

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

AVALIAÇÃO *IN VITRO* DA MICROINFILTRAÇÃO DE ADESIVO EXPERIMENTAL

Trabalho submetido por
Rita Rodrigues Pernas
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

junho de 2025

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

AVALIAÇÃO *IN VITRO* DA MICROINFILTRAÇÃO DE ADESIVO EXPERIMENTAL

Trabalho submetido por
Rita Rodrigues Pernas
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Trabalho orientado por
Prof. Doutor Paulo Maurício

junho de 2025

Agradecimentos

Ao meu orientador, Prof. Doutor Paulo Maurício, que desde o primeiro momento abraçou este processo, por todos os conhecimentos transmitidos e, sobretudo, pelo apoio e confiança ao longo desta jornada.

Ao Instituto Universitário Egas Moniz, pela formação académica exemplar e por ter sido casa durante estes 5 anos.

Ao Prof. Doutor José Reis, por toda a disponibilidade e pela ajuda prestada ao longo deste trabalho.

Ao Prof. Doutor Paulo Mascarenhas, pela ajuda prestada no tratamento dos dados.

À Bárbara e ao João, por todo o espírito de entejuda e iniciativa, contar convosco foi uma mais-valia.

Ao meu pai, por tudo o que faz por mim, pelo exemplo, por acreditar sempre no meu caminho e por ser o meu maior alicerce.

À minha mãe, cuja presença ainda me inspira, sei que, estejas onde estiveres, estarás muito orgulhosa.

Aos meus irmãos, pela companhia, ter-vos a meu lado fez toda a diferença nesta caminhada.

À minha família, pelo amor incondicional, pela força nos momentos difíceis e por serem o meu porto seguro em cada etapa da minha vida.

Ao Gonçalo, por estares sempre comigo, pela calma e por me fazeres sentir que nunca estou sozinha.

Aos amigos do coração, pelo carinho, por partilharem a vida comigo e estarem presentes em todos os momentos.

A todos os amigos que a faculdade me deu, por tornarem estes 5 anos mais leves e especiais.

RESUMO

Objetivo: O presente estudo visa, numa amostra de 20 dentes humanos, o comportamento de um adesivo em relação à microinfiltração entre o adesivo e o esmalte, comparando diferentes protocolos de aplicação e tempos de armazenamento.

Materiais e Métodos: Numa amostra de 20 molares hígidos, com tecidos periodontais remanescentes, removidos por curetas Gracey (ASA Dental™), foram divididos aleatoriamente em 4 grupos de 5 dentes e conservados numa solução de timol a 4°C. Para garantir a integridade das amostras, todas as superfícies radiculares receberam uma camada protetora de verniz. Foram selecionados 2 grupos, onde o esmalte foi condicionado com ácido poliacrílico a 20% (3M ESPE) durante 1 minuto previamente à aplicação do adesivo, os grupos 1A e 3 A. Outros 2 grupos o adesivo foi aplicado diretamente sobre o esmalte intacto, os grupos 2 e 4. Posteriormente, todos os grupos foram colocados em água destilada e armazenados numa estufa de incubação a 37°C (Memmert INE400, Memmert, Germany), sendo retirados em diferentes alturas. Após 24 horas, os grupos 1A e 2, foram imersos em fucsina básica e, recolocados na estufa durante 24 horas. Já, os grupos 3A e 4, permaneceram em água destilada e em estufa por 30 dias antes de serem submetidos ao mesmo processo de coloração. Todos os dentes foram lavados com água para que pudessem ser removidos excessos de fucsina e secos para incorporação em resina acrílica (ClaroCit Kit™, Struers). Os dentes foram seccionados no sentido vestibulo-lingual através de um micrótopo de tecidos duros, em cortes com espessura de 1 mm que apresentassem em simultâneo a presença de adesivo e esmalte. A análise da microinfiltração, foi realizada por observação dos cortes através de um esteromicroscópio (SMZ800N, Nikon, Japão) com ampliação de 10x, que classificou os padrões de infiltração em 3 níveis distintos.

Resultados: O grupo que apresentou maior microinfiltração foi o grupo 2, contrariamente, o grupo 3A foi o que apresentou menores níveis de microinfiltração.

Conclusão: A 1 mês, com condicionamento ácido prévio foram apresentados os melhores resultados. Confirmando as hipóteses alternativas e rejeitando as hipóteses nulas.

Palavras-chave: Adesivo, Esmalte, Microinfiltração, Selante

ABSTRACT

Objective: The present study aims, in a sample of 20 human teeth, the behavior of an adhesive in relation to microleakage between the adhesive and the enamel, comparing different application protocols and storage times.

Materials and Methods: A sample of 20 healthy molars with no remaining periodontal tissue, removed with Gracey curettes (ASA Dental™), were randomly divided into 4 groups of 5 teeth and stored in a thymol solution at 4°C. To ensure the integrity of the samples, all root surfaces were coated with a protective layer of varnish. Two groups were selected where the enamel would be conditioned with 20% polyacrylic acid (3M ESPE) for 1 minute prior to adhesive application, groups 1A and 3A, as well as two groups where the adhesive would be applied directly to the intact enamel, groups 2 and 4. The acid-conditioned groups were rinsed with water and dried with a jet of air after the conditioning time. Subsequently, all groups were placed in distilled water and stored in an incubation oven at 37°C (Memmert INE400, Memmert, Germany), being removed at different times. After 24 hours, groups 1A and 2 were immersed in basic fuchsin and returned to the oven for 24 hours. Groups 3A and 4 remained in distilled water and in the oven for 30 days before undergoing the same staining process. All teeth were washed with water to remove excess fuchsin and dried for incorporation into acrylic resin. The teeth were sectioned in the vestibular-lingual direction using a hard tissue microtome, in 1 mm thick sections that simultaneously presented the presence of adhesive and enamel. Microleakage analysis was performed by observing the sections through a stereomicroscope (SMZ800N, Nikon, Japan) at 10x magnification, which classified the leakage patterns into three distinct levels.

Results: Group 2 showed the highest microleakage, while group 3A showed the lowest levels of microleakage.

Conclusion: At 1 month, the best results were obtained with prior acid conditioning. This confirmed the alternative hypotheses and rejected the null hypotheses.

Keywords: Adhesive, Enamel, Microleakage, Sealant

ÍNDICE

I. INTRODUÇÃO	15
1. ESTRUTURAS DENTÁRIAS	16
1.1 Esmalte	18
2. ANATOMIA DENTÁRIA	20
2.1. Fossas e Fissuras dos Dentes Posteriores	21
3. CÁRIE DENTÁRIA	21
3.1. Cárie de fossas e fissuras	23
4. ADESÃO	24
4.1. Adesão ao esmalte	26
5. SELANTES DE FISSURA	27
5.1. Selantes à base de resina	29
5.2. Selantes de Ionómero de vidro	31
5.3. Selantes Resinosos Modificados por Poliácidos	31
6. MICROINFILTRAÇÃO	32
6.1. Fatores que influenciam a Microinfiltração	32
6.2. Microinfiltração em diferentes materiais de restauração	34
6.3. Implicações Clínicas	34
II. OBJETIVOS	36
III. HIPÓTESES	37
IV. MATERIAIS E MÉTODOS	39
1. MATERIAIS	39
1.1 Materiais envolvidos na preparação da amostra	39
1.2 Equipamentos de laboratório utilizados	42
2. MÉTODOS	43
2.1 Seleção e preparação inicial dos dentes	43
2.2 Condicionamento ácido e aplicação do adesivo em diferentes amostras .	46
2.3 Protocolo de envelhecimento e infiltração de fucsina nas amostras	47
2.4 Avaliação da microinfiltração	49
2.5 Análise quantitativa dos dados	52
V. RESULTADOS E DISCUSSÃO	53
1. Resultados	53
2. Discussão	58
VI. CONCLUSÕES	63
VII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Estruturas anatómicas do dente. Corte longitudinal no sentido vestibulo-lingual de um molar inferior. Adaptado de Lacruz et al., 2017.....	18
Figura 2: Representação dos fatores envolvidos na etiologia da cárie dentária. Adaptado de Malcangi et al., 2023	23
Figura 3: Esquema ilustrativo da classificação dos selantes dentários quanto à sua composição. Adaptado de Ramamurthy et al., 2022	29
Figura 4: Adesivo experimental.....	39
Figura 5: Reagente D1	39
Figura 6: Ácido poliacrílico (3M ESPE™).....	40
Figura 7: Fucsina básica a 0,5%	40
Figura 8: Cureta Gracey (ASA Dental™).....	40
Figura 9: Resina acrílica (ClaroCit Kit™)	41
Figura 10: Lâmina diamantada (Isomet™)	41
Figura 11: Estufa de incubação	42
Figura 12: Micrótomato de tecidos duros	42
Figura 13: Estereomicroscópio	43
Figura 14: Dentes antes de serem curetados	44
Figura 15: Curetagem dos tecidos remanescentes	44
Figura 16: Dentes após serem curetados.....	44
Figura 17: Esquema da distribuição dos grupos experimentais segundo o tempo de envelhecimento e a aplicação prévia de ácido poliacrílico	45
Figura 18: Aplicação de verniz nas raízes do dente.....	45
Figura 19: Raízes dos dentes após serem seladas com verniz	45
Figura 20: Mistura do adesivo experimental com o reagente D1	46
Figura 21: Aplicação do adesivo experimental na superfície do esmalte	46
Figura 22: Grupo 2 após ser aplicado o adesivo experimental	46
Figura 23: Grupo 4 após ser aplicado o adesivo experimental.....	46
Figura 24: Condicionamento prévio do grupo 1A com ácido poliacrílico.....	47
Figura 25: Condicionamento prévio do grupo 3A com ácido poliacrílico.....	47
Figura 26: Grupo 1A após ser aplicado o adesivo experimental.....	47
Figura 27: Grupo 3A após ser aplicado o adesivo experimental.....	47
Figura 28: Grupo 1A, 2, 3A e 4 submersos em recipientes com água destilada	47
Figura 29: Grupo 1A e 2 incorporados numa solução de fucsina básica a 0,5%	48
Figura 30: Grupo 1A e 2 incorporados em fucsina na estufa de incubação a 37°C.....	48
Figura 31: Grupos 3A e 4 armazenados na estufa de incubação a 37°C, durante 1 mês	48
Figura 32: Grupo 3A e 4 incorporados numa solução de fucsina básica a 0,5%	48
Figura 33: Grupo 3A e 4 após remoção da fucsina básica e lavagem com água	49
Figura 34: Grupo 3A e 4 integrado em resina acrílica ClaroCit Kit™	49
Figura 35: Dentes do grupo 1A seccionados no sentido vestibulo-lingual	49
Figura 36: Dentes do grupo 2 seccionados no sentido vestibulo-lingual.....	49
Figura 37: Dentes do grupo 3A seccionados no sentido vestibulo-lingual	50
Figura 38: Dentes do grupo 4 seccionados no sentido vestibulo-lingual.....	50
Figura 39: Exemplo da classificação 1 de microinfiltração. Imagem obtida com ampliação de 10x	50
Figura 40: Exemplo da classificação 2 de microinfiltração. Imagem obtida com ampliação de 10x	50
Figura 41: Exemplo da classificação 3 de microinfiltração. Imagem obtida com ampliação de 10x	50

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Características do adesivo experimental utilizado	39
Tabela 2: Características do Reagente D1 utilizado	39
Tabela 3: Características do ácido poliacrílico utilizado	40
Tabela 4: Características da solução de fucsina básica utilizada.....	40
Tabela 5: Características da cureta Gracey utilizada	40
Tabela 6: Características da resina acrílica utilizada	41
Tabela 7: Características da lâmina diamantada utilizada	41
Tabela 8: Características da estufa de incubação utilizada	42
Tabela 9: Características do micrótomo de tecidos duros utilizado	42
Tabela 10: Características do estereomicroscópio utilizado	43
Tabela 11: Características de cada grupo experimental consoante o tempo de envelhecimento e a aplicação prévia de ácido poliacrílico	44
Tabela 12: Classificação da microinfiltração nos cortes dos dentes do grupo 1A	51
Tabela 13: Classificação da microinfiltração nos cortes dos dentes do grupo 3A	51
Tabela 14: Classificação da microinfiltração nos cortes dos dentes do grupo 2	51
Tabela 15: Classificação da microinfiltração nos cortes dos dentes do grupo 4	52
Tabela 16: Comparação entre os modelos com e sem interação entre os fatores "Tempo" e "Ácido"	53
Tabela 17: Coeficientes do modelo ordinal sem interação entre os fatores "Tempo" e "Ácido"	54
Tabela 18: Comparações post-hoc entre os diferentes grupos experimentais no modelo ordinal sem interação	55

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráficos 1: Média estimada do grau de infiltração nos diferentes grupos, de acordo com o tempo de envelhecimento e a aplicação prévia de ácido poliacrílico	56
---	----

LISTA DE SIGLAS

°C – graus celsius

pH – potencial de hidrogénio

Bis-GMA- bisfenol A-glicidil metacrilato

µm – micrómetro

nm- nanómetro

OMS- Organização Mundial da Saúde

I. INTRODUÇÃO

A saúde oral é fundamental para o bem-estar geral da população, influenciando diretamente a qualidade de vida quando não está em equilíbrio. Os serviços de saúde desempenham um papel crucial na promoção da saúde oral, porque priorizam a prevenção de doenças e investem no seu diagnóstico precoce (Su et al., 2021).

A promoção da saúde oral pode ser realizada em diversos ambientes, mas é a escola o principal pilar da educação de inúmeras crianças, que, por norma, remetem a palavra para as suas famílias. Aliás, estudos demonstram que a informação levada por médicos dentistas sobre saúde tem um impacto imediato no conhecimento relacionado à higiene oral. Estas ações educativas, visam a mudança de hábitos e a adoção de técnicas adequadas de escovagem (Kwan et al., 2005; Rodrigues et al., 2016; Subedi et al., 2021).

Em Portugal, a saúde oral não está ao alcance de todos, levando a sua procura apenas para quem possui melhores condições financeiras. A pouca oferta de serviços públicos faz com que grande parte dos serviços médico-dentários se centrem no setor privado. Consequentemente, a procura de tratamento é adiada e feita apenas em situações mais avançadas da doença quando causam dor e desconforto ao paciente (Pereira et al., 2013).

A cárie dentária é uma lesão de origem bacteriana que provoca a desmineralização e destruição progressiva dos tecidos dentários, resultando em sintomas como dor e hipersensibilidade em estágios avançados, nomeadamente quando atinge a polpa ou estruturas próximas aos nervos (Bernardes et al., 2021).

De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS), as estratégias de promoção da saúde devem ser estabelecidas em três níveis na comunidade: prevenção primária, secundária e terciária (Sitthisettapong et al., 2021):

A prevenção primária, distingue-se pela sua abordagem integral da saúde, assegurando um acesso justo à informação e incentivo à adoção de hábitos que preservem o bem-estar a longo prazo. As estratégias são geralmente direcionadas a indivíduos saudáveis e, assim sendo, o foco recai na introdução de pequenas mudanças na rotina diária. Entre essas práticas, destacam-se a escovagem regular dos dentes, o uso de fio dentário, a adoção de uma dieta equilibrada e o planeamento de consultas dentárias periódicas. Estas medidas têm como objetivo reduzir a probabilidade de complicações futuras (Kumar & Preetha, 2012; Veiga et al., 2023; Kisling & Das, 2025).

A prevenção secundária, atua quando falha a prevenção primária e são detetados sinais precoces de doenças orais. O foco desta abordagem é baseado em indivíduos que aparentam estar sãos, mas que já apresentam alterações subclínicas num estágio inicial sem sintomatologia, detetadas através de consultas de rotina ou meios complementares de diagnóstico. Em medicina dentária, um exemplo clínico é a manifestação de lesões brancas na superfície dos dentes, que representam um indicador de uma cárie incipiente do esmalte. Nesta abordagem, podem ser aplicados vernizes de flúor e recomendadas pastas e colutórios com níveis de flúor superiores, para que seja possível uma redução da desmineralização e seja estimulada a remineralização das áreas afetadas por cáries iniciais (Khoroushi & Kachuie, 2017; Sitthisettapong et al., 2021; Kisling & Das, 2025).

Deste modo, podemos identificar a doença precocemente e iniciar o tratamento o mais rapidamente possível, para garantir que muitas das condições detetadas sejam alvo de tratamento, permitindo ao paciente restaurar novamente a sua saúde. Além disso, esta abordagem reduz o risco epidemiológico, assim como, complicações mais difíceis de resolver (AbdulRaheem, 2023).

A prevenção terciária concentra-se no tratamento de patologias já existentes, atuando sobre as suas repercussões. Destina-se a indivíduos que já manifestam sintomatologia com o intuito de a atenuar, para que sejam reduzidas sequelas e seja restaurada a funcionalidade por meio de intervenções simples. Ao contrário da prevenção secundária, que se concentra no progresso inicial da doença, a prevenção terciária visa aliviar os efeitos de uma doença em curso. Um exemplo disso é o Tratamento Restaurador Atraumático, um procedimento eficaz e direto que envolve a remoção selecionada das cáries com instrumentos manuais, seguido pela restauração com cimento de ionómero de vidro (Sitthisettapong et al., 2021; Kisling e Das, 2025).

1. ESTRUTURAS DENTÁRIAS

Os dentes estão localizados na cavidade oral, inseridos mais propriamente nos ossos maxilares. Anatomicamente, cada dente é dividido em duas partes principais: a coroa e a raiz. A porção mais exposta ao meio oral é a coroa, enquanto a raiz permanece fixa aos processos alveolares através do ligamento periodontal, cuja morfologia se adapta à raiz do dente (Silva, 1994; Siéssere et al., 2004; Zohrabian et al., 2015).

A estrutura dentária é formada por camadas e tecidos especializados. O esmalte é o tecido mais externo, recobrendo a superfície do dente, seguido pela dentina. Internamente, encontra-se a polpa dentária, localizada na câmara pulpar que através do canal radicular se estende até à raiz do dente, que se encontra revestida pelo cimento (Figura 1) (Jheon et al., 2013; Lacruz et al., 2017).

O esmalte, é tecido dentário que está diretamente exposto à cavidade oral, constituindo a camada mais externa da coroa do dente. Apesar de ter uma espessura relativamente fina, de apenas alguns milímetros, desempenha funções de proteção e revestimento da dentina e da polpa. Ao contrário de outros tecidos duros, o esmalte não passa por processos de remodelação após a sua formação, destacando-se como uma estrutura única e irreparável (Passos et al., 2007; Zhong & Shibata, 2022).

A dentina, apesar de ser constituída por uma menor proporção de matéria inorgânica que o esmalte, é vista como um tecido mineralizado e espesso, que ocupa grande parte do volume da estrutura dentária. Na coroa, é coberta pelo esmalte, que a defende de agentes mecânicos, químicos e biológicos. Na raiz, é revestida pelo cimento, uma estrutura que fornece suporte estrutural à inserção das fibras do ligamento periodontal, para que seja estabelecida a conexão entre o dente e o osso (Goldberg et al., 2011; Chun et al., 2014).

A polpa, encontra-se no interior do dente, sendo esta o coração do mesmo. É composta por fibras nervosas, vasos sanguíneos e tecido conjuntivo. As fibras nervosas protegem o dente de danos, através da deteção de estímulos térmicos e mecânicos. O sistema vascular fornece oxigénio e nutrientes não apenas para a própria polpa, como também para as suas estruturas adjacentes, mantendo a vitalidade do dente. Além disso, os odontoblastos são células especializadas localizadas na polpa, que produzem dentina reparadora em resposta a estímulos patológicos, contribuindo para a proteção e auto reparo pulpar (Goldberg et al., 2011; Li et al., 2024).

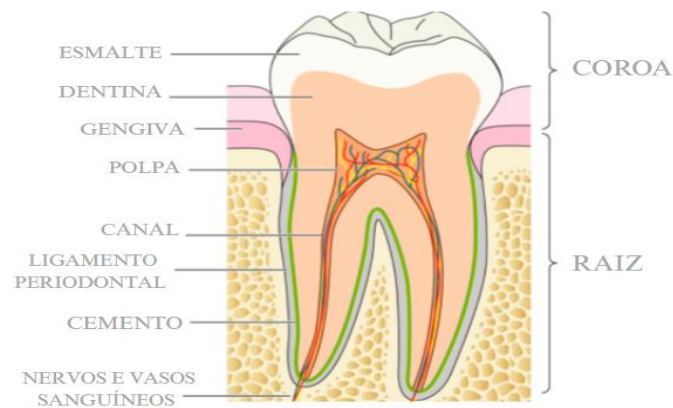


Figura 1: Estruturas anômicas do dente. Corte longitudinal no sentido vestibulo-lingual de um molar inferior. Adaptado de Lacruz et al., 2017

1.1 Esmalte

O esmalte dentário é apontado como a estrutura mais resistente do corpo humano, sendo composto por: 95% de matéria inorgânica e uma ínfima parte de matéria orgânica e água, aproximadamente 1-2% e 2-4%, respectivamente (Elliott et al., 1998; Lacruz et al., 2017; Malcangi et al., 2023).

A amelogênese é o processo de formação de esmalte conduzida por células epiteliais especializadas, os ameloblastos. Estes, têm origem nos pré ameloblastos, que se diferenciam em células prismáticas alongadas e polarizadas. Nesta etapa, é secretada amelogenina e outras proteínas que transportam cálcio e fosfato para a matriz para que seja possível o processo de mineralização. Após a síntese de uma quantidade suficiente de matriz do esmalte, os ameloblastos assumem uma nova função na fase de maturação, a reabsorção. O objetivo principal desta fase é remover grandes volumes de água e proteínas degradadas, permitindo o aumento da densidade mineral (Glimcher et al., 1997; Lacruz et al., 2017; Pandya & Diekwisch, 2019; Malcangi et al., 2023).

A matriz inorgânica do esmalte é predominantemente constituída por cristais de hidroxiapatite, despromovida de células e vasos sanguíneos, o que o impede de qualquer processo natural de regeneração quando lesado (Simmer & Fincham, 1995; Farooq & Bugshan, 2021).

A matriz orgânica apesar de representar uma fração reduzida da composição do esmalte, denota-se pela sua baixa solubilidade e pela presença de proteínas, peptídeos e ácido cítrico. A sua concentração predomina na camada interna, nomeadamente nos tufos de esmalte, mas apresenta-se dispersa por toda a estrutura. Desta maneira, o esmalte torna-se cada vez mais resistente frente a substâncias químicas (Duverger et al., 2016; Al-Mosawi et al., 2018).

Contudo, apesar da sua natureza conferir ao esmalte uma elevada resistência à degradação, por outro lado também aumenta a sua vulnerabilidade em relação à desmineralização, particularmente em decorrência de ácidos produzidos pela atividade metabólica de bactérias presentes na cavidade oral, que culminam na formação de lesões cáries (Farooq & Bugshan, 2021).

A sua constituição, confere-lhe notáveis propriedades mecânicas que permitem resistir a centenas de ciclos de mastigação diários, suportando forças de até 770 N sem perder a sua integridade apesar das oscilações de pH e temperatura da cavidade oral. A unidade fundamental do esmalte é o prisma de esmalte, composta por uma matriz de cristais de hidroxiapatite que estão de tal forma organizados que lhe confere a capacidade de dissipação de forças geradas durante o dia (White et al., 2001; Beniash et al., 2019).

A espessura do esmalte não é uniforme ao redor de todo o dente, variando conforme a sua localização. As superfícies mastigatórias, o esmalte é mais espesso, nomeadamente nas cúspides e cristas incisais. No entanto, à medida que se dirige para a região cervical, a sua espessura diminui progressivamente, tornando-se mais fino (Farci & Soni, 2025).

O esmalte tem também a particularidade de se poder apresentar em diversas tonalidades e apresenta uma translucidez característica. Esta última propriedade, está relacionada com a organização estrutural do tecido e influencia a forma como a luz interage com a sua superfície. Especificamente, resulta de um efeito ótico diretamente influenciado pelos espaços inter cristalinos existentes na matriz de cristais de hidroxiapatite (Holmen et al., 1985; Malcangi et al., 2023).

2. ANATOMIA DENTÁRIA

A anatomia dentária é a área da anatomia humana responsável pelo estudo dos dentes e das estruturas periodontais que os sustentam. Esses elementos são essenciais para a funcionalidade e morfologia do sistema mastigatório. Além disso, este campo também se dedica à classificação e nomenclatura dos dentes (Siéssere et al., 2004; Pinheiro et al., 2020).

O conhecimento aprofundado da morfologia, anatomia e função dentária é uma mais-valia para o médico dentista. Para isso, é necessário aprimorar tanto a parte teórica, quanto a vertente prática, nomeadamente a destreza manual e sensibilidade estética para que o remanescente dentário perdido possa ser restaurado em semelhança à estrutura inicial (Thompson, 1898; Kellesarian, 2018).

A dentição humana é formada por quatro tipos de dentes: incisivos, caninos, pré-molares e molares. Ao longo da vida, passa por duas fases distintas: a dentição decídua e a dentição permanente. Nos primeiros anos de vida a dentição de leite é composta por 20 dentes e mais tarde, por norma a partir dos 6 anos, dá-se início à dentição permanente, com a erupção do primeiro molar inferior, sendo esta constituída por 32 dentes (Hovorakova et al., 2018; Morris & Tadi, 2025).

Os dentes, consoante a sua posição em relação à linha média, são classificados em anteriores e posteriores. Os dentes anteriores incluem os incisivos e caninos, e estão localizados mais próximos à linha média, enquanto os dentes posteriores compreendem os pré-molares e molares, que se situam progressivamente mais distantes desta referência (Tilotta et al., 2018; Whawell & Lambert, 2018; Zafar et al., 2020).

A coroa dentária, de acordo com a posição na arcada, apresenta faces distintas. A face vestibular, é denominada como labial nos dentes anteriores, e como bucal nos pré-molares e molares por se encontrarem mais posteriormente. Por sua vez, a face oposta à vestibular, recebe a designação de lingual na mandíbula e palatina na maxila. As faces interproximais, fazem o ponto de contacto entre dentes adjacentes e são subdivididas em mesiais, quando orientada em direção à linha média, e distal, quando voltada para longe desta referência. Por último, a face oclusal apenas está presente nos dentes posteriores e é responsável pelo contacto direto entre os dentes maxilares e mandibulares durante a oclusão (Silva, 1994; Zohrabian et al., 2015).

2.1. Fossas e Fissuras dos Dentes Posteriores

Os molares, como dentes posteriores, caracterizam-se pela sua ampla superfície oclusal, múltiplas cúspides e uma estrutura robusta, essencial para a trituração e fragmentação dos alimentos. Além disso, estes dentes possuem sulcos profundos na superfície oclusal, denominadas fossas e fissuras, sendo pontos de maior susceptibilidade ao acúmulo de biofilme e ao desenvolvimento de lesões cáries (Tilota et al., 2018; Whawell & Lambert, 2018; Zafar et al., 2020).

Os sulcos dentários são depressões lineares de pouca profundidade, visíveis na coroa dentária. São classificados como principais os que delimitam e separam as cúspides umas das outras e por secundários os que apresentam menor profundidade em relação aos principais (Silva, 1994).

A anatomia oclusal dos molares apresenta uma grande diversidade morfológica, com fissuras que variam desde aberturas amplas e rasas até sulcos estreitos e complexos. Estas variações permitem categorizar as fissuras em 5 tipos principais, cuja identificação determina a estratégia de tratamento mais adequada (Sreedevi et al., 2025).

As fissuras oclusais são classificadas em 5 tipos devido à sua elevada variabilidade morfológica: U, V, I, IK, Y. Dentre as classificações morfológicas, destacam-se os tipos V e U, que se caracterizam por serem superficiais e amplas, com tendência à autolimpeza e menor propensão à cárie, recomendando-se técnicas não invasivas para o seu tratamento. Por outro lado, os tipos I e IK apresentam-se como fendas estreitas e profundas, frequentemente associadas a um formato de gargalo ou a uma base alargada, o que as torna altamente suscetíveis à cárie. Nestes casos, técnicas invasivas podem ser necessárias para garantir uma adequada prevenção e selamento das fissuras (Salman, 2011; Altaf et al., 2019; Hegde et al., 2022).

3. CÁRIE DENTÁRIA

A cárie é definida como uma condição patológica de natureza multifatorial crônica, resultante de uma alteração ecológica na composição e na dinâmica do biofilme bacteriano na superfície dentária. Essa alteração é desencadeada pela exposição frequente e prolongada a carboidratos fermentáveis, que servem como fonte de energia para os microrganismos cariogênicos (Figura 2) (Bowen, 1972; Cashmore et al., 2010; Wright et al., 2016).

Os principais grupos de bactérias cariogênicas envolvidas, são os estreptococos do grupo *Mutans* e as espécies de *Lactobacillus*. Estes microrganismos são metabolizadores de hidratos de carbono fermentáveis, produzindo ácidos orgânicos como subprodutos. Entre os ácidos gerados, incluem-se o láctico, acético, fórmico e propiónico, que possuam capacidade de dissolver os minerais presentes do esmalte e na dentina (Marsh, 1994; Featherstone, 2008).

Na escala global, é reconhecida como a doença não transmissível de maior prevalência, afetando mais de 3 bilhões de pessoas. A distribuição, no entanto, não ocorre de maneira homogênea, tendo maior incidência nos países em desenvolvimento, onde fatores como falta de serviços dentários e carência de políticas públicas de prevenção, favorecem a progressão da doença (Kassebaum et al., 2015; Pitts et al., 2021).

A análise global da saúde oral da OMS, destaca que a cárie dentária não tratada, continua a ser um problema de grande relevância. Diante este cenário, observa-se uma mudança paradigmática no tratamento da cárie, com crescente ênfase nas medidas primárias de prevenção, entre estas, destacam-se a aplicação tópica de flúor e a aplicação de selantes nas fossas e fissuras oclusais dos dentes posteriores. O objetivo desta terapêutica é proteger a região do acúmulo de bactérias e de restos alimentares, prevenindo a formação de ambientes ácidos que favorecem o desenvolvimento de cárie (Honkala, 2014; Pushpalatha et al., 2014; Veiga et al., 2023).

A estrutura mineral que compõe os dentes é facilmente dissolvida quando em contacto com substâncias ácidas. No entanto, os dentes estão em constante contacto com a ação protetora da saliva, que se destaca pela sua capacidade de neutralizar ácidos, derivado da sua composição rica em íons de cálcio e fosfato, estimulando a reposição desses elementos. Quando este processo se desequilibra, há um aumento na desmineralização em relação ao processo de remineralização, comprometendo a integridade da estrutura dentária (Mandel, 1989; Featherstone, 2008; Wright et al., 2016).

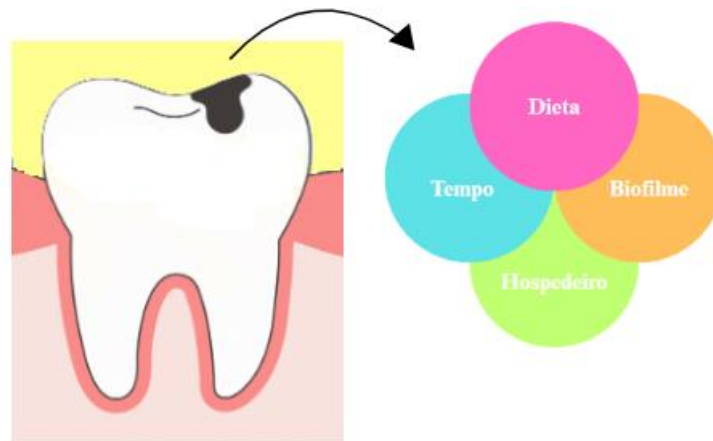


Figura 2: Representação dos fatores envolvidos na etiologia da cárie dentária. Adaptado de Malcangi et al., 2023

3.1. Cárie de fossas e fissuras

A cárie dentária nas fissuras dos dentes permanentes posteriores, representa aproximadamente 90% das lesões cariosas da cavidade oral e cerca de 44% nos dentes decíduos. Dada a prevalência desse tipo de cárie, torna-se essencial a implementação de medidas eficazes para sua prevenção, através da aplicação de selantes (Beltrán-Aguilar et al., 2005; Naaman et al., 2017; Bangash et al., 2023).

Recorrentemente, as fissuras apresentam-se com uma morfologia profunda e complexa, tornando-se áreas de difícil acesso para a remoção mecânica da placa bacteriana, o que pressupõe um maior risco de aprisionamento de resíduos alimentares e formação de biofilme. Esse desafio é intensificado pelo facto de as cerdas das escovas dentárias não conseguirem alcançar adequadamente essas estruturas, o que leva à remoção ineficaz da placa bacteriana, mesmo em indivíduos com hábitos rigorosos de higiene (Siegal et al., 1997; Vann, 1999; Ramamurthy et al., 2022).

O diagnóstico de cárie dentária constitui um processo multifacetado, que requer uma análise integrada de sinais clínicos, sintomas e exames complementares. As técnicas mais utilizadas incluem o exame visual e tátil, complementado com o exame radiográfico. A observação visual e tátil permite avaliar características como a textura, o brilho e a coloração das lesões, determinando a sua atividade. Por outro lado, as radiografias são particularmente úteis na identificação de lesões iniciais em superfícies proximais e na avaliação da profundidade de lesões oclusais na dentina. No entanto, este método

apresenta limitações, nomeadamente na deteção de cáries incipientes no esmalte (Nyvad et al., 1999; Braga et al., 2010;).

O primeiro sinal clínico da cárie dentária, manifesta-se como uma lesão branca na superfície do esmalte. Clinicamente, a lesão apresenta-se com aspeto opaco e esbranquiçado, decorrente da perda mineral do esmalte. Nessa fase pré-cavitária, intervenções terapêuticas adequadas podem interromper ou reverter o processo cariogénico através de processos de remineralização (Featherstone, 2008; Lopes et al., 2024).

4. ADESÃO

A adesão é a capacidade de união entre dois substratos de naturezas distintas, com o propósito de as manter em contato (Eick et al., 1997; Rodrigues et al., 2021; Raszewski et al., 2022).

No contexto dentário, reside na obtenção de uma interface estável entre materiais sintéticos e tecidos biológicos, que apresentam diferenças inerentes entre eles. No entanto, as superfícies dentárias possuem irregularidades que limitam o contato efetivo entre as moléculas de cada substrato, comprometendo a adesão (Rodrigues et al., 2021; Abdullah Alsadon, 2022).

Um dos fatores que influencia a estabilidade da adesão em procedimentos restauradores é a tensão gerada pela contração durante a polimerização da resina composta. Este fenómeno pode comprometer a integridade marginal, originando falhas que facilitam a microinfiltração e, conseqüentemente, o desenvolvimento de lesões cariosas secundárias (Calheiros et al., 2004; Kakino et al., 2014; Chacón Gahona et al., 2023).

Antes de se realizar a adesão, é necessário preceder se à limpeza adequada da superfície dentária, a fim de remover quaisquer contaminações presentes, com a finalidade de evitar a ocorrência de falhas na interação entre os materiais, como também garantir a longevidade da restauração (Rodrigues et al., 2021).

Apesar das limitações referentes à adesão dos materiais restauradores, estes têm a capacidade de reproduzir tanto a morfologia quanto a função dos dentes naturais, permitindo a reabilitação de estruturas dentárias comprometidas de forma estética e funcional. Contudo, a morfologia complexa da superfície oclusal dos dentes posteriores,

é marcada pela presença de fossas e fissuras, o que torna mais desafiante a replicação das características anatómicas naturais do dente (Tirlet et al., 2014; Zafar et al., 2020).

A adesão é um fenómeno complexo que pode ser classificado em dois tipos principais: a adesão mecânica e a adesão química. A adesão mecânica baseia-se na criação de microretenções no tecido mineralizado, formando *tags* de resina que se fixam por meio de um embricamento mecânico, obtido através de superfícies rugosas ou acondicionamento ácido. Por outro lado, a adesão química é estabelecida por ligações químicas entre monómeros funcionais e iões de cálcio presentes na hidroxiapatite, promovendo uma interação direta entre o material restaurador e o substrato dentário (Nagarkar et al., 2019; Van Meerbeek et al., 2020; Rodrigues et al., 2021; Abdullah Alsadon, 2022).

A fórmula base dos sistemas adesivos são os monómeros resinosos que apresentam uma composição molecular anfipática. São aplicados topicamente com o propósito de selar os túbulos dentinários, formando uma barreira mecânica que impede a passagem de estímulos externos, e consequentemente, diminui a sensibilidade pós-operatória. Paralelamente, contém solventes responsáveis por facilitar a infiltração na dentina (Perdigão, 2007; Sofan et al., 2017; Chacón Gahona et al., 2023).

Os monómeros hidrofílicos são determinantes na eficácia do processo adesivo, uma vez que desempenham um papel crucial no aumento da molhabilidade dos tecidos dentários duros. A molhabilidade é definida como a capacidade de um líquido espalhar-se sobre uma superfície sólida, sendo quantificada pelo ângulo de contacto entre ambas. Para isso, o adesivo deve ser distribuído uniformemente sobre todo o substrato remanescente, promovendo o aumento da energia de superfície dos substratos e por sua vez, a sua molhabilidade (Menzies & Jones, 2010; Sofan et al., 2017; Abdullah Alsadon, 2022; Zhang et al., 2022).

Ao longo dos anos, tem-se impulsionado a evolução dos sistemas adesivos, para que os protocolos sejam mais simplificados e com menor número de etapas, com o propósito de otimizar a prática clínica (Perdigão, 2020; Hardan et al., 2023).

4.1. Adesão ao esmalte

O esmalte por ser um substrato de natureza anidra, desprovido de estruturas e composto predominantemente por conteúdo mineral, a sua baixa permeabilidade promete um ambiente propício para a formação de uma união adesiva estável (Perdigão, 2020).

O conceito fundamental da adesão no esmalte reside num mecanismo de substituição iónica, no qual ocorre dissolução de iões de cálcio, formando microporosidades, que posteriormente serão ocupadas por monómeros de resina nessa região (Van Meerbeek et al., 2003; Arinelli et al., 2016; Perdigão, 2020).

A união dos materiais restauradores ao esmalte ocorre de maneira essencialmente mecânica. A aplicação de ácido ortofosfórico induz a desmineralização da superfície, modificando a estrutura do esmalte, e, por consequência aumenta a energia superfície. Este processo gera microretenções que aprimoram a molhabilidade do substrato pelos sistemas adesivos, facilitando a penetração da resina nos espaços formados, conhecidos como *resin tags* (Ribeiro et al., 1999; Bedran-Russo et al., 2017; Rodrigues et al., 2021).

Para isso, o controlo eficiente da humidade durante a aplicação de resina é crucial para o sucesso clínico do procedimento, o método mais adequado é a utilização de isolamento absoluto. A exposição do esmalte condicionado a proteínas salivares pode resultar em contaminação, prejudicando a adesão do material e exigindo a repetição do condicionamento ácido (Shimada et al., 2002; Abuzenada, 2021; Miao et al., 2021; Naaman et al., 2017).

Após o estudo de diversas concentrações de ácido ortofosfórico, chegou-se à conclusão que para haver uma adesão ideal o ácido deveria ser aplicado numa concentração entre 34 e 37%, o que permitia uma desmineralização eficiente assim como a remoção eficaz da smear layer, expondo a estrutura subjacente. Anteriormente, recomendava-se um tempo de aplicação inicial de 60 segundos para o condicionamento ácido, no entanto, pesquisas mais recentes indicam que uma aplicação de 15 segundos é suficiente para atingir níveis de adesão semelhantes, evitando o risco de desmineralização excessivos (Barkmeier et al., 2009; Erickson et al., 2009; Alsaeed, 2022).

Durante o preparo cavitário, forma-se uma camada designada smear layer, que consiste numa matriz de detritos resultantes desse processo, é composta essencialmente por hidroxiapatite e colagénio. Estes resíduos obstruem parcialmente os túbulos dentinários, formando tampões que reduzem de maneira significativa a permeabilidade da dentina, atuando como uma barreira física que interfere na interação do agente de união com a dentina subjacente. Do ponto de vista adesivo, esta camada pode ser removida totalmente ou parcialmente com a aplicação de ácido ortofosfórico (Pashley et al., 1978; Oliveira et al., 2003; Ortigara et al., 2020; Saikaew et al., 2022).

5. SELANTES DE FISSURA

Os selantes de fissura foram introduzidos na década de 60, como uma estratégia preventiva minimamente invasiva, voltada para a proteção das superfícies oclusais dos dentes posteriores, por meio de mecanismos micromecânicos. Por esse motivo, é aplicada esta barreira mecânica nas fossas e fissuras dos dentes posteriores mais suscetíveis à carie dentária (Simonsen, 2002; Ahovuo-Saloranta et al., 2017; Naaman et al., 2017).

Bowen (1962), desenvolveu a resina Bis-GMA, um marco relevante no impulsionamento dos selantes de resina modernos. Desde então, avanços significativos foram alcançados com a incorporação de partículas de preenchimento, pigmentos e flúor, aprimorando as propriedades desses materiais (Shingare & Chaugule, 2021).

A consistência fluida e a simples técnica de aplicação de selantes dentários, permitem o preenchimento de porosidades, impedindo a colonização bacteriana nas irregularidades das superfícies e, conseqüentemente, a formação de lesões cáries. Além disso, dificulta a difusão de carboidratos até à base das fissuras, o que modifica a topografia do esmalte, tornando a superfície mais lisa e acessível à escovagem (Ahovuo-Saloranta et al., 2017; Veiga et al., 2023).

A cárie dentária tende a afetar principalmente as superfícies oclusais de pré-molares e molares durante o período de erupção. Neste período, os mecanismos naturais de autolimpeza da boca, promovidos pela ação dinâmica da língua, dos lábios e das bochechas durante a mastigação e a deglutição encontram-se ausentes. Essa restrição compromete especialmente a higienização das superfícies oclusais dos dentes em

soberania, assim como a remoção espontânea de biofilme, tornando-as mais vulneráveis ao acúmulo de bactérias e resíduos alimentares (Carvalho, 2014; Cvikl et al., 2018).

A eficácia clínica de um selante está diretamente relacionada à sua capacidade de permanecer no local aplicado. A retenção adequada depende de fatores, como o isolamento correto do dente durante o procedimento e o condicionamento prévio do esmalte. Para melhorar a retenção, podem ser empregues diferentes estratégias como a limpeza da superfície com peróxido de hidrogénio, profilaxia com pedra-pomes, polimento ou abrasão com jato de ar, e até mesmo o uso de brocas para preparar a fissura (Geiger et al., 2000; Shingare & Chaugule, 2021).

Distintivamente das técnicas de preparo mecânico do esmalte, como o uso de abrasão a ar ou amelooplastia com brocas, a eficácia do selante deve ser avaliada após o processo de polimerização. Essa verificação é realizada por meio de uma sonda, garantindo que todas as fissuras estejam completamente seladas. Em situações em que ocorre desgaste ou perda parcial do material, é recomendado realizar a reaplicação do selante, precedida de uma limpeza adequada da superfície dentária, sempre que necessário (Ferrazzano et al., 2017; Colombo & Beretta, 2018).

A decisão de aplicar um selante deve ser guiada pela avaliação do risco individual de cárie do paciente, e não como um método de prevenção em todas as crianças. Não se justifica a aplicação deste material se o paciente não apresentar fatores de risco ou tenha baixa suscetibilidade ao desenvolvimento de cáries. Contudo, é fundamental que todas as crianças sejam acompanhadas de forma contínua, permitindo a identificação precoce de mudanças nos fatores de risco cariogénicos ou de alterações clínicas e radiográficas que possam indicar a necessidade de intervenção (Welbury et al., 2004; Sreedevi et al., 2025).

A literatura científica indica que a aplicação de selantes é uma medida eficaz na redução da incidência de cáries em crianças e adolescentes, quando comparada à ausência dessa intervenção (Ahovuo-Saloranta et al., 2017).

Três tipos de materiais são comumente empregues como selantes para fossas e fissuras dos dentes posteriores: os selantes à base de resina, os selantes de ionómero de vidro e os selantes resinosos modificados por poliácidos (Figura 3) (Priscilla et al., 2022).

Os selantes de resina por norma são considerados a opção predileta para o tratamento dentário, em contrapartida, os selantes de ionómero de vidro são frequentemente utilizados como uma solução temporária, quando é inviabilizado a aplicação de selantes à base de resina (Naaman et al., 2017; Sreedevi et al., 2025).

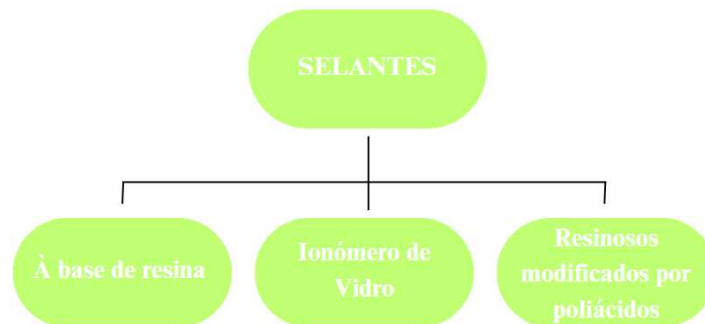


Figura 3: Esquema ilustrativo da classificação dos selantes dentários quanto à sua composição.

Adaptado de Ramamurthy et al., 2022

5.1. Selantes à base de resina

Os primeiros selantes dentários a serem utilizados na prática clínica eram compostos por resina e exigiam uma etapa preliminar de condicionamento ácido da superfície dentária, seguida da aplicação de uma camada fina de material nas áreas oclusais (Baygin et al., 2012; Amend et al., 2024).

Os materiais à base de resina são caracterizados pela sua natureza hidrofóbica, o que demanda um ambiente completamente isolado para poder ser aplicado. Além disso, quando utilizados como selantes, estes materiais formam uma barreira que impede a penetração de iões de cálcio e fosfato na superfície do esmalte em amadurecimento (Antonson et al., 2012).

Diversos estudos destacam que os selantes à base de resina apresentam taxas de retenção superiores em relação aos selantes de ionómero de vidro. Esta diferença pode estar associada à maior eficácia dos selantes de resina na prevenção de cáries, um resultado que parece estar diretamente relacionado com a sua maior capacidade de adesão

retenção ao esmalte dentário (Raadal et al., 1996; Forss & Halme, 1998; Poulsen et al., 2001).

Os selantes resinosos podem ser classificados com base em 3 critérios principais: o processo de polimerização, a viscosidade do material e o seu grau de translucidez (Simonsen, 2002; Colombo & Beretta, 2018).

O processo de polimerização possui quatro gerações principais. Na primeira geração, a polimerização era induzida por raios ultravioleta, que ativavam o componente iniciador do material, contudo, esta técnica foi abandonada com o tempo. A segunda geração introduziu selantes autopolimerizáveis, que dependem de uma amina terciária que produz radicais livres, promovendo a polimerização dentro de um a dois minutos. Já a terceira geração, trouxe selantes fotopolimerizáveis, que utilizam fotoiniciadores sensíveis à luz visível (com comprimento de onda de 470 nm), permitindo uma ativação rápida, entre dez e vinte segundos. Por último, a quarta geração, aprimorou a geração anterior ao adicionar partículas que libertam flúor, com o objetivo de prevenir o desenvolvimento de cáries (Simonsen et al., 2002; Dean et al., 2016; Colombo & Beretta, 2018)

Em relação à sua viscosidade, são divididos em selantes com ou sem carga. A carga que apresentam é inversamente proporcional à sua viscosidade e proporcional à penetração profunda do material nas fossas e fissuras (Naaman et al., 2017; Juntavee et al., 2023).

Os selantes apresentam tonalidades diferentes, consoante a sua translucidez. Os que apresentam a tonalidade mais opaca, por norma apresentam coloração branca, proporcionando uma maior visualização durante o procedimento de aplicação, o que contribui para um melhor controlo clínico. Em contrapartida, os selantes transparentes, exibem colorações mais claras, conferindo lhes menor visibilidade, dificultando a sua deteção em comparação com os selantes opacos (Colombo & Beretta, 2018).

5.2. Selantes de Ionómero de vidro

Na década de 70, os selantes de ionómero de vidro passaram a ser propostos como uma alternativa aos selantes à base de resina, caracterizando-se pela vantagem de libertar flúor e pela capacidade de aderir quimicamente sem que seja necessário o uso de ácido antes da sua aplicação (Baygin et al., 2012; Amend et al., 2024).

Os selantes à base de ionómero de vidro são especialmente indicados para situações onde não seja possível o uso de isolamento absoluto, derivado da sua diminuta sensibilidade à humidade. Distingue-se também pela sua capacidade de libertar flúor ao longo do tempo, que pode persistir mesmo após a perda visível do selante, uma vez que partículas do material podem permanecer retidas nas profundezas das fissuras dentárias, ajudando a fortalecer o esmalte da desmineralização subsequente (Naaman et al., 2017; Juntavee et al., 2023).

Devido à sua tolerância à humidade, é uma opção viável como selante de transição em situações onde o controlo de humidade é desafiador, nomeadamente, em dentes permanentes parcialmente erupcionados, quando há presença de opérculo a cobrir a região distal da superfície oclusal. Outra aplicação, ocorre em molares decíduos com fissuras profundas, nos quais o isolamento adequado é dificultado pelo comportamento não cooperativo da criança. No entanto, o selante de CIV é considerado provisório, devendo ser substituído por selantes de resina quando as condições ideais de isolamento forem alcançadas (Barja-Fidalgo et al., 2009; Naaman et al., 2017).

5.3. Selantes Resinosos Modificados por Poliácidos

Os selantes resinosos modificados por poliácidos, também descritos como compómeros, empregam características positivas de diferentes materiais. Do mesmo modo que o selante de resina, são fotopolimerizados com luz visível e são hidrofóbicos. Em semelhança aos selantes de ionómero de vidro tem a capacidade de libertar flúor (Naaman et al., 2017; Colombo & Beretta, 2018).

Em comparação com os selantes de ionómero de vidro, os selantes resinosos modificados por poliácidos, exibem propriedades que os tornam promissores. Entre essas características, destacam-se a maior capacidade de adesão ao esmalte e à dentina, a redução da solubilidade em meio aquoso e a menor suscetibilidade a fenómenos de desidratação ou formação de fissuras.

No entanto, apesar dessas vantagens, a liberação de flúor é quantitativamente inferior quando comparada à dos cimentos de ionómero de vidro (Puppin- Rontani et al., 2006; Hegde et al.,2022).

6. MICROINFILTRAÇÃO

A microinfiltração é definida como a passagem de bactérias e fluidos da cavidade oral de maneira imperceptível, através da interface entre o dente e o material restaurador (Kidd, 1976).

A presença de microfissuras entre o material restaurador e a superfície dentária permite a circulação desses elementos, evidenciando a falta de selamento completo e a natureza dinâmica dessa junção (Kidd, 1976; Mulyar et al., 2014).

A microinfiltração ocorre à conta da descontinuidade, ainda que mínima, entre o material restaurador e a estrutura dentária, resultando a longo prazo em complicações como lesões pulpares e cáries secundárias. Apesar dos avanços na medicina dentária restauradora, ainda não há materiais capazes de garantir restaurações totalmente isentas de fendas (Davidson & Feilzer, 1997; Oliveira et al., 2012)

Posto isto, metodologias foram desenvolvidas através de estudos in vitro e in vivo, para avaliar o selamento de cavidades que necessitaram de ser restauradas. Entre essas técnicas, destacam-se a utilização de corantes e a observação por microscopia eletrônica de varredura (Kidd, 1976; Taylor & Lynch, 1992; Tawakoli et al., 2013).

6.1. Fatores que influenciam a Microinfiltração

A ocorrência de microinfiltração é influenciada por múltiplos fatores, entre os quais destacam-se o volume de resina aplicado na cavidade, o tempo de polimerização e a espessura da camada adesiva. Estes elementos desempenham um papel significativo no processo de contração de polimerização (Choi et al., 2002).

A contração de polimerização é uma característica intrínseca da resina composta, que provoca o acúmulo de tensões entre o dente e a resina, aumentando o risco de descolamento da restauração, comprometendo a integridade da mesma (Baygin et al., 2012).

Durante o processo de polimerização, ocorre a transformação de monómeros em polímeros, gerando tensões internas no material. Essas tensões são mais intensas nas fases iniciais e diminuem gradualmente ao longo do tempo. Esse fenômeno pode resultar na formação de lacunas marginais, que facilitam a infiltração de fluidos orais e microrganismos, mesmo que essas falhas não sejam clinicamente visíveis imediatamente após a finalização da restauração (Alster et al., 1997; Sinhoreti et al., 2018).

Por sua vez, também foi investigado o impacto da espessura do adesivo na contração de polimerização. Os resultados demonstraram que o aumento da espessura do adesivo reduziu significativamente a contração, concluindo que quanto mais espessa for a camada adesiva, mais absorvidas e dissipadas eram as tensões, minimizando o risco de microinfiltração marginal precoce (Choi et al., 2002).

Em relação à resina aplicada na cavidade, estudos verificaram que a técnica de preenchimento em massa demonstrou maior microinfiltração em relação à técnica incremental. Este fenômeno decorre do volume elevado de compósito utilizado e da redução da eficácia da polimerização nas camadas mais profundas do material. Quando é aplicado apenas um incremento, a polimerização do compósito ocorre em cinco superfícies de ligação, gerando tensões significativas nas interfaces adesivas (Katona & Barrak, 2016; Som & Hussain, 2020).

O fator C representa a fração entre superfícies aderidas e não aderidas da restauração. Um fator C elevado, com mais superfícies aderidas, aumenta a tensão de contração, podendo comprometer a adesão. Já um fator C baixo, com mais superfícies livres, minimiza a contração, melhorando a estabilidade da restauração (Perdigão et al., 1996; Som & Hussain, 2020).

6.2. Microinfiltração em diferentes materiais de restauração

A propensão para a ocorrência de microinfiltração difere consoante o tipo de material de restauração dentário utilizado (Aljehani et al., 2023).

As restaurações realizadas em resina composta são prediletas devido às suas propriedades estéticas. No entanto a contração de polimerização inerente a este material, aumenta a predisposição para ocorrer microinfiltração, quando comparada às restaurações realizadas em amálgama (Sabarathinam et al., 2019; Aljehani et al., 2023).

Os cimentos de ionómero de vidro são estabelecidos pela relação entre o líquido e o pó, cujas partículas de tamanho reduzido aumentam a viscosidade do material. Esta característica dificulta a molhabilidade da superfície dentária e compromete a qualidade do selamento marginal, contribuindo para a ocorrência de microinfiltrações. Evidências científicas indicam que os cimentos de ionómero de vidro apresentam maior propensão à microinfiltração quando comparados a restaurações feitas em amálgama ou compósitos (Sidhu & Nicholson, 2016; Sabarathinam et al., 2019).

6.3. Implicações Clínicas

A microinfiltração está diretamente associada a complicações como sensibilidade pós-operatória, descoloração marginal, cáries recorrentes e diminuição da durabilidade da restauração. A sua ocorrência depende de fatores como o tipo de material restaurador utilizado, as condições do dente antes da restauração, a técnica clínica aplicada e os hábitos de higiene oral do paciente (Choi et al., 2002; Aljehani et al., 2023).

A infiltração bacteriana e a formação de fendas podem desencadear sensibilidade durante a mastigação ou em resposta a estímulos térmicos, além de favorecer o desenvolvimento de cárie secundária. Da mesma forma, a pigmentação na região marginal pode resultar em fraturas, comprometendo a estética e, como seqüela, dar-se-á a substituição da restauração (Fabianelli, 2007).

Em situações mais graves, a penetração descontrolada de microrganismos pode resultar em dor, infeções bacterianas, cáries recorrentes e inflamação da polpa dentária. A estrutura da dentina, por ser dinâmica e impermeável, facilita a multiplicação de bactérias remanescentes. Apesar da adoção de técnicas assépticas, é comum a invasão bacteriana

pelas margens da cavidade, o que contribui para o surgimento de cáries secundárias e complicações pulpares (Cox, 1994; Cooper et al., 2014; Santos et al., 2025).

II. OBJETIVOS

O presente estudo pretende avaliar numa amostra de 20 dentes humanos, o comportamento de um adesivo experimental frente à microinfiltração presente entre a interface adesivo-esmalte, comparando diferentes protocolos de aplicação e tempos de armazenamento.

III. HIPÓTESES

Hipótese nula: O adesivo experimental não apresenta infiltração após 24 horas de polimerização.

Hipótese nula: O adesivo experimental não apresenta infiltração após 1 mês de polimerização.

Hipótese nula: O adesivo experimental quando aplicado condicionamento ácido não apresenta infiltração após 24 horas de polimerização.

Hipótese nula: O adesivo experimental quando aplicado condicionamento ácido não apresenta infiltração após 1 mês de polimerização.

Hipótese alternativa: O adesivo experimental apresenta infiltração após 24 horas de polimerização.

Hipótese alternativa: O adesivo experimental apresenta infiltração após 1 mês de polimerização.

Hipótese alternativa: O adesivo experimental quando aplicado condicionamento ácido apresenta infiltração após 24 horas de polimerização.

Hipótese alternativa: O adesivo experimental quando aplicado condicionamento ácido apresenta infiltração após 1 mês de polimerização.

IV. MATERIAIS E MÉTODOS

1. MATERIAIS

1.1 Materiais envolvidos na preparação da amostra

Tabela 1: Características do adesivo experimental utilizado


Material	Adesivo experimental	 <p><i>Figura 4: Adesivo experimental</i></p>
Fabricante	Confidencial	
Classificação	Confidencial	

Tabela 2: Características do Reagente D1 utilizado


Material	Reagente D1	 <p><i>Figura 5: Reagente D1</i></p>
Fabricante	Confidencial	
Classificação	Confidencial	

Tabela 3: Características do ácido poliacrílico utilizado


Material	Ácido poliacrílico	 <p>Figura 6: Ácido poliacrílico (3M ESPE™)</p>
Fabricante	3M™ Ketac™ Molar Easymix	
Classificação	Ácido poliacrílico a 20%	

Tabela 4: Características da solução de fucsina básica utilizada


Material	Corante	 <p>Figura 7: Fucsina básica a 0,5%</p>
Fabricante	Preparado à base de fucsina	
Classificação	Fucsina básica 0,5%	

Tabela 5: Características da cureta Gracey utilizada


Material	Cureta Periodontal	 <p>Figura 8: Cureta Gracey (ASA Dental™)</p>
Fabricante	ASA Dental™, (Lucca, Italy)	
Classificação	Cureta Gracey	

Tabela 6: Características da resina acrílica utilizada



Material	Resina Acrílica	 <p>Figura 9: Resina acrílica (ClaroCit Kit™)</p>
Fabricante	ClaroCit Kit™ (Struers A/S, Denmark)	
Classificação	<ul style="list-style-type: none"> • 800g de pó • 500 ml de líquido 	

Tabela 7: Características da lâmina diamantada utilizada

Material	Lâmina diamantada	 <p>Figura 10: Lâmina diamantada (Isomet™)</p>
Fabricante	Isomet™, (Buehler, Evanston, IL, USA)	
Classificação	Lâmina diamantada a baixa rotação	

1.2 Equipamentos de laboratório utilizados

A Estufa de incubação e o Micrótopo encontram-se disponíveis no laboratório de Biomateriais e o Estereomicroscópio no laboratório de Ciências Farmacêuticas.



Figura 11: Estufa de incubação

Tabela 8: Características da estufa de incubação utilizada

Equipamento	Estufa de incubação
Marca	Memmert®; Germany
Modelo	INE 400



Figura 12: Micrótopo de tecidos duros

Tabela 9: Características do micrótopo de tecidos duros utilizado

Equipamento	Micrótopo de tecidos duros
Marca	Struers™; Copenhagen, Denmark
Modelo	Accutom-50



Figura 13: Estereomicroscópio

Tabela 10: Características do estereomicroscópio utilizado

Equipamento	Estereomicroscópio
Marca	Nikon™; Tokyo, Japan
Modelo	SMZ800N

2. MÉTODOS

O presente estudo de investigação, utilizou uma amostra constituída por 20 molares humanos, selecionados criteriosamente segundo critérios de inclusão específicos: ausência de lesões cariosas e inexistência de contactos oclusais. Todos os dentes foram obtidos através do Banco de Dentes Humanos da Clínica Dentária Universitária Egas Moniz.

2.1 Seleção e preparação inicial dos dentes

Após serem extraídos, todos os elementos dentários foram submetidos a um protocolo de preparação, que compreendeu 2 etapas fundamentais. Primeiramente, os espécimes foram desinfetados com peróxido de hidrogénio e de seguida, procedeu-se à curetagem mecânica com instrumentos periodontais estéreis de maneira a remover completamente os tecidos moles aderentes aos mesmos.

Após a preparação, a fim de garantir a integridade das características da amostra, estas foram conservadas numa solução de timol e mantidas sob refrigeração controlada a 4°C.



Figura 14: Dentes antes de serem curetados



Figura 15: Curetagem dos tecidos remanescentes



Figura 16: Dentes após serem curetados

De seguida, procedeu-se à randomização da amostra, onde os 20 dentes, foram subdivididos em 4 grupos experimentais, cada um constituído por 5 dentes.

Tabela 11: Características de cada grupo experimental consoante o tempo de envelhecimento e a aplicação prévia de ácido poliacrílico

Grupos experimentais	Constituição da amostra	Com condicionamento ácido prévio	Período de envelhecimento
GRUPO 1A	5 dentes	X	24 horas
GRUPO 2	5 dentes		24 horas
GRUPO 3A	5 dentes	X	1 mês
GRUPO 4	5 dentes		1 mês

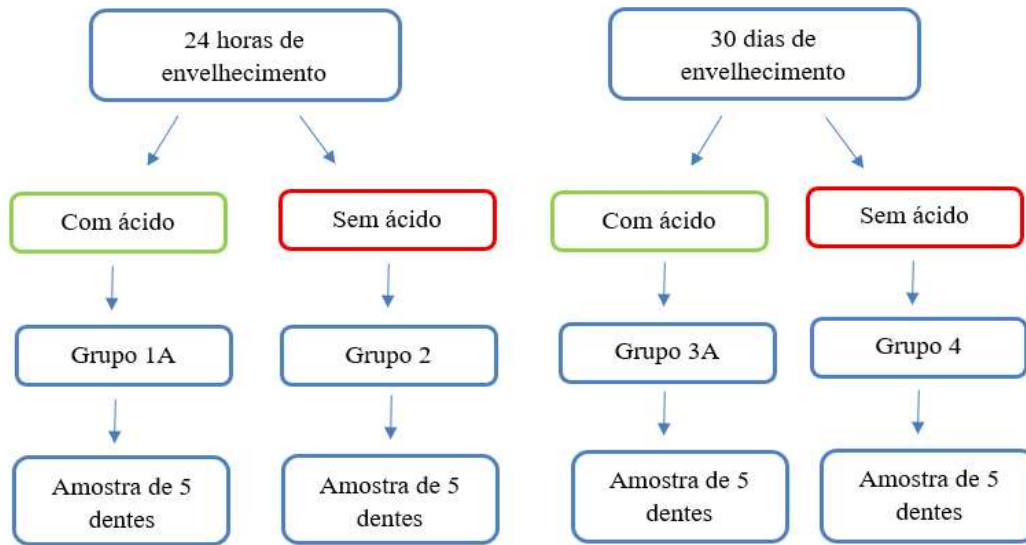


Figura 17: Esquema da distribuição dos grupos experimentais segundo o tempo de envelhecimento e a aplicação prévia de ácido poliacrílico

Após a divisão em grupos, todas as superfícies radiculares foram seladas com verniz uniformemente em todo o seu volume, com o objetivo de estabelecer uma barreira contra potenciais microinfiltrações por essa via.



Figura 18: Aplicação de verniz nas raízes do dente

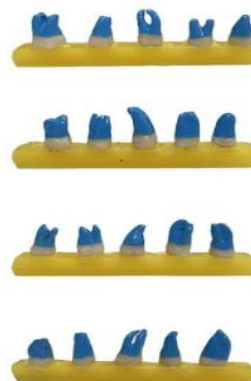


Figura 19: Raízes dos dentes após serem seladas com verniz

2.2 Condicionamento ácido e aplicação do adesivo em diferentes amostras

O sistema adesivo foi preparado mediante a combinação do composto experimental, T1, com um catalisador à base de água. A proporção de mistura de ambas as soluções, foram aplicadas de acordo com as diretrizes técnicas do fabricante, 4 gotas de adesivo experimental para uma gota de catalisador à base de água (reagente A).

A homogeneização dos componentes foi efetuada através da agitação manual com um pincel até ser obtida uma mistura uniforme.



Figura 20: Mistura do adesivo experimental com o reagente D1



Figura 21: Aplicação do adesivo experimental na superfície do esmalte

Nos grupos experimentais 2 e 4, o sistema adesivo T1 foi aplicado diretamente sobre a superfície oclusal dos dentes, sem condicionamento ácido prévio.



Figura 22: Grupo 2 após ser aplicado o adesivo experimental



Figura 23: Grupo 4 após ser aplicado o adesivo experimental

Por sua vez, nos grupos 1A e 3A, foram submetidos ao condicionamento ácido na superfície do esmalte antes da aplicação do adesivo, com ácido poliacrílico a 20% (3M ESPE™) durante 1 minuto, seguido de lavagem e secagem, com água e ar, respectivamente.

Após a aplicação do adesivo, aguardou-se 20 minutos até ser tomada presa, em condições controladas de temperatura e humidade.



Figura 24: Condicionamento prévio do grupo 1A com ácido poliacrílico



Figura 25: Condicionamento prévio do grupo 3A com ácido poliacrílico



Figura 26: Grupo 1A após ser aplicado o adesivo experimental



Figura 27: Grupo 3A após ser aplicado o adesivo experimental

Concluído o processo de polimerização, todos os corpos-de-prova foram colocados na estufa de incubação a 37°C (Memmert® INE400, Germany), onde permaneceram submersos em recipientes com água destilada.



Figura 28: Grupo 1A, 2, 3A e 4 submersos em recipientes com água destilada

2.3 Protocolo de envelhecimento e infiltração de fucsina nas amostras

A fim de visualizar eventuais falhas na interface entre o adesivo e o dente, decorrido o período inicial de 24 horas, os espécimes dos grupos 1A e 2 foram retirados da estufa a 37°C (Memmert®, Germany), passados por água e submetidos a um processo de coloração, através da sua incorporação numa solução de 0,5% de fucsina básica por 24 horas.



Figura 29: Grupo 1A e 2 incorporados numa solução de fucsina básica a 0,5%



Figura 30: Grupo 1A e 2 incorporados em fucsina na estufa de incubação a 37°C

As amostras dos grupos 3A e 4, foram preservadas em estufa a 37°C (Memmert®, Germany) por um período de 30 dias. Após esse intervalo, as amostras foram submetidas ao mesmo protocolo de coloração, idêntico ao utilizado nos demais grupos experimentais.



Figura 31: Grupos 3A e 4 armazenados na estufa de incubação a 37°C, durante 1 mês

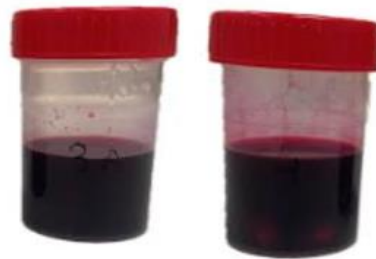


Figura 32: Grupo 3A e 4 incorporados numa solução de fucsina básica a 0,5%

Após 24 horas, os dentes dos grupos 1A e 2 foram retirados da estufa, submetidos a um novo processo de lavagem e secos, sendo deste modo preparados para serem incluídos em resina acrílica (ClaroCit Kit™, Struers). Procedeu-se da mesma maneira após 30 dias com o grupo 3A e 4.

Em seguida, todas as amostras foram seccionadas longitudinalmente em cortes de 1 mm de espessura utilizando um micrótomo de tecidos duros (Accutom-50™, Struers), equipado com uma lâmina diamantada e sistema de irrigação contínua com água a 2500 rpm (Isomet™, Buehler).



Figura 33: Grupo 3A e 4 após remoção da fucsina básica e lavagem com água



Figura 34: Grupo 3A e 4 integrado em resina acrílica ClaroCit Kit™

2.4 Avaliação da microinfiltração

Para se proceder à avaliação da microinfiltração, dos 20 dentes selecionados inicialmente, foram obtidos 63 cortes histológicos, garantindo que todos os cortes apresentavam, de forma simultânea, as estruturas de esmalte e adesivo na mesma secção.



Figura 35: Dentes do grupo 1A seccionados no sentido vestibulo-lingual



Figura 36: Dentes do grupo 2 seccionados no sentido vestibulo-lingual

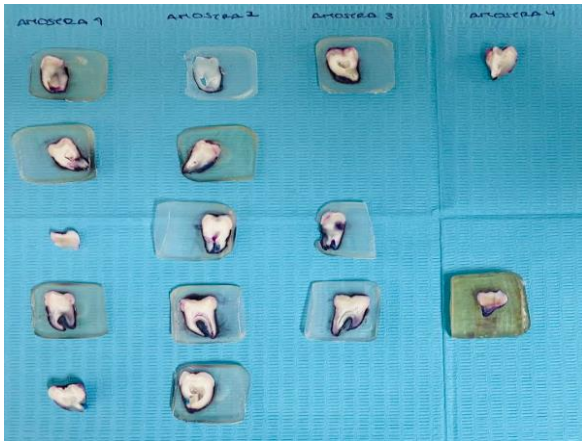


Figura 37: Dentes do grupo 3A seccionados no sentido vestibulo-lingual

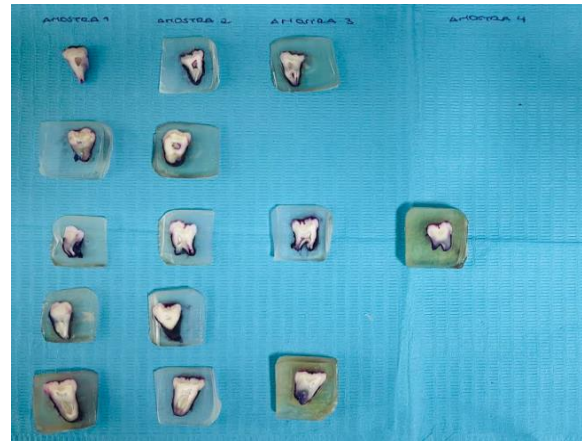


Figura 38: Dentes do grupo 4 seccionados no sentido vestibulo-lingual

Para garantir a confiabilidade dos resultados, através de um esteromicroscópio (modelo SMZ800N™, Nikon) com ampliação de 10x, todas as amostras selecionadas foram observadas bilateralmente por dois examinadores independentes.



Figura 39: Exemplo da classificação 1 de microinfiltração. Imagem obtida com ampliação de 10x



Figura 40: Exemplo da classificação 2 de microinfiltração. Imagem obtida com ampliação de 10x



Figura 41: Exemplo da classificação 3 de microinfiltração. Imagem obtida com ampliação de 10x

A microinfiltração foi classificada de acordo com os seguintes critérios:

- Classificação 1: Ausência de infiltração entre o adesivo e o esmalte
- Classificação 2: Infiltração restrita ao terço inicial e médio da interface entre o adesivo e o esmalte
- Classificação 3: Infiltração estendendo-se por toda a extensão da fissura do esmalte

Tabela 12: Classificação da microinfiltração nos cortes dos dentes do grupo 1A

Grupo 1A	24 horas com ácido				
Dente 1	2	3	3	3	
Dente 2	2	3	3		
Dente 3	2	3	3		
Dente 4	3	3	2		
Dente 5	3	3	2		

Tabela 13: Classificação da microinfiltração nos cortes dos dentes do grupo 3A

Grupo 3A	1 mês com ácido				
Dente 1	2	2	3		
Dente 2	3	2			
Dente 3	2	3	3		
Dente 4	3	3	3		
Dente 5	3	2			

Tabela 14: Classificação da microinfiltração nos cortes dos dentes do grupo 2

Grupo 2	24 horas				
Dente 1	3	3	3	3	3
Dente 2	2	2	3		
Dente 3	3	3	3	3	
Dente 4	3	3	3	3	3
Dente 5	2	3	2	2	

Tabela 15: Classificação da microinfiltração nos cortes dos dentes do grupo 4

Grupo 4	1 mês				
Dente 1	3	3	2		
Dente 2	3	1			
Dente 3	3	2	3		
Dente 4	3	3			
Dente 5	3	3	2		

2.5 Análise quantitativa dos dados

Para a análise do grau de infiltração dentária (variável ordinal com três níveis: 1 a 3), foi ajustado um modelo de regressão ordinal do tipo logístico cumulativo, assumindo um limiar flexível entre as categorias.

A estrutura inicial incluiu efeitos fixos para os fatores “Tempo” (avaliação ao fim de 1 dia vs 1 mês) e “Ácido” (presença vs ausência de tratamento ácido), bem como um efeito aleatório para o fator “Dente”, de modo a considerar a eventual correlação entre medidas repetidas no mesmo espécime.

Contudo, a variância do efeito aleatório revelou-se desprezável, pelo que foi adotado um modelo mais parcimonioso sem interação entre fatores nem efeitos aleatórios, utilizando a função `clm()` do pacote `ordinal` em R. As estimativas marginais e as comparações post-hoc ajustadas foram obtidas através do método de médias marginais (`emmeans`), com correção para múltiplas comparações segundo o método de Sidak. A significância estatística foi estabelecida com um nível de $\alpha = 0,05$, sendo também consideradas tendências consistentes para interpretações exploratórias.

V. RESULTADOS E DISCUSSÃO

1. Resultados

Para o presente estudo, uma amostra de 20 elementos dentários foi processada após coloração com fucsina básica, obtendo-se 67 secções histológicas adequadas para análise. A quantificação da microinfiltração do sistema adesivo experimental foi realizada mediante a observação sob a ampliação a 10x ao estereomicroscópio.

Após este procedimento, cada secção foi classificada de acordo com os parâmetros predefinidos anteriormente.

Para avaliar a influência conjunta do tempo de envelhecimento e da utilização de ácido poliacrílico na microinfiltração, foi realizado um teste de interação entre os fatores “Tempo” (24 horas vs 1 mês) e “Ácido” (com ácido vs sem condicionamento ácido prévio). Compararam-se dois modelos: um modelo com interação entre os fatores e outro sem interação.

Tabela 16: Comparação entre os modelos com e sem interação entre os fatores "Tempo" e "Ácido"

Modelo	Parâmetros	AIC	LogLik	LR χ^2	df	p-valor
Modelo sem interação	5	94.145	-42.072	–	–	–
Modelo com interação	6	96.126	-42.063	0.019	1	0.891

O modelo sem interação apresentou um menor valor de AIC (94.145) em comparação com o modelo com interação (96.126), indicando um melhor ajuste ao conjunto de dados. Além disso, a diferença entre os logaritmos da verosimilhança (LogLik) dos modelos foi mínima (-42.072 vs. -42.063), e o teste do qui-quadrado da razão de verosimilhança (LR χ^2) resultou num valor de 0.019 com um grau de liberdade (df = 1), não sendo estatisticamente significativo (p = 0.891).

Estes resultados sugerem que não há efeito de interação entre o tempo de envelhecimento e o condicionamento ácido prévio na microinfiltração observada. Ou seja, o impacto de cada fator no grau de infiltração ocorre de forma independente. Assim, o modelo sem interação é considerado mais parcimonioso para as análises subsequentes, focando-se na interpretação dos efeitos principais de cada variável experimental.

Após a escolha do modelo sem interação, foram analisados separadamente os efeitos principais dos fatores “Tempo” (1 mês vs 24 horas) e “Ácido” (com vs sem condicionamento prévio) na microinfiltração.

Tabela 17: Coeficientes do modelo ordinal sem interação entre os fatores “Tempo” e “Ácido”

Efeito	Estimativa	Erro Padrão	z	p-valor
Tempo (mês vs dia)	-0.3808	0.5559	-0.685	0.493
Ácido (sim vs não)	-0.2987	0.5523	-0.541	0.589

Os resultados demonstram que nenhum dos dois fatores apresentou um efeito estatisticamente significativo sobre os níveis de microinfiltração observados:

- Para o fator “Tempo”, a estimativa foi de -0.3808 com um erro padrão de 0.5559 e um valor de $p = 0.493$.

Isto indica que, embora os dentes mantidos em estufa por 1 mês tenham apresentado, em média, uma microinfiltração ligeiramente menor do que os observados após apenas 24 horas, essa diferença não é estatisticamente significativa.

- Da mesma forma, o fator “Ácido” apresentou uma estimativa de -0.2987 (erro padrão = 0.5523, $p = 0.589$).

Ou seja, a aplicação prévia de ácido poliacrílico não provocou uma diferença significativa nos padrões de infiltração quando comparada à aplicação direta do adesivo sobre o esmalte intacto.

Estes resultados sugerem que, dentro das condições testadas neste estudo, os coeficientes estimados para “Tempo” e “Ácido” não foram estatisticamente significativos ($p > 0.05$) e a variância do efeito aleatório de “Dente” foi desprezível, o que valida a simplificação do modelo.

Deste modo, é possível confirmar que, neste estudo de investigação, nem o tempo de envelhecimento, nem o uso prévio de condicionamento ácido influenciaram

significativamente a ocorrência de microinfiltração no adesivo experimental aplicado sobre o esmalte.

Com o objetivo de aprofundar a análise, foram realizadas comparações múltiplas entre os diferentes grupos experimentais, conforme o modelo ordinal ajustado sem interação.

As comparações post-hoc analisaram combinações entre os fatores “Tempo de envelhecimento” (24 horas vs. 30 dias) e “Aplicação ou não de ácido” na superfície do esmalte.

Tabela 18: Comparações post-hoc entre os diferentes grupos experimentais no modelo ordinal sem interação

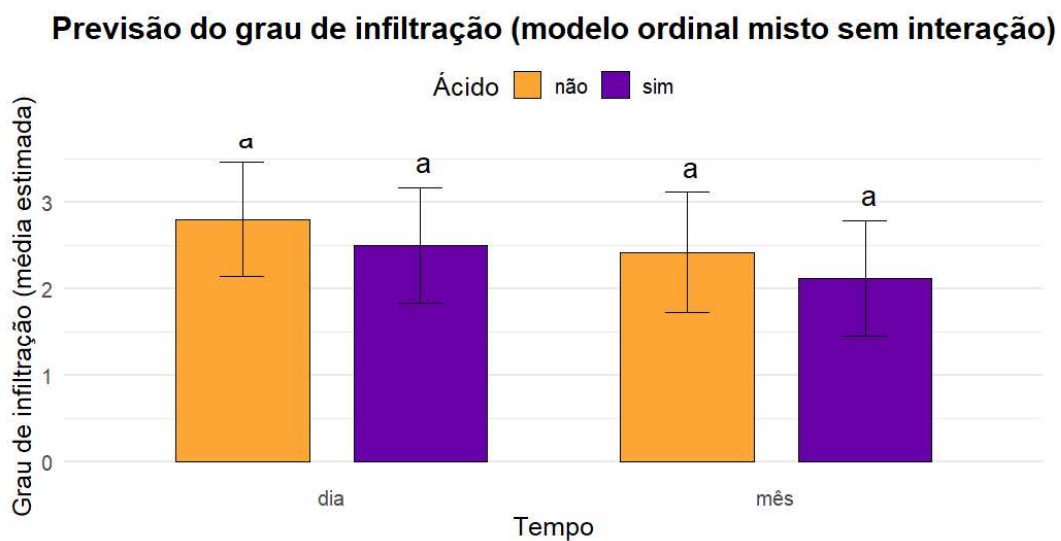
Comparação	Diferença Estimada	Erro Padrão	z	p-valor
dia não - mês não	0.3808	0.556	0.685	0.9028
dia não - dia sim	0.2987	0.552	0.541	0.949
dia não - mês sim	0.6795	0.753	0.902	0.8039
mês não - dia sim	-0.0821	0.813	-0.101	0.9996
mês não - mês sim	0.2987	0.552	0.541	0.949
dia sim - mês sim	0.3808	0.556	0.685	0.9028

Os resultados mostram que nenhuma das comparações apresentou diferenças estatisticamente significativas, com todos os valores de p superiores a 0.80, e muitos acima de 0.90. As diferenças estimadas entre os grupos variaram entre -0.0821 e 0.6795, mas todas se encontram dentro do intervalo de erro padrão, o que reforça a ausência de efeitos relevantes entre as combinações testadas.

- A comparação entre “dia sem ácido” e “mês sem ácido” resultou numa diferença estimada de 0.3808 ($p = 0.9028$), indicando que o tempo não teve impacto significativo quando o ácido não foi utilizado. A maior diferença observada (0.6795), entre “dia sem ácido” e “mês com ácido”, também não foi significativa ($p = 0.8039$).
- A comparação entre “mês com ácido” e “mês sem ácido” revelou uma diferença de 0.2987, mas com $p = 0.949$, reforçando que o uso do ácido não influenciou a infiltração nem após 30 dias de envelhecimento.

Pode-se confirmar após estes resultados, que nenhuma comparação entre os grupos foi estatisticamente significativa após ajuste por comparações múltiplas e que a alteração automática do método de Tukey para Sidak pelo R ocorre porque só é aplicável a um conjunto de comparações pareadas. Ou seja, conferimos que nenhuma combinação específica de tempo e tratamento de superfície resultou em alterações significativas nos padrões de microinfiltração observados.

O gráfico 1 apresenta as médias estimadas do grau de microinfiltração para cada grupo experimental, considerando os dois fatores principais em estudo: o tempo de armazenamento (24 horas ou 30 dias) e o condicionamento prévio de ácido (sim ou não). As médias foram estimadas com base no modelo ordinal misto ajustado, sem interação entre os fatores.



Gráficos 1: Média estimada do grau de infiltração nos diferentes grupos, de acordo com o tempo de envelhecimento e a aplicação prévia de ácido poliacrílico

Visualmente, observa-se uma ligeira tendência de redução da microinfiltração nos grupos envelhecidos durante 1 mês, em comparação com os que foram avaliados após 24 horas. No entanto, esta diferença é pequena, e os intervalos de confiança sobrepostos indicam que não há evidência estatística de variação significativa entre os tempos.

De forma semelhante, os grupos que receberam tratamento com ácido poliacrílico parecem apresentar, em média, valores de infiltração um pouco inferiores aos grupos sem condicionamento prévio. No entanto, mais uma vez, as diferenças são discretas e não estatisticamente significativas.

A atribuição da mesma letra (“a”) a todos os grupos confirma que não foram encontradas diferenças significativas entre as médias previstas. Estes dados estão em consonância com os resultados estatísticos previamente apresentados, tanto no teste de interação como nas análises post-hoc.

Estes resultados reforçam que, no contexto deste estudo, nem o tempo de armazenamento das amostras nem o condicionamento prévio de ácido aplicado no esmalte influenciaram significativamente o grau de microinfiltração do adesivo.

2. Discussão

As superfícies oclusais dos dentes posteriores apresentam variações tanto em profundidade como na sua morfologia. Tais depressões, caracterizam-se por apresentar predominantemente configurações estreitas e trajetos sinuosos, constituindo nichos ecológicos de elevado potencial cariogénico (Prabhakar et al., 2011).

A anatomia complexa, dificulta a remoção eficaz de biofilme e de detritos por métodos mecânicos convencionais. Além disso, fatores como a proximidade da base da fissura à junção amelodentinária, a limitada ação salivar no interior das fissuras e a retenção de biofilme e de resíduos alimentares, potencializam em conjunto um ambiente propício à desmineralização (Burrow et al., 2003).

Os selantes de fissuras constituem uma intervenção preventiva eficaz no controlo da cárie dentária, cuja ação protetora está condicionada à sua capacidade de adesão e permanência na superfície dentária. Por esse motivo, um dos principais problemas enfrentados na prática clínica é o controlo da microinfiltração entre o dente e o material restaurador (Shingare et al., 2022; Gyati et al., 2023).

O presente estudo de investigação, pretende testar a resistência à microinfiltração de um adesivo experimental quando aplicado na superfície oclusal de 20 dentes humanos em dois períodos distintos de armazenamento, 24 horas e 1 mês. Assim como, duas técnicas de aplicação diferentes, com e sem condicionamento ácido prévio na superfície de esmalte.

De acordo com os resultados obtidos, verificou-se a presença de microinfiltração do adesivo experimental em ambos os tempos de armazenamento, quer ao fim de 24 horas, quer após 1 mês de polimerização, o que confirma a hipótese alternativa. Do mesmo modo, a infiltração foi observada independentemente do método de aplicação, a presença ou ausência de condicionamento ácido prévio, reforçando igualmente a hipótese alternativa. Assim, com base nos dados desta investigação, rejeita-se as hipóteses nulas formuladas.

No presente trabalho de investigação, foram fornecidos pelo banco de dentes da Clínica universitária Egas Moniz, um total de 20 terceiros molares que cumprissem os seguintes requisitos: dentes hígidos, sem função mastigatória e que tivessem sido removidos por indicação ortodôntica ou periodontal. Os critérios de inclusão utilizados foram adotados

de estudos realizados por *Delme et al.*, *Arastoo et al.* e *Shingare et al.* (Delme et al., 2005; Arastoo et al., 2019; Shingare et al., 2022).

Para garantir a adequada preparação dos dentes, estes foram desinfetados por uma solução de peróxido de hidrogénio, à semelhança do estudo de *Salunke et al.* e de seguida, através de curetas periodontais Gracey (Deppeler™), realizou-se a remoção de todos os tecidos moles em volta da estrutura dentária (Ceballos et al., 2001; Bahrololoomi et al., 2011; Salunkhe et al., 2022).

Arastoo et al. e *Germán-Cecilia et al.*, nos seus trabalhos experimentais, conservaram as suas amostras, numa solução de timol mantida sob refrigeração a 4°C. No presente estudo de investigação, procedeu-se à semelhança destes estudos, conservando as peças dentárias nesta solução por um período máximo de seis meses, com o propósito de garantir a preservação das suas características estruturais (Germán-Cecilia et al., 2018; Arastoo et al., 2019).

Antes da aplicação do adesivo, todos os dentes foram submetidos a um selamento radicular com verniz de unhas, o qual foi aplicado de forma homogénea em toda a extensão da superfície radicular. Este procedimento teve como objetivo criar uma barreira impermeável, cuja função foi impedir a infiltração de fluidos pelo interior do sistema de canais radiculares (Nahvi et al., 2018; Butail et al., 2020; Prabahar et al., 2022).

Neste estudo experimental, metade dos grupos receberam condicionamento ácido antes da aplicação do adesivo. Deste modo, nos grupos 1A e 3A, foi aplicado ácido poliacrílico a 20%, que atuou sobre a superfície do esmalte durante 1 minuto. Após este período, o ácido foi removido através de uma lavagem vigorosa com água e seco com jato de ar. Esta abordagem, assemelha-se à utilizada em estudos anteriores realizados por *Do Couto et al.*, *Nahvi et al.*, *Bartaria et al.* e *Rohini et al.* que por sua vez, também dividiram a sua amostra, onde metade dos grupos foi realizado o condicionamento ácido e na restante metade não, para que pudesse ser comparada a retenção do adesivo ao esmalte nos diferentes métodos. Nos demais grupos, grupo 2 e 4, o adesivo foi aplicado diretamente sobre o esmalte, sem qualquer tratamento de superfície prévio (Do Couto et al., 2016; Nahvi et al., 2018; Bartaria et al., 2024; Rohini et al., 2024).

Com o objetivo de manter a uniformidade do protocolo, todas as etapas laboratoriais foram conduzidas por uma única pessoa, aplicando-se o mesmo adesivo experimental em todos os grupos, de acordo com as orientações do fabricante.

Posteriormente à aplicação do adesivo em toda a amostra, os grupos foram imersos em recipientes com água destilada e colocados numa estufa de incubação regulada à temperatura de 37°C, simulando as condições fisiológicas da cavidade oral (Rahimian-Imam et al., 2015; Memarpour et al., 2022).

O período de incubação das amostras em estufa, foi estabelecido de forma diferenciada entre os grupos experimentais, conforme descrito em estudos prévios de *Kuşgöz et al.*, *Seraj et al.* e *Li et al.*, sendo adotados os mesmos intervalos de tempo na presente investigação. Os grupos 1A e 2 foram retirados da estufa após 24 horas de envelhecimento. Paralelamente, os grupos 3A e 4 permaneceram na estufa durante um período de 30 dias (Kuşgöz et al., 2010; Seraj et al., 2019; Li et al., 2021).

Para avaliação da microinfiltração, os espécimes foram retirados da água destilada após o seu período de envelhecimento e submersos numa solução de fucsina básica a 0,5%. Após este procedimento, as amostras foram recolocadas em estufa à temperatura de 37°C, durante um período de 24 horas. Este procedimento permite a penetração do corante em eventuais falhas de adaptação na interface entre o selante e o esmalte. Da mesma maneira, autores como, *Ceballos et al.*, *Seraj et al.* e *Li et al.*, realizaram o mesmo procedimento nos seus trabalhos laboratoriais (Ceballos et al., 2001; Seraj et al., 2019; Li et al., 2021).

Após a fase de impregnação do corante, de modo a serem removidos excesso de fucsina básica, as amostras foram passadas por água corrente e procedeu-se à secagem de cada grupo. De seguida, as amostras foram incluídas em resina acrílica, ClaroCit Kit™, inspirado no protocolo estabelecido por *Rahimian-Imam et al.* e *Arastoo et al.*, que utilizaram uma resina com características similares. Esta etapa foi essencial, a fim de viabilizar a secção das amostras num micrótomo de tecidos duros (Accutom-50™) (Rahimian-Imam et al., 2015; Arastoo et al., 2019).

Cada dente sofreu cortes longitudinais no sentido vestibulo-lingual, quando submetido a um disco diamantado acoplado a um sistema de irrigação constante com água destilada (Isomet™, Buehler), à semelhança da abordagem executada nos estudos de

Bahrololoomi et al., Waghmode et al. e Bartaria et al. (Bahrololoomi et al., 2011; Waghmode et al., 2023; Bartaria et al., 2024).

Seguindo metodologias previamente realizadas por *Corona et al., Delme et al. e Memarpour et al.* para a análise, foram selecionadas três secções de 1 mm de espessura por cada dente seccionado (Corona et al., 2003; Delme et al., 2005; Memarpour et al., 2022).

Para diminuir potenciais viés dos resultados, cada secção foi analisada em ambas as faces por dois examinadores independentes. As observações foram realizadas através de um estereomicroscópio (SMZ800N™, Nikon) com ampliação de 10x, conforme alinhado com as metodologias de *Hosseini-pour et al. e Salunkhe et al.* (Hosseini-pour et al., 2019; Salunkhe et al., 2022).

O sistema de classificação empregue foi ajustado baseado nos critérios propostos por *Nahvi et al., Prabahar et al. e Tehrani et al.*, porém com a redução de um parâmetro, optou-se por utilizar apenas três categorias de análise da microinfiltração, em contraste com os quatro parâmetros originalmente descritos na literatura referenciada (Tehrani et al., 2014; Nahvi et al., 2018; Prabahar et al., 2022).

Após a classificação da amostra, todos os dados obtidos foram analisados, e concluiu-se que nem o tempo de armazenamento (1 dia vs 1 mês), nem o uso de ácido apresentaram efeitos significativos no grau de infiltração dentária. Isto é reforçado pelos resultados dos testes de Wald ($p = 0.493$ para tempo; $p = 0.589$ para ácido) e pela ausência de significância nos contrastes post-hoc.

Apesar de não estatisticamente significativas, as estimativas negativas sugerem uma tendência de menor infiltração com o uso de ácido e com exposição por 1 mês.

O presente estudo, realizado in vitro, apresenta limitações inerentes à metodologia, uma vez que não reproduz fielmente as condições clínicas reais, particularmente no que diz respeito à possível contaminação salivar. Diante disso, recomenda-se a realização de estudos in vivo sob condições de contaminação salivar controlada, que avaliem a interação desses materiais com o ambiente oral.

Por outro lado, em futuras investigações devido à diferença estimada entre “dia não ácido” e “mês ácido sim” foi a maior observada (0.6795), embora com $p = 0.8039$, não significativa, poderia ser considerada a ampliação da amostra, assim como a extensão do período de envelhecimento dos espécimes, através de ensaios de termociclagem.

Embora os resultados não sustentem uma conclusão definitiva sobre os efeitos testados, o padrão consistente de menor infiltração nos grupos "ácido" e "1 mês" poderá justificar estudos futuros com maior poder estatístico. Alternativamente, a utilização de métodos de avaliação quantitativa contínua da infiltração poderá aumentar a sensibilidade dos testes.

VI. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, conclui-se que o adesivo experimental, quando aplicado como selante:

-Em relação ao tempo de armazenamento em estufa:

Às 24 horas, o adesivo experimental apresenta uma maior microinfiltração em relação aos grupos armazenados durante um 1 mês em estufa.

-Em relação à aplicação do adesivo experimental:

Os grupos condicionados previamente com ácido poliacrílico apresentam uma menor microinfiltração em comparação com os grupos que o adesivo experimental foi aplicado diretamente na superfície do esmalte.

A presença de infiltração em todos os grupos, ainda que sem diferenças significativas entre eles, indica que nenhuma das abordagens testadas foi capaz de eliminar por completo a microinfiltração, confirmando-se as hipóteses alternativas e rejeitando-se as hipóteses nulas, às 24 horas e a 1 mês.

VII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abdullah Alsadon O. (2022). Adhesion concepts and techniques for laboratory-processed indirect dental restorations. *The Saudi dental journal*, 34(8), 661–668. <https://doi.org/10.1016/j.sdentj.2022.09.007>

AbdulRaheem Y. (2023). Unveiling the Significance and Challenges of Integrating Prevention Levels in Healthcare Practice. *Journal of primary care & community health*, 14, 21501319231186500. <https://doi.org/10.1177/21501319231186500>

Abuzenada B. M. (2021). Attitude of Dental Students towards the Rubber Dam Use in Operative Dentistry. *Journal of pharmacy & bioallied sciences*, 13(Suppl 1), S637–S641. https://doi.org/10.4103/jpbs.JPBS_764_20

Ahovuo-Saloranta, A., Forss, H., Walsh, T., Nordblad, A., Mäkelä, M., & Worthington, H. V. (2017). Pit and fissure sealants for preventing dental decay in permanent teeth. *The Cochrane database of systematic reviews*, 7(7), CD001830. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD001830.pub5>

Aljehani, W., Almakinah, A., Alshahri, A., Albluwy, O., Alamray, S., Alaiyed, A., Alqahtani, M., Faqiehi, S., Alasmari, N., Alkhalidi, A., & Alenazy, F. (2023). Microleakage among different dental restorative materials: Causes, detection, and impact on marginal integrity. *Journal of Healthcare Sciences*, 3(11), Article JOHS2023000741. <https://doi.org/10.52533/JOHS.2023.31106>

Al-Mosawi, M., Davis, G. R., Bushby, A., Montgomery, J., Beaumont, J., & Al-Jawad, M. (2018). Crystallographic texture and mineral concentration quantification of developing and mature human incisal enamel. *Scientific reports*, 8(1), 14449. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-32425-y>

Alsaeed A. Y. (2022). Bonding CAD/CAM materials with current adhesive systems: An overview. *The Saudi dental journal*, 34(4), 259–269. <https://doi.org/10.1016/j.sdentj.2022.03.005>

Alster, D., Feilzer, A. J., de Gee, A. J., & Davidson, C. L. (1997). Polymerization contraction stress in thin resin composite layers as a function of layer thickness. *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials*, 13(3), 146–150. [https://doi.org/10.1016/S0109-5641\(97\)80115-7](https://doi.org/10.1016/S0109-5641(97)80115-7)

Altaf, G., Garg, S., Saraf, B. G., Sheoran, N., Beg, A., & Anand, M. (2019). Clinical study of pit and fissure morphology and its relationship with caries prevalence in young permanent first molars. *Journal of South Asian Association of Pediatric Dentistry*, 2(2), 56–60. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10077-3032>

Amend, S., Boutsiouki, C., Winter, J., Kloukos, D., Frankenberger, R., & Krämer, N. (2024). Clinical effectiveness of pit and fissure sealants in primary and permanent teeth of children and adolescents: an umbrella review. *European archives of paediatric dentistry : official journal of the European Academy of Paediatric Dentistry*, 25(3), 289–315. <https://doi.org/10.1007/s40368-024-00876-9>

Antonson, S. A., Antonson, D. E., Brener, S., Crutchfield, J., Larumbe, J., Michaud, C., Yazici, A. R., Hardigan, P. C., Alempour, S., Evans, D., & Ocanto, R. (2012). Twenty-four month clinical evaluation of fissure sealants on partially erupted permanent first molars: Glass ionomer versus resin-based sealant. *Journal of the American Dental Association*, 143(2), 115–122. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.2012.0102>

Arastoo, S., Behbudi, A., & Rakhshan, V. (2019). In Vitro Microleakage Comparison of Flowable Nanocomposites and Conventional Materials Used in Pit and Fissure Sealant Therapy. *Frontiers in dentistry*, 16(1), 21–30. <https://doi.org/10.18502/fid.v16i1.1105>

Arinelli, A. M. D., Pereira, K. F., Prado, N. A. S., & Rabello, T. B. (2016). Sistemas adesivos atuais. *Revista Brasileira de Odontologia*, 73(3), 242–246.

Bahrololoomi, Z., Soleymani, A., & Heydari, Z. (2011). In vitro comparison of microleakage of two materials used as pit and fissure sealants. *Journal of dental research, dental clinics, dental prospects*, 5(3), 83–86. <https://doi.org/10.5681/joddd.2011.019>

Bangash, M., Humayun, M., Anser, M., Chaudhary, F. A., Arjumand, B., & Alharkan, H. M. (2023). Microleakage Assessment of Different Preparation Techniques and Pit and Fissure Sealants in Permanent Molars. *Cureus*, 15(12), e50382. <https://doi.org/10.7759/cureus.50382>

Barja-Fidalgo F, Maroun S, de Oliveira BH. Effectiveness of a glass ionomer cement used as a pit and fissure sealant in recently erupted permanent first molars. *J Dent Child (Chic)*. 2009 Jan-Apr;76(1):34-40. PMID: 19341577.

- Barkmeier, W. W., Erickson, R. L., Kimmes, N. S., Latta, M. A., & Wilwerding, T. M. (2009). Effect of enamel etching time on roughness and bond strength. *Operative dentistry*, 34(2), 217–222. <https://doi.org/10.2341/08-72>
- Bartaria, P., Sharma, P., Sogi, H. P., Jain, M., Shahi, P., & Kapoor, R. (2024). Comparative evaluation of microleakage and penetration depth of ACP containing pit and fissure sealant and flowable composite - An *in-vitro* study. *Journal of clinical and experimental dentistry*, 16(8), e1027–e1032. <https://doi.org/10.4317/jced.61756>
- Baygin, O., Korkmaz, F. M., & Arslan, I. (2012). Effects of different types of adhesive systems on the microleakage of compomer restorations in Class V cavities prepared by Er,Cr:YSGG laser in primary teeth. *Dental materials journal*, 31(2), 206–214. <https://doi.org/10.4012/dmj.2011-133>
- 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>
- Beltrán-Aguilar, E. D., Barker, L. K., Canto, M. T., Dye, B. A., Gooch, B. F., Griffin, S. O., Hyman, J., Jaramillo, F., Kingman, A., Nowjack-Raymer, R., Selwitz, R. H., Wu, T., & Centers for Disease Control and Prevention (CDC) (2005). Surveillance for dental caries, dental sealants, tooth retention, edentulism, and enamel fluorosis--United States, 1988-1994 and 1999-2002. *Morbidity and mortality weekly report. Surveillance summaries (Washington, D.C. : 2002)*, 54(3), 1–43.
- Beniash, E., Stifler, C. A., Sun, C. Y., Jung, G. S., Qin, Z., Buehler, M. J., & Gilbert, P. U. P. A. (2019). The hidden structure of human enamel. *Nature communications*, 10(1), 4383. <https://doi.org/10.1038/s41467-019-12185-7>
- Bernardes, A. L. B., Dietrich, L., & França, M. M. C. de F. (2021). Early childhood caries or early childhood caries: a narrative review. *Research, Society and Development*, 10(14), e268101422093. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i14.22093>
- Bowen W. H. (1972). Dental caries. *Archives of disease in childhood*, 47(256), 849–853. <https://doi.org/10.1136/adc.47.256.849>

Braga, M. M., Mendes, F. M., & Ekstrand, K. R. (2010). Detection, activity assessment and diagnosis of dental caries lesions. *Dental Clinics of North America*, 54(3), 479–493. <https://doi.org/10.1016/j.cden.2010.03.006>

Burrow, J., Burrow, M. and Makinson, O. (2003), Pits and fissures: Relative space contribution in fissures from sealants, prophylaxis pastes and organic remnants. *Australian Dental Journal*, 48: 175-179. <https://doi.org/10.1111/j.1834-7819.2003.tb00028.x>

Butail, A., Dua, P., Mangla, R., Saini, S., Chauhan, A., & Rana, S. (2020). Evaluation of Marginal Microleakage and Depth of Penetration of Different Materials Used as Pit and Fissure Sealants: An In Vitro Study. *International journal of clinical pediatric dentistry*, 13(1), 38–42. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10005-1742>

Calheiros, F. C., Sadek, F. T., Braga, R. R., & Cardoso, P. E. C. (2004). Polymerization contraction stress of low-shrinkage composites and its correlation with microleakage in class V restorations. *Journal of Dentistry*, 32(5), 407–412. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2004.01.014>

Carvalho J. C. (2014). Caries process on occlusal surfaces: evolving evidence and understanding. *Caries research*, 48(4), 339–346. <https://doi.org/10.1159/000356307>

Cashmore, A. W., Phelan, C., & Blinkhorn, A. S. (2010). Dental caries in children. *NSW Public Health Bulletin*, 21(7–8), 184–185. <https://doi.org/10.1071/NB09043>

Ceballos, L., Osorio, R., Toledano, M., & Marshall, G. W. (2001). Microleakage of composite restorations after acid or Er-YAG laser cavity treatments. *Dental Materials*, 17(4), 340–346. [https://doi.org/10.1016/S0109-5641\(00\)00092-0](https://doi.org/10.1016/S0109-5641(00)00092-0)

Chacón Gahona, K. B., Morales Bravo, B. R., Vintimilla Coronel, S. E., & Sarmiento Criollo, P. F. (2023). Evolución y efectividad de los sistemas adhesivos de séptima y octava generación en restauraciones directas. una revisión [Evolution and effectiveness of seventh and eighth generation adhesive systems in direct restorations. a review]. *Revista científica odontologica (Universidad Científica del Sur)*, 11(4), e178. <https://doi.org/10.21142/2523-2754-1104-2023-178>

- Choi, S. M., Choi, G. W., Choi, K. K., Park, S. J. (2002). Effects of cavity configuration on bond strength and microleakage of composite restoration. *Restorative Dentistry & Endodontics*, 27(5), 479–487.
- Chun, K., Choi, H., & Lee, J. (2014). Comparison of mechanical property and role between enamel and dentin in the human teeth. *Journal of dental biomechanics*, 5, 1758736014520809. <https://doi.org/10.1177/1758736014520809>
- Colombo, S., & Beretta, M. (2018). Dental sealants. Part 3: Which material? Efficiency and effectiveness. *European Journal of Paediatric Dentistry*, 19(3), 247–249. <https://doi.org/10.23804/ejpd.2018.19.03.15>
- Cooper, P. R., Holder, M. J., & Smith, A. J. (2014). Inflammation and regeneration in the dentin-pulp complex: A double-edged sword. *Journal of Endodontics*, 40(4 Suppl), S46–S51. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2014.01.021>
- Corona, S.A.M., Borsatto, M.C., Pecora, J.D., De Sá Rocha, R.A.S., Ramos, T.S. and PALMA-Dibb, R.G. (2003), Assessing microleakage of different class V restorations after Er:YAG laser and bur preparation. *Journal of Oral Rehabilitation*, 30: 1008-1014. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2842.2003.01173.x>
- Couto, A. M., Alevato, A. B., Andrade, C. O., Devito, K. L., & Salvio, L. A. (2016). Análise da microinfiltração de restaurações em dentes posteriores hibridizados com adesivo autocondicionante após armazenagem. *Revista Portuguesa de Estomatologia, Medicina Dentária e Cirurgia Maxilofacial*, 57(1), 46–50. <https://doi.org/10.1016/j.rpemd.2015.12.004>
- Cox C. F. (1994). Evaluation and treatment of bacterial microleakage. *American journal of dentistry*, 7(5), 293–295.
- Cvikl, B., Moritz, A., & Bekes, K. (2018). Pit and Fissure Sealants-A Comprehensive Review. *Dentistry journal*, 6(2), 18. <https://doi.org/10.3390/dj6020018>
- Davidson, C. L., & Feilzer, A. J. (1997). Polymerization shrinkage and polymerization shrinkage stress in polymer-based restoratives. *Journal of Dentistry*, 25(6), 435–440. [https://doi.org/10.1016/S0300-5712\(96\)00063-2](https://doi.org/10.1016/S0300-5712(96)00063-2)

Dean JA. McDonald and Avery's Dentistry for the Child and Adolescent. 10th ed. Elsevier Health Sciences: Amsterdam,; 2016

DELME, K.I.M., DEMAN, P.J. and DE MOOR, R.J.G. (2005), Microleakage of class V resin composite restorations after conventional and Er:YAG laser preparation. *Journal of Oral Rehabilitation*, 32: 676-685. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2842.2005.01550.x>

Duverger, O., Beniash, E., & Morasso, M. I. (2016). Keratins as components of the enamel organic matrix. *Matrix biology : journal of the International Society for Matrix Biology*, 52-54, 260–265. <https://doi.org/10.1016/j.matbio.2015.12.007>

Eick JD, Gwinnett AJ, Pashley DH, Robinson SJ. Current Concepts On Adhesion To Dentin. *Critical Reviews in Oral Biology & Medicine*. 1997;8(3):306-335. doi:[10.1177/10454411970080030501](https://doi.org/10.1177/10454411970080030501)

Elliott, J. C., Wong, F. S. L., Anderson, P., Davis, G. R., & Dowker, S. E. P. (1998). Determination of Mineral Concentration in Dental Enamel from X-ray Attenuation Measurements. *Connective Tissue Research*, 38(1–4), 61–72. <https://doi.org/10.3109/03008209809017022>

Erickson, R. L., Barkmeier, W. W., & Latta, M. A. (2009). The role of etching in bonding to enamel: a comparison of self-etching and etch-and-rinse adhesive systems. *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials*, 25(11), 1459–1467. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2009.07.002>

Fabianelli, A., Pollington, S., Davidson, C. L., Cagidiaco, M. C., Goracci, C. (2007). The Relevance of Micro-leakage Studies. *International Dentistry SA*.

Farci, F., & Soni, A. (2023). Histology, Tooth. In *StatPearls*. StatPearls Publishing.

Farooq, I., & Bugshan, A. (2020). The role of salivary contents and modern technologies in the remineralization of dental enamel: a narrative review. *F1000Research*, 9, 171. <https://doi.org/10.12688/f1000research.22499.3>

Featherstone, J. (2008), *Cárie dentária: um processo dinâmico de doença*. *Australian Dental Journal*, 53: 286-291. <https://doi.org/10.1111/j.1834-7819.2008.00064.x>

- Ferrazzano, G. F., Ingenito, A., Alcidi, B., Sangianantoni, G., Schiavone, M. G., & Cantile, T. (2017). In vitro performance of ultrasound enamel preparation compared with classical bur preparation on pit and fissure sealing. *European Journal of Paediatric Dentistry*, 18(4), 263–267. <https://doi.org/10.23804/ejpd.2017.18.04.01>
- Filipe, R., & Aguiar, P. (2018). Oral Health - Factors of Non-Adherence to Dental Vouchers: A Case-Control Study. *Acta Médica Portuguesa*, 31(6), 303–311. <https://doi.org/10.20344/amp.9640>
- Forss, H. and Halme, E. (1998), Retention of a glass ionomer cement and a resin-based fissure sealant and effect on carious outcome after 7 years. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, 26: 21-25. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0528.1998.tb01919.x>
- Geiger, S. B., Gulayev, S., & Weiss, E. I. (2000). Improving fissure sealant quality: Mechanical preparation and filling level. *Journal of Dentistry*, 28(6), 407–412. [https://doi.org/10.1016/S0300-5712\(00\)00016-6](https://doi.org/10.1016/S0300-5712(00)00016-6)
- Germán-Cecilia C, Gallego Reyes SM, Pérez Silva A, Serna Muñoz C, Ortiz-Ruiz AJ (2018) Microleakage of conventional light-cure resin-based fissure sealant and resin-modified glass ionomer sealant after application of a fluoride varnish on demineralized enamel. *PLoS ONE* 13(12): e0208856. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0208856>
- Glimcher, M. J., Brickley-Parsons, D., & Levine, P. T. (1977). Studies of enamel proteins during maturation. *Calcified tissue research*, 24(3), 259–270. <https://doi.org/10.1007/BF02223326>
- 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>
- Gyati, O., Jain, M., Sogi, S., Shahi, P., Sharma, P., & Ramesh, A. (2023). Clinical Evaluation of Retention of Hydrophilic and Hydrophobic Pit and Fissure Sealants in Permanent First Molars: An 18 Months Follow-up: Randomized Controlled Trial. *International journal of clinical pediatric dentistry*, 16(2), 350–356. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10005-2578>

Hardan, L., Bourgi, R., Cuevas-Suárez, C. E., Devoto, W., Zarow, M., Monteiro, P., Jakubowicz, N., Zoghbi, A. E., Skaba, D., Mancino, D., Kharouf, N., Haïkel, Y., & Lukomska-Szymanska, M. (2023). Effect of Different Application Modalities on the Bonding Performance of Adhesive Systems to Dentin: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Cells*, 12(1), 190. <https://doi.org/10.3390/cells12010190>

Hegde, P., Sharma, A., Sowmya, K., Pasula, S. L., Sharath, N., & Singh, M. M. (2022). Pit and fissure sealants: Review of literature. *International Journal of Health Sciences*, 6(S6), 3354–3360. <https://doi.org/10.53730/ijhs.v6nS6.10391>

Honkala E. (2014). Primary oral health care. *Medical principles and practice : international journal of the Kuwait University, Health Science Centre*, 23 Suppl 1(Suppl 1), 17–23. <https://doi.org/10.1159/000357916>

Hosseini-pour, Z. S., Heidari, A., Shahrabi, M., & Poorzandpoush, K. (2019). Microleakage of a Self-Adhesive Flowable Composite, a Self-Adhesive Fissure Sealant and a Conventional Fissure Sealant in Permanent Teeth with/without Saliva Contamination. *Frontiers in dentistry*, 16(4), 239–247. <https://doi.org/10.18502/fid.v16i4.2082>

Hovorakova, M., Lesot, H., Peterka, M., & Peterkova, R. (2018). Early development of the human dentition revisited. *Journal of anatomy*, 233(2), 135–145. <https://doi.org/10.1111/joa.12825>

Jheon, A. H., Seidel, K., Biehs, B., & Klein, O. D. (2013). From molecules to mastication: the development and evolution of teeth. *Wiley interdisciplinary reviews. Developmental biology*, 2(2), 165–182. <https://doi.org/10.1002/wdev.63>

Juntavee, A., Juntavee, N., Chaisuntitrakoon, A., Millstein, P. L., & Abedian, B. (2023). Microleakage and penetration capability of various pit and fissure sealants upon different sealant application techniques. *Journal of clinical and experimental dentistry*, 15(10), e810–e820. <https://doi.org/10.4317/jced.60577>

Kakino, K., Endo, K., Hashimoto, M., Furuta, K., & Ohno, H. (2014). Visualization study on distortion of a metal frame by polymerization shrinkage and thermal contraction of resin. *Dental Materials Journal*, 33(1), 118–124. <https://doi.org/10.4012/dmj.2013-198>

Kassebaum NJ, Bernabé E, Dahiya M, Bhandari B, Murray CJL, Marcenes W. Global Burden of Untreated Caries: A Systematic Review and Metaregression. *Journal of Dental Research*. 2015;94(5):650-658. doi:[10.1177/0022034515573272](https://doi.org/10.1177/0022034515573272)

Katona, A., & Barrak, I. (2016). Comparison of composite restoration techniques. *Interdisciplinary Description of Complex Systems*, 14(1), 101–115. <https://doi.org/10.7906/indecs.14.1.10>

Kellesarian S. V. (2018). Flipping the Dental Anatomy Classroom. *Dentistry journal*, 6(3), 23. <https://doi.org/10.3390/dj6030023>

Khoroushi, M., & Kachuie, M. (2017). Prevention and Treatment of White Spot Lesions in Orthodontic Patients. *Contemporary clinical dentistry*, 8(1), 11–19. https://doi.org/10.4103/ccd.ccd_216_17

Kidd, E. A. M. (1976). Microleakage: A review. *Journal of Dentistry*, 4(5), 199–206. [https://doi.org/10.1016/0300-5712\(76\)90048-8](https://doi.org/10.1016/0300-5712(76)90048-8)

Kisling, L. A., & Das, J. M. (2023). Prevention Strategies. In *StatPearls*. StatPearls Publishing.

Kumar, S., & Preetha, G. (2012). Health promotion: an effective tool for global health. *Indian journal of community medicine: official publication of Indian Association of Preventive & Social Medicine*, 37(1), 5–12. <https://doi.org/10.4103/0970-0218.94009>

Kuşgöz, A., Tüzüner, T., Ülker, M., Kemer, B., & Saray, O. (2010). Conversion degree, microhardness, microleakage and fluoride release of different fissure sealants. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, 4(1), 134–139. <https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2010.07.008>

Kwan, S. Y., Petersen, P. E., Pine, C. M., & Borutta, A. (2005). Health-promoting schools: an opportunity for oral health promotion. *Bulletin of the World Health Organization*, 83(9), 677–685.

Lacruz, R. S., Habelitz, S., Wright, J. T., & Paine, M. L. (2017). DENTAL ENAMEL FORMATION AND IMPLICATIONS FOR ORAL HEALTH AND DISEASE. *Physiological reviews*, 97(3), 939–993.

<https://doi.org/10.1152/physrev.00030.2016>

Li, X. L., Fan, W., & Fan, B. (2024). Dental pulp regeneration strategies: A review of status quo and recent advances. *Bioactive materials*, 38, 258–275.

<https://doi.org/10.1016/j.bioactmat.2024.04.031>

Liao, H., Huang, Y., Zhou, X., Zhu, C., Han, S., Wang, H., Xu, H. H. K., Ren, B., & Cheng, L. (2021). Intelligent pH-responsive dental sealants to prevent long-term microleakage. *Dental Materials*, 37(10), 1529–1541.

<https://doi.org/10.1016/j.dental.2021.08.002>

Lisbeth Holmen, A. Thylstrup, B. Øgaard, F. Kragh; A Scanning Electron Microscopic Study of Progressive Stages of Enamel Caries in vivo. *Caries Res* 1 April 1985; 19 (4): 355–367. <https://doi.org/10.1159/000260867>

Lopes, P. C., Carvalho, T., Gomes, A. T. P. C., Veiga, N., Blanco, L., Correia, M. J., & Mello-Moura, A. C. V. (2024). White spot lesions: diagnosis and treatment - a systematic review. *BMC oral health*, 24(1), 58. <https://doi.org/10.1186/s12903-023-03720-6>

Malcangi, G., Patano, A., Morolla, R., De Santis, M., Piras, F., Settanni, V., Mancini, A., Di Venere, D., Inchingolo, F., Inchingolo, A. D., Dipalma, G., & Inchingolo, A. M. (2023). Analysis of Dental Enamel Remineralization: A Systematic Review of Technique Comparisons. *Bioengineering (Basel, Switzerland)*, 10(4), 472.

<https://doi.org/10.3390/bioengineering10040472>

Mandel, I. D. (1989). The role of saliva in maintaining oral homeostasis. *Journal of the American Dental Association*, 119(2), 298–304. [https://doi.org/10.1016/S0002-8177\(89\)92017-5](https://doi.org/10.1016/S0002-8177(89)92017-5)

Marsh P. D. (1994). Microbial ecology of dental plaque and its significance in health and disease. *Advances in dental research*, 8(2), 263–271.

<https://doi.org/10.1177/08959374940080022001>

Memarpour, M., Abedinzade, A., Rafiee, A. *et al.* Penetration ability and microhardness of infiltrant resin and two pit and fissure sealants in primary teeth with early enamel lesions. *Sci Rep* **12**, 4652 (2022). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-08725-9>

Menzies, Kara L.*; Jones, Lyndon†. The Impact of Contact Angle on the Biocompatibility of Biomaterials. *Optometry and Vision Science* **87**(6):p 387-399, June 2010. | DOI: 10.1097/OPX.0b013e3181da863e

Miao, C., Yang, X., Wong, M. C., Zou, J., Zhou, X., Li, C., & Wang, Y. (2021). Rubber dam isolation for restorative treatment in dental patients. *The Cochrane database of systematic reviews*, **5**(5), CD009858. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD009858.pub3>

Morris, A. L., & Tadi, P. (2023). Anatomy, Head and Neck, Teeth. In *StatPearls*. StatPearls Publishing.

Muliyar, S., Shameem, K. A., Thankachan, R. P., Francis, P. G., Jayapalan, C. S., & Hafiz, K. A. (2014). Microleakage in endodontics. *Journal of international oral health : JIOH*, **6**(6), 99–104.

Naaman, R., El-Housseiny, A. A., & Alamoudi, N. (2017). The Use of Pit and Fissure Sealants-A Literature Review. *Dentistry journal*, **5**(4), 34.

Nagarkar, S., Theis-Mahon, N., & Perdigão, J. (2019). Universal dental adhesives: Current status, laboratory testing, and clinical performance. *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials*, **107**(6), 2121–2131. <https://doi.org/10.1002/jbm.b.34305>

Nahvi, A., Razavian, A., Abedi, H., & Charati, J. Y. (2018). A comparison of microleakage in self-etch fissure sealants and conventional fissure sealants with total-etch or self-etch adhesive systems. *European journal of dentistry*, **12**(2), 242–246. https://doi.org/10.4103/ejd.ejd_63_18

Nyvad, B., Machiulskiene, V., & Baelum, V. (1999). Reliability of a new caries diagnostic system differentiating between active and inactive caries lesions. *Caries research*, **33**(4), 252–260. <https://doi.org/10.1159/000016526>

Oliveira, G. J. P. L., Foggi, C. C., Silva, M. A. B., Souza, J. A. C., Reis, J. I. L., & Santos, L. M. (2012). Efeito da aplicação de adesivos de 2 passos e autocondicionantes fotoativados por luz halógena ou LED na microinfiltração marginal: Estudo in vitro. *Revista Odontológica do Brasil Central*, 21(58), 576–579.

Oliveira, S. S. A., Pugach, M. K., Hilton, J. F., Watanabe, L. G., Marshall, S. J., & Marshall Jr., G. W. (2003). The influence of the dentin smear layer on adhesion: A self-etching primer vs. a total-etch system. *Dental Materials*, 19(8), 758–767. [https://doi.org/10.1016/S0109-5641\(03\)00023-X](https://doi.org/10.1016/S0109-5641(03)00023-X)

Ortigara, G. A., Prado, M., Lopes, R. T., Dos Santos, B. C., & Gusman, H. (2020). Micro-computed tomographic evaluation of smear layer and accumulated hard tissue debris removal. *Journal of conservative dentistry : JCD*, 23(3), 249–253. https://doi.org/10.4103/JCD.JCD_293_20

Pandya, M., & Diekwisch, T. G. H. (2019). Enamel biomimetics-fiction or future of dentistry. *International journal of oral science*, 11(1), 8. <https://doi.org/10.1038/s41368-018-0038-6>

Pashley, D. H., Livingston, M. J., & Greenhill, J. D. (1978). Regional resistances to fluid flow in human dentine in vitro. *Archives of Oral Biology*, 23(9), 807–810. [https://doi.org/10.1016/0003-9969\(78\)90159-0](https://doi.org/10.1016/0003-9969(78)90159-0)

Passos IA, Costa JDMC, Melo JM, Forte FDS, Sampaio FC. Defeitos do esmalte: etiologia, características clínicas e diagnóstico diferencial. *Rev Inst Ciênc Saúde*. 2007; 25(2):187-92.

Perdigao, Jorge & Lambrechts, Paul & Van Meerbeek, Bart & Braem, Marc & Yildiz, Esra & Yücel, T & Vanherle, Guido. (1996). The Interaction of Adhesives Systems With Human Dentin. *American journal of dentistry*. 9. 167-73.

Perdigão, J. (2007). *New Developments in Dental Adhesion*. *Dental Clinics of North America*, 51(2), 333–357. doi:10.1016/j.cden.2007.01.001

Perdigão J. (2020). Current perspectives on dental adhesion: (1) Dentin adhesion - not there yet. *The Japanese dental science review*, 56(1), 190–207. <https://doi.org/10.1016/j.jdsr.2020.08.004>

- Pereira, C., Veiga, N., Amaral, O., & Pereira, J. (2013). Comportamentos de saúde oral em adolescentes portugueses. *Revista Portuguesa de Saúde Pública*, 31(2), 158-165. <https://doi.org/10.1016/j.rpsp.2013.03.002>
- Pinheiro, J.C.; Silva, L.A.M.; Silva, G.G; Gonçalves, G.C.; Almeida, D.R.M.F.; Leite, R.B. A importância da anatomia dentária para a odontologia: revisão de literatura. *Revista Pró-UniverSUS*. 2020 Jan./Jun.; 11 (1): 98-102
- Pitts, N. B., Twetman, S., Fisher, J., & Marsh, P. D. (2021). Understanding dental caries as a non-communicable disease. *British Dental Journal*, 231(12), 749–753. <https://doi.org/10.1038/s41415-021-03775-4>
- Poulsen, S., Beiruti, N. and Sadat, N. (2001), A comparison of retention and the effect on caries of fissure sealing with a glass-ionomer and a resin-based sealant. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, 29: 298-301. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0528.2001.290409.x>
- Prabakar, T., Chowdhary, N., Konkappa, K. N., Vundela, R. R., & Balamurugan, S. (2022). Evaluation of Microleakage of Different Types of Pit and Fissure Sealants: An *In Vitro* Comparative Study. *International journal of clinical pediatric dentistry*, 15(5), 535–540. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10005-2436>
- Prabhakar, A. R., Murthy, S. A., & Sugandhan, S. (2011). Comparative evaluation of the length of resin tags, viscosity and microleakage of pit and fissure sealants - an in vitro scanning electron microscope study. *Contemporary clinical dentistry*, 2(4), 324–330. <https://doi.org/10.4103/0976-237X.91797>
- Priscilla, S., Gs, P., Mohandoss, S., & Kavitha, M. (2022). Moisture Tolerant Pit and Fissure Sealant: A Literature Review. *International journal of clinical pediatric dentistry*, 15(2), 233–239. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10005-2354>
- Puppini-Rontani, R. M., Baglioni-Gouvea, M. E., deGoes, M. F., & Garcia-Godoy, F. (2006). Compomer as a pit and fissure sealant: effectiveness and retention after 24 months. *Journal of dentistry for children (Chicago, Ill.)*, 73(1), 31–36.

Pushpalatha, H. M., Ravichandra, K. S., Srikanth, K., Divya, G., Done, V., Krishna, K. B., & Patil, V. (2014). Comparative evaluation of Shear bond strength of different Pit and fissure Sealants in Primary and Permanent teeth - An In-Vitro Study. *Journal of international oral health : JIOH*, 6(2), 84–89.

RAADAL, M., UTKILEN, A.B. and NILSEN, O.L. (1996), Fissure sealing with a light-cured resin-reinforced glass-ionomer cement (*Vitrebond*) compared with a resin sealant. *International Journal of Paediatric Dentistry*, 6: 235-239. <https://doi.org/10.1111/j.1365-263X.1996.tb00251.x>

Rahimian-Imam, S., Ramazani, N., & Fayazi, M. R. (2015). Marginal Microleakage of Conventional Fissure Sealants and Self-Adhering Flowable Composite as Fissure Sealant in Permanent Teeth. *Journal of dentistry (Tehran, Iran)*, 12(6), 430–435.

Ramamurthy, P., Rath, A., Sidhu, P., Fernandes, B., Nettem, S., Fee, P. A., Zaror, C., & Walsh, T. (2022). Sealants for preventing dental caries in primary teeth. *The Cochrane database of systematic reviews*, 2(2), CD012981. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD012981.pub2>

Raszewski, Z., Brząkałski, D., Derpeński, Ł., Jałbrzykowski, M., & Przekop, R. E. (2022). Aspects and Principles of Material Connections in Restorative Dentistry-A Comprehensive Review. *Materials (Basel, Switzerland)*, 15(20), 7131. <https://doi.org/10.3390/ma15207131>

RIBEIRO, L. L., SÁ, F. C. de., FRANCO, E. B., & NAVARRO, M. F. de L.. (1999). Avaliação da interação entre resina composta e diferentes adesivos dentinários. *Revista De Odontologia Da Universidade De São Paulo*, 13(1), 31–36. <https://doi.org/10.1590/S0103-06631999000100008>

Rodrigues, A. P., Matias, F., & Ferreira, M. M. (2016). Escovagem de dentes em ambiente escolar e redução do índice de placa bacteriana: avaliação da efetividade de um projeto de saúde oral. *Revista Portuguesa de Saúde Pública*, 34(3), 244-249. <https://doi.org/10.1016/j.rpsp.2016.06.002>

- Rodrigues, L. dos S., Assis, P. S. de M., Martins, A. C., & Finck, N. S. (2021). Sistemas adesivos atuais e principais desafios na adesão: revisão narrativa. *Research, Society and Development*, 10(10), e543101019206. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i10.19206>
- Rohini, V., Praveen, P., Anantharaj, A., S, P. R., Sudhir, R., & Rao, A. S. (2024). Comparison of the Effect of Different Bonding Agents on the Microleakage of Two Hydrophilic Pit and Fissure Sealants: An *Ex Vivo* Study. *International journal of clinical pediatric dentistry*, 17(3), 270–273. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10005-2809>
- Sabarathinam, J., Muralidharan, N. P., & Pradeep. (2019). Evaluations of micro-leakage in composite resin restoration, glass ionomer cement restoration and traditional amalgam restoration using *Streptococcus mutans*. *Research Journal of Pharmacy and Technology*, 12(11), 5341–5344. <https://doi.org/10.5958/0974-360X.2019.00927.2>
- Saikaew, P., Sattabanasuk, V., Harnirattisai, C., Chowdhury, A. F. M. A., Carvalho, R., & Sano, H. (2022). Role of the smear layer in adhesive dentistry and the clinical applications to improve bonding performance. *The Japanese dental science review*, 58, 59–66. <https://doi.org/10.1016/j.jdsr.2021.12.001>
- Salman, F. D. (2011). The Effect of Fissure Morphology on Caries Severity of Adults in North Iraq. *Journal of Techniques*
- Salunkhe, BB, Jathar, PN, Purohit, SS, Singh, DM, Desai, AR, & Mokashi, PR (2022). Avaliação comparativa da microinfiltração ao redor dos selantes de fissuras e sulcos Yuseal e Fissurit F em dentes permanentes: um estudo in vitro. *International Journal of Health Sciences* , 6 (S3), 10727–10733. <https://doi.org/10.53730/ijhs.v6nS3.8827>
- Santos, JB dos, Auade, VHG, Santos, RF dos, & Santos, T. de S. dos. (2025). DA INFLAMAÇÃO À NECROSE PULPAR: REFLEXÕES HISTÓRICAS E MODERNAS. *Revista Ibero-Americana De Humanidades, Ciências E Educação* , 11 (1), 2228–2240. <https://doi.org/10.51891/rease.v11i1.17960>
- Seraj, B., Meighani, G., Milani, S., & Fatemi, M. (2019). Effect of Precuring and Postcuring of Total-Etch and Self-Etch Bonding Agents on the Microleakage of Fissure Sealants. *Frontiers in dentistry*, 16(6), 421–428. <https://doi.org/10.18502/fid.v16i6.3441>

Shimada, Y., Senawongse, P., Harnirattisai, C., Burrow, M. F., Nakaoki, Y., & Tagami, J. (2002). Bond strength of two adhesive systems to primary and permanent enamel. *Oper Dent*, 27(4), 403-409.

Shingare, P., & Chaugule, V. (2021). An *In Vitro* Microleakage Study for Comparative Analysis of Two Types of Resin-based Sealants Placed by Using Three Different Types of Techniques of Enamel Preparation. *International journal of clinical pediatric dentistry*, 14(4), 475–481. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10005-1991>

Shingare, P. R., Chaugule, V., Pankey, N., & Kakade, P. (2022). Comparative Evaluation of Penetrative and Adaptive Properties of Unfilled and Filled Resin-Based Sealants When Placed using Conventional acid Etching, Lasing, and Fissurotomy Bur Technique of Enamel Preparation: An in vitro Scanning Electron Microscope Study. *Contemporary clinical dentistry*, 13(4), 349–355. https://doi.org/10.4103/ccd.ccd_227_21

Sidhu, S. K., & Nicholson, J. W. (2016). A Review of Glass-Ionomer Cements for Clinical Dentistry. *Journal of functional biomaterials*, 7(3), 16. <https://doi.org/10.3390/jfb7030016>

Siegal, M. D., Farquhar, C. L., & Bouchard, J. M. (1997). Dental sealants. Who needs them?. *Public health reports (Washington, D.C. : 1974)*, 112(2), 98–107.

Siéssere, S., Vitti, M., de Sousa, L. G., Semprini, M., & Regalo, S. C. (2004). Educational material of dental anatomy applied to study the morphology of permanent teeth. *Brazilian dental journal*, 15(3), 238–242. <https://doi.org/10.1590/s0103-64402004000300014>

Silva, C. M. (1994). Anatomia dentária. *Guia curricular para formação de técnico em higiene dental para atuar na rede básica do SUS*, 89.

Simmer, J. P., & Fincham, A. G. (1995). Molecular mechanisms of dental enamel formation. *Critical reviews in oral biology and medicine : an official publication of the American Association of Oral Biologists*, 6(2), 84–108. <https://doi.org/10.1177/10454411950060020701>

Simonsen RJ. Pit and fissure sealant: review of the literature. *Pediatr Dent*. 2002 Sep-Oct;24(5):393-414. PMID: 12412954.

Sinhoreti MAC, Oliveira DCRS, Rocha MG, Roulet JF. Light-curing of resin-based restorative materials: an evidence-based approach to clinical practice application. *J Clin Dent Res*. 2018 Jan-Mar;15(1):44-53.

Sitthisettapong T, Tasanarong P e Phantumvanit P (2021) Gestão Estratégica da Cárie Precoce na Tailândia: Uma Visão Geral Crítica. *Front. Saúde Pública* 9:664541. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2021.664541>

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>

Somani, R., Som, N. K., Jaidka, S., & Hussain, S. (2020). Comparative evaluation of microleakage in various placement techniques of composite restoration: An in vitro study. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 13(3), 264–268. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10005-1764>

Sreedevi, A., Brizuela, M., & Mohamed, S. (2022). Pit and Fissure Sealants. In *StatPearls*. StatPearls Publishing.

Su, N., van Wijk, A., & Visscher, C. M. (2021). Psychosocial oral health-related quality of life impact: A systematic review. *Journal of oral rehabilitation*, 48(3), 282–292. <https://doi.org/10.1111/joor.13064>

Subedi, K., Shrestha, A., Bhagat, T., & Baral, D. (2021). Effectiveness of oral health education intervention among 12-15-year-old school children in Dharan, Nepal: a randomized controlled trial. *BMC oral health*, 21(1), 525. <https://doi.org/10.1186/s12903-021-01877-6>

Tawakoli, P.N., Al-Ahmad, A., Hoth-Hannig, W. *et al.* Comparison of different live/dead stainings for detection and quantification of adherent microorganisms in the initial oral biofilm. *Clin Oral Invest* 17, 841–850 (2013). <https://doi.org/10.1007/s00784-012-0792-3>

Taylor, M. J., & Lynch, E. (1992). Microleakage. *Journal of Dentistry*, 20(1), 3–10. [https://doi.org/10.1016/0300-5712\(92\)90002-T](https://doi.org/10.1016/0300-5712(92)90002-T)

Tehrani, M. H., Birjandi, N., Nasr, E., & Shahtusi, M. (2014). Comparison of microleakage of two materials used as fissure sealants with different methods: an in vitro study. *International journal of preventive medicine*, 5(2), 171–175.

Thompson A. H. (1898). Dental Anatomy. *The American journal of dental science*, 32(3), 97–102.

Tilotta, F., Lévy, G., & Lautrou, A. (2018). Anatomie dentaire. Paris: Elsevier Masson

Tirlet, G., Crescenzo, H., Crescenzo, D., & Bazos, P. (2014). Ceramic adhesive restorations and biomimetic dentistry: tissue preservation and adhesion. *The international journal of esthetic dentistry*, 9(3), 354–369.

Van Meerbeek, B., De Munck, J., Yoshida, Y., Inoue, S., Vargas, M., Vijay, P., Van Landuyt, K., Lambrechts, P., & Vanherle, G. (2003). Buonocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. *Operative dentistry*, 28(3), 215–235.

Van Meerbeek, B., Yoshihara, K., Van Landuyt, K., Yoshida, Y., & Peumans, M. (2020). From Buonocore's pioneering acid-etch technique to self-adhering restoratives: A status perspective of rapidly advancing dental adhesive technology. *Journal of Adhesive Dentistry*, 22(1), 7–34. <https://doi.org/10.3290/j.jad.a43994>

Vann WF, Melver FT. Pit and fissure sealants: an overview of issues related to diagnosis and treatment decisions. www.mchoralhealth.org/PDFs/Pit_fissureMonograph.PDF

Veiga, N., Figueiredo, R., Correia, P., Lopes, P., Couto, P., & Fernandes, G. V. O. (2023). Methods of Primary Clinical Prevention of Dental Caries in the Adult Patient: An Integrative Review. *Healthcare (Basel, Switzerland)*, 11(11), 1635. <https://doi.org/10.3390/healthcare11111635>

Waghmode, S. K., Devendrappa, S. N., Hadakar, S. G., Gaonkar, N. N., Gugawad, S., & Taur, S. (2023). Comparative Evaluation of the Microleakage and Shear Bond Strength of Three Filled Pit and Fissure Sealants Using Subpressure and Adhesive System: An Experimental Analysis. *International journal of clinical pediatric dentistry*, 16(Suppl 1), S97–S100. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10005-2633>

- Welbury, R., Raadal, M., Lygidakis, N. A., & European Academy of Paediatric Dentistry (2004). EAPD guidelines for the use of pit and fissure sealants. *European journal of paediatric dentistry*, 5(3), 179–184.
- Whawell, S. A., & Lambert, D. W. (2018). *Basic Sciences for Dental Students*. Chichester: Wiley Blackwell
- White SN, Luo W, Paine ML, Fong H, Sarikaya M, Snead ML. Biological Organization of Hydroxyapatite Crystallites into a Fibrous Continuum Toughens and Controls Anisotropy in Human Enamel. *Journal of Dental Research*. 2001;80(1):321-326. doi:[10.1177/00220345010800010501](https://doi.org/10.1177/00220345010800010501)
- Wright, J. T., Crall, J. J., Fontana, M., Gillette, E. J., Nový, B. B., Dhar, V., Donly, K., Hewlett, E. R., Quinonez, R. B., Chaffin, J., Crespin, M., Iafolla, T., Siegal, M. D., Tampi, M. P., Graham, L., Estrich, C., & Carrasco-Labra, A. (2016). Evidence-based clinical practice guideline for the use of pit-and-fissure sealants: A report of the American Dental Association and the American Academy of Pediatric Dentistry. *Journal of the American Dental Association*, 147(8), 672–682. <https://doi.org/10.1016/j.adaj.2016.06.001>
- Zafar, M. S., Amin, F., Fareed, M. A., Ghabbani, H., Riaz, S., Khurshid, Z., & Kumar, N. (2020). Biomimetic Aspects of Restorative Dentistry Biomaterials. *Biomimetics (Basel, Switzerland)*, 5(3), 34. <https://doi.org/10.3390/biomimetics5030034>
- Zhang, X., Bai, R., Sun, Q., Zhuang, Z., Zhang, Y., Chen, S., & Han, B. (2022). Bio-inspired special wettability in oral antibacterial applications. *Frontiers in bioengineering and biotechnology*, 10, 1001616. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2022.1001616>
- Zhong, J., & Shibata, Y. (2022). The structural motifs of mineralized hard tissues from nano- to mesoscale: A future perspective for material science. *Japanese Dental Science Review*, 58, 348–356. <https://doi.org/10.1016/j.jdsr.2022.11.001>
- Zohrabian, V. M., Poon, C. S., & Abrahams, J. J. (2015). Embryology and anatomy of the jaw and dentition. *Seminars in Ultrasound, CT and MRI*, 36(5), 397–406. <https://doi.org/10.1053/j.sult.2015.08.002>

ANEXOS



EGAS MONIZ SCHOOL
of HEALTH & SCIENCE

Comissão de Ética EGAS MONIZ

Processo Interno: 1566

PT-264/24

Ex.ma Senhora

Rita Rodrigues Pernas

Monte de Caparica, 5 de fevereiro de 2025.

Ex.ma Senhora,

Em resposta ao Pedido de Parecer que submeteu à apreciação da Comissão de Ética da Egas Moniz, com o tema denominado: "Avaliação in vitro da microinfiltração de adesivo experimental", foi aprovado.

A Vice-Presidente da Comissão de Ética da Egas Moniz

Prof. Doutora Ângela Pereira