmente removidas em ambiente aquoso. Embora ainda esteja por determinar a forma como o agente branqueador interage com as moléculas com pigmentação, pensa-se que a oxidação química esteja envolvida (Young et al., 2012).

3.1.3. Alteração da Superfície e Cor

A rutura das conexões de dupla ligação causada pelos radicais livres resulta em moléculas mais pequenas e menos pigmentadas, resultando assim numa modificação no espectro de absorção dos cromóforos e numa mudança das suas propriedades óticas (Alqahtani, 2014; Kwon & Wertz, 2015).

A mudança na translucidez do esmalte tem sido atribuída a alterações micromorfológicas do esmalte mais superficial através da desproteínização, desmineralização e oxidação. É bem conhecido que uma superfície rugosa resulta numa reflexão mais difusa, deixando o objeto mais brilhante, ao passo que uma superfície lisa leva a uma reflexão mais especular (Kwon & Wertz, 2015).

3.2. Composição dos Produtos de Branqueamento

Os agentes branqueadores possuem elementos ativos e inativos. Os elementos ativos incluem o peróxido de hidrogénio e o peróxido de carbamida. Já os elementos inativos são agentes espessantes, transportadores, surfactantes e dispersores de pigmentos, conservantes e aromatizantes (Alqahtani, 2014).

3.2.1. Elementos Ativos

3.2.1.1. Peróxido de Hidrogénio

O peróxido de hidrogénio (H_2O_2) é um líquido transparente, um pouco mais espesso que a água, com uma massa molar de 34,01 g/mol. Tendo em conta que possui um baixo peso molecular, consegue penetrar na dentina, libertando oxigénio que quebra as ligações duplas dos compostos orgânicos e inorgânicos no interior dos túbulos dentinários. O peróxido de hidrogénio, na área de medicina dentária, tem sido utilizado em concentrações que variam entre 5% e 35%. Contudo, atualmente na União Europeia, segundo a Diretiva 2011/84/EU do Conselho, é interdita a venda de produtos com mais de 6% de peróxido de hidrogénio. Este composto age como um forte agente oxidante, produzindo moléculas de oxigénio reativas e aniões de peróxido de hidrogénio (Kwon & Wertz, 2015).

3.2.1.2. Peróxido de Carbamida

O peróxido de carbamida ($CH_6N_2O_3$) é um sólido cristalino branco que libera oxigénio aquando do seu contacto com a água. As concentrações utilizadas para o branqueamento variam entre 10% e 35% (Kwon & Wertz, 2015).

Uma solução de peróxido de carbamida a 10% vai-se decompor em 6,5% de ureia e 3,5% de peróxido de hidrogénio, o que eleva o pH oral, remove manchas e diminui a atividade das cáries ao inibir a formação da placa bacteriana (Kwon & Wertz, 2015).

A ureia decompõe-se ainda em amoníaco e água, o que pode ter alguns efeitos secundários benéficos, uma vez que tende a aumentar o pH da solução (Kwon & Wertz, 2015).

Além disso, a ureia tem propriedades proteolíticas que podem influenciar a eficácia do branqueamento dentário. Os compostos à base de peróxido de carbamida

apresentam normalmente uma base de carbopol ou de glicerina. A base de carbopol retarda a libertação do peróxido de hidrogénio, apresentando assim uma eficácia durante um maior período de tempo (Kwon & Wertz, 2015).

3.2.2. Elementos Inativos

3.2.2.1. Agentes Espessantes

O Carbopol (carboxipolimetileno), de elevado peso molecular, é o agente espessante comumente mais utilizado em materiais branqueadores. Geralmente, é usado em concentrações entre 0,5% e 1,5% e apresenta duas principais vantagens. Primeiramente, aumenta a viscosidade dos produtos branqueadores, o que melhora a adesão do gel branqueador à moldeira. Em segundo lugar, prolonga até 4 vezes o tempo de libertação de oxigénio do material branqueador (Rodrigues et al., 2007).

3.2.2.2. Conservantes

O metil, o propilparabeno e o benzoato de sódio são normalmente usados como conservantes nos géis branqueadores. Estas substâncias são capazes de inibir o desenvolvimento de bactérias nos materiais branqueadores. Além disso, estes agentes podem agilizar a decomposição do peróxido de hidrogénio, libertando metais de transição como ferro, cobre e magnésio (Alqahtani, 2014).

3.2.2.3. Aromatizantes

Os aromatizantes são substâncias usadas para aprimorar o sabor e tornar mais agradável ao consumidor dos materiais de branqueamento. Alguns exemplos são a hortelã-pimenta, a hortelã, o verde-inverno, o sassafrás, o anis e a sacarina (Alqahtani, 2014).

3.2.2.4. Surfactantes e Dispersores de Pigmento

Os géis com surfactantes ou dispersores de pigmentos podem ser mais eficazes em comparação com aqueles que não os possuem. O surfactante age como um agente de humidificação da superfície do dente, possibilitando a difusão do princípio ativo

do agente branqueador. Já o dispersor de pigmentos mantém em suspensão no gel os pigmentos (Alqahtani, 2014; Feinman et al., 1991).

3.2.2.5. Transportadores

O propilenoglicol e a glicerina são os agentes de transporte predominantes nos agentes branqueadores comerciais. Os transportadores ajudam a conservar a humidade e a dissolver outros componentes (Alqahtani, 2014).

3.3. Indicações do Branqueamento

As indicações para a realização de um branqueamento incluem: descolorações de origem na câmara pulpar; descolorações da dentina; descolorações resultantes de metamorfose; metamorfose calcificada; hipoplasia/hipomineralização do esmalte (Greenwall-Cohen & Greenwall, 2019).

As descolorações por hipoplasia e hipomineralização do esmalte podem requerer tratamento adicional para mascarar completamente a descoloração (Greenwall-Cohen & Greenwall, 2019).

Uma outra indicação é a tentativa de preservar coroas já existentes, ou seja, se os dentes adjacentes forem mais escuros, com o branqueamento, é possível tornar os dentes com uma cor mais próxima à das coroas (Hilton et al., 2013).

3.4. Contraindicações do Branqueamento

Contraindicações para o branqueamento incluem: gravidez e amamentação; pacientes com expectativas irrealistas relativamente ao resultado estético; pacientes que apresentam ou têm um historial de extrema sensibilidade dentária; tecido dentário coronal insuficiente para permitir a selagem do material de branqueamento no interior da câmara pulpar; dentes com fissuras superficiais profundas e linhas de fratura; coroas existentes ou grandes restaurações na zona estética do sorriso; dentes com cáries e lesões periapicais; dentes sintomáticos (Greenwall-Cohen & Greenwall, 2019).

As restaurações ou coroas existentes podem ser consideradas uma contraindicação para pacientes que não queiram substituir as restaurações ou cujos encargos

financeiros limitem a substituição das restaurações ou coroas. Como mencionado anteriormente, a cárie e as lesões periapicais devem ser tratadas antes de efetuar o branqueamento (Greenwall-Cohen & Greenwall, 2019).

3.5. Técnicas de Branqueamento

As diferentes técnicas de branqueamento passam por branqueamento de dentes vitais e de dentes não vitais (Greenwall-Cohen & Greenwall, 2019).

Em relação aos dentes vitais, os procedimentos podem ser realizados no consultório (*In-Office*), em ambulatório (*At-Home*) e ainda por meio de produtos de venda livre (*Over the Counter*) (Greenwall-Cohen & Greenwall, 2019; Naidu et al., 2020).

Já nos dentes não vitais podem ser efetuadas as técnicas de branqueamento interno, branqueamento externo, ou a junção das duas técnicas. A seleção do tratamento dependerá da etiologia da descoloração (Greenwall-Cohen & Greenwall, 2019).

O branqueamento constitui uma modalidade de tratamento bem sucedida e minimamente invasiva. A capacidade de proporcionar um tratamento com efeitos secundários biológicos mínimos continua a fazer do branqueamento uma escolha de primeira linha em casos que apresentam um único dente descolorido (Greenwall-Cohen & Greenwall, 2019).

3.5.1. Branqueamento de Dentes Vitais

3.5.1.1. Branqueamento em Consultório (*In-Office*)

O branqueamento dentário em consultório é efetuado pelo Médico Dentista e é considerado seguro, eficiente e pode proporcionar um resultado mais rápido em comparação com o tratamento em ambulatório. No entanto, níveis mais elevados de sensibilidade dentária têm sido relacionados com o branqueamento em consultório (Donassollo et al., 2021; Kwon & Wertz, 2015).

Independentemente da maior incidência de sensibilidade dentária do que a observada nas técnicas em casa, o branqueamento em consultório continua a ser uma técnica útil para o tratamento da descoloração dentária quando os pacientes têm

alguma contraindicação, como retração gengival ou doença gástrica, para a utilização de moldeiras de aplicação de peróxido em ambulatório (Rodrigues et al., 2018).

Além disso, o facto de os Médicos Dentistas não terem de contar com a colaboração do paciente e terem um maior controlo sobre o procedimento proporciona vantagens adicionais ao branqueamento em consultório (Rodrigues et al., 2018).

A cor observada após terminar o branqueamento é temporária. Deve-se avaliar o resultado do branqueamento após 1 a 2 semanas, para que seja possível a rehidratação das peças dentárias (Hilton et al., 2013).

3.5.1.2. Branqueamento em Ambulatório (*At-Home*)

O branqueamento em ambulatório é uma técnica frequentemente usada quando se deseja restaurar a cor e melhorar a estética, e o interesse por este tratamento tem aumentado nos últimos tempos. Foi em 1989 que Haywood e Haymann introduziram a técnica de branqueamento (*At-Home*) (Zanolla et al., 2017).

O branqueamento é realizado pelos pacientes em casa, utilizando moldeiras personalizadas com peróxido (normalmente peróxido de carbamida) em baixas concentrações, durante o dia ou a noite, por um intervalo de tempo especificado pelo fabricante (Carey, 2014; Rodrigues et al., 2018).

É importante referir, que o branqueamento em ambulatório, que deve ser supervisionado pelo profissional em questão, é suscetível de causar menos sensibilidade dentária (Lima et al., 2018).

Apesar de o branqueamento em ambulatório ser o tratamento mais frequente para os dentes vitais, alguns pacientes não querem usar uma moldeira de branqueamento todos os dias ao longo de várias semanas, por isso, solicitam o branqueamento em consultório, que produz resultados mais imediatos (Geus et al., 2016).

3.5.1.3. Técnica Combinada

Para acelerar o processo de branqueamento, tem sido sugerida a associação de procedimentos em consultório e em ambulatório. Na técnica combinada, uma moldeira personalizada e um agente branqueador com baixa concentração de peróxido são entregues ao paciente após a primeira sessão no consultório para serem utilizados em casa (Rodrigues et al., 2018).

Contudo, fatores como a gravidade e a origem da coloração do dente, a espessura da dentina, a idade, o empenho e as expectativas dos pacientes também devem ser tidos em conta na decisão de um branqueamento combinado (Kwon & Wertz, 2015).

O branqueamento realizado por técnica combinada pode aumentar o seu desempenho e aumentar a sensibilidade dentária (Lima et al., 2018; Loguercio et al., 2017; Machado et al., 2016; Pinto et al., 2019).

3.5.1.4. Produtos de Venda Livre (*OTC*)

No mundo desenvolvido, os pacientes estão a dar mais importância à aparência estética dos seus dentes. Esta mudança de paradigma, associada a uma maior acessibilidade aos produtos de venda livre, resultou numa explosão de produtos comercializados diretamente ao público que afirmam tratar a descoloração dos dentes (Naidu et al., 2020).

Existem numerosos produtos de branqueamento dentário disponíveis, tais como, dentífricos, colutórios, escovas de dentes, fio dentário branqueador, géis para pintar a superfície dentária ou películas de carvão ativado, etc (Naidu et al., 2020).

Têm surgido preocupações devido ao potencial abrasivo destes produtos com potenciais resultados nocivos (Demarco et al., 2009).

3.5.2. Branqueamento de Dentes Não Vitais

3.5.2.1. Técnica *Walking Bleach*

Nas técnicas de *walking bleach*, após a criação da barreira, o branqueamento é aplicado no dente sobre a barreira. O dente é selado com uma restauração palatina adequada. O paciente é avaliado numa base de duas semanas e o procedimento é repetido quando necessário até que a cor final seja alcançada (Greenwall-Cohen & Greenwall, 2019).

3.5.2.2. Branqueamento Interno

O branqueamento interno de dentes não vitais é realizado maior parte das vezes em dentes com tratamento endodôntico. Depois de finalizado o tratamento endodôntico, o médico dentista pode chegar à câmara pulpar por meio de uma

abertura, onde é necessário retirar a *gutta-percha* até 2mm abaixo da junção amelocementária. Após a colocação de um material para selamento da *gutta-percha* é introduzido o agente branqueador nessa área, sendo este processo repetido até que se obtenha o resultado de branqueamento desejado e viável (Alqahtani, 2014; Greenwall-Cohen & Greenwall, 2019; Hilton et al., 2013).

3.5.2.3. Branqueamento Externo

Através do branqueamento externo também é possível branquear dentes não vitais. Com a moldeira de branqueamento realizada pelos médicos dentistas, os pacientes devem administrar o agente branqueador externamente, na moldeira, na região do dente a ser branqueado. Após a aplicação do agente branqueador deve-se retirar os excessos nos dentes adjacentes (Alqahtani, 2014; Greenwall-Cohen & Greenwall, 2019).

3.5.2.4. Branqueamento Interno-Externo

Esta técnica é uma junção de branqueamento interno de dentes não vitais com a técnica de branqueamento em ambulatório (Suliman, 2005).

A câmara pulpar, nesta técnica, permanece aberta, de modo que o paciente aplique o agente branqueador no interior do dente e, ao mesmo tempo, administre o mesmo externamente, com o auxílio de uma moldeira de branqueamento. Com a realização desta técnica, é possível diminuir até metade o período de branqueamento. Afim de agilizar o processo de branqueamento, existe também uma variante desta mesma técnica, em que o médico dentista aplica o agente branqueador no interior da câmara pulpar e posteriormente sela a mesma. Posto isto, incumbe ao paciente apenas a realizar o branqueamento em ambulatório do dente em causa, com recurso a uma moldeira de branqueamento (Greenwall-Cohen & Greenwall, 2019).

3.6. Efeitos Adversos do Branqueamento

O processo de branqueamento dentário envolve a aplicação do gel branqueador na superfície dentária ao longo de período prolongado, o que pode provocar certos efeitos adversos na estrutura dentária, incluindo: sensibilidade, devido ao aumento da

porosidade do esmalte (que permite a penetração do gel branqueador para a dentina por intermédio dos túbulos dentinários e, posteriormente, para a polpa dentária); gengivite, irritação da garganta e gástrica; e modificações na microdureza do esmalte e aumento da sua rugosidade superficial (Zanolla et al., 2017).

3.6.1. Sensibilidade Dentária

No entanto, a sensibilidade dentária relatada pelos pacientes é um efeito adverso frequente associado aos procedimentos de branqueamento, principalmente quando é utilizada uma elevada concentração de peróxidos no consultório (Rodrigues et al., 2018).

Independentemente da maior incidência de sensibilidade dentária do que a observada nas técnicas em casa, o branqueamento em consultório continua a ser uma técnica útil para o tratamento da descoloração dentária quando os pacientes têm alguma contraindicação, como retração gengival ou doença gástrica, para a utilização de moldeiras de aplicação de peróxido (Rodrigues et al., 2018).

3.6.2. Efeitos nos Tecidos Moles

Concentrações elevadas de peróxido de hidrogénio podem causar queimaduras químicas, descamação da gengiva e de tecidos da mucosa oral. Se utilizar agentes de branqueamento com concentrações tão elevadas, todos os tecidos moles orais, bem como a face e os olhos do doente, necessitam de proteção ao contacto. São necessários afastadores de lábios, barreiras gengivais com resina fotopolimerizável adequada, afastadores de bochechas e aspiração constante. É necessária a remoção do gel com uma aspiração cuidadosa seguida de lavagem após o tratamento (Greenwall-Cohen & Greenwall, 2019).

3.6.3. Efeitos em Dentes Não Vitais

A reabsorção cervical externa é o efeito adverso mais frequente em dentes não vitais. Esta reabsorção é a perda progressiva de dentina e cemento através da ação continuada de células osteoclásticas que permanecem localizadas na zona cervical da raiz abaixo da junção epitelial (Greenwall-Cohen & Greenwall, 2019).

Relatórios clínicos e estudos histológicos demonstraram que o branqueamento interno pode induzir a reabsorção cervical externa. O mecanismo desta reabsorção não é totalmente compreendido, no entanto, acredita-se que resulta da passagem do agente branqueador através dos túbulos dentinários e defeitos cementários, resultando numa necrose do cimento, infamação do ligamento periodontal e, por fim, reabsorção cervical externa (Greenwall-Cohen & Greenwall, 2019).

A literatura destaca vários fatores de risco associados à reabsorção cervical externa e ao branqueamento. Estes incluem: utilização de concentrações de peróxido de hidrogénio superiores aos 30%; aplicação de calor; história prévia de traumatismo; tratamento ortodôntico; presença de bactérias; ausência de barreira de proteção sobre a *gutta-percha* para proteger os odontoblastos e os túbulos dentinários junto à dentina cervical (Greenwall-Cohen & Greenwall, 2019).

3.6.4. Efeitos Sistémicos

No que diz respeito aos efeitos sistémicos podem-se observar irritações na garganta e na mucosa gastrointestinal, quando o agente branqueador é ingerido (Majeed et al., 2015; Zanolli et al., 2017).

3.7. Efeitos do Branqueamento na Adesão de Restaurações

Após o branqueamento, e como já referido anteriormente, ocorre uma redução na resistência adesiva de 25-50% à resina composta durante um período de duas semanas. Acredita-se que isto resulte do oxigénio residual, que surge da decomposição do agente branqueador, que persiste na estrutura do dente e interage na criação de *resin tags* no esmalte condicionado (Greenwall-Cohen & Greenwall, 2019).

A resistência de união aos cimentos de ionómero de vidro e aos cimentos de ionómero de vidro modificados por resina permanece normal depois da realização do branqueamento (Greenwall-Cohen & Greenwall, 2019).

Adicionalmente, a utilização de resina composta para restaurar o dente após o branqueamento intracoronário também restaurou com sucesso a resistência à fratura dos dentes (Greenwall-Cohen & Greenwall, 2019).

Por fim, o efeito da redução da microdureza da dentina resultante dos agentes branqueadores, em comparação com a redução da resistência devido à perda de tecido dentário associada ao tratamento radicular, é possível que seja insignificante (Greenwall-Cohen & Greenwall, 2019).

3.8. Fatores que influenciam o Branqueamento

3.8.1. Profilaxia da Superfície Dentária

Para ser possível a distinção da pigmentação intrínseca e da pigmentação extrínseca, realiza-se uma profilaxia no esmalte para remover os detritos existentes na superfície dentária. Para além disso, permite um contacto superior entre o agente de branqueamento e a superfície do dente (Hilton et al., 2013).

3.8.2. Concentração do Agente Branqueador

O efeito do branqueamento será mais rápido à medida que aumenta a concentração do agente de branqueamento. Porém, essa relação ocorre apenas até certo ponto, pois o efeito do branqueamento não aumenta de forma proporcional à concentração, ou seja, dobrar a concentração para o dobro não duplica o efeito do branqueamento. Quando atingimos o efeito máximo de branqueamento, o aumento da concentração só resulta numa intensificação expressiva da sensibilidade nos dentes (Hilton et al., 2013; Joiner, 2006)

3.8.3. Temperatura

Quando aumentamos a temperatura do gel branqueador de uma maneira controlada, a taxa de libertação de oxigénio torna-se mais rápida e, por sua vez, a taxa de reação química também. Contudo, sabe-se que um aumento de temperatura poderá comprometer a vitalidade pulpar (Hilton et al., 2013; Santini et al., 2008).

3.8.4. pH

O efeito do branqueamento no dente pode ser influenciado pelo pH presente no agente branqueador. As lesões cariogénicas existentes no esmalte formam-se quando

o pH apresenta valores inferiores a 5,5. Já nas lesões de cárie na dentina é necessário que o pH seja inferior a 6,8. Se os géis de branqueamento apresentarem um pH inferior aos referidos, formam modificações na superfície do dente podendo levar ao surgimento de lesões cariogénicas (Hilton et al., 2013; Kwon & Wertz, 2015).

Em suma, se o pH dos agentes branqueadores for inferior aos valores de pH a que se formam as lesões de cárie, vão formar-se lesões cariogénicas, influenciando o processo de branqueamento, sendo por isso o pH um fator importante (Hilton et al., 2013; Kwon & Wertz, 2015).

3.8.5. Tempo

Quanto maior é o tempo de manifestação do agente branqueador no dente, maior é o efeito branqueador do mesmo, isto até ser alcançado o seu exponencial. Por outro lado, o aumento do tempo de exposição ao agente branqueador está correlacionado com um aumento diretamente proporcional na probabilidade de ocorrência de sensibilidade dentária (Hilton et al., 2013).

3.8.6. Aditivos

Uma maior recetividade por parte dos pacientes e uma alteração das características dos agentes de branqueamento podem ocorrer pelo facto dos mesmo poderem conter aditivos. Nos agentes branqueadores pode-se incorporar líquidos a fim de se gerar um gel. Desta forma, é possível manipular mais facilmente o gel de branqueamento e maximizar a segurança aquando da sua utilização. Agentes espessantes e viscosos, assim como bases, veículos de transporte, sabores e aromatizantes, também podem ser integrados nos agentes de branqueamento. Estes últimos podem ter efeitos tanto positivos quanto adversos em alguns pacientes (Hilton et al., 2013).

No agente de branqueamento à base de peróxido de carbamida, o carbopol é o aditivo mais relevante, tendo o objetivo de intensificar a viscosidade do agente branqueador, assim como aumentar o prolongamento da libertação de peróxido de hidrogénio (Hilton et al., 2013).

3.9. Legislação Associada ao Branqueamento Dentário

Na União Europeia, existe uma legislação e normas concretas que se aplicam aos produtos de branqueamento dentário. De acordo com a Diretiva 2011/84/EU do Conselho da Ordem dos Médicos Dentistas (OMD), foram estabelecidas novas orientações para a utilização de produtos que contenham peróxido de hidrogénio ou outras substâncias que possam produzir peróxido de hidrogénio. De acordo com estas diretrizes, os produtos de branqueamento dentário são agora considerados produtos cosméticos pela Comissão Europeia, ao contrário de produtos médicos. Como resultado, todos os produtos que na sua constituição apresentem peróxido de hidrogénio estão passíveis a regulamentação específica para a sua utilização (OMD, 2013).

Em relação a materiais com composição entre 0,1% e 6% de peróxido de hidrogénio, apenas podem ser comercializados a médicos dentistas ou estomatologistas. O paciente deve ter o primeiro contacto ou utilização destes produtos no consultório de medicina dentária ou em ambiente de clínica. A administração desses produtos tem de ser feita pelo médico dentista podendo ser continuada pelo paciente fora do consultório, sob a supervisão do médico. Estes procedimentos não são permitidos em pacientes com idade inferior a 18 anos (OMD, 2013).

No que concerne a produtos que possuam menos de 0,1% de peróxido de hidrogénio na sua constituição, estão acessíveis para serem vendidos com a supervisão do INFARMED, sendo considerados produtos de venda livre. Estes produtos devem aderir às regras de rotulagem referentes aos produtos cosméticos, devendo incluir a função do produto, informações sobre as precauções do seu uso, a forma de aplicação e os ingredientes que os constituem (OMD, 2013).

Em relação a produtos que possuam na sua constituição mais de 6% de peróxido de hidrogénio, a sua venda não é permitida, estando proibidos de serem disponibilizados no mercado e não podem ser aplicados nem mesmo pelos médicos dentistas ou outros profissionais de saúde (OMD, 2013).

Em Portugal e na União Europeia, as concentrações máximas permitidas para um agente de branqueamento destinado à utilização são de 6% de peróxido de hidrogénio e 16,62% de peróxido de carbamida. Isso deve-se ao facto de que 1% de peróxido de hidrogénio é equivalente a 2,77% de peróxido de carbamida (OMD, 2013).

4. Agentes Antioxidantes

O branqueamento dentário é uma técnica dentária muito difundida devido à sua eficácia comprovada e a sua atratividade estética para os pacientes (Olmedo et al., 2021).

Embora o branqueamento dentário seja uma abordagem minimamente invasiva e conservadora em comparação com outros procedimentos restauradores, vários estudos demonstraram efeitos adversos do branqueamento na superfície dentária. Foi relatado o aumento da rugosidade da superfície, bem como a diminuição da microdureza da superfície, do conteúdo mineral e da resistência adesiva do esmalte branqueado. A explicação, especialmente para a redução da resistência adesiva imediatamente depois do branqueamento, assenta em alterações à superfície do esmalte, como o desenvolvimento de poros e consequente aprisionamento de oxigénio residual, dificultando a fotopolimerização do agente adesivo e diminuindo o número, dimensão e qualidade dos *resin tags* no esmalte condicionado (Olmedo et al., 2021).

O tempo de espera considerado necessário para realizar um procedimento restaurador nos dentes branqueados varia entre um intervalo de 24 horas e 21 dias (Olmedo et al., 2021).

Recentemente, a utilização de antioxidantes tem sido amplamente discutida como uma alternativa ao tempo de espera, acelerando a remoção dos radicais de oxigénio livre no dente após a aplicação do gel branqueador (Murad et al., 2016).

Os antioxidantes, ascorbato de sódio, catalase, chá verde, α -tocoferol, aloé vera, extrato de semente de uva e outros, foram analisados e comparados entre si na busca do protocolo mais adequado para reverter a redução da resistência adesiva de dentes branqueados restaurados (Jordão-Basso et al., 2016; Ozelin et al., 2014; Rahman et al., 2021; Salome et al., 2012; Vidhya et al., 2011).

No corpo humano, os antioxidantes atuam com o fim de neutralizar o stress oxidativo. Os antioxidantes são classificados como enzimáticos ou não enzimáticos (de acordo com a estrutura molecular), e também como naturais ou sintéticos. Outra classificação tem em consideração a ação do antioxidante sobre os radicais livres (Olmedo et al., 2021).

4.1. Tipos de Agentes Antioxidantes

4.1.1. Aloé Vera

O aloé vera (*Luscious xerophytes*) é uma planta conhecida pelas suas propriedades medicinais e através do seu efeito antioxidante consegue neutralizar radicais livres instáveis (Rahman et al., 2021).

Os polissacarídeos do gel de aloé vera têm propriedades terapêuticas, tais como imunoestimulação, efeitos anti-inflamatórios, cicatrizantes e efeitos antioxidantes (Nari-Ratih & Widyastuti, 2019).

4.1.2. Chá Verde

O chá verde é produzido da planta *Camellia sinensis* e contém flavenoides e catequinas. As catequinas apresentaram um forte efeito antioxidante. Durante os anos precedentes, o uso de chá verde tem sido estudado em Medicina Dentária. Para além disso, como o chá verde é um produto natural barato e com uma vida útil prolongada, é uma boa opção para usar como agente antioxidante depois da aplicação do branqueamento dentário (Nari-Ratih & Widyastuti, 2019).

4.2. Limitações

Uma das principais limitações no uso de antioxidantes, é o facto do prazo de validade destes produtos ser reduzido e poder ser afetado pelas condições de armazenamento (temperatura, tempo, exposição à luz) (Garcia et al., 2012).

5. Adesão

5.1. Evolução dos Sistemas Adesivos

O aparecimento da medicina dentária adesiva pode ser atribuído ao Dr. Michael Buonocore que, em 1955, descobriu que podia aumentar a retenção de restaurações à base de acrílico condicionando primeiro o esmalte com ácido ortofosfórico. A investigação subsequente de Buonocore, Gwinnett e Matsui elucidou o mecanismo de adesão como sendo a ligação micromecânica por via da infiltração da resina e do desenvolvimento de *resin tags* no esmalte desmineralizado com ácido ortofosfórico (Alex, 2015).

5.2. Adesão Dentária

5.2.1. Adesão ao Esmalte

O esmalte é bastante consistente em toda a sua extensão e é também consideravelmente mais mineralizado do que a dentina. O conteúdo inorgânico do esmalte é de aproximadamente 96% de hidroxiapatite, o restante consiste em água e material orgânico (Alex, 2015).

Posto isto, a adesão a longo prazo a superfícies de esmalte provam ser altamente fiáveis (Alex, 2015).

5.2.2. Adesão à Dentina

A adesão a longo prazo à dentina tem sido consideravelmente mais problemática. Isto deve-se em grande parte às diferenças morfológicas, histológicas e de composição entre os dois substratos (Alex, 2015).

Por um lado, a dentina é um substrato vital, dinâmico e bastante variável. A dentina superficial, média e profunda pode variar significativamente em termos de composição estrutural, física e química. A dentina, por outro lado, tem aproximadamente 70% de hidroxiapatite, 18% de material orgânico (predominantemente colagénio tipo I) e 12% de água. Estas percentagens não são consistentes e podem variar significativamente dependendo de vários fatores, incluindo a profundidade da dentina, a idade dos dentes e a história prévia de trauma e/ou patologia dentária. Isto, juntamente com o teor de água relativamente elevado da dentina, representa um desafio significativo para uma adesão consistente e fiável a longo prazo (Alex, 2015).

5.3. Composição dos Sistemas Adesivos

Os sistemas adesivos são compostos por:

- **Ácido:** nos sistemas adesivos *etch-and-rinse*, é usado ácido ortofosfórico a 35-37%. Este prepara o esmalte e a dentina para acolher o *primer*. O ácido vai criar microporosidades, que ajudam a criar a formação de *resin tags*, resultando assim numa retenção micromecânica. O condicionador nos sistemas adesivos *self-etch* é o *primer* ácido (Sofan et al., 2017).

- *Primer*: o *primer* contém monómeros hidrofílicos. Estes são dissolvidos em solventes (acetona, etanol, água) e ajudam a promover um bom fluxo e penetração na dentina hidrofílica, podendo afetar a resistência adesiva. Os sistemas adesivos *self-etch* utilizam um *primer* ácido (Sofan et al., 2017).
- *Bond* (Adesivo): O adesivo promove a ligação entre o esmalte/dentina e o material restaurador, por exemplo, a resina composta. Os adesivos atuam como uma ligação entre o *primer* hidrofílico e a resina hidrofóbica. É necessária uma fotopolimerização adequada para proporcionar uma boa retenção e isolamento (Sofan et al., 2017).

5.4. Classificação dos sistemas adesivos com base no número de etapas clínicas

5.4.1. Sistemas Adesivos *etch-and-rinse*

Os sistemas adesivos *etch-and-rinse* podem ser classificados em três passos, quando o ácido, o *primer* e o *bond* são aplicados separados, ou em dois passos, quando o ácido é aplicado em separado, mas o *primer* e o *bond* em conjunto na mesma solução (Bedran-Russo et al., 2017).

5.4.1.1. Sistemas Adesivos *etch-and-rinse* de três passos

Os sistemas adesivos *etch-and-rinse* de três passos caracterizam-se com uma etapa inicial de condicionamento ácido, seguida de um processo de lavagem obrigatório que tem a responsabilidade de eliminar a *smear layer* e os *smear plugs*. No esmalte, a aplicação do ácido expõe os prismas de esmalte, criando macro e microporosidades que depois são infiltradas pelos monómeros hidrofóbicos do *bond* (Sofan et al., 2017).

Por outro lado, a adesão à dentina é mais desafiadora e difícil do que no esmalte devido à composição da dentina. Simultaneamente, o condicionamento ácido proporciona a desmineralização da dentina, expondo assim fibras da rede de colagénio quase totalmente desprovidas de hidroxiapatite (Perdigão et al., 1996; Peumans et al., 2005).

O próximo passo envolve a aplicação de um *primer* que incorpora monómeros específicos com propriedades hidrofílicas, como o 2-hidroxietil metacrilato (HEMA), dissolvido em solventes orgânicos como a acetona, o etanol ou a água. Enquanto o

HEMA melhora a molhabilidade e promove a reexpansão da rede de colagénio, os solventes deslocam a água da superfície da dentina, preparando assim a rede de colagénio para a subsequente infiltração do adesivo (Carvalho et al., 2003).

No último passo aplica-se o *bond*, que permite aos monómeros hidrofóbicos infiltrarem-se nos espaços entre as fibras da rede de colagénio e nos túbulos dentinários. Após a infiltração, esses monómeros são polimerizados, levando à criação de uma camada híbrida que, em conjunto com as *resin tags*, proporciona uma retenção micromecânica (Van Meerbeek et al, 1993).

Embora os adesivos *etch-and-rinse* ainda sejam o *gold standard* para a adesão dentária e o mais antigo dos adesivos comercializados, a propensão atual é criar sistemas adesivos *self-etch* mais simples (Rosa et al., 2015).

5.4.1.2. Sistemas Adesivos *etch-and-rinse* de dois passos

A partir dos sistemas adesivos *etch-and-rinse* de três passos, foram desenvolvidos sistemas adesivos simplificados de dois passos que juntam o *primer* e o *bond* apenas numa solução. Estes sistemas adesivos apresentam uma capacidade reduzida de infiltração no substrato de dentina desmineralizada, gerando dessa forma uma hibridização não tão boa quando comparados com os sistemas adesivos de três passos (Finger & Balkenhol, 1999).

Estes sistemas adesivos são altamente sensíveis, porque a dentina se for excessivamente seca provoca o colapso das fibras de colagénio e uma baixa infiltração dos monómeros entre as fibras, dificultando o desenvolvimento de uma camada híbrida funcionalmente adequada (Sofan et al., 2017).

5.4.2. Sistemas Adesivos *self-etch*

Os sistemas adesivos *self-etch* foram inseridos para controlar a sensibilidade à humidade da técnica *etch-and-rinse*, ao mesmo tempo que simplificam os procedimentos clínicos de aplicação do adesivo, diminuindo o tempo clínico (Sundfeld et al., 2005).

Estes sistemas adesivos são categorizados de acordo com o número de passos de aplicação clínica: sistemas adesivos *self-etch* de dois passos ou de um passo (Sofan et al., 2017).

Contêm monómeros acídicos na sua solução aquosa, que apresentam um pH superior ao do ácido ortofosfórico, com isto, minimizam a sensibilidade pós-operatória e provocam um menor grau de desmineralização (Hashimoto et al., 2004; Munck et al., 2005).

Além disso, estes sistemas adesivos foram classificados segundo a acidez: como fortes ($\text{pH} \leq 1$), intermédios ($\text{pH} = 1,5$) e moderados ($\text{pH} \geq 2$) (Munck et al., 2005).

5.4.2.1. Sistemas Adesivos *self-etch* de dois passos

Os sistemas adesivos *self-etch* de dois passos requerem a utilização de dois componentes separados: o primeiro frasco que contém o *primer* e o ácido (*primer* acídico) e o segundo frasco que contém o *bond*. O *primer* é utilizado para condicionar o substrato dentário, seguido da aplicação do *bond*, este hidrofóbico (Yeniad et al., 2008).

5.4.2.2. Sistemas Adesivos *self-etch* de um passo

Os sistemas adesivos *self-etch* de um só passo podem ser vistos como os adesivos "*all-in-one*", visto combinarem o ácido, o *primer* e o *bond* em apenas um frasco, não requerendo mistura (Yeniad et al., 2008).

Contudo, as principais desvantagens dos sistemas adesivos *self-etch* de um passo estão relacionadas com a sua excessiva capacidade hidrofílica, que torna a camada adesiva mais propensa a atrair água do substrato intrinsecamente húmido, comprometendo o seu desempenho adesivo (Spencer & Wang, 2002; Tay & Pashley, 2003).

5.4.3. Sistemas Adesivos Universais ou *multi-mode*

Uma das novidades mais recentes, na medicina dentária adesiva, foi a introdução de sistemas adesivos universais, que têm sido utilizados desde 2011 na prática clínica (Hanabusa et al., 2012; Perdigão et al., 2012).

Estes novos produtos são conhecidos como adesivos *multi-mode* pois podem-se aplicar como adesivos *self-etch*, adesivos *etch-and-rinse*, ou como adesivos *self-etch*

em dentina e adesivos *etch-and-rinse* em esmalte (técnica vulgarmente designada por *selective enamel etching*) (Hanabusa et al., 2012; Perdigão et al., 2012).

No esmalte, a técnica *etch-and-rinse* utilizando o ácido ortofosfórico continua a ser a escolha preferida (Erickson et al., 2009; Rotta et al., 2007).

O 10-MDP é um dos monómeros que permite a utilização de um adesivo universal com quaisquer técnicas de sistemas adesivos (Sofan et al., 2017).

6. Testes de Resistência Adesiva

Para medir a eficácia da adesão dos sistemas adesivos ao esmalte e à dentina, pode-se utilizar diversos testes de resistência adesiva (Eren et al., 2013).

6.1. Testes de Microtração

O teste de resistência à microtração (μ TBS) foi implementado em 1994. Desde então, tem sido bastante utilizado, tornando-se atualmente num dos testes de resistência adesiva mais padronizados e versáteis. Embora seja um método estático e baseado na resistência, juntamente com as investigações morfológicas e espectroscópicas, tem contribuído muito para o avanço dos sistemas adesivos na dentina. O teste μ TBS tem uma maior capacidade discriminativa do que o tradicional teste de resistência adesiva ao cisalhamento (Sano et al., 2020).

Assim concluindo, este teste é extremamente benéfico para a investigação da adesão ao dente. No entanto, a falha no pré-teste continua a ser um desafio importante para o ensaio quando se empregam adesivos que apresentam uma baixa resistência adesiva (Sano et al., 2020).

6.2. Normas ISO

A norma ISO/TS 11405:2015 disponibiliza diretrizes em relação à seleção, armazenamento e manuseamento de substratos, bem como características essenciais de distintos tipos de testes de resistência adesiva entre os materiais restauradores e a estrutura dentária, ou seja, o esmalte e a dentina.

Além disso, a ISO/TS 11405:2015 não inclui requisitos para materiais adesivos e respetivo desempenho.

II. OBJETIVOS

O objetivo do presente estudo foi:

Avaliar a resistência adesiva de restaurações em resina composta à dentina em dentes branqueados após aplicação de agentes antioxidantes (aloe vera e chá verde).

III. HIPÓTESES DE ESTUDO

Hipótese nula (H0₁) – Não se verificam diferenças estatisticamente significativas na aplicação de agentes antioxidantes na resistência adesiva das restaurações a resina composta em dentes branqueados.

Hipótese alternativa (H1₁) – Verificam-se diferenças estatisticamente significativas na aplicação de agentes antioxidantes na resistência adesiva das restaurações a resina composta em dentes branqueados.

Hipótese nula (H0₂) – Não se verificam diferenças estatisticamente significativas entre os agentes antioxidantes aloé vera e chá verde na resistência adesiva das restaurações a resina composta em dentes branqueados.

Hipótese alternativa (H1₂) – Verificam-se diferenças estatisticamente significativas entre os agentes antioxidantes aloé vera e chá verde na resistência adesiva das restaurações a resina composta em dentes branqueados.

IV. MATERIAIS E MÉTODOS

Esta investigação foi submetida à apreciação da Comissão de Ética do Instituto Universitário Egas Moniz (IUEM) e adquiriu um parecer positivo (Anexo 1).

O material biológico empregue neste estudo é oriundo do Banco de Dentes Humanos da Clínica Universitária Egas Moniz. As doações ao Banco de Dentes Humanos são efetivadas segundo um consentimento informado, que faculta a sua doação e o seu tratamento para estudos elaborados no Instituto (Anexo 2).

Este estudo foi realizado no Laboratório de Biomateriais do Instituto Universitário Egas Moniz (IUEM).

MATERIAIS

1- 15 dentes molares hígidos

Critérios de Inclusão:

- Molares hígidos;
- Ausência de lesões de cárie dentária;
- Ausência de restaurações.

Critérios de Exclusão:

- Presença de lesões de cárie dentária;
- Presença de restaurações;
- Presença de *cracks* ou fissuras no esmalte;
- Presença de historial médico que pudesse interferir na formação do esmalte.

2- Gel de branqueamento

Opalescence PF Regular 16% (Ultradent Products, South Jordan, EUA);
Composição: Glicerina, Água, Peróxido de Carbamida, Xilitol, Carbopol, PEG-6,
Hidróxido de Sódio, EDTA, Nitrato de Potássio, Fluoreto de Sódio;
Lote: BPCJ7; Validade: 31/07/2024.

3- Agentes antioxidantes

3.1 – Antioxidante Aloé Vera

Organic Aloe Vera Gel 50ml (Aloegarve, Algarve, Portugal);
Preparação realizada no Laboratório do IUEM;
Preparação: 25g de gel de Aloé Vera dissolvido em 50ml de água destilada
(Rahman et al., 2021);
Composição: Concentrado de água de aloé vera, óleo de jojoba, manteiga de karité
e azeite;
Lote: 37CT43; Validade: 09/2024.

3.2 – Antioxidante Chá Verde

Chá Verde (Lipton, Unilever Pvt Ltd., Portugal);
Preparação realizada no Laboratório do IUEM;
Preparação: 10g de chá verde dissolvido em 100ml de água destilada (Rahman et
al., 2021);
Composição: chá verde 100%;
Lote: L31642J620; Validade: 06/2025.

4- Sistema adesivo

4.1 – Ácido

OCTACID (Clarben, T012RD, Lidingo, Suécia);
Composição: 37% ácido ortofosfórico;
pH= 0,1-0,4;
Lote: C76863; Validade: 12/2025.

4.2 – Primer

Optibond™ FL Prime (Kerr, Scafati, Itália);

Composição: HEMA, GPDM, MMEP, água, etanol, canforoquinona, butilhidroxitolueno;

pH= 1,9;

Lote: 8546211; Validade: 30/06/2024.

4.3 – Adesivo

Optibond™ FL Adhesive (Kerr, Scafati, Itália);

Composição: Bis-GMA, HEMA, GDMA, canforoquinona, ODMAB, 48% de partículas de carga inorgânica; ácido silícico pirogênico, aluminoborosilicato, fluorossilicato de sódio;

Lote:8354441; Validade: 30/11/2024.

5- Resina composta

Filtek™ Z250 Cor A3 (3M ESPE, St. Paul, EUA);

Composição: Partículas de carga (60%): zircônio/sílica; Matriz orgânica: Bis-GMA, UDMA, TEGDMA e Bis-EMA;

Lote: 9986003; Validade: 26/03/2026.

MÉTODOS

Nesta investigação utilizou-se quinze dentes molares hígidos, sendo imediatamente após a extração armazenados em água destilada a 4°C.

De seguida, realizou-se a limpeza e remoção dos resíduos de tecido orgânico e ligamento periodontal na superfície externa dos dentes, realizado por meio de raspagem manual e com recurso a uma cureta *Gracey 3/4* seguindo as diretrizes das Normas ISO/TS 11405:2015 e conforme descrito por Armstrong et al., 2017 (Figura 2). Os dentes armazenaram-se numa solução de cloramina T a 1% por um período de não mais de uma

semana, a fim de promover a sua desinfecção. Após a desinfecção, os dentes foram novamente transferidos e mantidos em água destilada a 4°C.



Figura 2. Representação de um dente natural utilizado neste estudo.

Os dentes foram divididos de forma aleatória em 3 grupos:

G0: Agente branqueador + Restauração após 15 dias

G1: Agente branqueador + Aloé vera 50% + Restauração Imediata

G2: Agente branqueador + Chá verde 10% + Restauração Imediata

Posteriormente, os dentes foram fixados a suportes próprios com recurso a cera colante (Sticky Wax, Kemdent[®], Wiltshire, Inglaterra) num micrótomo de tecidos duros Accutom-50 (Struers, Ballerup, Dinamarca), de modo a que fosse seccionado o 1/3 oclusal de cada dente num corte único à velocidade de 0,125 mm/min, proporcionando uma superfície de dentina plana (Figura 3).

As amostras foram armazenadas em compartimentos distintos, agrupadas por grupos, em água desionizada a uma temperatura constante de 4°C, até que os passos subsequentes fossem iniciados.

Após a conclusão da preparação das amostras, iniciou-se o processo de branqueamento dentário.



Figura 3. Corte dos dentes no micrótomo.

Removeram-se as amostras de onde estão armazenadas e procedeu-se à sua secagem utilizando compressas esterilizadas. O material branqueador Opalescence PF Regular 16% (Ultradent Products, South Jordan, EUA) foi colocado nos grupos G0, G1 e G2, de acordo com as instruções do fabricante (Figura 4).



Figura 4. Gel de branqueamento Opalescence PF Regular 16% (Ultradent Products, South Jordan, EUA).

Colocaram-se as amostras em caixas de Petri sobre compressas esterilizadas que foram humedecidas em água destilada e inseridas na estufa (Memmert INE 400, Schwabach, Alemanha) a uma temperatura de 37°C por 6 horas, período de aplicação do gel de branqueamento recomendado pelo fabricante (Figura 5).

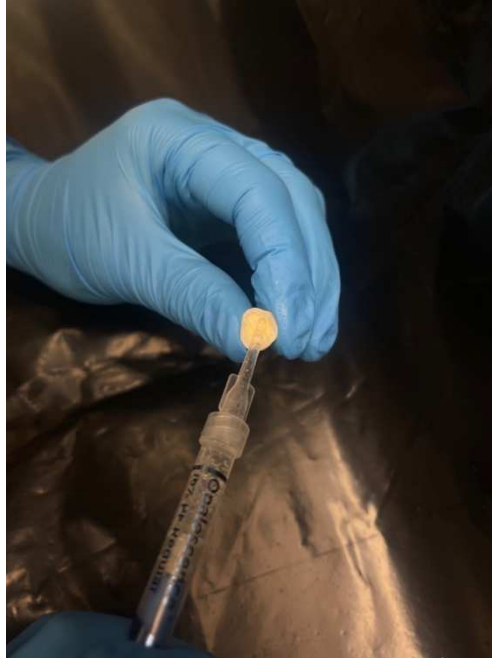


Figura 5. Aplicação do gel de branqueamento Opalescence PF Regular 16% (Ultradent Products, South Jordan, EUA).

Após o período de ação do branqueamento, retiraram-se as amostras da estufa e o gel foi removido com a ajuda de uma compressa esterilizada e, de seguida, lavaram-se os dentes com água destilada.

O processo de aplicação do gel de branqueamento reproduziu-se diariamente por 15 dias. Entre cada aplicação diária do gel, as amostras guardaram-se em compartimentos selados com saliva artificial, renovada diariamente, e mantidas em estufa com uma temperatura de 37°C, por 24 horas (Figura 6).



Figura 6. Representação da estufa.

Logo após terminados os processos de branqueamento, foi realizado o seguinte:

- As amostras do grupo **G0** foram armazenadas em compartimentos na estufa (Mettmert INE 400, Schwabach, Alemanha) em saliva artificial, renovada diariamente, à temperatura de 37°C, durante 15 dias, até realização da restauração;
- Nas amostras do grupo **G1**, aplicou-se o antioxidante aloé vera a 50% durante 10 minutos (Figura 7);



Figura 7. Gel de Aloé Vera (Aloegarve, Algarve, Portugal) a 50%.

- Nas amostras do grupo **G2**, aplicou-se o chá verde a 10% durante 10 minutos (Figura 8);



Figura 8. Solução de Chá Verde (Lipton, Unilever Pvt Ltd., Portugal) a 10%.

Após o período de tempo mencionado, removeu-se os antioxidantes das amostras dos respetivos grupos, utilizando uma compressa esterilizada e lavados com água destilada.

Logo em seguida, procedeu-se ao processo restaurador nos grupos G1 e G2.

A fim se simular a *smear* layer, procedeu-se ao polimento da estrutura dentária com uma polidora (LaboPol-4, Struers, Dinamarca), equipada de uma lixa SiC de grão 600 grit (Buehler® Ltd, Lake Bluff, IL, EUA) por cerca de 60 segundos, sob água corrente (Figura 9).

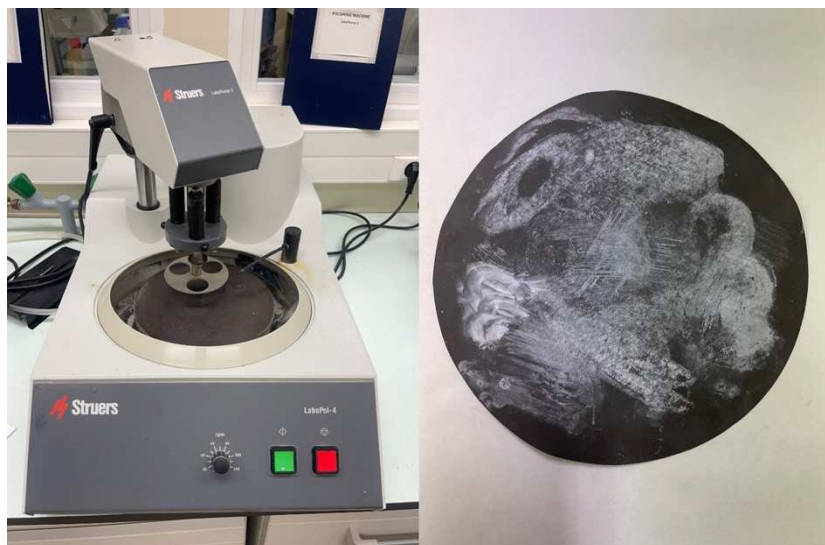


Figura 9. Representação da máquina polidora (LaboPol-4, Struers, Dinamarca) e lixa SiC de grão 600 grit (Buehler® Ltd, Lake Bluff, IL, EUA).

A dentina foi condicionada com ácido ortofosfórico a 37% por 15 segundos, lavado posteriormente com água por outros 15 segundos e secado com o auxílio de um jato de ar (Figura 10).



Figura 10. Representação do ácido utilizado, OCTACID (Clarben, T012RD, Lidingo, Suécia), com 37% de ácido ortofosfórico.

Prontamente, deu-se início à colocação do sistema adesivo *etch-and-rinse* de três passos Optibond™ FL (Kerr, Scafati, Itália). Em primeiro lugar, o *primer* foi aplicado com um *microbrush* por 15 segundos e, em seguida, secou-se 5 segundos. Em seguida, o adesivo foi aplicado, também com a ajuda de um *microbrush*, por 15 segundos. O adesivo foi então submetido a uma fotopolimerização por 20 segundos utilizando o fotopolimerizador Elipar™ DeepCure-S (3M ESPE, St. Paul, EUA) (Figura 11).



Figura 11. Representação do sistema adesivo *etch-and-rinse* de três passos Optibond™ FL (Kerr, Scafati, Itália).

Após o sucedido, a resina composta Filtek™ Z250 (3M ESPE, St. Paul, EUA) na cor A3 foi colocada em incrementos de 2 mm, até alcançar uma altura de 6 mm, com o auxílio de matrizes e porta-matrizes universais (Figura 12). Cada camada de 2 mm de resina foi submetida a uma fotopolimerização utilizando o fotopolimerizador Elipar™ DeepCure-S (3M ESPE, St. Paul, EUA) por um período mínimo de 20 segundos.

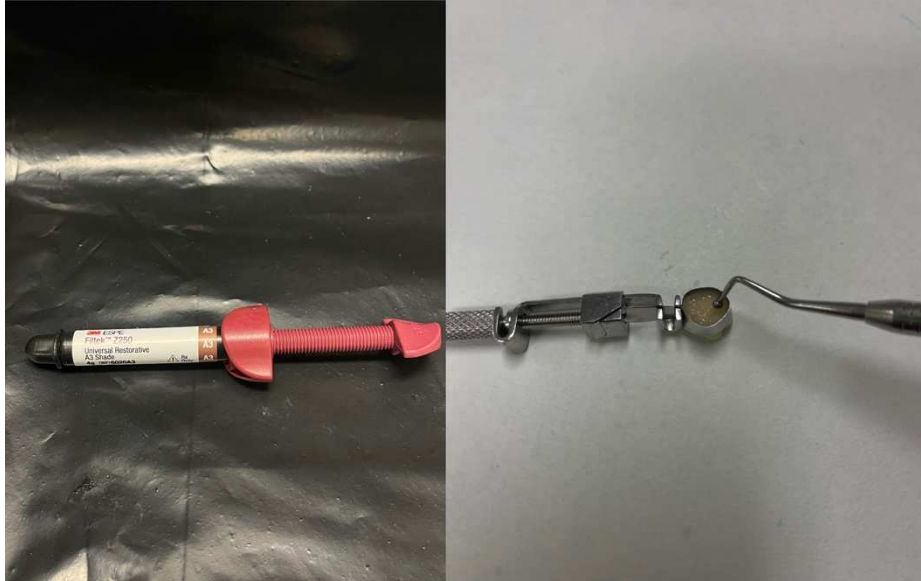


Figura 12. Representação da resina FiltekTM Z250 Cor A3 (3M ESPE, St. Paul, EUA) e aplicação da mesma em incrementos de 2mm.

Após o período de espera de 15 dias, o grupo G0 foi exposto ao mesmo processo restaurador que os restantes grupos.

Após a conclusão dos procedimentos anteriores, as amostras foram novamente guardadas numa solução de saliva artificial e mantidas na estufa a 37°C durante 24 horas (Figura 13).



Figura 13. Representação de alguns dentes com restauração a resina composta.

Após 24 horas, as amostras foram fixadas nos suportes do micrótomo de tecidos duros Accutom-50 (Struers, Ballerup, Dinamarca) com o auxílio da cera colante (Sticky

Wax, Kemdent[®], Wiltshire, Inglaterra). Em seguida, as amostras foram seccionadas a baixa velocidade com uma lâmina diamantada, nas direções X e Y, enquanto são irrigadas por água, de maneira a obter palitos com uma secção transversal de aproximadamente $1\pm 0,3 \text{ mm}^2$ de área (Figura 14).



Figura 14. Representação do corte em palitos no micrótomo do complexo dente-restauração.

Os palitos que foram considerados viáveis, ou seja, aqueles que continham dentina e resina, foram submetidos a medições utilizando uma craveira digital, de sensibilidade calibrada de $\pm 0,02 \text{ mm}$, Storm Digital Caliper (CDC/N 0 150 mm, Pontoglio, BS, Itália). Os palitos apresentaram um tamanho mínimo de 10 mm e a largura foi medida colocando a craveira no local mais próximo da interface dentina/resina, a fim de calcular com a máxima precisão possível, a área de fratura.

Seguidamente, estes foram unitariamente colocados num *jig* de aço inoxidável de Geraldeli usando cola de cianoacrilato (Wurth[®] Cola Rápida, Künzelsau, Alemanha) (Figura 15). Em seguida, testaram-se os palitos em tensão até ocorrer fratura, numa

máquina de testes universal (Shimadzu Autograph AG-IS, Kyoto, Japão), a uma velocidade de 0,5 mm/min (Figura 16).



Figura 15. Representação da cola de cianoacrilato utilizada (Wurth® Cola Rápida, Künzelsau, Alemanha).

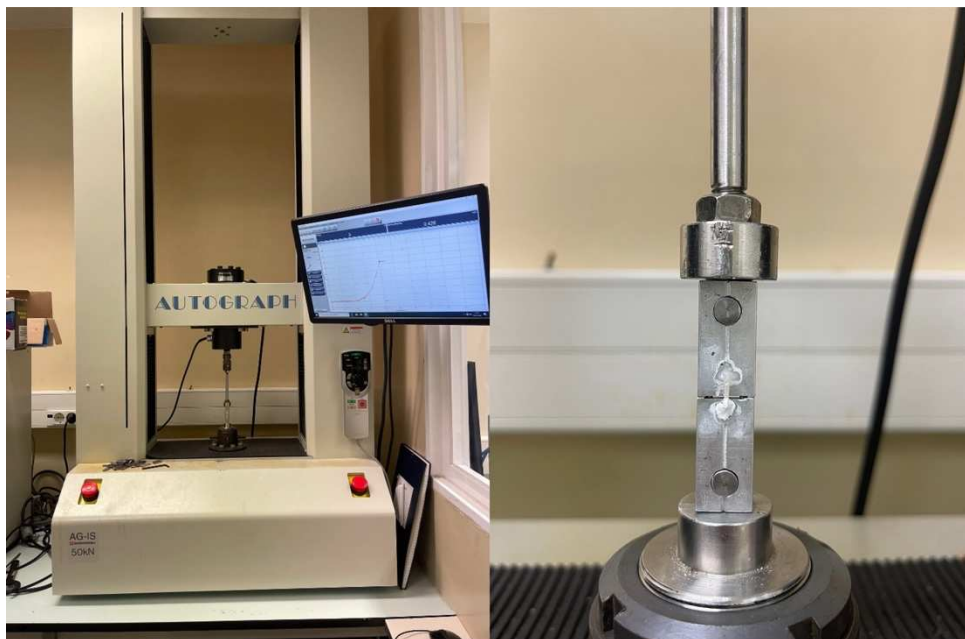


Figura 16. Representação da máquina de testes universais (Shimadzu Autograph AG-IS, Kyoto, Japão) e do palito colocado no jig de Geraldeli com o auxílio da cola de cianoacrilato.

As forças de microtração em MPa, determinaram-se dividindo a força aplicada no momento da fratura (KN) pela área da superfície aderida (mm²).

Depois de ocorrer a fratura, procedeu-se à análise do ponto de fratura, com a ajuda de um microscópio ótico com ampliação de 20x (Leica ATC 2000, Reichert Inc., Buffalo, EUA), com o objetivo de classificar a fratura de acordo com o local onde esta aconteceu (Figura 17):

- Fratura adesiva, se aconteceu na interface adesiva;
- Fratura coesiva em dentina ou em resina composta, se aconteceu na dentina ou na resina composta, respetivamente;
- Fratura mista, se aconteceu ao nível da interface adesiva e dentina e/ou resina composta.

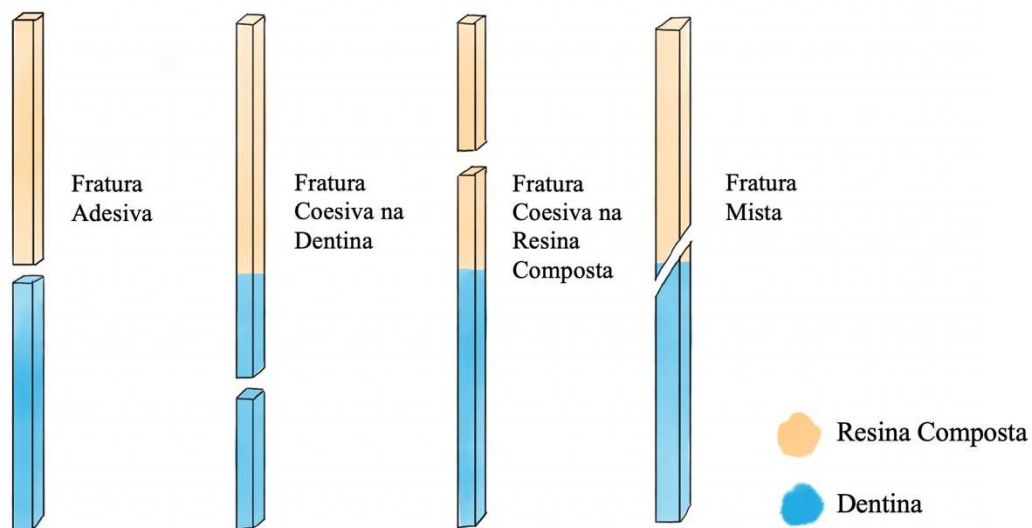


Figura 17. Esquema representativo dos tipos de fratura (A: Fratura adesiva; B: Fratura coesiva na dentina; C: Fratura coesiva na resina composta; D: Fratura mista). (Imagem Original)

Análise estatística

Realizou-se no programa *IBM SPSS Statistics* a análise estatística dos resultados obtidos neste estudo.

O teste ANOVA foi utilizado para efetuar a análise e a comparação dos valores de resistência adesiva obtidos. Foi estabelecido como valor de referência um nível de significância de 5% ($p \leq 0,05$), de modo a aceitar ou rejeitar as hipóteses nulas.

V. RESULTADOS

Os resultados da análise estatística foram dispostos em tabelas e gráficos de maneira a facilitar a sua leitura e interpretação.

Por cada complexo dente-restauração obteve-se entre três e treze palitos.

1. Análise dos valores de resistência adesiva

Os resultados deste estudo podem ser encontrados na Tabela 1 e no Gráfico 1.

Tabela 1. Resultados da média, desvio-padrão, limite inferior, limite superior, valor mínimo e valor máximo.

GRUPOS	N	Média	Desvio-padrão	Intervalo de confiança a 95%		Mínimo	Máximo
				Limite inferior	Limite superior		
G0	37	29,3630	2,02230	28,6887	30,0372	26,00	33,11
G1	41	20,8094	1,68173	20,2786	21,3403	17,47	24,07
G2	38	26,9405	5,57517	25,1079	28,7730	16,88	40,47

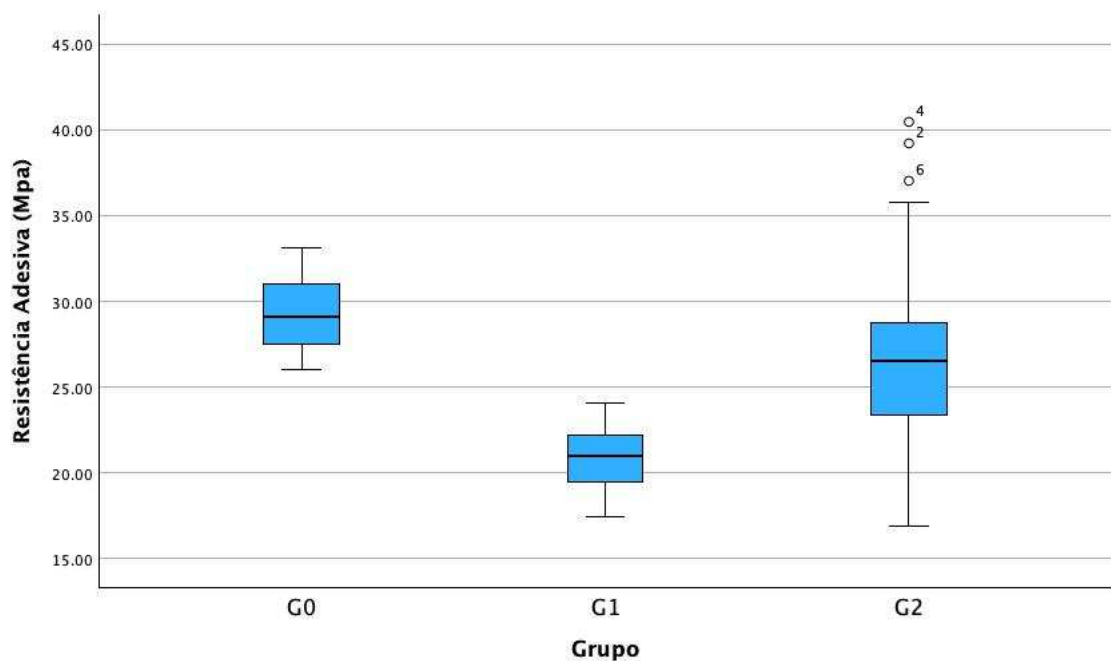


Gráfico 1. Representação, num diagrama de extremos e quartis, dos valores de resistência adesiva obtidos, em cada grupo.

Ao examinarmos os dados da Tabela 1 e do Gráfico 1, podemos constatar que:

- O grupo G0, no qual foi realizado branqueamento seguido do procedimento restaurador após 15 dias, demonstrou o valor médio de resistência adesiva mais alto (29,3630 (\pm 2,02230) MPa);
- No grupo G1, onde se aplicou o agente antioxidante aloé vera imediatamente após o branqueamento, verificou-se uma diminuição da resistência adesiva em comparação com o grupo G0 (20,8094 (\pm 1,68173) MPa);
- O grupo G2, onde foi aplicado o agente antioxidante chá verde, apresenta o valor médio de resistência adesiva mais elevado do que o grupo G1, onde foi aplicado o antioxidante aloé vera, mas ligeiramente mais baixo do que o grupo G0, onde foi realizado branqueamento seguido do procedimento restaurador após 15 dias (26,9405 (\pm 5,57517) MPa).

A diferença das médias dos valores de resistência adesiva, analisada por meio do teste *Post-Hoc* de *Games-Howell* está detalhada na Tabela 2, assim como o *p*-value correspondente, que nos informa sobre a existência ou não de diferenças estatisticamente significativas entre os grupos. Já a demonstração da média e do intervalo de confiança a 95% dos valores obtidos de resistência adesiva, em cada grupo, encontram-se ilustradas no Gráfico 2.

Tabela 2. Diferença das médias dos valores de resistência adesiva entre grupos, através do teste *Post-Hoc* de *Games-Howell*, e respectivos *p*-value.

GRUPOS	Diferença das médias	<i>p</i> -value
G0 vs G1	8,55352	<i>p</i> <0,001
G0 vs G2	2,42250	<i>p</i> =0,010
G1 vs G0	-8,55352	<i>p</i> <0,001
G1 vs G2	-6,13102	<i>p</i> <0,001
G2 vs G0	-2,42250	<i>p</i> =0,010
G2 vs G1	6,13102	<i>p</i> <0,001

Quando analisadas as diferenças das médias de resistência adesiva dos diferentes grupos, na Tabela 2, é possível indicar que existem diferenças significativas entre:

- O grupo submetido a branqueamento dentário seguido do procedimento restaurador após 15 dias (G0) e o grupo submetido a branqueamento dentário seguido da aplicação imediata do antioxidante aloé vera (G1); $p < 0,001$.
- O grupo submetido a branqueamento dentário seguido do procedimento restaurador após 15 dias (G0) e o grupo submetido a branqueamento dentário seguido da aplicação imediata do antioxidante chá verde (G2); $p = 0,010$.
- O grupo submetido a branqueamento dentário seguido da aplicação imediata do antioxidante aloé vera (G1) e o grupo submetido a branqueamento dentário seguido da aplicação imediata do antioxidante chá verde (G2); $p < 0,001$.

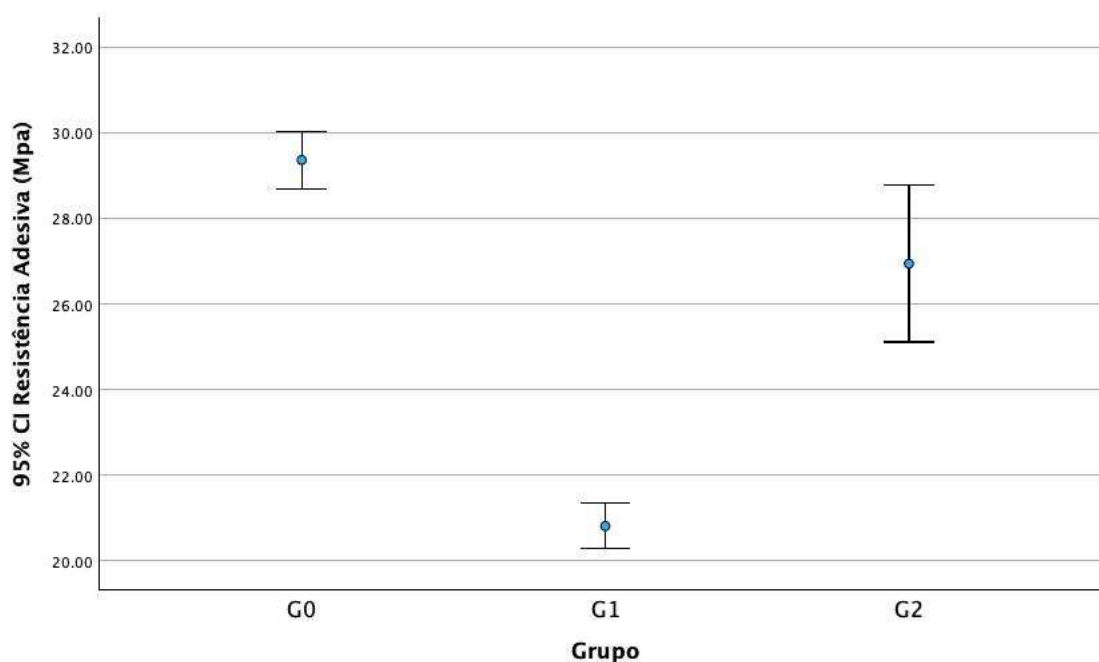


Gráfico 2. Representação da média e do intervalo de confiança a 95% dos valores obtidos de resistência adesiva, em cada grupo.

Assim como se pode observar na análise da Tabela 2, a análise do Gráfico 2 também permite determinar se existem ou não diferenças estatisticamente significativas entre os grupos. Isso é determinado pela sobreposição dos intervalos de confiança (95%), sendo que, quando ocorre sobreposição, não existem diferenças estatisticamente significativas.

Desta forma, podemos declarar que há diferenças estatisticamente significativas entre todos os grupos deste estudo.

2. Análise do tipo de fratura

Os resultados relacionados ao tipo de fratura podem ser encontrados na tabela 3 e nos gráficos 3 e 4.

Tabela 3. Número e percentagem do tipo de fratura, por grupo e por tipo de fratura.

		Tipo de fratura				Total
		Adesiva	Coesiva (em dentina)	Coesiva (em resina)	Mista	
Grupo G0	Contagem	22	6	7	2	37
	% no grupo	59,5%	16,2%	18,9%	5,4%	100%
	% no tipo de fratura	29,3%	35,3%	33,3%	66,7%	31,9%
	% total	19,0%	5,2%	6,0%	1,7%	31,9%
G1	Contagem	28	3	9	1	41
	% no grupo	68,3%	7,3%	22,0%	2,4%	100%
	% no tipo de fratura	37,3%	17,6%	42,9%	33,3%	35,3%
	% total	24,1%	2,6%	7,8%	0,9%	35,3%
G2	Contagem	25	8	5	0	38
	% no grupo	65,8%	21,1%	13,2%	0%	100%
	% no tipo de fratura	33,3%	47,1%	23,8%	0%	32,8%
	% total	21,6%	6,9%	4,3%	0%	32,8%
Total	Contagem	75	17	21	3	116
	% no grupo	64,7%	14,7%	18,1%	2,6%	100%
	% no tipo de fratura	100%	100%	100%	100%	100%
	% total	64,7%	14,7%	18,1%	2,6%	100%

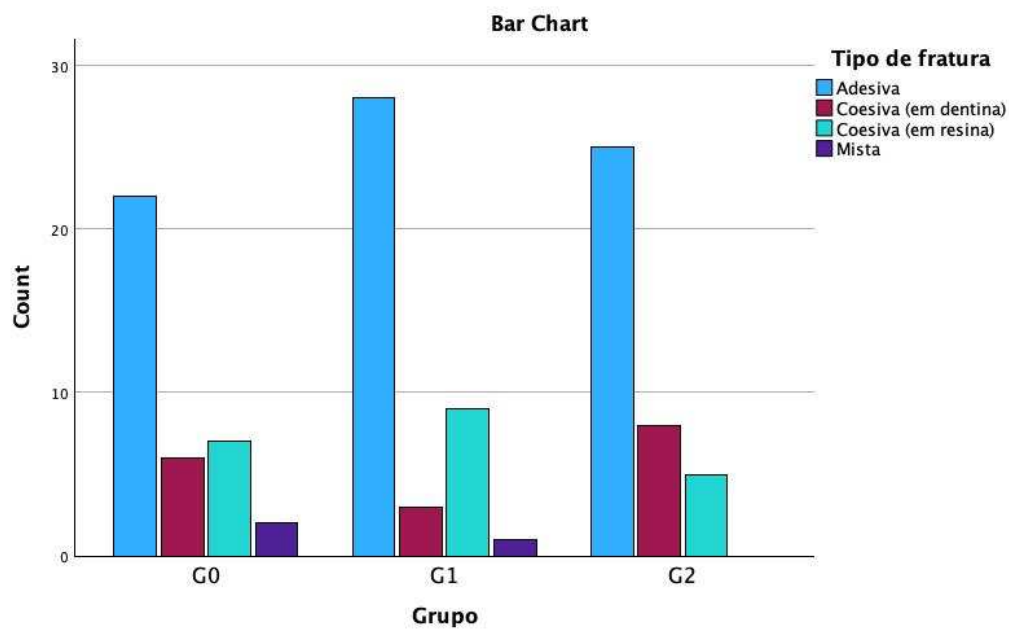


Gráfico 3. Número de fraturas obtidas, por grupo.

A análise da Tabela 3 e do Gráfico 3 torna possível confirmar que no grupo G0, G1 e G2 observa-se uma predominância de fraturas do tipo adesiva. Para além disso também podemos observar que não ocorreu nenhuma fratura mista no grupo G2.

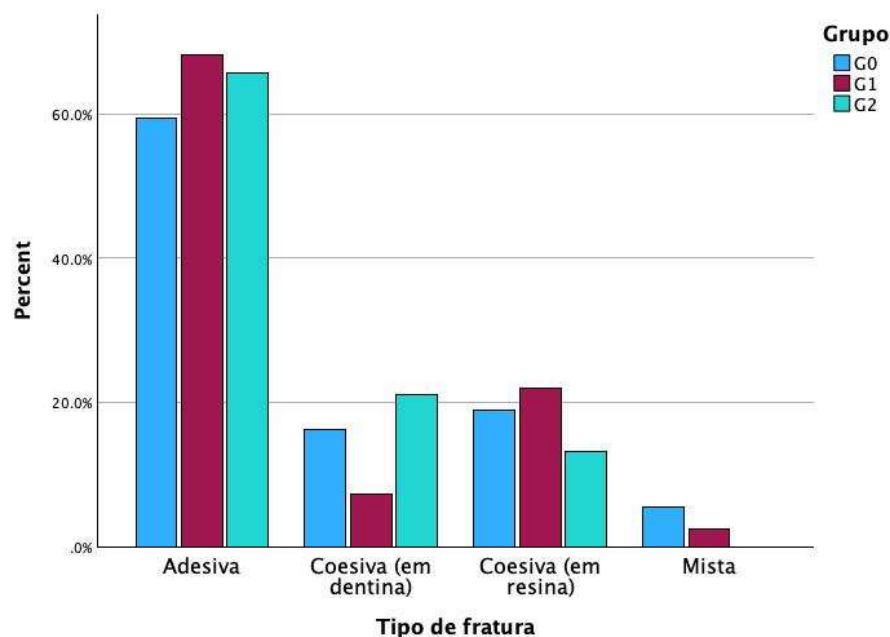


Gráfico 4. Análise do tipo de fratura, representada por tipologia.

Na análise do Gráfico 4 podemos visualizar a distribuição das fraturas, por tipologia (adesiva, coesiva em dentina, coesiva em resina e mista). A análise do gráfico mostra que há uma distribuição semelhante dos tipos de fratura por cada grupo desta investigação.

VI. DISCUSSÃO

Devido ao crescente nível de consciencialização por parte dos pacientes e à sua procura pelos procedimentos estéticos, o branqueamento dentário revelou-se uma opção conservadora e confiável para grande parte dos dentes com modificações na cor (Feiz et al., 2017).

O peróxido de carbamida e o peróxido de hidrogénio têm sido utilizados eficazmente ao longo de vários anos como agentes de branqueamento. Quando se dissocia, o peróxido de carbamida dá origem a peróxido de hidrogénio e ureia, que podem mover-se livremente através do esmalte e da dentina. Apesar dos resultados favoráveis, a resistência adesiva depois do branqueamento fica comprometida devido à camada de radicais livres de oxigénio, que impede a polimerização da resina. Foi revelado num estudo executado por Lai et al. (2002) que a resistência adesiva entre o compósito e a superfície branqueada diminuiu aproximadamente 25% quando é utilizado o peróxido de carbamida como agente de branqueamento (Rotstein et al., 1996; Sasaki et al., 2009).

Rotstein et al. (1996) inferiram que a quantidade de cálcio, enxofre, potássio e fosfato no tecido duro também foi afetada pelos agentes branqueadores, indicando o comprometimento da porção inorgânica dos dentes.

Diferentes modalidades de tratamento podem ser utilizadas para superar essa redução da resistência adesiva. O principal requisito é remover a camada superficial do esmalte ou dentina, rica em radicais de oxigénio livre, resultando assim numa resistência adesiva normal. Uma abordagem clínica regular para evitar essa situação é marcar a próxima consulta para daqui a algum tempo, uma vez que estas alterações da resistência adesiva são temporárias. A razão pela qual acontece esta alteração temporária é devido aos iões hidroxilo na rede de apatite da superfície do dente serem substituídos por iões carboxilo do agente branqueador (Zhao et al., 2000).

Devido a substituições de rede termodinamicamente desfavoráveis, o processo pode ser revertido com a utilização de antioxidantes (Zhao et al., 2000).

A reversão da alteração temporária é possível, mas este processo é demorado e exige a marcação de uma consulta seguinte, o que não é possível em casos de estética

imediate e em que o tempo é um fator restritivo. Por conseguinte, nestes casos, foi utilizado um antioxidante antes da restauração com resina. Os antioxidantes alteram o potencial redox da superfície branqueada, doando elétrons aos radicais livres e neutralizando assim o seu efeito (Lai et al., 2002).

Nesta investigação foram utilizados dois antioxidantes, o aloé vera e o chá verde. O aloé vera foi aplicado em forma de gel, enquanto que o chá verde foi utilizado na forma de solução aquosa. Em relação à concentração dos mesmos, o aloé vera usou-se numa concentração de 50% e o antioxidante chá verde numa concentração de 10 %, tal como foi realizado por Rahman et al. (2021).

Na presente investigação, o tempo de aplicação dos antioxidantes foi mantido em 10 minutos para obter melhores resultados segundo o estudo executado por Rahman et al. (2021).

A folha de aloé vera é constituída por polifenóis não flavonóides que desativa e liberta os radicais livres através de uma desintoxicação inerte. O aloé vera contém polifenóis hidroxilados e polissacáridos nos tecidos do parênquima. Estes atuam como agentes redutores e doam iões de hidrogénio para extinguir os radicais de oxigénio livre. As numerosas propriedades do aloé vera contribuem de forma sinérgica para o mecanismo antioxidante e possuem um potencial reversor da resistência adesiva tal como foi demonstrado por diversos autores (Hamman, 2008; Kadiyala et al., 2015; Nejat-zadeh-Barandozi, 2013).

O Aloé vera pode contrariar as consequências do oxigénio residual na superfície do dente devido ao branqueamento, por conseguinte, pode invalidar a resistência à microtração comprometida da restauração de compósito ao esmalte ou à dentina branqueada (Sharafeddin & Farshad, 2015).

A catequina do chá verde é considerada o ingrediente antioxidante básico do extrato de chá verde, composto por quatro derivados de epicatequina, ou seja, epicatequina 6,4%, epigalocatequina 19%, galato de epicatequina 13,6% e galato de epigalocatequina 59%. Khamaverdi et al. efetuaram um estudo para avaliar a resistência adesiva da interface dente/compósito utilizando chá verde durante 10 minutos e concluíram que eram necessários 10 minutos para reverter e aumentar a resistência

adesiva. O chá verde diminui a desmineralização da dentina através da inibição das metaloproteinases da matriz (MMPs), estabilizando assim a interface de ligação da resina ao dente. Os seus iões hidroxilo ligam-se e neutralizam o esmalte ou a dentina oxidada (Khamverdi et al., 2013; Shashibhushan et al., 2015).

O objetivo chave desta investigação foi analisar se a resistência adesiva diminuída pelo branqueamento dentário seria ou não alterada aquando da utilização de antioxidantes, como o aloé vera e o chá verde, logo depois do procedimento de branqueamento.

O gel branqueador usado nesta investigação foi o Opalescence PF Regular 16% (Ultradent Products, South Jordan, EUA), com uma constituição de 16% de peróxido de carbamida, estando de acordo com a diretiva que vigora na União Europeia para os produtos de branqueamento dentário. Sendo composto por peróxido de carbamida, vai haver uma decomposição do mesmo em ureia e peróxido de hidrogénio. Isto faz com que o pH oral aumente, removendo manchas e diminuindo a atividade das cáries ao inibir a formação da placa bacteriana. Além disso, os produtos à base de peróxido de carbamida possuem uma base de carbopol ou de glicerina. A base de carbopol vai retardar a libertação do peróxido de hidrogénio, provocando assim uma eficácia por um período de tempo maior (Kwon & Wertz, 2015).

Em relação ao tempo de aplicação do agente branqueador, este usou-se em concordância com as indicações do fabricante, por período mínimo de quatro horas e um máximo de seis horas por dia. Nesta investigação o gel branqueador foi utilizado por um período de seis horas diárias.

A redução da resistência adesiva pode-se reverter adiando o processo restaurador durante 1-3 semanas após o procedimento de branqueamento (Nair et al., 2020).

Um estudo realizado por Khoroushi & Aghelinejad (2011) sugeriu que um período de espera de 2 semanas após o processo de branqueamento, durante o qual os iões de peróxido se decompõem e os radicais hidroxilo substituídos voltam a entrar na rede da apatite, resulta na eliminação das alterações estruturais resultantes da incorporação de iões de peróxido, revertendo assim os valores de resistência adesiva para valores normais.

Tal como referido, neste estudo esperou-se 2 semanas para se poder restaurar no grupo G0 depois do branqueamento.

O sistema adesivo *etch and rinse* de três passos OptibondTM FL (Kerr, Scafati, Itália) foi o elegido neste estudo por ser reconhecido como o *gold standard* dos sistemas adesivos e em concordância com a investigação executada por Khoroushi & Aghelinejad (2011).

O teste de resistência à microtração tem as vantagens de um suporte universal, de uma distribuição uniforme da tensão, poupa o tecido dentário, reduz as diferenças provinciais, deteta a interface de ligação irregular e facilita a observação ao microscópio dos tipos de fratura após a quebra. Por isso, o teste (μ TBS) foi utilizado no presente estudo e porque, atualmente, é reconhecido como o teste para analisar as forças adesivas ao esmalte e à dentina mais válido (Dellla Bona & Van Noort, 1995; El Zohairy et al., 2010; Placido et al., 2007).

Nesta investigação, tanto o grupo (G0), grupo este submetido a branqueamento seguido de restauração após 15 dias, como os restantes grupos (G1) e (G2), onde foi aplicado os antioxidantes aloé vera e chá verde respetivamente, apresentam uma predominância do tipo de fratura adesiva, tal vai de encontro com o estudo executado por Rahman et al. (2021).

Na presente investigação, os melhores resultados de resistência adesiva, estatisticamente significativos, encontraram-se no grupo sujeito a branqueamento seguido do procedimento restaurador após 15 dias (G0), quando comparado com os grupos sujeitos à aplicação do antioxidante aloé vera (G1) e chá verde (G2). O resultados estão de acordo com o estudo executado por Khoroushi & Aghelinejad (2011) que, como já referido anteriormente, diz que ao esperar 2 semanas após o branqueamento os valores de resistência adesiva voltam aos valores normais, comprovando assim o porquê do grupo G0, o que foi sujeito a branqueamento e ao processo restaurador 15 dias depois, apresentar os valores de resistência adesiva mais altos.

O grupo onde apenas se aplicou o branqueamento seguido do procedimento restaurador após 15 dias (G0), demonstrou os valores de resistência adesiva mais altos,

sendo eles estatisticamente significativos quando comparados com o grupo (G1) e o grupo (G2),

Posto isto, em relação aos grupos no qual se aplicou os antioxidantes aloé vera (G1) e chá verde (G2), o grupo (G2) apresentou melhores resultados, resultados estes mais próximos dos valores de resistência adesiva do grupo onde apenas se esperou 15 dias para restaurar (G0), sendo estes resultados estatisticamente significativos. Portanto, pode-se comprovar, como demonstrado em diversos estudos, que a aplicação de agentes antioxidantes (neste caso apenas o chá verde) pode ser considerada uma alternativa ao tempo de espera, quando o fator tempo é imprescindível (Nair et al., 2020; Rahman et al., 2021).

De salientar que o aloé vera e o chá verde tem sido referidos como um potente antioxidante. Neutralizam o efeito da camada de oxigênio residual e permitem que a polimerização de radicais livres de materiais de resina prossiga sem terminar prematuramente, restaurando o potencial redox alterado do substrato de ligação oxidado, revertendo assim a resistência adesiva comprometida (Nair et al., 2020; Rahman et al., 2021).

Ao comparar os dois grupos onde se aplicou os antioxidantes usados neste estudo, o aloé vera (G1) e chá verde (G2), o grupo (G2) demonstrou resultados estatisticamente significativos superiores. Estes resultados estão em concordância com o estudo executado por Rahman et al. (2021) que comprova que o potencial de restabelecer a resistência adesiva da dentina, que estava comprometida, é superior no antioxidante chá verde em comparação com o antioxidante aloé vera.

Com fundamento nos resultados apresentados, as hipóteses nulas devem ser rejeitadas, visto que foram identificadas diferenças significativas na resistência adesiva de restaurações em dentes branqueados, com a utilização dos antioxidantes aloé vera e chá verde. Apesar disso, a espera de 15 dias após o processo branqueador apresenta valores de resistência adesiva superiores, sendo portanto o antioxidante chá verde útil quando o fator tempo não é uma opção viável.

É fundamental salientar que os resultados e análises alcançados neste estudo foram obtidos por meio de um estudo *in vitro*, o que pode ter limitações e vantagens específicas associadas, e nem sempre corresponder à situação real num contexto clínico.

VII. CONCLUSÕES

Tendo em conta as limitações deste estudo, concluiu-se que:

1. O grupo que apresentou resultados mais elevados de resistência adesiva foi o grupo G0, onde se esperou 15 dias para se restaurar.
2. A aplicação de agentes antioxidantes influenciou de forma estatisticamente significativa a resistência adesiva de restaurações após branqueamento dentário.
3. O antioxidante chá verde obteve uma maior resistência adesiva em relação ao aloé vera, sendo esta diferença estatisticamente significativa, tendo por isso o chá verde um maior potencial reversor da resistência adesiva.
4. O tempo de espera de 15 dias após branqueamento dentário revelou ser a melhor opção, e entre os antioxidantes utilizados, o chá verde pode ser considerado uma alternativa quando o fator tempo não poder ser respeitado.

A curiosidade pelos antioxidantes naturais, como o aloé vera e o chá verde, tem crescido significativamente, tratando-se de um tema recente.

Assim sendo e de acordo com esta linha de investigação, algumas perspetivas futuras a investigar poderão ser:

- Avaliar o efeito de outros antioxidantes na resistência adesiva, em dentes branqueados;
- Avaliar o efeito dos mesmos antioxidantes na resistência adesiva, em dentes branqueados, mas em diferentes concentrações;
- Avaliar o efeito dos mesmos antioxidantes na resistência adesiva, em dentes branqueados, mas com tempos de aplicação diferentes;
- Avaliar a resistência adesiva, face a diferentes sistemas de branqueamento;
- Avaliar a resistência adesiva, face a diferentes tempos de aplicação do agente branqueador.

VIII. BIBLIOGRAFIA

Alex G. (2015). Universal adhesives: the next evolution in adhesive dentistry?. *Compendium of continuing education in dentistry (Jamesburg, N.J. : 1995)*, 36(1), 15–40.

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>

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>

Bloomquist, R. F., Sword, R. J., Londono, J., & Haywood, V. B. (2021). Bleaching: the initial treatment consideration for tetracycline-stained teeth. *British dental journal*, 230(12), 807–812. <https://doi.org/10.1038/s41415-021-3121-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>

Carvalho, R. M., Mendonça, J. S., Santiago, S. L., Silveira, R. R., Garcia, F. C., Tay, F. R., & Pashley, D. H. (2003). Effects of HEMA/solvent combinations on bond strength to dentin. *Journal of dental research*, 82(8), 597–601. <https://doi.org/10.1177/154405910308200805>

Davari, A., Ataei, E., & Assarzadeh, H. (2013). Dentin hypersensitivity: etiology, diagnosis and treatment; a literature review. *Journal of dentistry (Shiraz, Iran)*, 14(3), 136–145.

Della Bona A, van Noort R. Shear vs. tensile bond strength of resin composite bonded to ceramic. *J Dent Res*. 1995 Sep;74(9):1591-6. doi: 10.1177/00220345950740091401. PMID: 7560421.

Demarco, F. F., Meireles, S. S., & Masotti, A. S. (2009). Over-the-counter whitening agents: a concise review. *Brazilian oral research*, *23 Suppl 1*, 64–70. <https://doi.org/10.1590/s1806-83242009000500010>

Desoutter, A., Felbacq, D., Gergely, C., Varga, B., Bonnet, L., Etienne, P., Vialla, R., Cuisinier, F., Salehi, H., Rousseau, E., & Rufflé, B. (2023). Properties of dentin, enamel and their junction, studied with Brillouin scattering and compared to Raman microscopy. *Archives of oral biology*, *152*, 105733. <https://doi.org/10.1016/j.archoralbio.2023.105733>

Donassollo, S. H., Donassollo, T. A., Coser, S., Wilde, S., Uehara, J. L. S., Chisini, L. A., Correa, M. B., Cenci, M. S., & Demarco, F. F. (2021). Triple-blinded randomized clinical trial comparing efficacy and tooth sensitivity of in-office and at-home bleaching techniques. *Journal of applied oral science : revista FOB*, *29*, e20200794. <https://doi.org/10.1590/1678-7757-2020-0794>

El Zohairy AA, Saber MH, Abdalla AI, Feilzer AJ. Efficacy of microtensile versus microshear bond testing for evaluation of bond strength of dental adhesive systems to enamel. *Dent Mater*. 2010 Sep;26(9):848-54. doi: 10.1016/j.dental.2010.04.010. Epub 2010 May 31. PMID: 20569977.

Eren, D., Bektaş, Ö. Ö., & Siso, S. H. (2013). Three different adhesive systems; three different bond strength test methods. *Acta odontologica Scandinavica*, *71(3-4)*, 978–983. <https://doi.org/10.3109/00016357.2012.741696>

Erickson, R. L., Barkmeier, W. W., & Kimmes, N. S. (2009). Bond strength of self-etch adhesives to pre-etched enamel. *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials*, *25(10)*, 1187–1194. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2009.04.004>

Feinman, R. A., Madray, G., & Yarborough, D. (1991). Chemical, optical, and physiologic mechanisms of bleaching products: a review. *Practical periodontics and aesthetic dentistry : PPAD*, *3(2)*, 32–36.

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>

Finger, W. J., & Balkenhol, M. (1999). Practitioner variability effects on dentin bonding with an acetone-based one-bottle adhesive. *The journal of adhesive dentistry*, 1(4), 311–314.

Garcés-Ortíz, M., Ledesma-Montes, C., & Reyes-Gasga, J. (2015). Scanning Electron Microscopic Study on the Fibrillar Structures within Dentinal Tubules of Human Dentin. *Journal of endodontics*, 41(9), 1510–1514. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2015.02.026>

Garcia, E. J., Oldoni, T. L., Alencar, S. M., Reis, A., Loguercio, A. D., & Grande, R. H. (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>

Geus, J. L. D., 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>

Goldberg, M., Kulkarni, A. B., Young, M., & Boskey, A. (2011). Dentin: structure, composition and mineralization. *Frontiers in bioscience (Elite edition)*, 3(2), 711–735. <https://doi.org/10.2741/e281>

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>

Hamman JH. Composition and applications of Aloe vera leaf gel. *Molecules*. 2008 Aug 8;13(8):1599-616. doi: 10.3390/molecules13081599. PMID: 18794775; PMCID: PMC6245421.

Hanabusa, M., Mine, A., Kuboki, T., Momoi, Y., Van Ende, A., Van Meerbeek, B., & De Munck, J. (2012). Bonding effectiveness of a new 'multi-mode' adhesive to enamel and

dentine. *Journal of dentistry*, 40(6), 475–484.
<https://doi.org/10.1016/j.jdent.2012.02.012>

Hashimoto, M., Ito, S., Tay, F. R., Svizero, N. R., Sano, H., Kaga, M., & Pashley, D. H. (2004). Fluid movement across the resin-dentin interface during and after bonding. *Journal of dental research*, 83(11), 843–848.
<https://doi.org/10.1177/154405910408301104>

Hilton, T., Ferracane, J. L., Broome, J. C., & Jr, J. dos S. (2013). *Summitt's Fundamentals of Operative Dentistry: A Contemporary Approach*. 4a edição, (pp. 25-35, 182-184, 427-477, 817-857, 860-862). Hanover Park, IL, EUA: Quintessence Publishing Co. Inc. ISBN: 978-0-86715528-0.

Joiner A. (2004). Tooth colour: a review of the literature. *Journal of dentistry*, 32 Suppl 1, 3–12. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2003.10.013>

Joiner A. (2006). The bleaching of teeth: a review of the literature. *Journal of dentistry*, 34(7), 412–419. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2006.02.002>

Joiner, A., Hopkinson, I., Deng, Y., & Westland, S. (2008). A review of tooth colour and whiteness. *Journal of dentistry*, 36 Suppl 1, S2–S7.
<https://doi.org/10.1016/j.jdent.2008.02.001>

Joiner, A., & Luo, W. (2017). Tooth colour and whiteness: A review. *Journal of dentistry*, 67S, S3–S10. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2017.09.006>

Jordão-Basso, K. C., Kuga, M. C., Dantas, A. A., Tonetto, M. R., Lima, S. N., & Bandéca, M. C. (2016). Effects of alpha-tocopherol on fracture resistance after endodontic treatment, bleaching and restoration. *Brazilian oral research*, 30(1), S1806-83242016000100258. <https://doi.org/10.1590/1807-3107BOR-2016.vol30.0069>

Kadiyala A, Saladi HK, Bollu IP, Burla D, Ballullaya SV, Devalla S, Maroli S, Jayaprakash T. Effect of Different Anti-Oxidants on Shear Bond Strength of Composite Resins to Bleached Human Enamel. *J Clin Diagn Res*. 2015 Nov;9(11):ZC40-3. doi: 10.7860/JCDR/2015/16140.6790. Epub 2015 Nov 1. PMID: 26674656; PMCID: PMC4668521.

Khamverdi Z, Rezaei-Soufi L, Kasraei S, Ronasi N, Rostami S. Effect of Epigallocatechin Gallate on shear bond strength of composite resin to bleached enamel: an in vitro study. *Restor Dent Endod*. 2013 Nov;38(4):241-7. doi: 10.5395/rde.2013.38.4.241. Epub 2013 Nov 12. PMID: 24303360; PMCID: PMC3843036.

Khoroushi, M., & Aghelinejad, S. (2011). Effect of postbleaching application of an antioxidant on enamel bond strength of three different adhesives. *Medicina oral, patologia oral y cirugia bucal*, 16(7), e990–e996. <https://doi.org/10.4317/medoral.17127>

Kwon, S. R., & Wertz, P. W. (2015). Review of the Mechanism of Tooth Whitening. *Journal of esthetic and restorative dentistry : official publication of the American Academy of Esthetic Dentistry ... [et al.]*, 27(5), 240–257. <https://doi.org/10.1111/jerd.12152>

Lai SC, Tay FR, Cheung GS, Mak YF, Carvalho RM, Wei SH, Toledano M, Osorio R, Pashley DH. Reversal of compromised bonding in bleached enamel. *J Dent Res*. 2002 Jul;81(7):477-81. doi: 10.1177/154405910208100709. PMID: 12161460.

Lima, S. N. L., Ribeiro, I. S., Grisotto, M. A., Fernandes, E. S., Hass, V., de Jesus Tavares, R. R., Pinto, S. C. S., Lima, D. M., Loguercio, A. D., & Bandeca, M. C. (2018). Evaluation of several clinical parameters after bleaching with hydrogen peroxide at different concentrations: A randomized clinical trial. *Journal of dentistry*, 68, 91–97. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2017.11.008>

Loguercio, A. D., Servat, F., Stanislawczuk, R., Mena-Serrano, A., Rezende, M., Prieto, M. V., Cereño, V., Rojas, M. F., Ortega, K., Fernandez, E., & Reis, A. (2017). Effect of acidity of in-office bleaching gels on tooth sensitivity and whitening: a two-center double-blind randomized clinical trial. *Clinical oral investigations*, 21(9), 2811–2818. <https://doi.org/10.1007/s00784-017-2083-5>

Machado, L. S., Anchieta, R. B., dos Santos, P. H., Briso, A. L., Tovar, N., Janal, M. N., Coelho, P. G., & Sundfeld, R. H. (2016). Clinical Comparison of At-Home and In-Office Dental Bleaching Procedures: A Randomized Trial of a Split-Mouth Design. *The International journal of periodontics & restorative dentistry*, 36(2), 251–260. <https://doi.org/10.11607/prd.2383>

Majeed, A., Farooq, I., Grobler, S. R., & Rossouw, R. J. (2015). Tooth-Bleaching: A Review of the Efficacy and Adverse Effects of Various Tooth Whitening Products. *Journal of the College of Physicians and Surgeons--Pakistan : JCPSP*, 25(12), 891–896.

Mjör I. A. (2009). Dentin permeability: the basis for understanding pulp reactions and adhesive technology. *Brazilian dental journal*, 20(1), 3–16. <https://doi.org/10.1590/s0103-64402009000100001>

Munck, J. D., Vargas, M., Iracki, J., Van Landuyt, K., Poitevin, A., Lambrechts, P., & Van Meerbeek, B. (2005). One-day bonding effectiveness of new self-etch adhesives to bur-cut enamel and dentin. *Operative dentistry*, 30(1), 39–49.

Murad, C. G., de Andrade, S. N., 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>

Naidu, A. S., Bennani, V., Brunton, J. M. A. P., & Brunton, P. (2020). Over-the-Counter Tooth Whitening Agents: A Review of Literature. *Brazilian dental journal*, 31(3), 221–235. <https://doi.org/10.1590/0103-6440202003227>

Nair, R., Bandhe, S., Ganorkar, O. K., Saha, S., Sial, S., & Nair, A. (2019). A comparative evaluation of the three different antioxidant treatments on the bond strength of composite resin to bleached enamel: An *in vitro* study. *Journal of conservative dentistry : JCD*, 22(1), 82–86. https://doi.org/10.4103/JCD.JCD_193_18

Nanci, A. (2017). *Ten Cate's Oral Histology: Development, Structure, and Function*. 7a edição. Elsevier Mosby. (ISBN: 978-0323045572)

Nari-Ratih, D., & Widyastuti, A. (2019). Effect of antioxidants on the shear bond strength of composite resin to enamel following extra-coronal bleaching. *Journal of clinical and experimental dentistry*, 11(2), e126–e132. <https://doi.org/10.4317/jced.55359>

Nejatzadeh-Barandozi F. Antibacterial activities and antioxidant capacity of Aloe vera. *Org Med Chem Lett*. 2013 Jul 19;3(1):5. doi: 10.1186/2191-2858-3-5. PMID: 23870710; PMCID: PMC3729540.

Nudel, I., Pokhojaev, A., Bitterman, Y., Shpack, N., Fiorenza, L., Benazzi, S., & Sarig, R. (2021). Secondary Dentin Formation Mechanism: The Effect of Attrition. *International journal of environmental research and public health*, 18(19), 9961. <https://doi.org/10.3390/ijerph18199961>

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), e12773. <https://doi.org/10.1111/eos.12773>

Ordem dos Médicos Dentistas. (2013). Novas regras da União Europeia aplicáveis ao branqueamento dentário. Ordem dos Médicos Dentistas. Retirado em: 15/03/2019 de www.omb.pt/branqueamento/legislação.

Ozelin, A. A., Guiraldo, R. D., Carvalho, R. V., 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>

Pan, Q., & Westland, S. (2018). Tooth color and whitening - digital technologies. *Journal of dentistry*, 74 Suppl 1, S42–S46. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2018.04.023>

Perdigão, J., Lambrechts, P., Van Meerbeek, B., Braem, M., Yildiz, E., Yücel, T., & Vanherle, G. (1996). The interaction of adhesive systems with human dentin. *American journal of dentistry*, 9(4), 167–173.

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.

Peumans, M., Kanumilli, P., De Munck, J., Van Landuyt, K., Lambrechts, P., & Van Meerbeek, B. (2005). Clinical effectiveness of contemporary adhesives: a systematic review of current clinical trials. *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials*, 21(9), 864–881. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2005.02.003>

Pinto, A. V. D., Carlos, N. R., Amaral, F. L. B. D., França, F. M. G., Turssi, C. P., & Basting, R. T. (2019). At-home, in-office and combined dental bleaching techniques using hydrogen peroxide: Randomized clinical trial evaluation of effectiveness, clinical parameters and enamel mineral content. *American journal of dentistry*, 32(3), 124–132.

Pirollo, R., Mondelli, R.F., Correr, G.M., Gonzaga, C.C., & Furuse, A.Y. (2014). Effect of coffee and cola-based soft drink on the color stability of bleached bovine incisors considering the time elapsed after bleaching. *Journal of Applied Oral Science*, 22(6), 534–540. <http://dx.doi.org/10.1590/1678-775720130578>.

Placido E, Meira JB, Lima RG, Muench A, de Souza RM, Ballester RY. Shear versus micro-shear bond strength test: a finite element stress analysis. *Dent Mater*. 2007 Sep;23(9):1086-92. doi: 10.1016/j.dental.2006.10.002. Epub 2006 Nov 22. PMID: 17123595.

Rahman, H., Ansari, M. I., Khangwal, M., Solanki, R., & Mansoori, S. (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*, 11(2), 107–112. <https://doi.org/10.1016/j.jobcr.2020.12.007>

Rodrigues, J. A., Oliveira, G. P., & Amaral, C. M. (2007). Effect of thickener agents on dental enamel microhardness submitted to at-home bleaching. *Brazilian oral research*, 21(2), 170–175. <https://doi.org/10.1590/s1806-83242007000200013>

Rodrigues, J. L., Rocha, P. S., Pardim, S. L. 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>

Rosa, W. L., Piva, E., & Silva, A. F. (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. Histochemical analysis of dental hard tissues following bleaching. *J Endod.* 1996 Jan;22(1):23-5. doi: 10.1016/S0099-2399(96)80231-7. PMID: 8618081.

Rotta, M., Bresciani, P., Moura, S. K., Grande, R. H., Hilgert, L. A., Baratieri, L. N., Loguercio, A. D., & Reis, A. (2007). Effects of phosphoric acid pretreatment and substitution of bonding resin on bonding effectiveness of self-etching systems to enamel. *The journal of adhesive dentistry*, 9(6), 537–545.

Ryou, H., Romberg, E., Pashley, D. H., Tay, F. R., & Arola, D. (2015). Importance of age on the dynamic mechanical behavior of intertubular and peritubular dentin. *Journal of the mechanical behavior of biomedical materials*, 42, 229–242. <https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2014.11.021>

Salome, P., Bueno, R. P., Nascimento, P. C., & Pozzobon, R. T. (2012). Residual oxygen releasing time from dental structure after carbamide peroxide exposure: study of the effects of a neutralizer gel. *General dentistry*, 60(2), 147–150.

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. *The Japanese dental science review*, 56(1), 24–31. <https://doi.org/10.1016/j.jdsr.2019.10.001>

Santini, A., Watterson, C., & Miletic, V. (2008). Temperature rise within the pulp chamber during composite resin polymerisation using three different light sources. *The open dentistry journal*, 2, 137–141. <https://doi.org/10.2174/1874210600802010137>

Sarna-Boś, K., Skic, K., Boguta, P., Adamczuk, A., Vodanovic, M., & Chałas, R. (2023). Elemental mapping of human teeth enamel, dentine and cementum in view of their microstructure. *Micron (Oxford, England : 1993)*, 172, 103485. <https://doi.org/10.1016/j.micron.2023.103485>

Sasaki RT, Flório FM, Basting RT. 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. *Oper Dent.* 2009 Nov-Dec;34(6):746-52. PMID: 19953786.

Sharafeddin F, Farshad F. 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. *J Dent (Shiraz)*. 2015 Dec;16(4):296-301. PMID: 26636116; PMCID: PMC4664025.

Shashibhushan, K. K., Manoharan, M., Poornima, P., & Reddy, V. V. S. (2015). Effect of novel herbal products on the bond strength of composite on bleached enamel. *Int J Dent Med Res*, 1(05), 20-23.

Sofan, E., Sofan, A., Palaia, G., Tenore, G., Romeo, U., & Migliau, G. (2017). Classification review of dental adhesive systems: from the IV generation to the universal type. *Annali di stomatologia*, 8(1), 1–17. <https://doi.org/10.11138/ads/2017.8.1.001>

Spencer, P., & Wang, Y. (2002). Adhesive phase separation at the dentin interface under wet bonding conditions. *Journal of biomedical materials research*, 62(3), 447–456. <https://doi.org/10.1002/jbm.10364>

Sui, T., Dluhoš, J., Li, T., Zeng, K., Cernescu, A., Landini, G., & Korsunsky, A. M. (2018). Structure-Function Correlative Microscopy of Peritubular and Intertubular Dentine. *Materials (Basel, Switzerland)*, 11(9), 1493. <https://doi.org/10.3390/ma11091493>

Sulieman M. (2005). An overview of bleaching techniques: 2. Night Guard Vital Bleaching and non-vital bleaching. *Dental update*, 32(1), 39–46. <https://doi.org/10.12968/denu.2005.32.1.39>

Sundfeld, R. H., Valentino, T. A., de Alexandre, R. S., Briso, A. L., & Sundefeld, M. L. (2005). Hybrid layer thickness and resin tag length of a self-etching adhesive bonded to sound dentin. *Journal of dentistry*, 33(8), 675–681. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2005.01.011>

Swift E. J., Jr (2002). Dentin/enamel adhesives: review of the literature. *Pediatric dentistry*, 24(5), 456–461.

Tay, F. R., & Pashley, D. H. (2003). Have dentin adhesives become too hydrophilic?. *Journal (Canadian Dental Association)*, 69(11), 726–731.

Tjäderhane, L., Carrilho, M. R., Breschi, L., Tay, F. R., e Pashley, D. H. (2009). Dentin basic structure and composition-an overview. *Endodontic Topics*, 20(1), 3–29. <https://doi.org/10.1111/j.1601-1546.2012.00269.x>

Van Meerbeek, B., Dhem, A., Goret-Nicaise, M., Braem, M., Lambrechts, P., & VanHerle, G. (1993). Comparative SEM and TEM examination of the ultrastructure of the resin-dentin interdiffusion zone. *Journal of dental research*, 72(2), 495–501. <https://doi.org/10.1177/00220345930720020501>

Vidhya, S., Srinivasulu, S., Sujatha, M., & Mahalaxmi, S. (2011). Effect of grape seed extract on the bond strength of bleached enamel. *Operative dentistry*, 36(4), 433–438. <https://doi.org/10.2341/10-228-L>

Viscio, D., Gaffar, A., Fakhry-Smith, S., & Xu, T. (2000). Present and future technologies of tooth whitening. *Compendium of continuing education in dentistry. (Jamesburg, N.J. : 1995). Supplement*, (28), S36–S49.

Williams, C., Wu, Y., & Bowers, D. F. (2015). ImageJ analysis of dentin tubule distribution in human teeth. *Tissue & cell*, 47(4), 343–348. <https://doi.org/10.1016/j.tice.2015.05.004>

Yeniad, B., Albayrak, A. Z., Olcum, N. C., Avci, D. (2008). Synthesis and photopolymerizations of new phosphonated monomers for dental applications. *Journal of Polymer Science*, 46(6), 2290-2299.

Young, N., Fairley, P., Mohan, V., & Jumeaux, C. (2012). A study of hydrogen peroxide chemistry and photochemistry in tea stain solution with relevance to clinical tooth

whitening. *Journal of dentistry*, 40 Suppl 2, e11–e16.
<https://doi.org/10.1016/j.jdent.2012.07.016>

Zanolla, J., Marques, A., da Costa, D. C., de Souza, A. S., & Coutinho, M. (2017). Influence of tooth bleaching on dental enamel microhardness: a systematic review and meta-analysis. *Australian dental journal*, 62(3), 276–282.
<https://doi.org/10.1111/adj.12494>

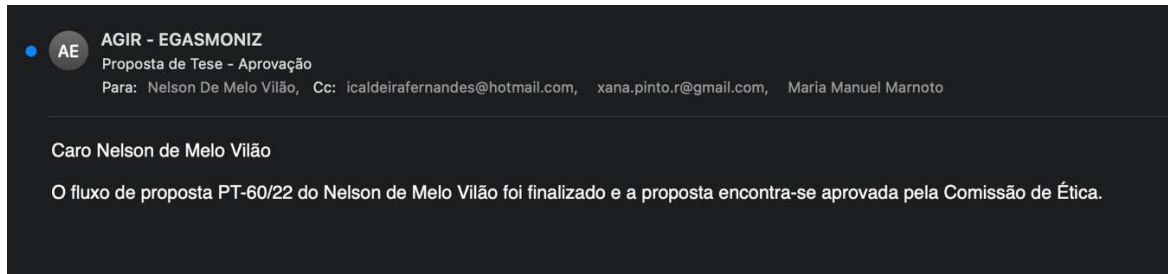
Zhang, Y. R., Du, W., Zhou, X. D., & Yu, H. Y. (2014). Review of research on the mechanical properties of the human tooth. *International journal of oral science*, 6(2), 61–69. <https://doi.org/10.1038/ijos.2014.21>

Zhao H, Li X, Wang J, Qu S, Weng J, Zhang X. Characterization of peroxide ions in hydroxyapatite lattice. *J Biomed Mater Res*. 2000 Oct;52(1):157-63. doi: 10.1002/1097-4636(200010)52:1<157::aid-jbm20>3.0.co;2-u. PMID: 10906687.

Zilberman, U., & Smith, P. (2001). Sex- and age-related differences in primary and secondary dentin formation. *Advances in dental research*, 15, 42–45.
<https://doi.org/10.1177/08959374010150011101>

IX. ANEXOS

Anexo 1 – Parecer da Comissão de Ética do IUEM



Anexo 2 – Declaração da Direção Clínica para cedência de dentes do Banco de Dentes Humanos



EGAS MONIZ

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: Nelson de Melo Vilão, 113408

TÍTULO DO TRABALHO: Efeito dos antioxidantes aloé vera e chá verde na resistência adesiva em dentes branqueados

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

O(a) aluno(a) Nelson de Melo Vilão pode utilizar 18 dentes molares hígidos 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, 25 de novembro de 2022

Direção Clínica

Aprovado