

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

EFEITO DO ACIDO FTALIMIDOPEROXICAPROICO (PAP) SOBRE RESINAS COMPOSTAS.

Trabalho submetido por
Solene Maudelonde
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

julho de 2025

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

EFEITO DO ACIDO FTALIMIDOPEROXICAPROICO (PAP) SOBRE RESINAS COMPOSTAS.

Trabalho submetido por
Solene Maudelonde
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Trabalho orientado por
Prof. Doutora Alexandra Pinto

julho de 2025

Agradecimentos

À minha orientadora, Professora Alexandra Pinto, por me ter proposto este tema e pela sua acessibilidade sempre que precisei de esclarecimentos. Agradeço também as orientações que contribuíram para a concretização deste trabalho.

Ao Professor António Matos, pela ajuda e paciência, por ter dedicado tempo a explicar o funcionamento dos microscópios e pela sua disponibilidade.

Ao Professor Mário Polido, pelo apoio prestado ao possibilitar o uso de instrumentos essenciais para a correta execução desta investigação.

Ao Professor Luís Proença, por todos os ensinamentos que me transmitiu e pela valiosa ajuda na análise estatística deste trabalho.

Ao Instituto Superior de Ciências da Saúde Egas Moniz, por todos os anos de formação e por me ter proporcionado o melhor suporte para a minha vida profissional.

À minha mãe, ao meu pai, à minha irmã e ao meu irmão, por estarem sempre ao meu lado, por me apoiarem incondicionalmente nos bons e nos maus momentos. Foi graças a vocês que consegui entrar nesta faculdade há quase cinco anos, e é também por vocês que hoje chego ao fim deste percurso com o coração cheio de orgulho e gratidão.

Ao meu namorado, Malo, pela paciência infinita, pelos sacrifícios que fez, pelo apoio incondicional nos momentos mais difíceis e por todo o amor e amizade que sempre me ofereceu sem reservas.

A todos os meus amigos, incluindo o meu parceiro de box, Valentin, a Marine, pela companhia nas horas passadas no laboratório, e a Manon e Anna minhas colegas de casa, pela força e pelo incentivo, que foram essenciais para que este trabalho e todo o percurso académico se desenvolvesse da melhor forma.

Resumo

Objetivos: Explorar os efeitos do branqueamento com o ácido ftalimidoperoxicaprico (PAP) em duas resinas compostas diferentes.

Materiais e Métodos: Foram confeccionados 24 discos de compósito, a partir de duas resinas compostas: Filtek™Supreme XTE Enamel e Filtek™Z250. Cada resina composta foi dividida em dois grupos: um grupo controlo (n = 6) e um grupo experimental, submetido a branqueamento com o PAP (n = 6). Uma amostra de cada grupo controlo foi analisada em SEM para a captação de imagens da rugosidade de superfície inicial. As restantes amostras dos grupos controlo foram avaliadas com o espectrofotómetro para o registo da cor e foram submetidas ao ensaio de microdureza de Vickers, para determinação da microdureza inicial. O PAP foi aplicado durante 15 minutos, em quatro aplicações consecutivas numa única sessão, sobre as amostras dos grupos experimentais. Após o branqueamento, uma amostra de cada grupo foi analisada em MEV para a captação de imagens da rugosidade superficial. As restantes foram avaliadas com o espectrofotómetro para o registo da cor, e posteriormente submetidas ao ensaio de microdureza de Vickers para determinação desse parâmetro após o tratamento. Os resultados foram tratados estatisticamente, para um grau de significância de 5%.

Resultados: A análise espectrofotométrica mostrou semelhanças nos valores de ΔE entre os grupos controlo e tratados com PAP, sem diferenças estatisticamente significativas. A microdureza de Vickers manteve-se igualmente estável entre os grupos, sem alterações relevantes após aplicação do PAP. As imagens de MEV revelaram ligeiras alterações morfológicas na superfície das amostras tratadas, mais evidentes na resina Filtek™Z250, mas sem danos estruturais visíveis.

Conclusões: O PAP não provocou alterações significativas na cor nem na microdureza das resinas compostas testadas. As alterações superficiais observadas foram mínimas. Estes resultados sugerem que o PAP tem um efeito neutro sobre as propriedades analisadas das resinas compostas.

Palavras-Chave: PAP, branqueamento, resina composta.

Abstract

Objectives To explore the effects of bleaching with phthalimidoperoxycaproic acid (PAP) on two different dental composite resins.

Method and Materials: A total of 24 composite discs were fabricated using two composite resins: Filtek™ Supreme XTE Enamel A3 and Filtek™ Z250 A3. Each resin was divided into two groups: a control group (n = 6) and an experimental group subjected to bleaching with PAP (n = 6). One sample from each control group was analyzed by scanning electron microscopy (SEM) to capture baseline surface morphology. The remaining control samples were evaluated with a spectrophotometer to record initial color and underwent Vickers microhardness testing to determine baseline microhardness. In the experimental groups, PAP was applied for 15 minutes in four consecutive applications during a single session. After bleaching, one sample from each experimental group was examined by SEM to capture post-treatment surface morphology. The remaining samples were analyzed with a spectrophotometer to assess final color and subsequently underwent Vickers microhardness testing. These results were statistically treated for a significance of 5%.

Results: Spectrophotometric analysis revealed similar ΔE values between control and PAP-treated groups, with no statistically significant differences. Vickers microhardness also remained stable between groups, with no significant changes after PAP application. SEM images showed minor morphological surface changes in treated samples, more noticeable in Filtek™ Z250, but without visible structural damage.

Conclusion: PAP did not cause significant changes in the color or microhardness of the tested composite resins. The observed surface alterations were minimal. These results suggest that PAP has a neutral effect on the analyzed properties of composite resins.

Key Words: PAP, whitening, composite resin.

Índice

I. Introdução	14
I.1 Resinas compostas.....	14
I.1.1. Composição das resinas compostas.....	14
I.1.2. Classificação das resinas compostas	17
I.1.3. Propriedades das resinas.....	18
I.1.4. Polimerização das Resinas Compostas	21
I.1.5. O polimento das resinas compostas	23
I.1.6. Aparelhos Medidores da rugosidade de superfície: microscópio Eletrónico de Varrimento (MEV)	24
I.1.7. Microdureza	25
I.2 Pigmentações dentárias	27
I.2.1 Pigmentações intrínsecas.....	27
I.2.2 Pigmentações extrínsecas.....	28
I.3 Branqueamento	30
I.3.1 Peróxido de hidrogénio	30
I.3.2. Peróxido de carbamida	32
I.3.3. Ácido ftalimidoperoxicaproico (PAP)	34
I.3.4. Legislação.....	37
I.4 Cor.....	39
I.4.1. Definição e percepção da cor	39
I.4.2. Componentes da cor	40
I.4.3. Medição da cor	41
II. OBJETIVOS	46
III. MATERIAIS E MÉTODOS	46
Materiais utilizados.....	46
Procedimentos laboratoriais	49

IV. Resultados	57
Resultados do Espetrofotômetro Spetro-Shade Micro	57
Resultados do teste de Vickers	58
Resultados da Microscopia Eletrônica de Varrimento	58
V. Discussão	66
Perspetivas	69
VI. Conclusões.....	72
VII. Referências Bibliográficas.	74
VIII. Anexos	86

Índice de Figura

Figura 1.	Estrutura química dos monómeros orgânicos utilizados na matriz das resinas compostas: Bis-GMA (Bisfenol A-glicidil metacrilato), UDMA (Uretano dimetacrilato) e TEGDMA (Trietilenoglicol dimetacrilato).....	15
Figura 2.	Representação esquemática da união das partículas de carga inorgânica (filler) e a matriz orgânica das resinas compostas através do silano.	16
Figura 3.	O desenvolvimento cronológico das formulações das resinas compostas baseadas na modificação das partículas de carga inorgânica.	17
Figura 4.	(A) Diagrama esquemático de um compósito nanoparticulado contendo <i>nanoclusters</i> e nanómeros. (B) Imagem de microscopia eletrônica de transmissão de um nanocompósito com cargas em forma de <i>nanoclusters</i> e nanómeros na resina Filtek Supreme Plus... ..	18
Figura 5.	Translucency of a hybrid composite, microfill composite, and a nanocomposite.	20
Figura 6.	Ilustração do funcionamento do microscópio eletrônico de varrimento (MEV).....	25
Figura 7.	Representação esquemática dos testes de Vickers e de Knoop.	26
Figura 8.	Diferentes origens de alterações cromáticas nos dentes (de A a I).....	30
Figura 9.	Kit básico Lumina BRILLIANT aberto e fechado	35
Figura 10.	Composição que aparece na caixa	35
Figura 11.	Espectro visível.....	39
Figura 12.	Sistema Ordenado de Cor de Munsell	40
Figura 13.	Escala de cor VITA Classical®; (A)organizada por matiz; (B) organizada por valor.....	42

Figura 14.	Exemplo de metamerismo: a maçã muda de cor consoante a fonte de luz que a ilumina .	42
Figura 15.	Resina Microhíbrida: Filtek™ Z250 cor A3	47
Figura 16.	Resina Nanoparticulada: Filtek™ Supreme XTE cor A3	47
Figura 17.	Kit com Gel de ácido ftalimidoperoxicaiproico PAP, brilliant lumina coltene.	47
Figura 18.	Modo de utilização segundo o fabricante	49
Figura 19.	Confeção das amostras com o dispositivo Porcelain Sampler	49
Figura 20.	Discos abrasivos de grão grosso, médio, fino e extrafino	50
Figura 21.	Espectrofotómetro Spectro-Shade Micro (MHT - Niederhasli, Switzerland).	52
Figura 22.	A. Referência de branco e referência de verde; B. Calibração do aparelho.	52
Figura 23.	A. Medição da amostra com o espectrofotómetro; B. Recolha dos valores correspondentes ao dE.	53
Figura 24.	Microdurómetro digital Vickers (Shimadzu Corporation, Kyoto, Japão).	54
Figura 25.	Imagem recolhida da primeira indentação do teste de Vickers.	54
Figura 26.	Imagem do ecrã da maquina Imagem recolhida do ecrã do Microdurómetro digital Vickers HSV-30 (Shimadzu Corporation - Kyoto, Japan).	55
Figura 27.	Microscópio Eletrónico de Varrimento JEOL JSM 5400	55
Figura 28.	Imagens obtidas por Microscópio Eletrónico de Varrimento (MEV) com ampliação de 2000× da superfície da resina composta Filtek™ Z250 antes da exposição ao agente branqueador à base de ácido ftalimidoperoxicaiproico (PAP)	59

Figura 29. Imagens obtidas por Microscópio Eletrônico de Varrimento (MEV) com ampliação de 2000× da superfície da resina composta Filtek™ Z250 após a aplicação do branqueamento com PAP (Brilliant Lumina®, Coltene).	59
Figura 30. Imagens obtidas por Microscópio Eletrônico de Varrimento (MEV) com ampliação de 3500× da superfície da resina composta Filtek™ Z250 antes da exposição ao agente branqueador à base de ácido ftalimidoperoxicaiproico (PAP)	60
Figura 31. Imagens obtidas por Microscópio Eletrônico de Varrimento (MEV) com ampliação de 3500× da superfície da resina composta Filtek™ Z250 após a aplicação do branqueamento com PAP (Brilliant Lumina®, Coltene).	60
Figura 32. Imagens obtidas por Microscópio Eletrônico de Varrimento (MEV) com ampliação de 5000× da superfície da resina composta Filtek™ Z250 antes da exposição ao agente branqueador à base de ácido ftalimidoperoxicaiproico (PAP)	61
Figura 33. Imagens obtidas por Microscópio Eletrônico de Varrimento (MEV) com ampliação de 5000× da superfície da resina composta Filtek™ Z250 após a aplicação do branqueamento com PAP (Brilliant Lumina®, Coltene).	61
Figura 34. Imagens obtidas por Microscópio Eletrônico de Varrimento (MEV) com ampliação de 2000× da superfície da resina composta Filtek™ Supreme XTE antes da exposição ao agente branqueador à base de ácido ftalimidoperoxicaiproico (PAP)	62
Figura 35. Imagens obtidas por Microscópio Eletrônico de Varrimento (MEV) com ampliação de 2000× da superfície da resina composta Filtek™ Supreme XTE após a aplicação do branqueamento com PAP (Brilliant Lumina®, Coltene).	62
Figura 36. Imagens obtidas por Microscópio Eletrônico de Varrimento (MEV) com ampliação de 3500× da superfície da resina composta Filtek™ Supreme XTE antes da exposição ao agente branqueador à base de ácido ftalimidoperoxicaiproico (PAP)	63
Figura 37. Imagens obtidas por Microscópio Eletrônico de Varrimento (MEV) com ampliação de 3500× da superfície da resina composta Filtek™ Supreme XTE após a aplicação do branqueamento com PAP (Brilliant Lumina®, Coltene).	64

Figura 38. Imagens obtidas por Microscópio Eletrônico de Varrimento (MEV) com ampliação de 3500× da superfície da resina composta Filtek™ Supreme XTE antes da exposição ao agente branqueador à base de ácido ftalimidoperoxicaiproico (PAP). 64

Figura 39. Imagens obtidas por Microscópio Eletrônico de Varrimento (MEV) com ampliação de 3500× da superfície da resina composta Filtek™ Supreme XTE após a aplicação do branqueamento com PAP (Brilliant Lumina®, Coltene). 64

Índice de Tabela

Tabela 1.	Etiologia das pigmentações pré eruptivas.....	27
Tabela 2.	Etiologia das pigmentações pós eruptivas	28
Tabela 3.	Etiologia das Pigmentações extrínsecas.....	29
Tabela 4.	Fatores que influenciam a eficácia do branqueamento	36
Tabela 5.	Descrição das Resinas Compostas e do PAP utilizadas nesta Investigação 48	
Tabela 6.	Grupos experimentais do estudo	51
Tabela 7.	Resultados obtidos da análise das amostras através do Spectroshade.	57
Tabela 8.	Resultados obtidos da análise das amostras através do microdurómetro digital Vickers.....	58

Lista de Abreviaturas

- a* : Eixo horizontal correspondente ao croma no sistema da CIE
- b* : Eixo horizontal correspondente à matiz no sistema da CIE
- BSE : Backscattered electrons
- Bis-GMA : Bis-Glicidil Metacrilato
- CIE : Commission Internationale de l'Éclairage
- CPNP : Cosmetic Products Notification Portal (Portal de Notificação de Produtos Cosméticos)
- Δ : Delta ou Diferença
- (CH₆N₂O₃) : Peróxido de Carbamida
- (H₂O₂) : Peróxido de Hidrogénio
- (-OH) : Radical hidroxilo
- LED : Diodo Emissor de Luz (Light Emitting Diode)
- L* : Eixo vertical correspondente ao valor no sistema da CIE
- MEV : Microscopia Electrónica de Varrimento
- mm : Milímetro
- nm : Nanómetro
- PAP : Ácido ftalimidoperoxicaiproico
- pH : Potencial hidrogénico
- (ROO-) : Radical peroxilo
- ROS : Espécies Reativas de Oxigénio
- SE : Electrões Secundários
- TEGDMA : Trietilenoglicol Dimetacrilato
- UDMA : Uretano Dimetacrilato
- UE : União Europeia
- UV : Ultravioleta
- % : Percentagem
- μm : Micrómetro

I. Introdução

I.1 Resinas compostas.

I.1.1. Composição das resinas compostas

As resinas compostas utilizadas em medicina dentária restauradora são materiais complexos concebidos para combinar resistência mecânica, estabilidade estética e biocompatibilidade. A sua composição baseia-se em três elementos principais: uma fase orgânica, uma fase de carga inorgânica e um agente de uniao, e cada um participa para as propriedades físicas e estéticas do material.

Fase Orgânica: A Matriz da Resina

A matriz orgânica das resinas compostas é constituída por monómeros polimerizáveis, inibidores, modificadores de cor e pelo sistema iniciador/ativador, que permite a fotopolimerização (Melo junior, 2011).

Os monómeros mais utilizados são o Bis- Glicidil Metacrilato (o Bis-GMA) e o Uretano Dimetacrilato (UDMA) (Figura 1). Estes polímeros caracterizam-se pela presença de ligações duplas de carbono nas extremidades das suas cadeias moleculares, permitindo a polimerização por adição sob a ação de um iniciador (Cadenaro et al., 2023).

O Bis-GMA é muito utilizado devido à sua elevada viscosidade e excelentes propriedades mecânicas, no entanto apresenta uma desvantagem significativa que é a sua elevada viscosidade, o que pode dificultar a utilização clínica. Para ultrapassar esta limitação, frequentemente adiciona-se um diluente, como o TEGDMA (trietilenoglicol dimetacrilato) (Figura 1), que reduz a viscosidade e melhora a fluidez da resina, facilitando a sua aplicação e adaptação clínica (Cadenaro et al., 2023).

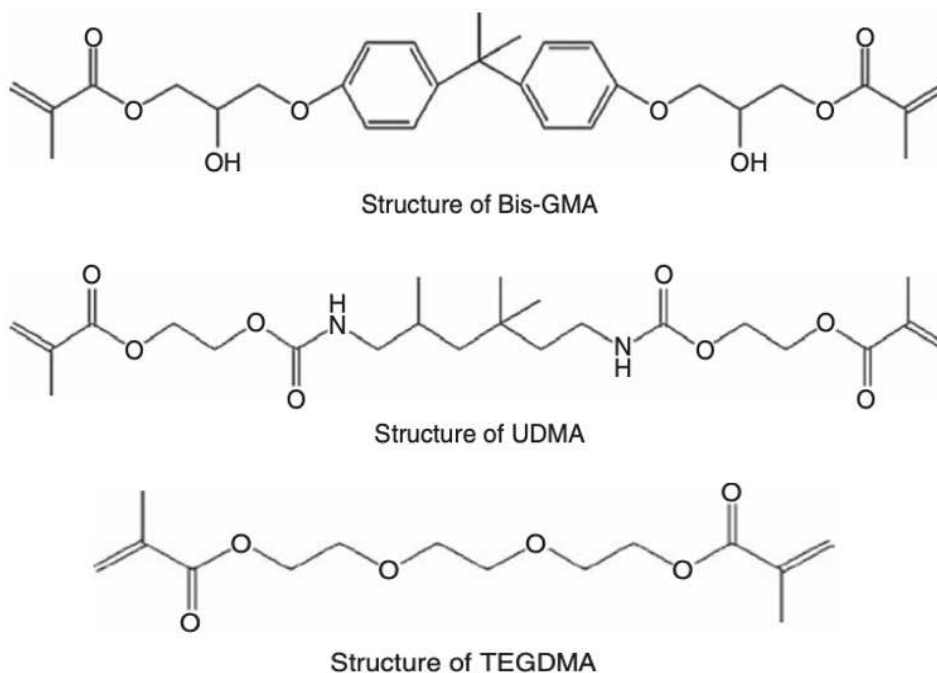


Figura 1. Estrutura química dos monómeros orgânicos utilizados na matriz das resinas compostas: Bis-GMA (Bisfenol A-glicidil metacrilato), UDMA (Uretano dimetacrilato) e TEGDMA (Trietilenoglicol dimetacrilato) (adaptado de Sakaguchi et al., 2019b).

Matriz de carga inorgânica

As matriz de carga inorgânica uma fase constituído de partículas minerais incorporadas na matriz orgânica das resinas compostas, o objetivo é de reforçar as propriedades mecânicas do material. Entre os materiais utilizados na fase dispersa inorgânica, destacam-se os vidros de estrôncio, bário, zinco, bismuto, zircônio e lantânio. Estes elementos permitem aumentar a dureza, oferecer uma melhor radiopacidade, melhorar a resistência ao desgaste e reduzir a contração de polimerização, fatores fundamentais para a longevidade das restaurações em resina composta (Biçer et al., 2024).

O teor de carga influencia diretamente a resistência mecânica, a radiopacidade e a manipulação clínica da resina composta (Lima et al., 2022). Além disso, o tamanho e a distribuição das partículas de carga definem as diferentes gerações de resinas compostas, impactando significativamente o seu desempenho clínico.

Agentes de união

Os agentes de união desempenham um papel essencial na adesão entre a matriz orgânica e as partículas de carga inorgânicas das resinas compostas. Estes compostos químicos

permitem que as partículas inorgânicas sejam eficazmente incorporadas na matriz polimérica, garantindo melhores propriedades mecânicas e estabilidade estrutural.

Os silanos são os agentes de união amplamente utilizados, sendo compostos por sílica orgânica. A sua principal função é atuar como ponte química entre a matriz da resina e as cargas minerais (Figura 1), aumentando a resistência mecânica e reduzindo o risco de falhas adesivas de delaminação ao longo do tempo (Matinlinna et al., 2018).

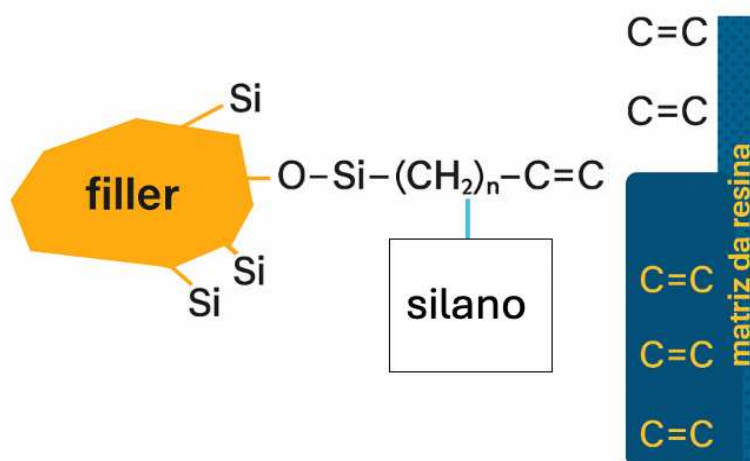


Figura 2. Representação esquemática da união das partículas de carga inorgânica (filler) e a matriz orgânica das resinas compostas através do silano (adaptado de Ferracane, 1995).

A eficácia do silano pode ser influenciada por vários fatores, incluindo:

- **Humidade:** A presença de água pode hidrolisar prematuramente as ligações do silano, reduzindo a sua capacidade de aderência.
- **Temperatura:** A ativação e a estabilidade do silano podem ser afetadas por flutuações térmicas, impactando a durabilidade da adesão.
- **Compatibilidade química com os monómeros da resina:** Diferentes formulações de resinas compostas podem apresentar variações na interação química com o silano, influenciando a adesão e resistência mecânica final do material (Costa, 2016).

I.1.2. Classificação das resinas compostas

De acordo com Ferracane (2011), a evolução das resinas compostas ao longo das últimas décadas está intimamente ligada à modificação do tamanho e da distribuição das suas partículas de carga inorgânica (Figura 3). As primeiras resinas, conhecidas como macroparticuladas, incorporavam partículas com dimensões superiores a 10 μm , frequentemente chegando aos 50 μm . Embora estas formulações apresentassem boa resistência mecânica, a sua superfície era rugosa, difícil de polir, e tendia a acumular pigmentos com o tempo. Estas limitações estéticas e funcionais levaram ao seu progressivo abandono.

Na década de 1980, surgiram as resinas microparticuladas, com partículas ultrafinas de sílica coloidal (cerca de 40 nm), oferecendo melhor polimento, brilho e adaptação estética. Contudo, o reduzido teor de carga possível nessas formulações resultava em menor resistência ao desgaste, alta contração de polimerização e baixa opacidade radiográfica. Para colmatar essas limitações, foram desenvolvidas as resinas microparticuladas heterogêneas, que combinavam partículas pré-polimerizadas e sílica coloidal, melhorando a manipulação clínica e a resistência, mas com limitações em zonas de elevada carga oclusal.

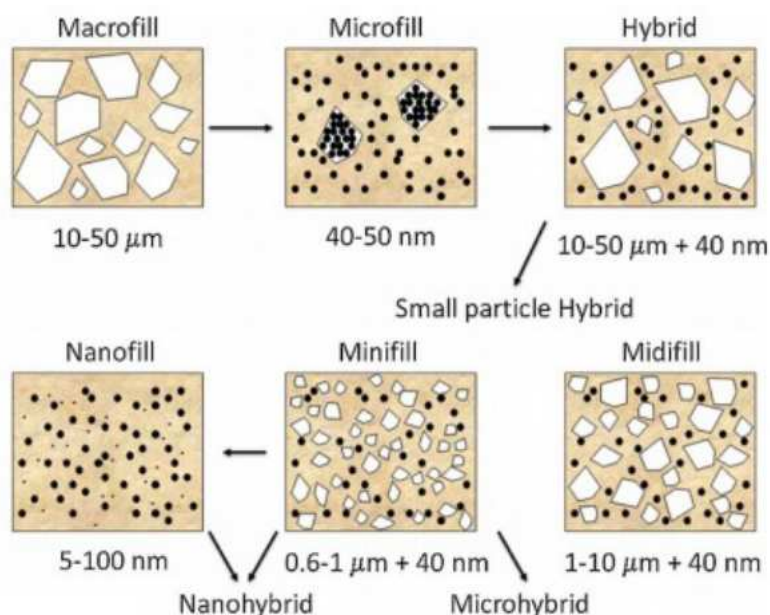


Figura 3. O desenvolvimento cronológico das formulações das resinas compostas baseadas na modificação das partículas de carga inorgânica. (adaptado de Ferracane, 2011)

Mais recentemente, surgiram os compósitos híbridos, como os micro-híbridos e os nano-híbridos, que associam partículas de diferentes tamanhos para otimizar simultaneamente a resistência mecânica, a estabilidade da cor e a capacidade de polimento. Os nanocompósitos, por sua vez, incorporam exclusivamente partículas de carga em escala nanométrica (1 a 100 nm), com ou sem formação de nanoclusters (Figura 4). Estes materiais representam a geração mais moderna de resinas compostas, oferecendo melhor estética, brilho duradouro e propriedades óticas superiores, embora os estudos indiquem que a sua resistência mecânica em zonas posteriores não é significativamente superior à dos compósitos micro-híbridos.

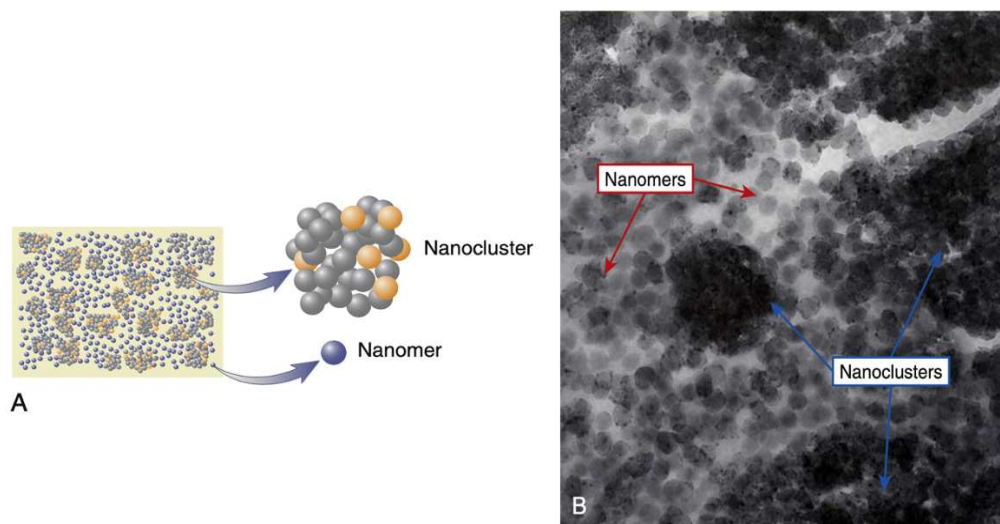


Figura 4. (A) Diagrama esquemático de um compósito nanoparticulado contendo nanoclusters e nanómeros. (B) Imagem de microscopia eletrônica de transmissão de um nanocompósito com cargas em forma de nanoclusters e nanómeros na resina Filtek Supreme Plus. (adaptado de Sakaguchi et al., 2019b).

I.1.3. Propriedades das resinas

Nano-híbridas vs Micro-híbridas: diferenças e desempenho mecânico

As resinas compostas nano-híbridas e micro-híbridas apresentam composições muito semelhantes, o que torna frequentemente difícil a sua distinção clínica (Ilie & Hickel, 2009a). Ambas combinam partículas de carga de diferentes tamanhos, desde o nanómetro

até ao micrómetro, com o objetivo de proporcionar uma boa resistência mecânica, estética satisfatória e facilidade de polimento.

As nano-híbridas foram desenvolvidas com o intuito de melhorar o desempenho estético, graças à introdução de partículas de carga mais finas, mantendo simultaneamente uma resistência adequada. No entanto, vários estudos mostram que as suas propriedades mecânicas, como a resistência à flexão e o módulo de elasticidade, são globalmente semelhantes às das resinas micro-híbridas (Curtis et al., 2009; Ilie & Hickel, 2009b). Em determinadas condições, como em meio húmido ou após envelhecimento artificial, as micro-híbridas demonstram até uma maior estabilidade estrutural (Hahnel et al., 2010).

Assim, as micro-híbridas mantêm uma ligeira vantagem nas situações clínicas de elevada exigência funcional, como em restaurações posteriores ou em bordos incisais. Por outro lado, as nano-híbridas oferecem uma melhor maneabilidade e uma textura mais fina, o que pode ser vantajoso em restaurações estéticas na região anterior.

Propriedades estéticas: transparência, opalescência e tonalidade

Na região anterior, onde a integração visual da restauração é essencial, as propriedades estéticas dos compósitos nomeadamente a transparência (Figura 5), a opalescência e a estabilidade da cor desempenham um papel fundamental.

As resinas compostas nano enriquecidas, especialmente as nano-híbridas, permitem, devido à redução do tamanho das partículas de carga, uma dispersão mais uniforme dos pigmentos óticos na matriz. Então estes materiais oferecem uma aparência mais biomimética, com capacidade de reproduzir a translucidez natural do esmalte e de manter uma cor estável ao longo do tempo. De acordo com Berthault et al., (2008), as resinas de última geração demonstram uma excelente estabilidade de tonalidade imediatamente após o polimento, e essa estabilidade mantém-se durante vários meses, o que é um critério essencial para o sucesso das restaurações estéticas diretas.

Hybrid		Microfill		Nanocomposite	
0	11.7	22.3	11.9	22.6	100
100	88.3	77.7	88.1	77.4	0
3 (0.1)	87.4 (0.1)	93.3 (0.1)	94.6 (0.2)	94.5 (0.3)	96.8 (0.1)

Figura 5. Translucency of a hybrid composite, microfill composite, and a nanocomposite. (adaptado de Sakaguchi et al., 2019b)

Resinas Compostas Seleccionadas

A cor dos dentes é um fator determinante na percepção da estética dentária, influenciando diretamente a confiança e a satisfação dos pacientes com o seu sorriso (Samorodnitzky-Naveh et al., 2007). Neste contexto, o branqueamento dentário tornou-se um dos procedimentos estéticos mais procurados na medicina dentária contemporânea. Entre os agentes mais utilizados encontram-se o peróxido de hidrogénio e os seus derivados, cuja eficácia na oxidação dos pigmentos dentários está amplamente documentada (Attin et al., 2004). No entanto, têm sido associados a efeitos secundários, não apenas ao nível dos tecidos dentários, mas também sobre os materiais restauradores.

Com efeito, estudos prévios demonstraram que o branqueamento com peróxido de hidrogénio pode induzir alterações na rugosidade superficial e na microdureza das resinas compostas, o que pode comprometer a longevidade e a estética das restaurações existentes (Atali & Topbai, 2011). Como alternativa, surgem novos agentes branqueadores sem peróxidos, entre os quais se destaca o ácido ftalimidoperoxicapróico (PAP). Apresentado como mais seguro e igualmente eficaz, o PAP levanta, contudo, a necessidade de avaliar o seu impacto sobre os materiais restauradores.

No contexto desta investigação sobre a influência do PAP em resinas compostas, a escolha de dois materiais com formulações distintas, mas amplamente utilizados clinicamente, revela-se particularmente relevante. A Filtek™ Z250, uma resina micro-híbrida, é reconhecida pela sua elevada resistência mecânica e durabilidade, sendo frequentemente utilizada em restaurações posteriores. Por outro lado, a Filtek™ Supreme XTE, classificada como nano-híbrida ou nanoparticulada, destaca-se pelas suas excelentes propriedades estéticas, nomeadamente translucidez, estabilidade de cor e capacidade de integração biomimética.

A inclusão destas duas resinas permite, assim, avaliar de forma mais abrangente o impacto do branqueamento em materiais com diferentes composições e características óticas, refletindo melhor as diversas situações clínicas observadas na prática diária.

I.1.4. Polimerização das Resinas Compostas

Importância e mecanismos:

A fotopolimerização é o processo de ativação da resina composta através da exposição à luz, promovendo a formação de radicais livres que iniciam a reação de polimerização em cadeia. Este mecanismo é fundamental para garantir a conversão adequada dos monómeros em polímero, influenciando diretamente as propriedades mecânicas, estéticas e biológicas do material restaurador (Kwon et al., 2012).

O fotoiniciador mais comum nos materiais dentários atualmente é a canforoquinona (Santini et al., 2013). Quando exposta à luz azul (entre 450-470 nm), forma um complexo com uma amina terciária (como DMPT ou EDMAB), gerando radicais livres que iniciam a polimerização. O sistema canforoquinona /amina apresenta alta eficiência, sendo amplamente utilizado em sistemas de cura por luz LED. (Kwon et al., 2012).

Dessa forma, o grau de conversão dos monómeros em polímeros está diretamente relacionado tanto à composição química da resina composta quanto à quantidade de luz disponível para ativar o fotoiniciador (Amado, 2016; Melo junior, 2011; Santini et al., 2013). Assim, a polimerização das resinas compostas fotopolimerizáveis ocorre exclusivamente nas zonas que são efetivamente expostas à radiação luminosa (Amado, 2016; Melo junior, 2011).

A adoção de LEDs como fonte de luz trouxe avanços significativos: longa durabilidade, baixa produção de calor e maior eficiência na faixa de interesse espectral. No entanto, a intensidade e o tempo de exposição devem ser cuidadosamente controlados. Estudos demonstram que exposições curtas ou intensidades inadequadas podem comprometer o grau de conversão, resultando em propriedades mecânicas inferiores, aumento da citotoxicidade e falhas clínicas (Yan et al., 2010).

Além da fotopolimerização, existem sistemas de polimerização *dual* e química (*self-cure*), utilizados sobretudo em cimentos e adesivos. Esses sistemas combinam

mecanismos diferentes para garantir a polimerização em áreas de difícil acesso à luz (Kwon et al., 2012). A escolha do sistema de polimerização deve considerar a indicação clínica, espessura da restauração e acesso da luz.

Portanto, garantir uma polimerização eficaz é essencial para o sucesso clínico das restaurações em resina composta. A correta seleção da fonte de luz, protocolo de fotopolimerização e características do material são determinantes para assegurar um grau de conversão elevado e propriedades estáveis a longo prazo (Melo junior, 2011).

Fatores que influenciam o processo de polimerização

A polimerização das resinas compostas é um processo determinante para o sucesso clínico das restaurações, sendo influenciado por uma série de fatores intrínsecos e extrínsecos. A intensidade da luz, a sua distribuição espectral e o tempo de exposição são fundamentais para garantir uma conversão adequada dos monómeros (Bayne, 2005; Price et al., 2015). A distância entre a ponta da fonte de luz e o compósito, bem como o ângulo de incidência, afetam diretamente a energia recebida pela resina, podendo comprometer a profundidade de cura (Price et al., 2015). Outros fatores importantes incluem a tonalidade e opacidade do material, que limitam a penetração da luz nas camadas mais profundas, exigindo incrementos mais finos ou tempos de exposição prolongados (Yan et al., 2010).

A temperatura do material também interfere na eficiência da reação: resinas à temperatura ambiente ou ligeiramente aquecidas apresentam maior mobilidade dos monómeros e, portanto, uma conversão mais eficiente (Amado, 2016). A composição da carga inorgânica, nomeadamente a sua quantidade e tipo, influencia a difusão da luz, a contração de polimerização e a estabilidade dimensional do material (Melo junior, 2011). Além disso, a qualidade da fonte de luz utilizada é essencial — as lâmpadas LED modernas garantem maior estabilidade e intensidade na faixa ideal de ativação da canforoquinona, o fotoiniciador mais comum 25/07/25 15:15:00.

Outro aspeto crucial é a inibição superficial da polimerização causada pela presença de oxigénio atmosférico, que reage com os radicais livres e impede a conversão completa da camada mais externa da resina. Este fenómeno origina uma película superficial mais macia e menos resistente, com implicações negativas na adaptação marginal e na resistência ao desgaste (Oyama et al., 2012; Park & Lee, 2011; Shawkat et al., 2009). A

utilização de glicerina ou de tiras de acetato durante a polimerização final tem-se mostrado eficaz na limitação desta inibição, embora o acabamento e polimento nem sempre consigam remover completamente esta camada.

I.1.5. O polimento das resinas compostas

Embora alguns materiais proporcionem um bom acabamento imediato após a aplicação, o polimento continua a ser uma etapa essencial no contexto das restaurações com resinas compostas, sendo determinante para a obtenção de resultados funcionais, estéticos e duradouros. O polimento clínico permanece indispensável para garantir a longevidade da restauração e a sua integração harmoniosa com os tecidos dentários (Severo & Reis, 2022).

Objetivos do polimento

O polimento das restaurações em resina composta representa uma etapa fundamental para garantir não apenas a estética, mas também a durabilidade e a biocompatibilidade da restauração. Quando realizado de forma eficaz, o polimento permite reduzir a rugosidade superficial, evitando o acúmulo de placa bacteriana e diminuindo significativamente o risco de descoloração do material restaurador. Além disso, uma superfície lisa contribui para a estabilidade da cor ao longo do tempo, aumentando a longevidade estética da restauração e proporcionando maior conforto ao paciente.

Outro benefício importante do polimento é a proteção dos tecidos adjacentes. Ao minimizar microabrasões e ao favorecer uma melhor adaptação marginal da resina ao dente, esta etapa final ajuda a prevenir complicações como inflamações gengivais ou cáries secundárias. No entanto, quando o acabamento não é seguido por um polimento adequado, pode persistir uma rugosidade residual excessiva que compromete a integridade e o aspeto final da restauração. Essa superfície irregular torna-se propícia à retenção de biofilme e à degradação precoce do material restaurador, comprometendo o sucesso clínico do tratamento (Severo & Reis, 2022).

I.1.6. Aparelhos Medidores da rugosidade de superfície: microscópio Eletrónico de Varrimento (MEV)

O microscópio eletrónico de varrimento (SEM) é amplamente utilizado na investigação em medicina dentária pela sua capacidade de fornecer imagens de altíssima resolução da microestrutura, topografia e morfologia superficial dos materiais dentários. Ao contrário da microscopia ótica convencional, o SEM permite alcançar ampliações superiores a 10.000x, com profundidade de campo significativamente aumentada, o que facilita a visualização tridimensional de detalhes microscópicos essenciais à caracterização de materiais restauradores. Esta técnica é particularmente valorizada para a análise de compósitos dentários, esmalte, dentina e biomateriais, permitindo a observação de microfissuras e alterações morfológicas induzidas por diferentes tratamentos (Syed, 2018).

Ao contrário da microscopia ótica convencional, a MEV não utiliza luz visível para iluminar a amostra. O seu funcionamento baseia-se na emissão de um feixe de eletrões focado, que varre a superfície da amostra. O feixe de eletrões entra em contacto com as moléculas da amostra (Figura 6), e essa interação resulta na libertação de energia através de diferentes mecanismos, tais como: *Backscattered electrons* (BSE), eletrões secundários (SE) (de baixa ou alta energia), catodoluminescência ou emissão de raios X (Nawrocka et al., 2021). A informação obtida permite caracterizar a topografia, a morfologia e eventuais defeitos superficiais do material analisado.

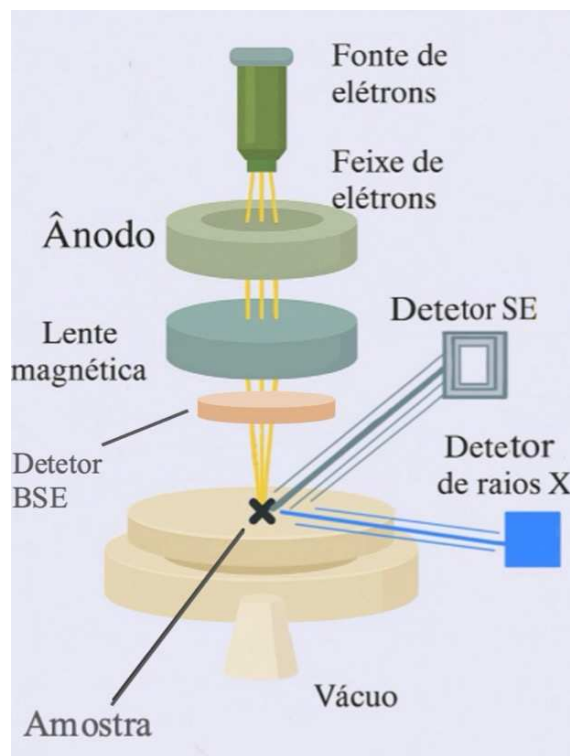


Figura 6. Ilustração do funcionamento do microscópio eletrônico de varrimento (MEV) (adaptado de Nawrocka et al., 2021)

I.1.7. Microdureza

A microdureza é uma propriedade mecânica essencial que reflete a resistência de um material à deformação localizada, causada por uma força aplicada numa área muito reduzida. Em materiais restauradores, como as resinas compostas, este parâmetro tem particular importância clínica, pois está intimamente relacionado com o grau de conversão da matriz orgânica ou seja, a eficiência do processo de polimerização e, consequentemente, com a durabilidade e o desempenho mecânico da restauração (Ferracane, 1985).

Existem vários métodos para medir a dureza dos materiais, entre os quais se destacam os ensaios de Brinell, Rockwell, Knoop e Vickers. Os testes de microdureza, como os de Knoop e Vickers, utilizam cargas que são especialmente adequados para avaliar superfícies finas ou pequenas áreas, como é frequentemente o caso em odontologia

(Anusavice et al., 2012). Nesses ensaios, uma ponta de diamante é pressionada contra a superfície do material durante um intervalo de tempo definido. Após a remoção da carga, mede-se a impressão deixada, o que permite calcular o valor de dureza com base na área indentada (Chuenarrom et al., 2009).

Teste de Vickers

O teste de Vickers é amplamente utilizado na medicina dentária restauradora pela sua elevada precisão e fiabilidade. Utiliza uma ponta piramidal de base quadrada com ângulos de 136° (Figura 7), e o cálculo da dureza de Vickers (VHN) baseia-se na média das duas diagonais da impressão. É um método especialmente útil para a comparação entre diferentes materiais restauradores, permitindo avaliar alterações estruturais resultantes, por exemplo, de tratamentos químicos ou térmicos. Embora o teste de Knoop também apresente boa correlação com o grau de conversão, o de Vickers é preferido para materiais de espessura uniforme, apesar de poder ser ligeiramente influenciado pela recuperação elástica da superfície (Poskus et al., 2004).

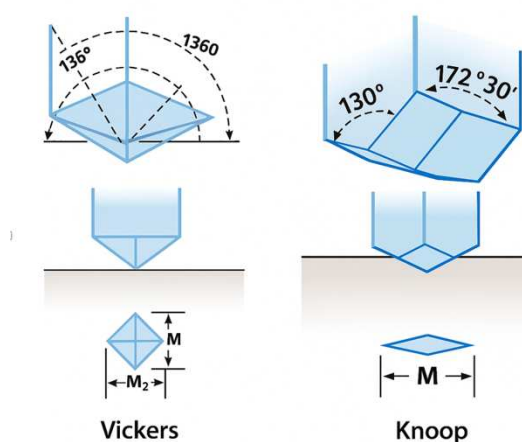


Figura 7. Representação esquemática dos testes de Vickers e de Knoop. imagem gerada por inteligência artificial (ChatGPT, OpenAI, 2025).

No presente estudo, o teste de Vickers foi utilizado para investigar se a aplicação do ácido ftalimidoperoxicaiproico (PAP) afeta a microdureza de duas resinas compostas Filtek™ Z250 e Filtek™ Supreme XTE, permitindo assim avaliar, de forma quantitativa, possíveis alterações na integridade mecânica desses materiais após o branqueamento.

I.2 Pigmentações dentárias

I.2.1 Pigmentações intrínsecas

Etiologia das pigmentações pré eruptivas

As pigmentações de origem pré eruptiva ocorrem durante o desenvolvimento dos tecidos dentários, antes da erupção do dente na cavidade oral. São provocadas por fatores endógenos que interferem com os processos de histodiferenciação e mineralização do esmalte e da dentina, resultando em alterações cromáticas estruturais (Tabela 1) que, por norma, não são removíveis por métodos convencionais de higiene ou profilaxia (Moraes, 2021).

Tabela 1. Etiologia das pigmentações pré eruptivas

Etiologia da pigmentação	Descrição
Anomalias do desenvolvimento	Alterações genéticas como amelogénese e dentinogénese imperfeitas, que comprometem a estrutura e coloração do esmalte e dentina (Moraes, 2021).
Doenças sistémicas	Condições como icterícia neonatal ou porfírias que promovem deposição de pigmentos endógenos na estrutura dentária (Baharvand, 2014).
Exposição a medicamentos	Administração de tetraciclina durante a odontogénese, levando à incorporação e oxidação dos complexos cálcio-tetraciclina. (Carey, 2014).
Fluorose dentária	Ingestão excessiva de flúor durante a formação do esmalte, resultando em manchas opacas, brancas ou acastanhadas. (Joiner, 2006) As manifestações clínicas da fluorose variam consoante a sua severidade, podendo apresentar-se sob a forma de manchas brancas opacas, em casos leves, ou de colorações mais escuras, nos graus mais avançados.(Oliveira, 2021)

Etiologia das pigmentações pós eruptivas

As pigmentações pós-eruptivas instalam-se após a erupção dentária e resultam, geralmente, de alterações locais, traumáticas, patológicas ou iatrogénicas (Tabela 2). Estas pigmentações podem afetar a dentina de forma difusa, sendo mais difíceis de tratar do que as extrínsecas, mas, por vezes, acessíveis ao branqueamento químico (Carey, 2014; Rochefort, 2019).

Tabela 2. Etiologia das pigmentações pós eruptivas

Etiologia da pigmentação	Descrição
Traumatismos (pós-eruptiva)	Lesões traumáticas como necrose pulpar e difusão de hemoglobina ou seus derivados para a dentina, escurecendo o dente (Baharvand, 2014).
Materiais restauradores (pós-eruptiva)	Uso de materiais como amálgama ou cimentos endodônticos metálicos, que provocam coloração acinzentada da dentina adjacente (Amado, 2016).

I.2.2 Pigmentações extrínsecas

As pigmentações extrínsecas desenvolvem-se na superfície dentária ou sobre materiais restauradores após a erupção dentária, numa fase em que o esmalte e a dentina já se encontram completamente mineralizados e expostos ao meio oral (Mchantaf et al., 2017; Oliveira, 2021). Estas pigmentações resultam, geralmente, do contacto repetido com agentes que têm um potencial de pigmentação exógeno como alimentos, bebidas, tabaco, etc. (Tabela 3) (Figura 8).

Embora frequentemente reversíveis, estas manchas podem tornar-se persistentes quando existe acumulação prolongada de pigmentos ou alterações na superfície dentária, como microrugosidade ou perda de integridade. Em muitos casos, as pigmentações extrínsecas podem ser removidas com métodos mecânicos durante a higiene profissional, nomeadamente com o uso de aparelhos de destarização e substâncias abrasivas aplicadas na profilaxia clínica. A resposta a estes procedimentos, assim como aos tratamentos branqueadores, é geralmente satisfatória (Carey, 2014).

Tabela 3. Etiologia das Pigmentações extrínsecas

Etiologia da pigmentação	Explicação com referência
Alimentos e bebidas pigmentadas	Substâncias como chá, café, vinho tinto, refrigerantes escuros e alimentos ricos em pigmentos fenólicos (ex. taninos e antocianinas) são amplamente reconhecidas como fontes de coloração extrínseca (Figura 8). Estes compostos ligam-se à superfície dentária e, através da oxidação, intensificam a coloração ao longo do tempo (Rocheffort, 2019).
Tabaco	O consumo de produtos derivados do tabaco, tanto fumados como mastigados, é uma das causas mais prevalentes de pigmentação extrínseca. A deposição de gudões e nicotina forma manchas amareladas a castanhas, principalmente nas faces linguais e cervicais dos dentes anteriores (Berdah, 2021). A persistência destas manchas é frequentemente resistente à escovagem convencional.
Agentes terapêuticos	O uso prolongado de antissépticos orais à base de clorohexidina, especialmente em concentrações superiores a 0,12%, está fortemente associado à formação de pigmentações escuras, principalmente quando existe acúmulo de biofilme (Joiner, 2006). Da mesma forma, suplementos de ferro administrados oralmente podem causar coloração acastanhada pela reação com a película adquirida (Amado, 2016).

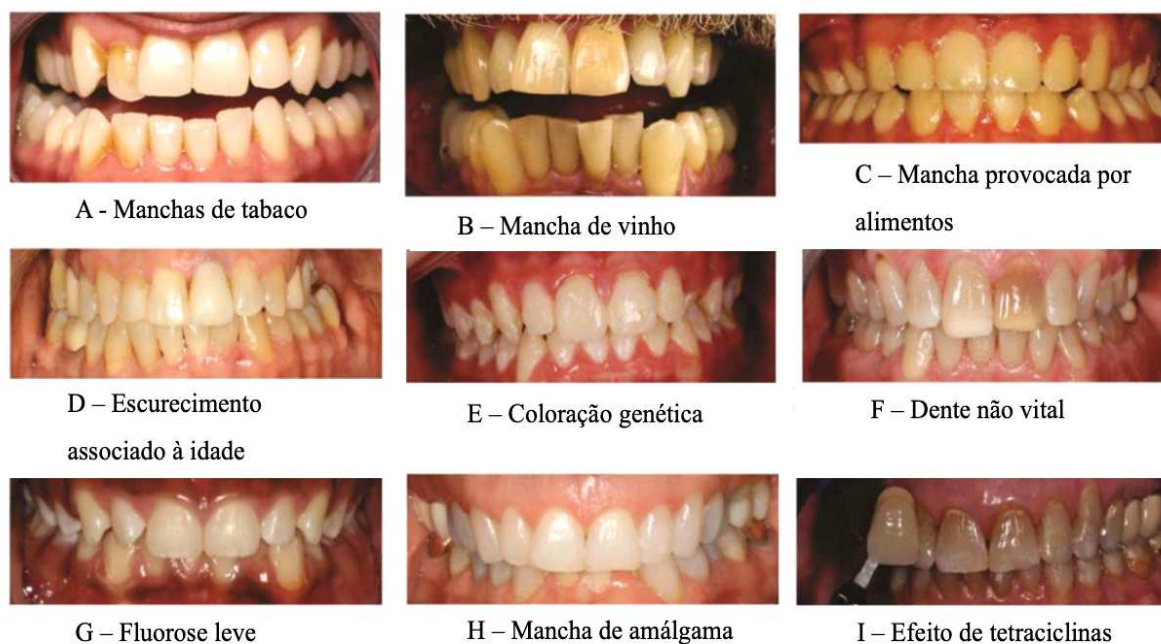


Figura 8. Diferentes origens de alterações cromáticas nos dentes (de A a I). (adaptado de Carey, 2014)

I.3 Branqueamento

I.3.1 Peróxido de hidrogénio

Mecanismo de ação

O peróxido de hidrogénio (H_2O_2) é considerado o principal agente branqueador utilizado em clínica dentária devido à sua elevada eficácia. Em contacto com os tecidos dentários, o H_2O_2 penetra rapidamente no esmalte e na dentina devido ao seu baixo peso molecular. A sua ação branqueadora ocorre por meio da libertação de radicais livres altamente reativos, como o radical hidroxilo ($-OH$) e o peróxido ($ROO-$), que atacam as duplas ligações das cadeias de pigmentos orgânicos (os cromóforos), convertendo-as em moléculas menores, incolores ou menos cromogénicas (Rodríguez-Martínez et al., 2019). A ação do peróxido de hidrogénio é rápida e profunda, mas está frequentemente associada a efeitos colaterais, como sensibilidade dentária e alterações estruturais do esmalte, sobretudo em concentrações mais elevadas (Li & Greenwall, 2013).

Composição do Peróxido de hidrogénio

Apresentado geralmente em forma de solução aquosa, o H_2O_2 utilizado em odontologia é formulado com espessantes (como o carbopol), estabilizadores de pH, conservantes, agentes dessensibilizantes (como o nitrato de potássio) e, em alguns casos, catalisadores para ativação por luz. As concentrações variam entre 3% e 40%, sendo os produtos de maior concentração reservados ao uso profissional. A instabilidade química do H_2O_2 exige formulações cuidadosamente equilibradas para manter a eficácia e a segurança durante o armazenamento e aplicação (Rodríguez-Martínez et al., 2019).

Modo de utilização do Peróxido de hidrogénio

Branqueamento em consultório

O peróxido de hidrogénio (H_2O_2) é amplamente utilizado em procedimentos de branqueamento em consultório (*in-office bleaching*) devido à sua elevada eficácia e ação rápida. Em geral, é aplicado em concentrações que variam entre 25% e 40%, o que permite atingir resultados visíveis em poucas sessões (Rodríguez-Martínez et al., 2019). O agente branqueador é aplicado em períodos de 15 a 20 minutos, ao longo de uma sessão clínica com duração total entre 45 e 60 minutos. Este procedimento pode ser repetido em várias sessões até se alcançar o efeito de branqueamento desejado (Irusa et al., 2022).

O número de sessões recomendadas é, normalmente, de uma a três, com intervalos semanais entre elas, o que proporciona um branqueamento gradual e controlado, reduzindo o risco de efeitos adversos como hipersensibilidade dentária ou irritação gengival (A. M. Silva et al., 2022). Em certos casos, para acelerar a reação oxidativa, recorre-se à ativação com fontes de luz, como LED ou laser, que aumentam ligeiramente a temperatura do gel e a taxa de libertação de oxigénio ativo (Demarco et al., 2009).

Apesar de sua eficácia comprovada, a aplicação de peróxido de hidrogénio em altas concentrações requer cuidados rigorosos, incluindo o isolamento absoluto dos tecidos moles com barreiras físicas ou diques líquidos, para evitar queimaduras ou inflamações (Beckett, 2010; Rodríguez-Martínez et al., 2019).

Uso domiciliar do peróxido de hidrogénio (H₂O₂)

O peróxido de hidrogénio também pode ser utilizado em contextos domiciliares, embora com concentrações significativamente mais baixas, geralmente entre 3% e 6%, para garantir a segurança e minimizar os efeitos adversos. Estes produtos são frequentemente incluídos em kits de branqueamento supervisionados pelo dentista, compostos por géis branqueadores aplicados com goteiras personalizadas, projetadas para garantir uma distribuição uniforme e segura do agente ativo (Demarco et al., 2009; Oliveira, 2021).

A aplicação é realizada pelo paciente em casa, normalmente durante 30 minutos a 1 hora por dia, ao longo de 1 a 3 semanas, dependendo do grau de descoloração dentária e da sensibilidade individual. Comparado ao uso em consultório, o branqueamento domiciliar com H₂O₂ oferece resultados mais graduais, mas com um perfil de segurança superior (Rodríguez-Martínez et al., 2019).

É importante salientar que, apesar da menor concentração, o peróxido de hidrogénio permanece ativo e eficaz na degradação de pigmentos cromóforos. No entanto, para garantir a eficácia e a segurança, esse tipo de tratamento deve ser acompanhado por um profissional, que avaliará a adequação do protocolo, o estado das restaurações presentes e os riscos de hipersensibilidade (A. M. Silva et al., 2022).

I.3.2. Peróxido de carbamida

Mecanismo de ação

O peróxido de carbamida (CH₆N₂O₃), quando entra em contacto com a água, origina peróxido de hidrogénio (aproximadamente 3,5%) e ureia (6,5%). A ureia desempenha um papel importante ao aumentar o pH da formulação, o que contribui para a estabilização do gel e uma menor agressividade sobre os tecidos dentários. O mecanismo de ação do peróxido de carbamida segue a mesma lógica do H₂O₂, com a libertação de radicais livres que promovem a oxidação das cadeias pigmentadas, mas de forma mais lenta e controlada (Demarco et al., 2009). Essa característica torna-o mais adequado para uso domiciliar supervisionado, com menor incidência de hipersensibilidade e efeitos adversos (A. M. Silva et al., 2022).

Composição

O peróxido de carbamida apresenta-se como um sólido cristalino, estável, com libertação progressiva de H_2O_2 quando em contacto com a saliva. Essa propriedade confere ao produto uma ação prolongada e mais suave. As formulações comerciais incluem, além do princípio ativo, agentes espessantes, aromatizantes, edulcorantes e estabilizadores, proporcionando conforto ao paciente durante o uso domiciliar (Demarco et al., 2009; A. M. Silva et al., 2022). A ureia, além de aumentar o pH do meio, reduz a acidez do agente branqueador, o que minimiza os efeitos desmineralizantes no esmalte dentário, tornando o processo mais biocompatível (Rodríguez-Martínez et al., 2019; A. M. Silva et al., 2022).

Modo de utilização

Ao contrário do peróxido de hidrogénio, o peróxido de carbamida tem uma formação de radicais livres mais lenta, o que permite uma utilização clínica diferente, como o branqueamento em ambulatório (Rochefort, 2019). O peróxido de carbamida é geralmente aplicado com goteiras personalizadas, durante 2 a 8 horas por dia, ao longo de 1 a 3 semanas. Esta abordagem é especialmente recomendada para pacientes com elevada sensibilidade dentária, pois a ação do agente é mais lenta, gradual e bem tolerada (A. M. Silva et al., 2022). No caso da aplicação no consultório, pode contemplar-se a utilização de peróxido de carbamida até 16%, sendo que um regime de branqueamento domiciliário com gel de peróxido de carbamida entre 10% e 16% durante uma semana resulta, em média, numa alteração de 2 a 4 unidades na escala de cor (Irusa et al., 2022).

O peróxido de carbamida é comercializado em concentrações entre 10% e 20%, o que equivale a uma libertação de aproximadamente 3,5% a 6,5% de H_2O_2 . A ureia, ao prolongar a libertação de oxigénio ativo, contribui para uma oxidação contínua dos cromóforos, mantendo a eficácia branqueadora ao mesmo tempo que reduz o risco de efeitos colaterais (Oliveira, 2021). A adesão do paciente ao protocolo é essencial, e o sucesso do tratamento depende fortemente da regularidade de uso e do cumprimento das orientações fornecidas pelo profissional de saúde oral (Alkahtani et al., 2020).

I.3.3. Ácido ftalimidoperoxicaprico (PAP)

O ácido ftalimidoperoxicaprico (PAP) representa uma abordagem alternativa e inovadora ao branqueamento dentário. Ao contrário dos peróxidos, o PAP atua por oxidação nucleofílica seletiva, sem formação de espécies reativas de oxigénio (ROS) (Maiya et al., 2024). Este mecanismo permite a oxidação das ligações duplas dos cromóforos, resultando na sua conversão em compostos incolores, sem provocar danos à matriz mineral dentária (Pascolutti & de Oliveira, 2021). Segundo os autores, "PAP does not release free radicals or reactive oxygen species (ROS), which are typically responsible for enamel erosion and dentinal hypersensitivity" (Pascolutti & de Oliveira, 2021). Esta especificidade confere ao PAP um perfil de segurança superior, com menor risco de hipersensibilidade e preservação da integridade do esmalte (Maiya et al., 2024).

Composição dos productos com PAP

O PAP é um perácido orgânico derivado da ftalimida, quimicamente estável e solúvel em água. As formulações comerciais de PAP incluem frequentemente compostos adjuvantes como o citrato de sódio (neutralizante), bicarbonato de sódio (tamponante) e hidroxiapatite (remineralizante). Estes componentes não só aumentam a eficácia do branqueamento, como também protegem a estrutura dentária durante o tratamento (Pascolutti & de Oliveira, 2021).

BRILLIANT Lumina (Coltene)

BRILLIANT Lumina (Figura 9) é um sistema inovador de branqueamento profissional comercializado pela empresa Coltene, que se destaca por utilizar ácido ftalimidoperoxicaprico (PAP) como agente ativo, sem peróxido de hidrogénio ou peróxido de carbamida na sua composição. Esta característica proporciona uma alternativa segura e eficaz para pacientes sensíveis ou com contraindicações ao uso de peróxidos (*In-Office Teeth Whitening - BRILLIANT Lumina*, 2024).



Figura 9. Kit básico Lumina BRILLIANT aberto e fechado

Composição e mecanismo de ação

A fórmula de BRILLIANT Lumina baseia-se no PAP, (Figura 10), um perácido orgânico com elevada capacidade oxidativa, capaz de atuar seletivamente sobre os cromóforos sem gerar espécies reativas de oxigénio (ROS). Como resultado, o tratamento não causa erosão do esmalte nem hipersensibilidade dentinária, problemas frequentemente associados aos peróxidos tradicionais.

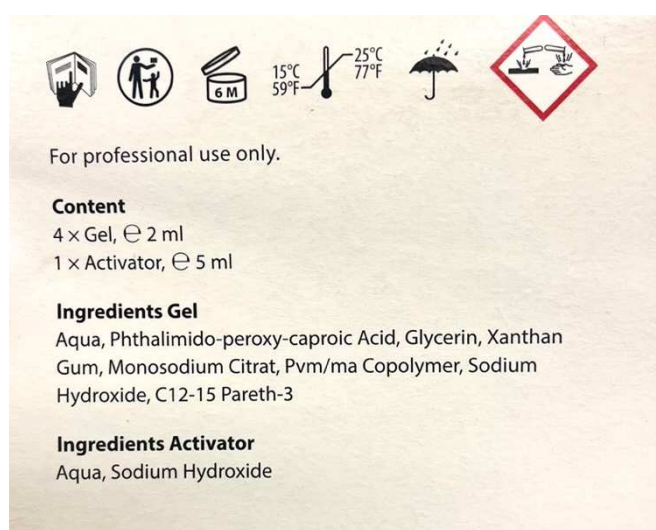


Figura 10. Composição que aparece na caixa

Além do PAP, a preparação do gel é feita misturando três gotas de ativador líquido a um frasco de 2 ml de gel branqueador, que é então homogeneizado por 60 segundos até se obter uma consistência ideal para aplicação clínica (Nardi & Pipicelli, 2025).

Protocolo clínico

O protocolo utilizado consiste em quatro aplicações consecutivas do produto, com duração de 15 minutos cada, totalizando 60 minutos de tratamento. Antes da aplicação, é realizada a fotopolimerização de uma barreira gengival líquida para proteger os tecidos moles. O gel é aspirado e removido após cada ciclo de aplicação (Nardi & Pipicelli, 2025).

Vantagens clínicas

O PAP oferece várias vantagens clínicas para o branqueamento dentário. Ao ser livre de peróxidos, como o peróxido de hidrogênio ou carbamida, ele elimina os riscos associados a esses compostos. Isso é especialmente benéfico para pacientes com histórico de hipersensibilidade, pois o PAP proporciona um processo de branqueamento mais confortável, sem causar irritações ou desconfortos (*In-Office Teeth Whitening - BRILLIANT Lumina*, 2024).

Além disso, o PAP garante uma alta estabilidade e eficácia, promovendo um branqueamento eficaz sem comprometer a integridade do esmalte dentário. Sua consistência ideal facilita a aplicação e a remoção, tornando o procedimento mais simples e eficiente. Os resultados são visíveis imediatamente, com melhorias estéticas já a partir da primeira sessão, oferecendo aos pacientes uma experiência de branqueamento rápida e duradoura (*In-Office Teeth Whitening - BRILLIANT Lumina*, 2024).

Vários fatores podem influenciar significativamente a eficácia do branqueamento dentário, sendo essenciais para a escolha do agente branqueador e do protocolo clínico (Tabela 4).

Tabela 4. Fatores que influenciam a eficácia do branqueamento

Tipo e concentração do agente	Produtos com concentrações mais elevadas promovem resultados mais rápidos, mas também aumentam o risco de sensibilidade. O tipo de agente (peróxidos vs. PAP) influencia diretamente o mecanismo e a profundidade de ação (Rodríguez-Martínez et al., 2019).
--------------------------------------	--

Tempo de aplicação e número de sessões	Quanto maior o tempo de contacto com os dentes, maior a penetração do agente. No entanto, isso deve ser equilibrado com a segurança e conforto do paciente (Demarco et al., 2009).
pH da formulação	Formulações com pH ácido são mais agressivas para o esmalte; já um pH neutro ou alcalino preserva melhor a estrutura dentária (A. M. Silva et al., 2022).
Temperatura e ativação por luz	O calor e a luz podem acelerar a decomposição dos agentes branqueadores, embora os benefícios clínicos ainda sejam debatidos (Rocheft, 2019).
Tipo e profundidade da pigmentação	Manchas extrínsecas são mais fáceis de remover do que pigmentações intrínsecas, como aquelas causadas por fluorose ou tetraciclina (Oliveira, 2021).
Presença de restaurações ou fissuras	Materiais restauradores não respondem ao branqueamento e podem criar discrepâncias de cor. Alterações estruturais também afetam a uniformidade do resultado. (Rodríguez-Martínez et al., 2019).

I.3.4. Legislação

Legislação europeia sobre produtos cosméticos

A regulamentação dos produtos de branqueamento dentário na União Europeia é regida principalmente pelo Regulamento (CE) nº 1223/2009, que estabelece as condições de segurança para os produtos cosméticos comercializados na UE. De acordo com este regulamento, os produtos cosméticos, incluindo os produtos de branqueamento dentário, devem ser seguros para a saúde humana nas condições normais de utilização, ser corretamente rotulados e acompanhados de instruções de utilização apropriadas (União Europeia, 2009).

Os produtos de branqueamento dentário que contenham peróxido de hidrogénio ou compostos que libertem peróxido de hidrogénio, como o peróxido de carbamida, estão sujeitos a restrições específicas. Em particular, os produtos que contêm entre 0,1% e 6% de peróxido de hidrogénio só podem ser utilizados sob a supervisão direta de um dentista, após avaliação clínica da saúde oral do paciente. Produtos com concentrações superiores a 6% de peróxido de hidrogénio são considerados inseguros para uso cosmético e não podem ser comercializados livremente. Por outro lado, os produtos que contenham menos

de 0,1% de peróxido de hidrogénio podem ser vendidos ao público, embora com eficácia limitada (União Europeia, 2009).

Legislação em Portugal - Infarmed

Em Portugal, a Infarmed (Autoridade Nacional do Medicamento e Produtos de Saúde) é a entidade responsável pela supervisão da aplicação dessas normas, conforme as diretivas da União Europeia. Os produtos de branqueamento dentário são classificados como produtos cosméticos e devem cumprir o Regulamento (CE) nº 1223/2009. Estes produtos devem ser notificados no Cosmetic Products Notification Portal (CPNP) e ter a sua segurança validada por um responsável técnico (Infarmed, 2023).

Adicionalmente, os produtos de branqueamento dentário que apresentem propriedades terapêuticas, como a prevenção ou tratamento de doenças, podem ser reclassificados como dispositivos médicos ou medicamentos, estando assim sujeitos a regulamentações ainda mais restritivas. Esta medida visa garantir que apenas produtos que atendam a elevados padrões de segurança sejam colocados no mercado (Infarmed, 2023).

Ácido ftalimidoperoxicaiproico (PAP): Um caso particular

O PAP (ácido ftalimidoperoxicaiproico) é um agente de branqueamento alternativo que não liberta peróxido de hidrogénio nem gera radicais livres, ao contrário dos produtos com peróxido. Por isso, o PAP não tem as mesmas restrições legais que os produtos à base de peróxido de hidrogénio.

Apesar disso, o PAP deve seguir as regras de segurança e eficácia do Regulamento (CE) nº 1223/2009 para produtos cosméticos. Isso significa que precisa ser avaliado em termos de segurança toxicológica e comprovado como seguro em condições normais de uso.

Em Portugal, o PAP pode ser vendido como produto cosmético, desde que não liberte mais de 0,1% de peróxido de hidrogénio e tenha sua segurança comprovada. Os fabricantes devem apresentar um dossier técnico com testes de estabilidade, toxicidade e eficácia, além de dados científicos e ensaios laboratoriais que provem a segurança do produto.

I.4 Cor

I.4.1. Definição e percepção da cor

A cor é definida como a aparência subjetiva da luz visível (Figura 11), detetada pelo olho humano, ela assume um papel determinante na avaliação estética em medicina dentária. Trata-se de uma sensação subjetiva gerada pela estimulação da retina por diferentes comprimentos de onda da luz visível, que variam entre os 400 e 700 nanómetros. Quando a luz incide sobre um objeto, pode ser absorvida, transmitida ou refletida. É a luz refletida que atinge o olho humano e é interpretada pelo cérebro como uma determinada cor (M. Silva, 2016).

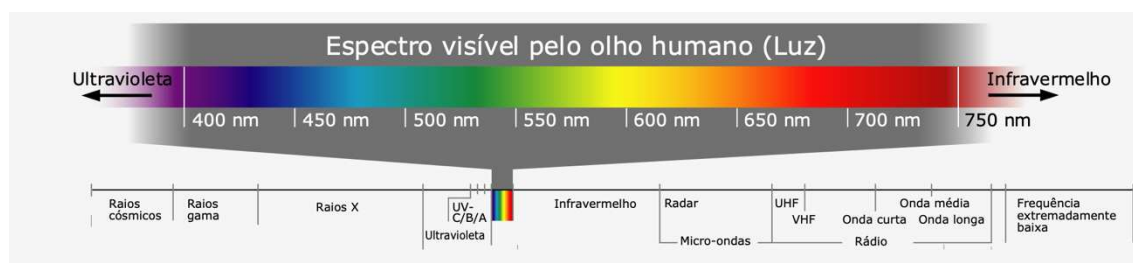


Figura 11. Espectro visível (adaptado de Frank et al., 2011)

A percepção da cor é altamente dependente do contexto, pois varia não só em função das propriedades físicas do objeto observado, como também das condições do observador (estado visual, fadiga, variações individuais) e da iluminação ambiente. Cada fonte de luz possui uma distribuição espectral única, que pode alterar significativamente a aparência da cor. Por exemplo, uma luz fluorescente tende a realçar tons mais frios (azulados), enquanto uma luz incandescente valoriza os tons mais quentes (amarelados e avermelhados). Este fenómeno, conhecido como metamerismo, pode levar a variações perceptíveis na tonalidade da mesma restauração consoante a iluminação (M. Silva, 2016).

Na medicina dentária estética, o metamerismo representa um desafio significativo, uma vez que compromete a precisão da seleção e da reprodução da cor dentária. Uma restauração pode parecer ideal sob luz natural, mas apresentar uma desarmonia evidente sob iluminação artificial, comprometendo o resultado estético (Jouhar et al., 2024).

Por isso, é essencial dominar os princípios que regem a percepção da cor e recorrer sempre que possível a fontes de luz padronizadas. Além disso, a utilização de instrumentos como os espectrofotômetros permite uma avaliação objetiva, reprodutível e menos suscetível às variações subjetivas do olho humano (Ferreira, 2020).

I.4.2. Componentes da cor

A cor observada de um objeto especialmente no contexto clínico da medicina dentária não se reduz a uma simples percepção visual. De acordo com o Sistema de Cor de Munsell, (Figura 12), a cor pode ser descrita com base em três atributos fundamentais: matiz (*hue*), valor (*value*) e croma (*chroma*). Estes parâmetros determinam a família da cor, o seu grau de luminosidade e o nível de saturação, respetivamente. A sua avaliação segue uma ordem sistemática: primeiro determina-se o valor, depois o croma e, por fim, a matiz (M. Silva, 2016).

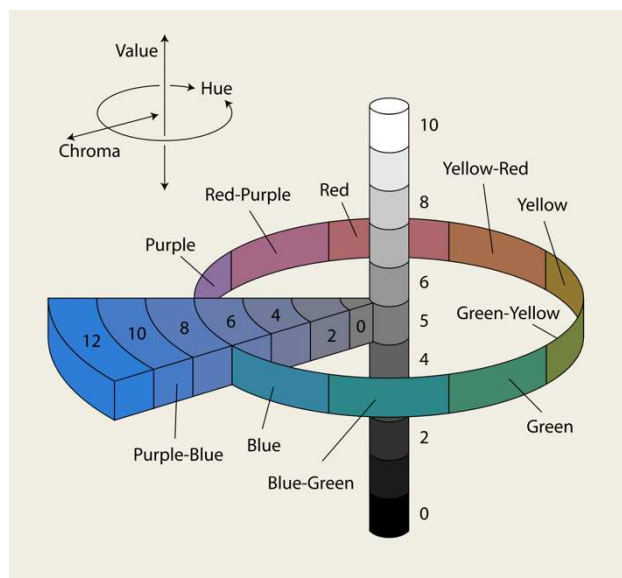


Figura 12. Sistema Ordenado de Cor de Munsell (adaptado de Jacob Rus, 2007)

Matiz

A matiz refere-se à tonalidade dominante, ou seja, à natureza da cor como vermelho, amarelo ou azul. É determinada pelo comprimento de onda predominante da luz refletida pelo objeto (M. Silva, 2016).

Valor

O valor indica o grau de claridade ou escurecimento da cor. Cores com valores elevados são mais claras, enquanto valores baixos indicam tons mais escuros. Em medicina dentária, esta componente é particularmente importante, uma vez que diferenças de valor entre o dente natural e o material restaurador são facilmente detetadas pelo paciente — muitas vezes descritas como “demasiado branco” ou “demasiado escuro” (M. Silva, 2016).

Croma

O croma diz respeito à intensidade ou saturação da cor. Cores com croma elevado são mais vivas, enquanto cores com croma reduzido aparentam ser mais desbotadas. Dois objetos com a mesmo matiz podem parecer muito diferentes se os seus cromas forem distintos (M. Silva, 2016).

I.4.3. Medição da cor

A medição da cor em medicina dentária é um processo determinante na obtenção de resultados estéticos de elevada qualidade, sendo essencial tanto em reabilitações diretas como indiretas, assim como em tratamentos cosméticos, nomeadamente branqueamentos. Dada a complexidade envolvida na percepção e reprodução da cor, a avaliação pode ser realizada através de dois métodos principais: visuais e instrumentais, cada um com os seus méritos e limitações.

Métodos visuais

Os métodos visuais consistem na comparação direta entre a cor do dente do paciente e uma escala de referência, normalmente sob a forma de guias de cor padronizadas. As mais utilizadas na prática clínica são a VITA Classical® (Figura 13) e a VITA 3D-Master®, que organizam os tons dentários com base nos parâmetros de matiz, valor e croma.



Figura 13. Escala de cor VITA Classical®; (A) organizada por matiz; (B) organizada por valor.

Estes métodos são de fácil acesso, rápidos e economicamente viáveis, o que justifica a sua popularidade entre clínicos. No entanto, apresentam uma série de limitações subjetivas. A percepção da cor pode variar consideravelmente consoante o observador (idade, género, acuidade visual, fadiga ocular), a luminosidade ambiente, o fundo visual, ou até o estado emocional. O metamerismo, (Figura 14), fenómeno no qual duas cores parecem iguais sob uma fonte de luz mas diferentes sob outra, pode comprometer a correspondência correta entre a restauração e os dentes naturais (Ferreira, 2020; Jouhar et al., 2024).

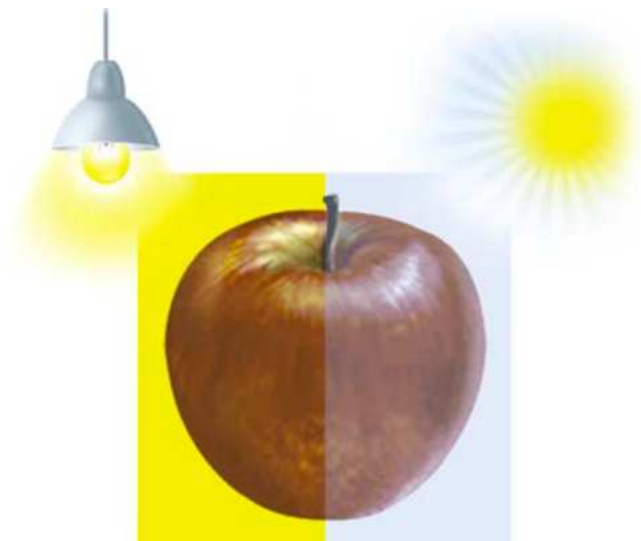


Figura 14. Exemplo de metamerismo: a maçã muda de cor consoante a fonte de luz que a ilumina (adaptado de Sakaguchi et al., 2019a)

Métodos instrumentais

Para ultrapassar as limitações dos métodos visuais, surgiram os métodos instrumentais, que permitem quantificar a cor de forma objetiva, precisa e reprodutível. Os principais equipamentos utilizados são os colorímetros e os espectrofotômetros. Estes dispositivos analisam a reflexão da luz em diferentes comprimentos de onda, devolvendo coordenadas cromáticas que descrevem a cor do dente com elevada exatidão.

A maioria dos equipamentos utiliza o sistema CIE $L^*a^*b^*$, que representa a cor num espaço tridimensional:

- L^* : corresponde à luminosidade (0 = preto, 100 = branco),
- a^* : descreve o eixo verde-vermelho,
- b^* : representa o eixo azul-amarelo. (Silva, 2016; Jouhar et al., 2024)

A partir destes valores, calcula-se o índice ΔE , que expressa a diferença total de cor entre duas medições. Este índice é particularmente útil para determinar a eficácia de um tratamento de branqueamento, avaliar a estabilidade da cor ao longo do tempo, ou ainda para comparar a capacidade de diferentes materiais restauradores em manter a sua aparência original (Paolone et al., 2023).

Por sua vez, a revisão sistemática de Paolone et al. (2023) confirmou a importância do uso de instrumentos digitais na deteção de alterações cromáticas em resinas compostas, nomeadamente após a exposição ao fumo de tabaco e a pigmentos alimentares. Este tipo de análise é essencial não só para prever o comportamento a longo prazo dos materiais, mas também para apoiar decisões clínicas baseadas em evidência científica.

Spectro-Shade Micro® (MHT, Suíça)

O Spectro-Shade Micro®, produzido pela MHT Optic Research, é um espectrofotómetro de alta resolução cromática, desenvolvido com tecnologia de imagem digital associada à análise espectral. Ao contrário de modelos mais simples, o Spectro-Shade combina a análise espectrofotométrica com captura fotográfica da zona analisada, permitindo uma documentação visual rigorosa e arquivável.

Principais vantagens:

- Sistema de dupla medição: imagem e espectro;
- Elevada precisão e sensibilidade às pequenas variações de cor;
- Utilizado sobretudo em contextos académicos e de investigação;
- Compatível com software de análise e seguimento;
- Permite análise por zonas específicas do dente com elevada reprodutibilidade.

Este equipamento é amplamente utilizado em estudos clínicos e laboratoriais sobre estabilidade de cor de materiais restauradores, avaliação da eficácia de agentes branqueadores, e no controlo da recidiva cromática após o tratamento (M. Silva, 2016).

Efeito do ácido ftalimidoperoxicapróico (PAP) sobre resinas compostas.

II. OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho *in vitro* é explorar os efeitos do branqueamento com o ácido ftalimidoperoxicapróico (PAP) (Brilliant Lumina - Coltene) em dois dos tipos de resinas compostas frequentemente utilizadas: Filtek™ Z250 (resina composta microhíbrida) e Filtek™ Supreme XTE (resina composta nanoparticulada). O nosso estudo centra-se em três aspetos essenciais: a rugosidade da superfície, a cor e a microdureza destes materiais, antes e após a aplicação do PAP.

Hipóteses de estudo:

H0₁- Não existem alterações de cor após exposição ao PAP.

H0₂- Não existem alterações de microdureza após exposição ao PAP.

H1₁- Existem alterações de cor após exposição ao PAP.

H1₂- Existem alterações de microdureza após exposição ao PAP.

III. MATERIAIS E MÉTODOS

Materiais utilizados

- Espátula reta
- Compressas para limpeza do fotopolimerizador entre cada utilização
- Álcool
- Pinça esterilizada
- Fotopolimerizador (COXO DB686, Froshan COXO Medical Instruments, Guangdong, China)
- Contra-ângulo
- Mandril de Contra-ângulo com discos de polimento
- Espátula angulada
- Dispositivo Porcelain Sampler (diâmetro: 12 mm)
- Matriz de acetato

- Saliva artificial (Ingredientes: 0,4g NaCl, 0,4g KCl, 0,906g CaCl₂.H₂O, 0,39g NaH₂PO₄.H₂O, 0,142g Na₂HPO₄, 0,005g Na₂S.9H₂O, 1g Ureia em 1000 mL H₂O destilada, pH 6,3 - 6,4)
- Microscópio Eletrônico de Varrimento JEOL JSM 5400
- Espectrofotômetro Spectro-Shade Micro (MHT - Niederhasli, Switzerland)
- Máquina Shimadzu HSV-30 (Shimadzu Corporation, Kyoto, Japão)
- Kit com Gel de ácido ftalimidoperoxicaico PAP, brilliant lumina coltene (Figura 17)
- Resina Microhíbrida: Filtek™ Z250 cor A3 (Figura 15)
- Resina Nanoparticulada: Filtek™ Supreme XTE cor A3 (Figura 16)



Figura 15. Resina Microhíbrida: Filtek™ Z250 cor A3



Figura 16. Resina Nanoparticulada: Filtek™ Supreme XTE cor A3



Figura 17. Kit com Gel de ácido ftalimidoperoxicaico PAP, brilliant lumina coltene.

Na Tabela 5, apresenta-se a composição e as instruções dos fabricantes relativas às resinas compostas e ao agente branqueador PAP utilizados nesta investigação.

Tabela 5. Descrição das Resinas Compostas e do PAP utilizadas nesta Investigação

Resina/ Produto	Marca	Composição	Cor	Modo de utilização (instruções do fabricante)	Nº Lote / Validade
Resina Microhíbrida (Filtek™ Z250) (Figura 15)	3M ESPE – Minnesota, USA	Matriz Orgânica (40%) -Bis-EMA, UDMA e TEGDMA Matriz de Carga Inorgânica (60%). Microhíbrido com partículas de quartzo entre 0,01µm a 3,5µm com tamanho médio de 0,6µm	A3	Fotopolimerização 40 segundos em incrementos de 2,5 mm.	10933786 / (16/03/2027)
Resina Nanoparticulada (Filtek™ Supreme XTE Enamel) (Figura 16)	3M ESPE – Minnesota, USA	Matriz Orgânica (36,7%) – Bis-GMA, UDMA, TEGDMA e Bis-EMA Matriz de Carga Inorgânica (63,3%) partículas livres de sílica, partículas livres de zircónio (4 a 11nm) e clusters de sílica e zircónio agregados (tamanho médio de 0,6 a 10 µm).	A3	Fotopolimerização 40 segundos em incrementos de 2 mm.	11542440 / (22/07/2027)
Brillant Lumina (PAP) (Figura 17)	Coltene	Ingredientes do Gel: Aqua, Ácido Ftalimido-peroxicapróico, Glicerina, Goma Xantana, Citrato Monossódico, Copolímero PVM/MA, Hidróxido de Sódio, C12-15 Pareth-3. Ingredientes do Ativador: Aqua, Hidróxido de Sódio.	X	Aplicar 15 min × 4 vezes, consecutivas (total de 60 minutos). O gel deve ser aspirado e removido após cada aplicação. (Figura 18)	24E0001 / (30/04/2027)

Na figura 18 podemos observar as imagens do procedimento branqueador fornecidas pelo fabricante.

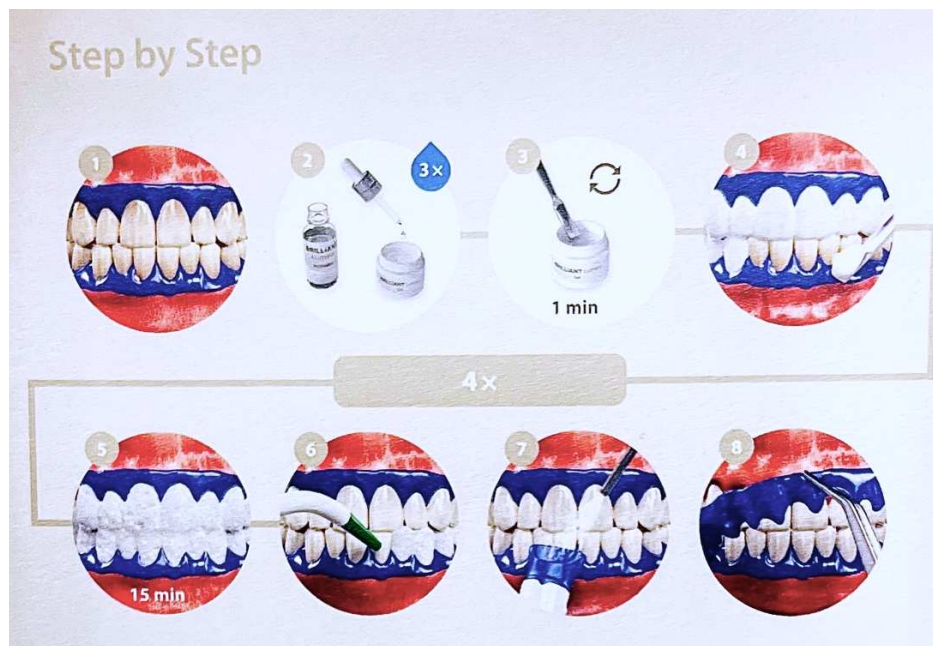


Figura 18. Modo de utilização segundo o fabricante

Procedimentos laboratoriais

Confeção das amostras

A confeção dos discos de resina composta foi realizada através da compactação de resina composta no interior do dispositivo Porcelain Sampler (diâmetro: 10 mm; espessura: 2 mm), que serve como molde padronizado. Inicialmente, o aparelho foi ajustado para uma profundidade de 2 mm (Figura 19. A). De seguida, com o auxílio de uma espátula reta, a resina composta foi cuidadosamente inserida nos orifícios do molde.

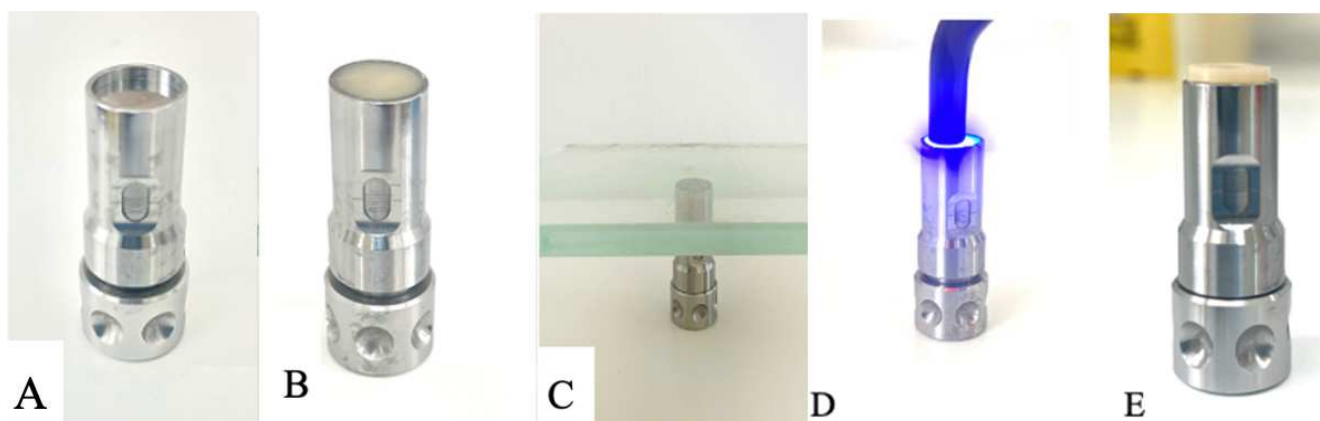


Figura 19. Confeção das amostras com o dispositivo Porcelain Sampler

A compactação foi realizada com uma espátula angulada, garantindo a eliminação de bolhas de ar e a uniformização da amostra (Figura 19. B). Sobre a superfície da resina foi colocada uma folha de acetato, com o objetivo de obter uma superfície uniforme, além de evitar o contacto da resina com o oxigénio atmosférico durante a fotopolimerização, promovendo assim uma cura mais completa e homogénea. Sobre esta folha de acetato, uma placa de vidro foi colocada durante 30 segundos, de forma a exercer alguma compressão. (Figura 19. C)

A primeira fotopolimerização foi realizada diretamente através da folha de acetato, utilizando o Fotopolimerizador (COXO DB686, Froshan COXO Medical Instruments, Guangdong, China), com intensidade luminosa de 500 a 1200 mW/cm² e comprimento de onda entre 430 nm e 480 nm (Figura 19. D). Após esta etapa, a roda de regulação do Porcelain Sampler foi girada para extrair cuidadosamente o disco de resina (Figura 18. E).

Os discos extraídos foram então fotopolimerizados nas duas faces durante o tempo recomendado pelo fabricante. Entre cada utilização, o Porcelain Sampler, espátula angulada, espátula reta e o fotopolimerizador foram limpos e secos com compressas embebidas em álcool a 75%.

Após a polimerização, os discos foram submetidos a polimento mecânico durante 10s sem refrigeração de ar/água, com cada disco e sempre pelo mesmo operador, com discos abrasivos de grão sucessivo (grosso, médio, fino e extrafino) (Figura 20), seguindo uma ordem padronizada para uniformizar a superfície das amostras e minimizar a rugosidade inicial



Figura 20. Discos abrasivos de grão grosso, médio, fino e extrafino

Concluído o polimento, as amostras foram armazenadas em caixas de plástico contendo saliva artificial durante 24 horas, de forma a permitir uma polimerização completa e uniforme dos discos.

As 24 amostras foram distribuídas em 4 grupos experimentais distintos, sendo que dois grupos foram submetidos ao branqueamento com ácido ftalimidoperoxicaçoico (PAP) ($n = 6$), aplicado durante 15 minutos, repetido 4 vezes consecutivas numa única sessão segundo as instruções do fabricante. Após o tratamento com PAP, cada uma das amostras foi lavada com água corrente durante 1 minuto. Os dois grupos restantes constituíram os grupos controlo ($n = 6$), que não receberam qualquer agente branqueador. (Tabela 6).

Tabela 6. Grupos experimentais do estudo

	Filtek Z250 cor A3	Filtek Supreme XTE enamel cor A3
Controlo	Fc ($n = 6$)	FSc ($n = 6$)
PAP (Brilliant lumina-coltene)	FPAP ($n = 6$)	FSPAP ($n = 6$)

Análise Espectrofotómetro Spectro-Shade Micro

5 amostras de cada grupos foram submetidas a análise de cor inicial utilizando um espectrofotómetro Spectro-Shade Micro (MHT - Niederhasli, Switzerland) (Figura 21).

Foi colocado um fundo preto por detrás das amostras, com o intuito de garantir uma recolha homogénea de dados entre os diferentes grupos experimentais.



Figura 21. Espectrofotômetro Spectro-Shade Micro (MHT - Niederhasli, Switzerland).

O aparelho foi calibrado previamente, utilizando uma referência de branco e uma referência de verde fornecidas pela base do próprio dispositivo. (Figura 22)

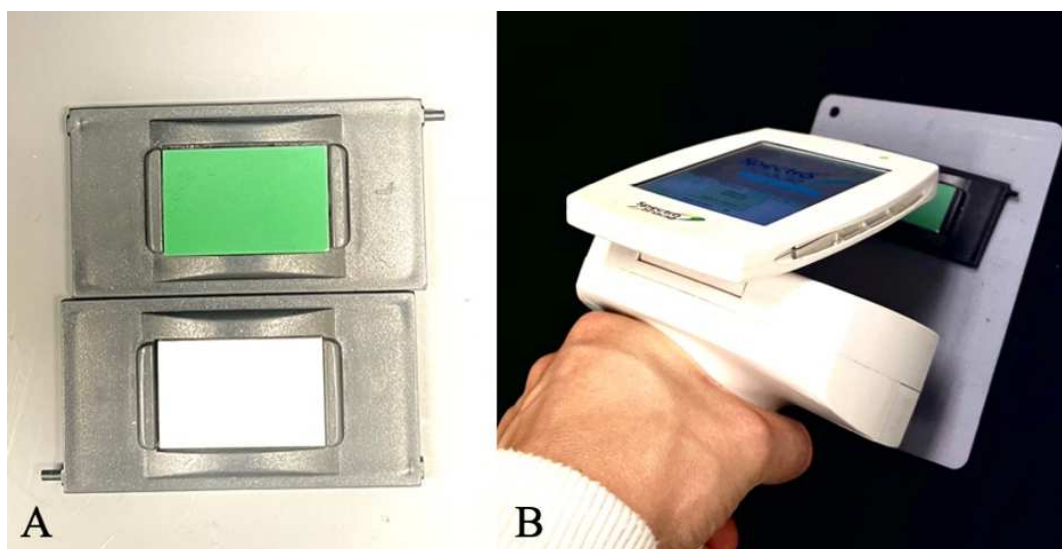


Figura 22. A. Referência de branco e referência de verde; B. Calibração do aparelho

Procedeu-se à medição de cor das amostras. No mostrador do aparelho surgiu uma linha indicadora que variava entre vermelho e verde, consoante a inclinação do dispositivo em relação à amostra. Para que a medição fosse considerada válida, esta linha teve de permanecer verde (Figura 23 A), após o que se pressionou o botão de aquisição para registar os dados de cor.

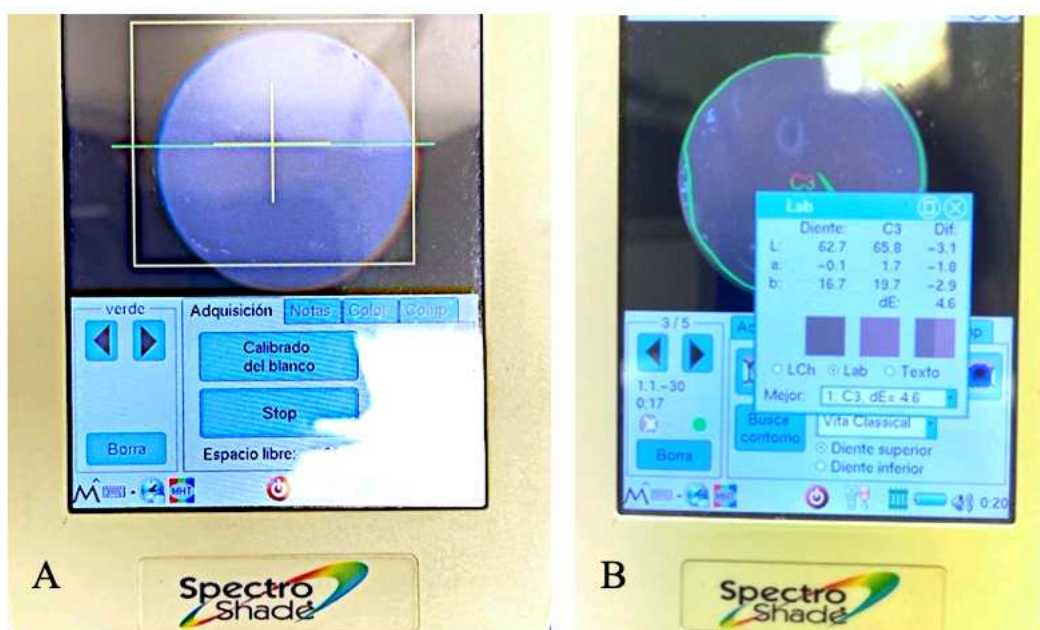


Figura 23. A. Medição da amostra com o espectrofotómetro; B. Recolha dos valores correspondentes ao dE.

Foi realizado o contorno da zona de interesse na amostra, de forma a delimitar precisamente a área a ser analisada.

Por fim, foram recolhidos os valores correspondentes ao sistema CIE Lab*, utilizados para a avaliação da cor das amostras. O valor de ΔE (delta E), que representa a diferença total de cor entre os dois momentos de medição, foi calculado automaticamente pelo espectrofotómetro com base nas coordenadas L*, a* e b*. (Figura 23 B)

Avaliação inicial da microdureza Vickers

Posteriormente, as cinco amostras de cada grupo foram submetidas à avaliação da microdureza Vickers. O ensaio foi realizado utilizando um microdurómetro digital Vickers (Shimadzu Corporation, Kyoto, Japão) (Figura 24), com uma carga de 29,42 N aplicada durante 5 segundos (Costa, 2016; Silva, 2015).

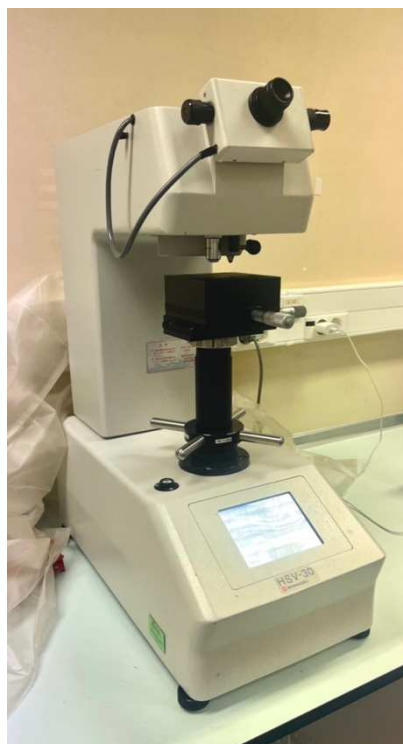


Figura 24. Microdurómetro digital Vickers (Shimadzu Corporation, Kyoto, Japão),
Para cada disco, foram efetuadas cinco leituras: uma na zona central (Figura 25) e quatro nos pontos cardeais. Com base nesses valores (Figura 26), foi calculada a média final de microdureza para cada uma das amostras.

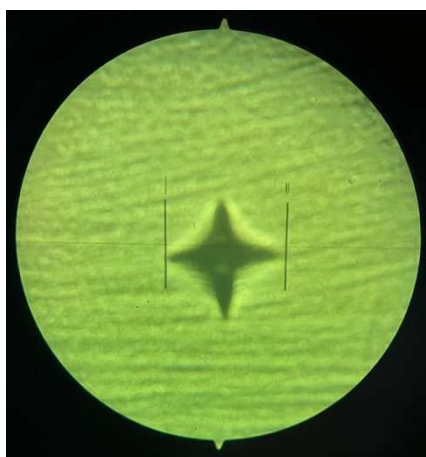


Figura 25. Imagem recolhida da primeira indentação do teste de vickers.

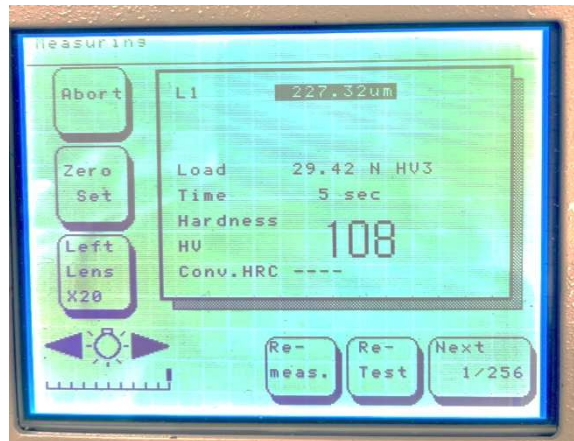


Figura 26. Imagem do ecrã da maquina Imagem recolhida do ecrã do Microdurómetro digital Vickers HSV-30 (Shimadzu Corporation - Kyoto, Japan)

Análise Microscópio Eletrónico Varrimento

Uma amostra de cada grupo de controlo foi analisada por microscopia eletrónica de varrimento (SEM) (Figura 27), com o objetivo de obter imagens representativas da rugosidade de superfície, tanto inicial como final. O processo seguiu as seguintes etapas:

- Fixação das amostras numa base metálica, utilizando fita adesiva de cobre (material condutora)
- Colocação das amostras em vácuo. Metalização com ouro e paládio das amostras.
- Colocação das amostras no microscópio eletrónico de varrimento para a aquisição das imagens.



Figura 27. Microscópio Eletrónico de Varrimento JEOL JSM 5400

Efeito do ácido ftalimidoperoxicapróico (PAP) sobre resinas compostas.

IV. Resultados

Resultados do Espectrofotômetro Spetro-Shade Micro

A análise dos dados colorimétricos baseou-se na utilização direta do valor de ΔE , fornecido pelo espectrofotômetro, como indicador da diferença total de cor entre os dois momentos de avaliação (Tabela 7).

Tabela 7. Resultados obtidos da análise das amostras através do Spectroshade.

Delta E	Filtek Z250	Filtek Supreme XTE
Controlo	4.180 (± 0.5495)	2,860 ($\pm 0,6427$)
PAP	4.160 (± 0.5128)	2,800 ($\pm 0,5339$)
Significância p	0.477	0.876

Com base na tabela 7 que apresenta as médias dos valores de ΔE , e de acordo com o teste de Student, pode concluir-se que não existe uma diferença estatisticamente significativa entre as médias do grupo controlo e as do grupo teste submetido ao branqueamento com PAP, tanto para a resina Filtek™ Z250 como para a Filtek™ Supreme XTE.

Resultados do teste de Vickers

Tabela 8. Resultados obtidos da análise das amostras através do microdurómetro digital Vickers.

Microdureza	Filtek™ Z250	Filtek™ Supreme XTE
Controlo	105.4380 (± 4.04722)	100.5520 (± 1.22398)
PAP	104.5760 (± 3.17457)	99.8520 (± 3.58986)
Significância p	0.718	0.691

Com base na tabela 8 com as médias dos valores de microdureza e de acordo com os resultados do teste t de Student, pode concluir-se que não existe diferença estatisticamente significativa entre as médias do grupo controlo e as do grupo teste submetido ao branqueamento com PAP, tanto para a resina Filtek™ Z250 como para a Filtek™ Supreme XTE.

Resultados da Microscopia Eletrónica de Varrimento

Com base nas imagens obtidas por microscopia eletrónica de varrimento (MEV), é possível observar alterações morfológicas na superfície tanto da resina composta Filtek™ Z250 como da Filtek™ Supreme XTE após a aplicação do agente branqueador com ácido ftalimidoperoxicaiproico (PAP), em comparação com o estado inicial.

Resina Composta Filtek Z250

Nas Figuras 28, 30 e 32, observa-se a superfície das resinas compostas antes da exposição ao agente branqueador, apresentando um aspeto liso, contínuo e sem descontinuidades aparentes. Nas Figuras 29, 31 e 33, após o tratamento com PAP, verificam-se alterações morfológicas discretas, com um aumento da rugosidade superficial e exposição pontual de partículas de carga.

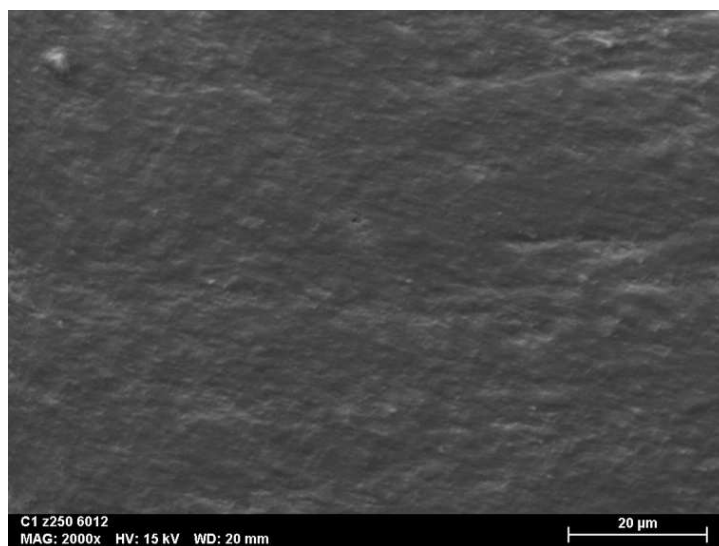


Figura 28. Imagens obtidas por Microscópio Eletrónico de Varrimento (MEV) com ampliação de 2000× da superfície da resina composta Filtek™ Z250 antes da exposição ao agente branqueador à base de ácido ftalimidoperoxicaiproico (PAP)

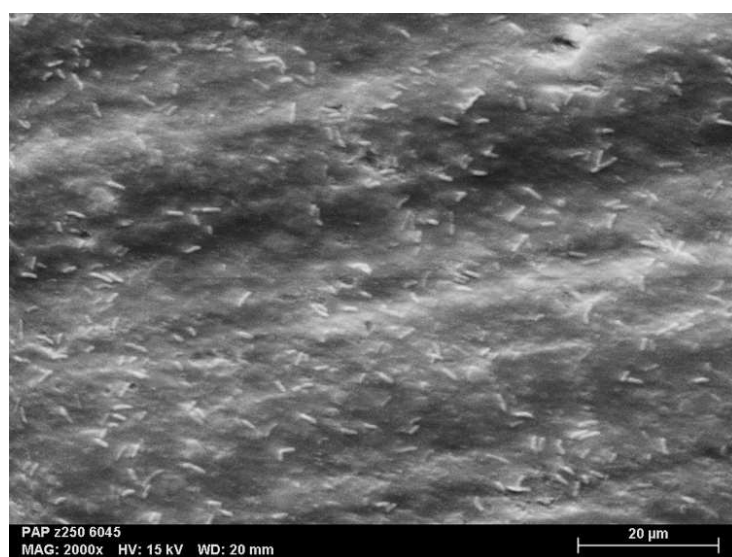


Figura 29. Imagens obtidas por Microscópio Eletrónico de Varrimento (MEV) com ampliação de 2000× da superfície da resina composta Filtek™ Z250 após a aplicação do branqueamento com PAP (Brilliant Lumina®, Coltene).

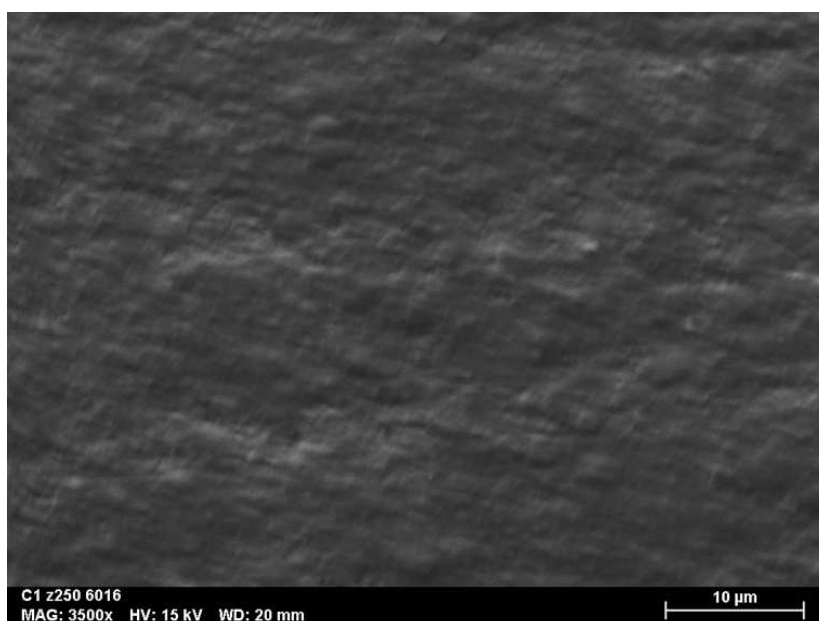


Figura 30. Imagens obtidas por Microscópio Eletrônico de Varrimento (MEV) com ampliação de 3500× da superfície da resina composta Filtek™ Z250 antes da exposição ao agente branqueador à base de ácido ftalimidoperoxicaiproico (PAP)

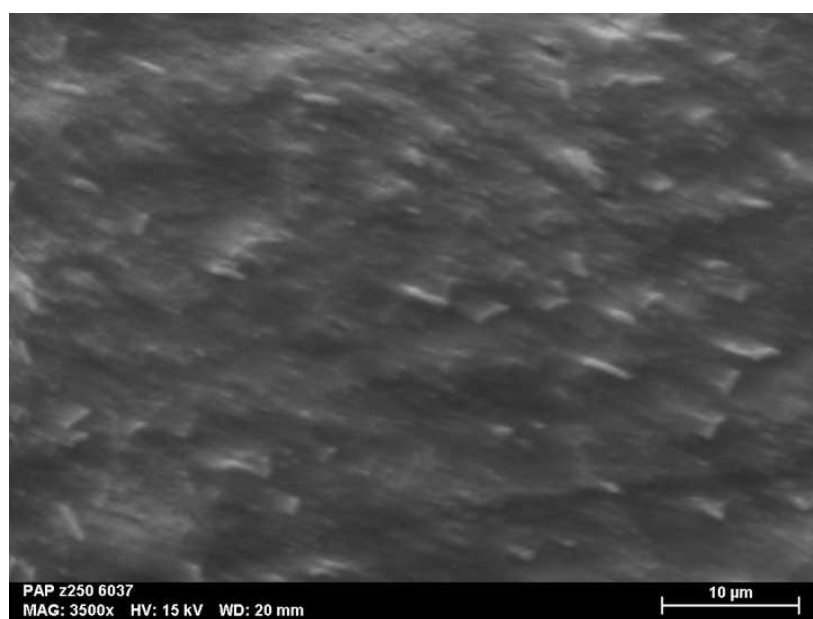


Figura 31. Imagens obtidas por Microscópio Eletrônico de Varrimento (MEV) com ampliação de 3500× da superfície da resina composta Filtek™ Z250 após a aplicação do branqueamento com PAP (Brilliant Lumina®, Coltene).

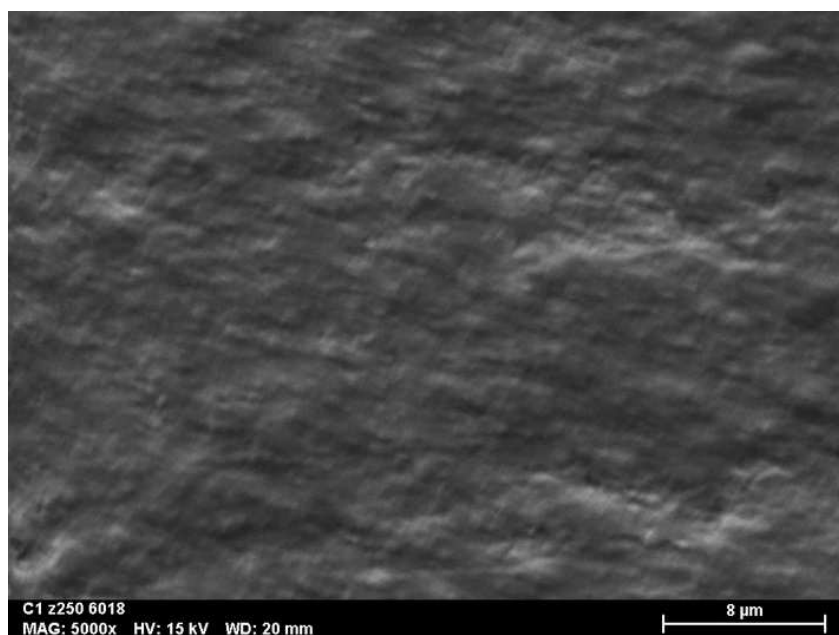


Figura 32. Imagens obtidas por Microscópio Eletrônico de Varrimento (MEV) com ampliação de 5000× da superfície da resina composta Filtek™ Z250 antes da exposição ao agente branqueador à base de ácido ftalimidoperoxicaçoico (PAP)

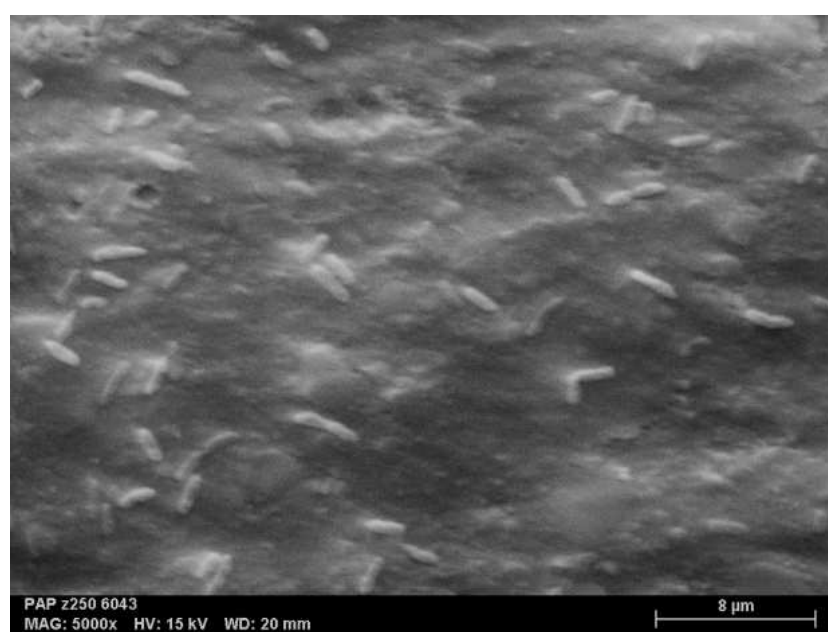


Figura 33. Imagens obtidas por Microscópio Eletrônico de Varrimento (MEV) com ampliação de 5000× da superfície da resina composta Filtek™ Z250 após a aplicação do branqueamento com PAP (Brilliant Lumina®, Coltene).

Resina Composta Filtek Supreme XTE

Nas Figuras 34, 36 e 38, observa-se a superfície das resinas compostas antes da exposição ao agente branqueador, evidenciando uma morfologia homogênea, contínua e sem irregularidades aparentes. Já nas Figuras 35, 37 e 39, após o tratamento com PAP, são visíveis alterações superficiais ligeiras, com discreta desorganização da matriz orgânica e leve exposição das partículas de carga.

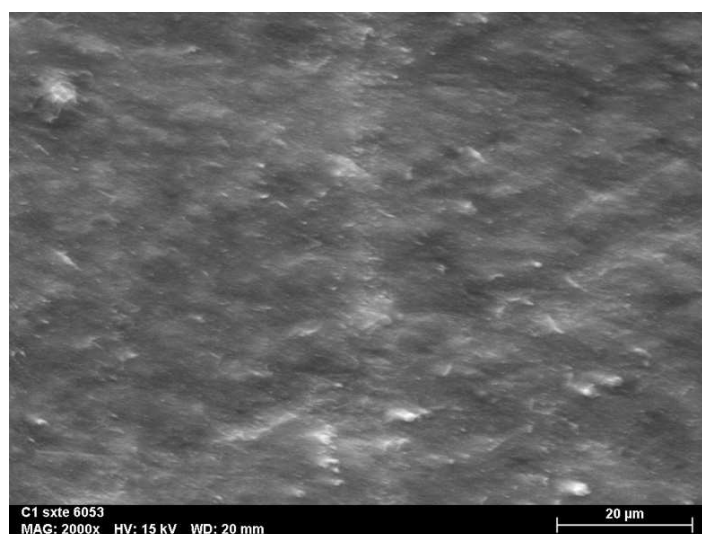


Figura 34. Imagens obtidas por Microscópio Eletrônico de Varrimento (MEV) com ampliação de 2000× da superfície da resina composta Filtek™ Supreme XTE antes da exposição ao agente branqueador à base de ácido ftalimidoperoxicaiproico (PAP)

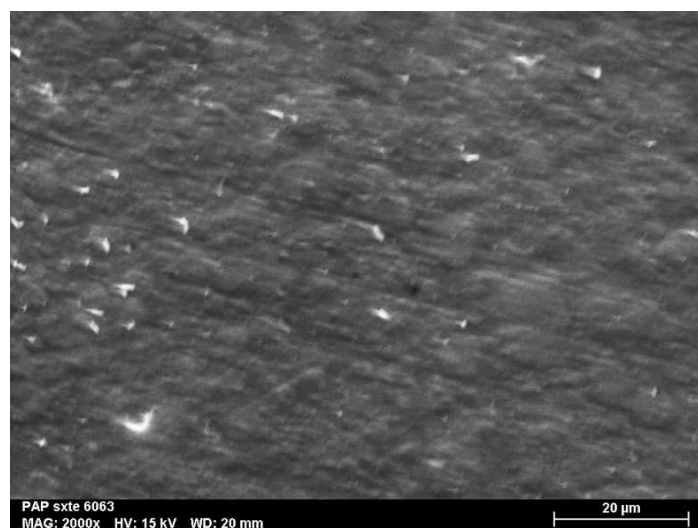


Figura 35. Imagens obtidas por Microscópio Eletrônico de Varrimento (MEV) com ampliação de 2000× da superfície da resina composta Filtek™ Supreme XTE após a aplicação do branqueamento com PAP (Brilliant Lumina®, Coltene).



Figura 36. Imagens obtidas por Microscópio Eletrônico de Varrimento (MEV) com ampliação de 3500× da superfície da resina composta Filtek™ Supreme XTE antes da exposição ao agente branqueador à base de ácido ftalimidoperoxicaçoico (PAP)

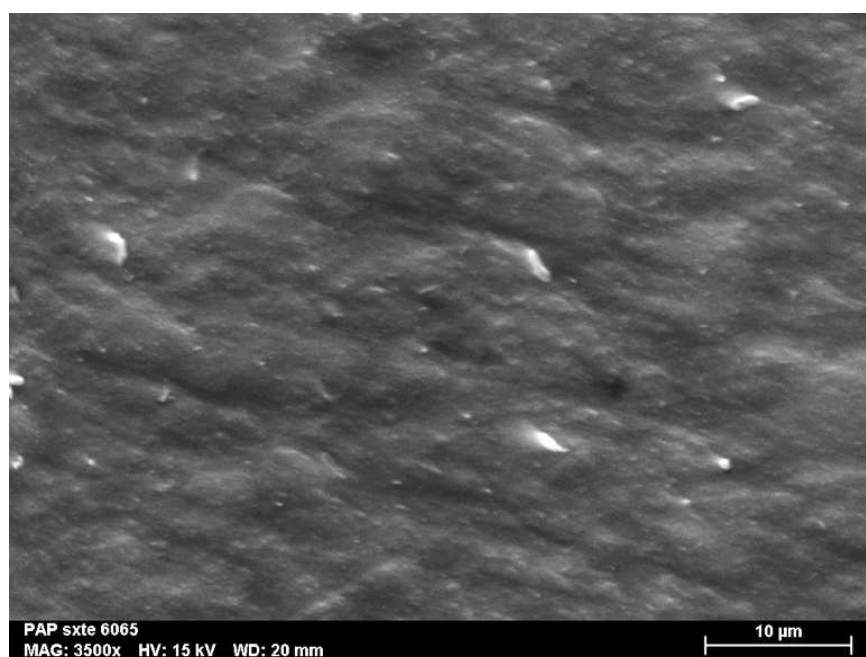


Figura 37. Imagens obtidas por Microscópio Eletrônico de Varrimento (MEV) com ampliação de 3500× da superfície da resina composta Filtek™ Supreme XTE após a aplicação do branqueamento com PAP (Brilliant Lumina®, Coltene).

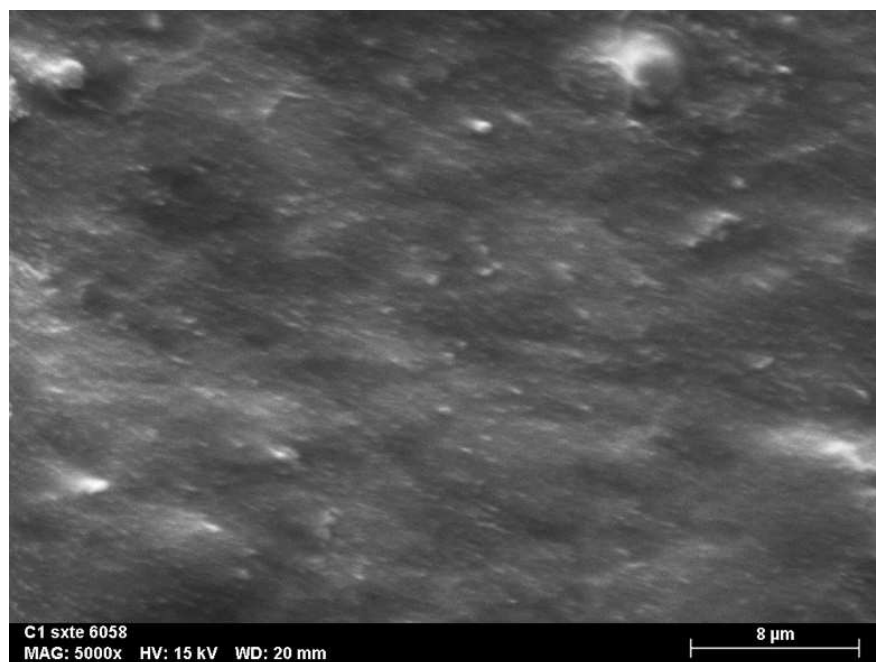


Figura 38. Imagens obtidas por Microscópio Eletrônico de Varrimento (MEV) com ampliação de 3500× da superfície da resina composta Filtek™ Supreme XTE antes da exposição ao agente branqueador à base de ácido ftalimidoperoxicaiproico (PAP).

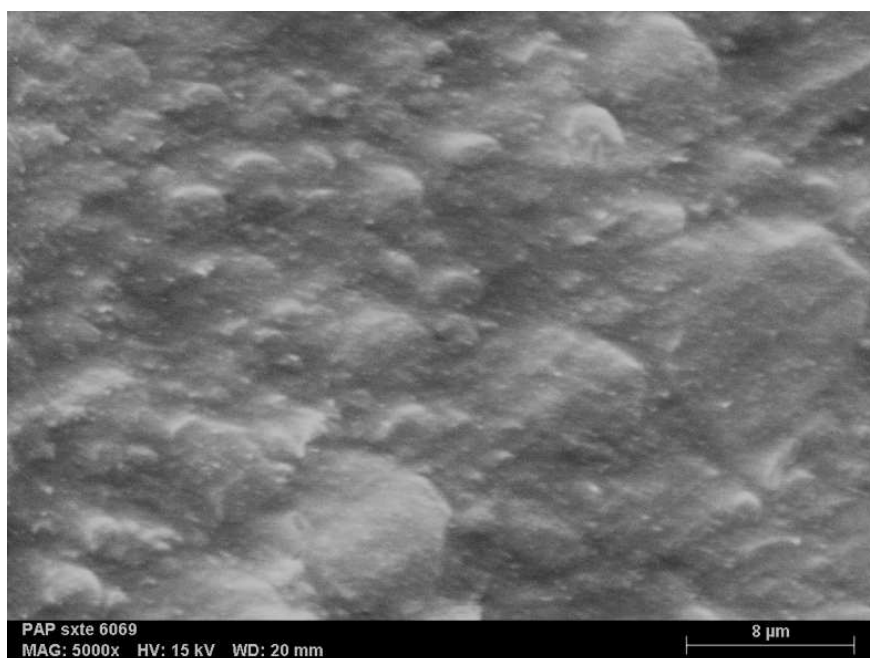


Figura 39. Imagens obtidas por Microscópio Eletrônico de Varrimento (MEV) com ampliação de 3500× da superfície da resina composta Filtek™ Supreme XTE após a aplicação do branqueamento com PAP (Brilliant Lumina®, Coltene).

Efeito do ácido ftalimidoperoxicapróico (PAP) sobre resinas compostas.

V. Discussão

O principal objetivo deste estudo foi avaliar o efeito do branqueamento com ácido ftalimidoperoxicaipróico (PAP) sobre três propriedades essenciais de duas resinas compostas – Filtek™ Z250 (micro-híbrida) e Filtek™ Supreme XTE (nanohíbrida): a estabilidade da cor (ΔE), a microdureza superficial e a rugosidade da superfície. Os resultados não mostraram alterações significativas nem na cor nem na microdureza, mas evidenciaram uma ligeira modificação qualitativa da rugosidade da superfície, observada por microscopia eletrônica de varrimento (SEM).

Estabilidade da cor (ΔE)

Os valores de ΔE obtidos após o tratamento com PAP indicam uma boa estabilidade cromática das duas resinas compostas testadas. Isto sugere que o PAP não provoca alterações óticas detetáveis, nem a olho nu nem com o uso de espectrofotômetro, nas restaurações existentes. Assim, a hipótese nula $H0_1$: “Não existem alterações de cor após exposição ao PAP” foi aceite, confirmando a neutralidade cromática do agente nas condições avaliadas.

Ainda não existem estudos publicados que avaliem especificamente o impacto do ácido ftalimidoperoxicaipróico (PAP) sobre as propriedades das resinas compostas. No entanto, estudos anteriores como os de Mujdeci & Gokay, (2006) mostraram que o branqueamento com peróxido de carbamida ou com tiras contendo peróxido de hidrogénio não provocou alterações significativas na microdureza nem no aspeto visual das resinas compostas testadas. Embora esses agentes branqueadores sejam mais oxidantes do que o PAP, os resultados sugerem que as resinas compostas tendem a apresentar uma certa resistência às alterações induzidas por tratamentos branqueadores.

Por outro lado, estudos como o de Reinhardt et al., (2019) demonstraram eficácia significativa dos agentes à base de peróxido de carbamida a 15 % no branqueamento de resinas previamente pigmentadas. Isto sublinha que o efeito branqueador sobre as resinas depende fortemente do seu grau de pigmentação pré-existente, o que não foi o caso neste estudo, onde as amostras não foram previamente envelhecidas nem pigmentadas com soluções reconhecidas pela sua capacidade de coloração, como vinho ou café.

Microdureza

O teste de microdureza de Vickers não revelou diferenças significativas entre os grupos tratados com PAP e os grupos controle. Estes resultados sugerem que o PAP não altera a estrutura superficial das resinas compostas ao ponto de comprometer a sua resistência mecânica. Assim, a hipótese nula H_0 - “Não existem alterações de microdureza após exposição ao PAP” foi aceita.

Embora ainda não existam estudos publicados que avaliem diretamente o impacto do PAP na microdureza das resinas compostas, investigações anteriores demonstraram que agentes branqueadores à base de peróxido podem afetar negativamente esta propriedade. Por exemplo, Attin et al., (2004) observaram que concentrações elevadas de reduzem significativamente a microdureza de materiais restauradores estéticos. A ausência desse efeito no presente estudo com PAP pode indicar uma ação mais suave deste agente, embora sejam necessários mais estudos para confirmar a sua compatibilidade com as resinas compostas.

Rugosidade superficial

A observação por SEM revelou uma ligeira alteração da rugosidade superficial, especialmente nas amostras de Filtek™ Z250, após aplicação do PAP. Esta alteração, apesar de não quantificada por perfilometria, foi sutil e localizada, sem presença de fissuras ou deslaminção evidente.

Este aspeto merece, no entanto, atenção clínica, uma vez que uma superfície mais rugosa pode favorecer a retenção de placa bacteriana, pigmentação extrínseca e desgaste acelerado. Atali & Topbai, (2011) demonstraram que mesmo alterações ligeiras da rugosidade, particularmente em superfícies que não são repolidas após o branqueamento com produtos à base de peróxido de hidrogénio, podem comprometer a estética e a longevidade das restaurações a longo prazo da resina composta.

Contudo, a ausência de alterações marcantes nas imagens SEM obtidas, em contraste com os danos observados em estudos que utilizaram agentes branqueadores à base de peróxido (Pitacas et al., 2015), permite relativizar o impacto observado. O PAP parece provocar uma alteração muito superficial, provavelmente limitada à camada mais externa da matriz orgânica, sem afetar significativamente as partículas de carga.

Análise global e implicações clínicas

Os resultados obtidos permitem concluir que o PAP não altera as propriedades mecânicas nem estéticas das resinas compostas testadas, não provoca branqueamento mensurável nestes materiais e pode ser considerado seguro para uso em restaurações estéticas em resina composta. No entanto, a sua eficácia global como agente branqueador permanece por demonstrar. Este perfil pode representar uma vantagem clínica relevante para pacientes com restaurações estéticas que pretendem realizar branqueamento dentário, uma vez que os géis à base de peróxido são frequentemente contraindicados nestes casos devido ao seu potencial efeito degradante sobre os materiais restauradores (Atali & Topbai, 2011).

Limitações do estudo

Tal como em qualquer investigação experimental, devem ser consideradas várias limitações metodológicas, de modo a interpretar os resultados com rigor.

Em primeiro lugar, o tamanho reduzido da amostra ($n = 5$ por grupo) constitui uma limitação estatística importante. Embora este número seja comum em estudos *in vitro* preliminares, reduz o poder estatístico e aumenta o risco de falsos negativos, ou seja, a possibilidade de não se detetarem diferenças significativas, mesmo quando estas existem. Um maior número de amostras permitiria aumentar a fiabilidade das comparações, especialmente em parâmetros sensíveis como o ΔE ou a microdureza.

Além disso, a análise da rugosidade de superfície foi realizada exclusivamente por observação qualitativa em microscopia eletrónica de varrimento (SEM). Apesar de esta técnica permitir uma visualização detalhada da topografia da superfície, não fornece dados quantitativos, como o valor médio de rugosidade (R_a), fundamentais para comparações objetivas. A ausência de medição profilométrica limitou, portanto, a análise estatística e deixou espaço para interpretações mais subjetivas. Idealmente, esta avaliação deveria ter sido complementada com uma análise tridimensional, utilizando um rugosímetro ou um microscópio confocal.

Importa ainda salientar que o estudo foi conduzido em condições laboratoriais controladas, que não refletem completamente a complexidade do meio oral. Fatores como variações térmicas, saliva, pH, presença de biofilme, ação mastigatória e escovagem

influenciam significativamente o comportamento dos materiais e dos agentes branqueadores. A interação constante com a saliva, por exemplo, pode afetar a remineralização ou a difusão dos agentes ativos. Assim, os resultados obtidos *in vitro* não podem ser automaticamente extrapolados para a prática clínica, sem validação em ambiente real.

Estas limitações justificam a necessidade de estudos complementares, tanto *in vitro* com modelos mais complexos, como *in vivo*, que considerem a dinâmica real da cavidade oral.

Perspetivas

Com base nas limitações identificadas, surgem várias possibilidades de aprofundamento da investigação, que poderão contribuir para uma compreensão mais abrangente do potencial e das restrições do PAP como agente branqueador.

Um primeiro passo importante seria estudar o comportamento do PAP em amostras de dentes naturais, considerando que este é o principal alvo do branqueamento na prática clínica. A estrutura mineralizada do esmalte, composta maioritariamente por hidroxiapatite, poderá reagir de forma distinta em relação às resinas compostas. Avaliar se o PAP consegue promover um branqueamento eficaz e duradouro, preservando simultaneamente a integridade estrutural do esmalte (sem desmineralização ou alterações morfológicas), constitui uma prioridade. Essa avaliação poderá incluir observações microscópicas, testes de microdureza e medições de ΔE específicas para esmalte e dentina.

Complementarmente, e como consequência direta das limitações anteriormente referidas, seria altamente recomendável integrar análises profilométricas tridimensionais em estudos futuros. Estas permitem obter dados objetivos sobre rugosidade superficial (como Ra, Rz, etc.), oferecendo uma caracterização mais precisa das alterações topográficas induzidas pelo PAP.

Outra vertente promissora será testar o PAP sobre resinas previamente pigmentadas com agentes como café, chá, vinho ou nicotina. Este modelo permitiria simular condições clínicas mais realistas e verificar se o PAP tem eficácia na remoção de pigmentações extrínsecas, além de possibilitar comparações diretas com agentes tradicionais à base de peróxido.

Por fim, torna-se indispensável validar estes resultados através de ensaios clínicos *in vivo*, que incluam não apenas a eficácia estética, mas também parâmetros como sensibilidade dentária, resposta gengival, compatibilidade com materiais restauradores e grau de satisfação dos pacientes. A percepção subjetiva do branqueamento, a estabilidade dos resultados ao longo do tempo e a segurança da aplicação são igualmente aspetos cruciais a considerar.

Estas perspetivas permitirão avaliar com maior solidez a viabilidade do PAP como alternativa segura e eficaz aos branqueadores convencionais, especialmente em pacientes com restaurações estéticas ou sensibilidade dentária aumentada.

Efeito do ácido ftalimidoperoxicapróico (PAP) sobre resinas compostas.

VI. Conclusões

Em suma, os resultados obtidos neste estudo *in vitro* sugerem que o ácido ftalimidoperoxicapróico (PAP), enquanto agente branqueador alternativo, não compromete as propriedades mecânicas nem estéticas das resinas compostas testadas (Filtek™ Z250 e Filtek™ Supreme XTE) nas condições avaliadas. A estabilidade da cor, a manutenção da microdureza e as alterações mínimas na superfície observadas ao microscópio reforçam o potencial de compatibilidade do PAP com materiais restauradores estéticos.

Estas observações sublinham a relevância clínica de avaliar o impacto dos agentes branqueadores em dentes com restaurações existentes, realidade comum na prática atual. Apesar dos resultados encorajadores quanto à segurança do PAP, a sua aplicabilidade como alternativa viável aos peróxidos requer validação adicional, nomeadamente através de estudos *in vivo* e testes mais abrangentes em dentes naturais e resinas pigmentadas.

Este trabalho representa, assim, um primeiro passo na caracterização do comportamento do PAP face às resinas compostas, fornecendo uma base para futuras investigações que visem equilibrar eficácia branqueadora e biocompatibilidade restauradora.

Efeito do ácido ftalimidoperoxicapróico (PAP) sobre resinas compostas.

VII. Referências Bibliográficas.

- Alkahtani, R., Stone, S., German, M., & Waterhouse, P. (2020). A review on dental whitening. *Journal of Dentistry*, 100, 103423. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2020.103423>
- Amado, I. M. (2016). *Avaliação da rugosidade de superfície e cor de resinas compostas após branqueamento* [Master's Instituto Universitário Egas Moniz]. Repositório Comum.. <https://comum.rcaap.pt/handle/10400.26/17468>
- Anusavice, K. J., Shen, C., & Rawls, H. R. (2012). *Phillips' Science of Dental Materials* (12th ed.). Elsevier. <https://shop.elsevier.com/books/phillips-science-of-dental-materials/anusavice/978-1-4377-2418-9>
- Atali, P. Y., & Topbai, F. B. (2011). The effect of different bleaching methods on the surface roughness and hardness of resin composites. *Journal of Dentistry and Oral Hygiene*, 3, 10-17. https://academicjournals.org/article/article1379415104_Atali%20and%20Topbasi.pdf
- Attin, T., Hannig, C., Wiegand, A., & Attin, R. (2004). Effect of bleaching on restorative materials and restorations—A systematic review. *Dental Materials*, 20(9), 852–861. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2004.04.002>
- Baharvand, M. (2014). Colors in tooth discoloration: A new classification and literature review. *International Journal of Clinical Dentistry*, 7, 17–27. https://www.researchgate.net/publication/262294748_Colors_in_tooth_discoloration_A_new_classification_and_literature_review

- Bayne, S. C. (2005). Dental biomaterials: Where are we and where are we going? *Journal of Dental Education*, 69(5), 571–585.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15897337/>
- Beckett, H. (2010). H₂O₂ and the law. *British Dental Journal*, 208(7), 273–274.
<https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2010.298>
- Cadenaro, M., Josic, U., Maravić, T., Mazzitelli, C., Marchesi, G., Mancuso, E., Breschi, L., & Mazzoni, A. (2023). Progress in Dental Adhesive Materials. *Journal of Dental Research*, 102(3), 254–262. <https://doi.org/10.1177/00220345221145673>
- Carey, C. M. (2014). Tooth Whitening: What We Now Know. *The journal of evidence-based dental practice*, 14, 70–76. <https://doi.org/10.1016/j.jebdp.2014.02.006>
- Chuenarrom, C., Benjakul, P., & Daosodsai, P. (2009). Effect of Indentation Load and Time on Knoop and Vickers Microhardness Tests for Enamel and Dentin. *Materials Research*, 12(4), 473–476. <https://doi.org/10.1590/S1516-14392009000400016>
- Costa, H. M. L. de C. F. da. (2016). *Estudo in vitro do efeito do envelhecimento artificial com chewing simulator na microdureza de várias resinas bulk fill após branqueamento* [Master's thesis, Instituto Universitário Egas Moniz]. Repositório Comum. <https://comum.rcaap.pt/handle/10400.26/17442>
- Curtis, A. R., Palin, W. M., Fleming, G. J. P., Shortall, A. C. C., & Marquis, P. M. (2009). The mechanical properties of nanofilled resin-based composites: The impact of dry and wet cyclic pre-loading on bi-axial flexure strength. *Dental Materials*, 25(2), 188–197. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2008.06.003>

- Demarco, F. F., Meireles, S. S., & Masotti, A. S. (2009). Over-the-counter whitening agents: A concise review. *Brazilian Oral Research*, 23, 64–70. <https://doi.org/10.1590/S1806-83242009000500010>
- Ferracane, J. L. (1985). Correlation between hardness and degree of conversion during the setting reaction of unfilled dental restorative resins. *Dental Materials*, 1(1), 11–14. [https://doi.org/10.1016/S0109-5641\(85\)80058-0](https://doi.org/10.1016/S0109-5641(85)80058-0)
- Ferracane, J. L. (2011). Resin composite—State of the art. *Dental Materials*, 27(1), 29–38. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2010.10.020>
- Ferreira, E. C. dos S. (2020). *Dificuldade de percepção da cor pelos médicos dentistas*. [Master's thesis, Instituto Universitário Egas Moniz]. Repositório Comum. <http://hdl.handle.net/10400.26/33989>
- Frank, H., Jailbird, & Alebergen. (2011). Espectro visível. Em *Wikipédia, a enciclopédia livre*. https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Espectro_vis%C3%ADvel&oldid=69639481
- Berthault, G. N., Durand, A. L., Lasfargues, J. J., & Decup, F. (s.d.). *Les nouveaux composites: Évaluation et intérêts cliniques pour les restaurations en technique directe*. Scribd. Obtido em 25 de março de 2025, de <https://fr.scribd.com/document/646878340/2067>
- Hahnel, S., Henrich, A., Bürgers, R., Handel, G., & Rosentritt, M. (2010). Investigation of mechanical properties of modern dental composites after artificial aging for one year. *Operative Dentistry*, 35(4), 412–419. <https://doi.org/10.2341/09-337-L>

- Ilie, N., & Hickel, R. (2009a). Investigations on mechanical behaviour of dental composites. *Clinical Oral Investigations*, 13(4), 427–438. <https://doi.org/10.1007/s00784-009-0258-4>
- Ilie, N., & Hickel, R. (2009b). Macro-, micro- and nano-mechanical investigations on silorane and methacrylate-based composites. *Dental Materials: Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 25(6), 810–819. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2009.02.005>
- Infarmed. (2023). *Suspensão imediata da comercialização de branqueadores dentários indevidamente qualificados como dispositivos médicos*. https://www.infarmed.pt/web/infarmed/infarmed?p_p_id=101&p_p_lifecycle=0&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&_101_struts_action=%2Fasset_publisher%2Fview_content&_101_assetEntryId=8885012&_101_type=content&_101_urlTitle=suspensao-imediata-da-comercializacao-de-branqueadores-dentarios-indevidamente-qualificados-como-dispositivos-medicos
- In-Office Teeth Whitening—BRILLIANT Lumina*. (2024, maio 2). <https://lumina.coltene.com/dental-professional/>
- Irusa, K., Alrahaem, I. A., Ngoc, C. N., & Donovan, T. (2022). Tooth whitening procedures: A narrative review. *Dentistry Review*, 2(3), 100055. <https://doi.org/10.1016/j.dentre.2022.100055>
- Jacob Rus. (2007). Sistema de cores de Munsell. Em *Wikipédia, a enciclopédia livre*. https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Sistema_de_cores_de_Munsell&oldid=59214827

- Joiner, A. (2006). The bleaching of teeth: A review of the literature. *Journal of Dentistry*, 34(7), 412–419. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2006.02.002>
- Jouhar, R., Ahmed, M. A., Heboyar, A., Faheemuddin, M., Mosaddad, S. A., & Ahmed, N. (2024). Analysis of shade-matching ability in dental students: A comparative study under clinical and correcting light conditions. *BMC Medical Education*, 24(1), 169. <https://doi.org/10.1186/s12909-024-05146-2>
- Kwon, T.-Y., Bagheri, R., Kim, Y. K., Kim, K.-H., & Burrow, M. F. (2012). Cure mechanisms in materials for use in esthetic dentistry. *Journal of Investigative and Clinical Dentistry*, 3(1), 3–16. <https://doi.org/10.1111/j.2041-1626.2012.00114.x>
- Li, Y., & Greenwall, L. (2013). Safety issues of tooth whitening using peroxide-based materials. *British Dental Journal*, 215(1), 29–34. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2013.629>
- Lima, V. P., Machado, J. B., Zhang, Y., Loomans, B. A. C., & Moraes, R. R. (2022). Laboratory methods to simulate the mechanical degradation of resin composite restorations. *Dental Materials: Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 38(1), 214–229. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2021.12.006>
- Maiya, R., Attavar, S. H., & Kovoov, K. L. (2024). Comparative analysis of laser activated radical free bleaching agent on surface morphology and calcium phosphate content of enamel. *Lasers in Dental Science*, 8(1), 36. <https://doi.org/10.1007/s41547-024-00250-4>
- Matinlinna, J. P., Lung, C. Y. K., & Tsoi, J. K. H. (2018). Silane adhesion mechanism in dental applications and surface treatments: A review. *Dental Materials*, 34(1), 13–28. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2017.09.002>

- Mchantaf, E., Mansour, H., Sabbagh, J., Feghali, M., & McConnell, R. J. (2017). Frequently Asked Questions about Vital Tooth Whitening. *Dental Update*, 44(1), 56–58, 61–63. <https://doi.org/10.12968/denu.2017.44.1.56>
- Melo junior, P. (2011). Seleccionando correctamente as resinas compostas. *International Journal of Dentistry*, 10 (2), 91–96.
- Moraes, B. S. de. (2021). *O branqueamento dentário na atualidade* [Artigo de revisão bibliográfica, Faculdade de Farmácia da Universidade do Porto]. https://sigarra.up.pt/ffup/pt/pub_geral.show_file?pi_doc_id=320269.
- Nardi, G. M., & Pipicelli, M. (2025, fevereiro). *Innovative technology for brightening a smile* [Folheto técnico]. Coltene. https://media.coltene.com/EN/GB/index/search?q=BRILLIANT%20Lumina&sp=FR&nk=DOC_BRO
- Nawrocka, A., Piwonski, I., Sauro, S., Porcelli, A., Hardan, L., & Lukomska-Szymanska, M. (2021). Traditional Microscopic Techniques Employed in Dental Adhesion Research—Applications and Protocols of Specimen Preparation. *Biosensors*, 11(11), 408. <https://doi.org/10.3390/bios11110408>
- Oliveira, M. S. G. (2021). *Evidência e protocolos clínicos de branqueamento dentário – O estado da arte* [Relatório ou artigo]. Repositório Comum. <https://comum.rcaap.pt/entities/publication/94758c80-76e3-49c8-8d2d-426945bc2186>
- Oyama, K., Tsujimoto, A., Otsuka, E., Shimizu, Y., Shiratsuchi, K., Tsubota, K., Takamizawa, T., & Miyazaki, M. (2012). Influence of oxygen inhibition on the

- surface free energy and enamel bond strength of self-etch adhesives. *Dental Materials Journal*, 31(1), 26–31. <https://doi.org/10.4012/dmj.2011-162>
- Paolone, G., Pavan, F., Mandurino, M., Baldani, S., Guglielmi, P. C., Scotti, N., Cantatore, G., & Vichi, A. (2023). Color stability of resin-based composites exposed to smoke. A systematic review. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry: Official Publication of the American Academy of Esthetic Dentistry ... [et Al.]*, 35(2), 309–321. <https://doi.org/10.1111/jerd.13009>
- Park, H.-H., & Lee, I.-B. (2011). Effect of glycerin on the surface hardness of composites after curing. *Journal of Korean Academy of Conservative Dentistry*, 36, 483. <https://doi.org/10.5395/JKACD.2011.36.6.483>
- Pascolutti, M., & de Oliveira, D. (2021). A Radical-Free Approach to Teeth Whitening. *Dentistry Journal*, 9(12), 148. <https://doi.org/10.3390/dj9120148>
- Pitacas, H. M. G., Cavalheiro, A., Coito, C., Silva, A., Eira, R., & Lopes, M. (2015). Effect of external tooth bleaching on the surface of resin composites – An in vitro study. *Revista Portuguesa de Estomatologia, Medicina Dentária e Cirurgia Maxilofacial*, 56(3), 149–155. <https://doi.org/10.1016/j.rpemd.2015.08.002>
- Poskus, L. T., Placido, E., & Cardoso, P. E. C. (2004). Influence of placement techniques on Vickers and Knoop hardness of class II composite resin restorations. *Dental Materials*, 20(8), 726–732. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2003.10.006>
- Price, R. B., Ferracane, J. L., & Shortall, A. C. (2015). Light-Curing Units: A Review of What We Need to Know. *Journal of Dental Research*, 94(9), 1179–1186. <https://doi.org/10.1177/0022034515594786>

- Reinhardt, J., Balbierz, M., Schultz, C., Simetich, B., & Beatty, M. (2019). Effect of Tooth-Whitening Procedures on Stained Composite Resins. *Operative Dentistry*, 44(1), 65–75. <https://doi.org/10.2341/17-301-L>
- Rocheft, T. de. (2019). *Comparaç o da eficácia de diferentes técnicas de branqueamento; estudo clínico piloto Split-Mouth*. <http://hdl.handle.net/10400.26/30591>
- Rodríguez-Martínez, J., Valiente, M., & Sánchez-Martín, M.-J. (2019). Tooth whitening: From the established treatments to novel approaches to prevent side effects. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 31(5), 431–440. <https://doi.org/10.1111/jerd.12519>
- Sakaguchi, R., Ferracane, J., & Powers, J. (Eds.). (2019a). Chapter 4—Fundamentals of Materials Science. Em *Craig’s Restorative Dental Materials (Fourteenth Edition)* (pp. 29–68). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-47821-2.00004-4>
- Sakaguchi, R., Ferracane, J., & Powers, J. (Eds.). (2019b). Chapter 9 - Restorative Materials: Resin Composites and Polymers. Em *Craig’s Restorative Dental Materials (Fourteenth Edition)* (pp. 135–170). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-47821-2.00009-3>
- Samorodnitzky-Naveh, G. R., Geiger, S. B., & Levin, L. (2007). Patients’ satisfaction with dental esthetics. *Journal of the American Dental Association* (1939), 138(6), 805–808. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.2007.0269>
- Santini, A., Gallegos, I. T., & Felix, C. M. (2013). Photoinitiators in Dentistry: A Review. *Primary Dental Journal*, 2(4), 30–33. <https://doi.org/10.1308/205016814809859563>

- Severo, B. G. de M., & Reis, T. A. dos. (2022). Classificação das resinas compostas e métodos de acabamento e polimento. *Research, Society and Development*, 11(7), Artigo 7. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i7.30257>
- Shawkat, E. S., Shortall, A. C., Addison, O., & Palin, W. M. (2009). Oxygen inhibition and incremental layer bond strengths of resin composites. *Dental Materials*, 25(11), 1338–1346. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2009.06.003>
- Silva, A. M., Moreira, I. S., Cardoso, E. M. F. S., Moraes, D. A. de, & Nascimento, F. (2022). Avaliação do nível de satisfação dos cirurgiões dentistas na qualidade final das resinas compostas após acabamento e polimento. *Scientia Generalis*, 3(2), Artigo 2. <http://scientiageneralis.com.br/index.php/SG/article/view/464>
- Silva, M. L. P. P. da. (2015). *Estudo in vitro do efeito de dois géis de branqueamento de diferentes composições nas características morfológicas e dureza do esmalte dentário* [Dissertação de mestrado, Instituto Universitário Egas Moniz]. Repositório Comum. <http://hdl.handle.net/10400.26/10896>
- Silva, M. (2016). *Avaliação da eficácia de diferentes concentrações de peróxido de carbamida e hidrogénio no branqueamento interno: Estudo in vitro* [Dissertação de mestrado, Instituto Universitário Egas Moniz]. Repositório Comum. <http://hdl.handle.net/10400.26/15377>
- Syed, J. (2018). Scanning Electron Microscopy in Oral Research. *Journal of The Pakistan Dental Association*, 26, 189–195. <https://doi.org/10.25301/JPDA.264.189>
- União Europeia. (2009). *Regulamento (CE) n.º 1223/2009 do Parlamento Europeu e do Conselho de 30 de Novembro de 2009 relativo aos produtos cosméticos.*

- Yan, Y. L., Kim, Y. K., Kim, K.-H., & Kwon, T.-Y. (2010). Changes in degree of conversion and microhardness of dental resin cements. *Operative Dentistry*, 35(2), 203–210. <https://doi.org/10.2341/09-174-L>

VIII. Anexos

		Descritivas			
Grupos			Estatística	Estatística do teste Padrão	
Delta E	Z250	Média		4.180	.2458
		95% de Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior	3.498	
			Limite superior	4.862	
		5% da média aparada		4.172	
		Mediana		4.000	
		Variância		.302	
		Erro Padrão		.5495	
		Mínimo		3.6	
		Máximo		4.9	
		Amplitude		1.3	
		Amplitude interquartil		1.0	
		Assimetria		.481	.913
		Curtose		-2.039	2.000
	SXTE	Média		2.860	.2874
		95% de Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior	2.062	
			Limite superior	3.658	
		5% da média aparada		2.850	
		Mediana		2.800	
		Variância		.413	
		Erro Padrão		.6427	
		Mínimo		2.2	
		Máximo		3.7	
		Amplitude		1.5	
		Amplitude interquartil		1.3	
		Assimetria		.337	.913
		Curtose		-1.965	2.000
	Z250 (PAP)	Média		4.160	.2293
		95% de Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior	3.523	
			Limite superior	4.797	
		5% da média aparada		4.144	
		Mediana		4.100	
		Variância		.263	
		Erro Padrão		.5128	
		Mínimo		3.6	
		Máximo		5.0	
		Amplitude		1.4	
		Amplitude interquartil		.8	
		Assimetria		1.275	.913
		Curtose		2.787	2.000
	SXTE (PAP)	Média		2.800	.2387
		95% de Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior	2.137	
			Limite superior	3.463	
		5% da média aparada		2.789	
		Mediana		2.700	
		Variância		.285	
		Erro Padrão		.5339	
		Mínimo		2.2	
		Máximo		3.6	
		Amplitude		1.4	
		Amplitude interquartil		.9	
		Assimetria		.756	.913
		Curtose		.449	2.000

Testes de Normalidade

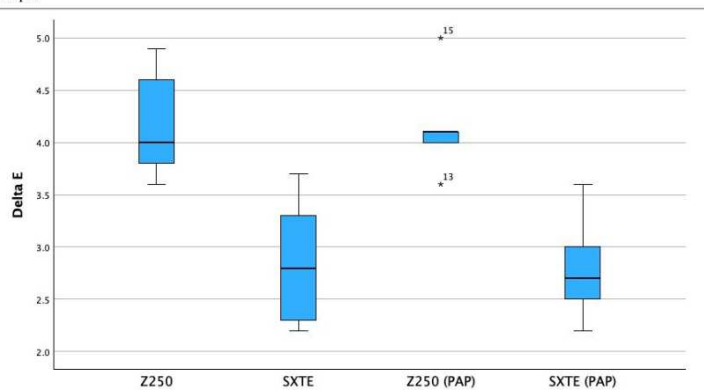
Grupos	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			
	Estatística	gl	Sig.	Estatística	gl	Sig.	
Delta E	Z250	.228	5	.200*	.925	5	.563
	SXTE	.208	5	.200*	.928	5	.584
	Z250 (PAP)	.347	5	.049	.866	5	.252
	SXTE (PAP)	.174	5	.200*	.969	5	.871

a. Correlação de Significância de Lilliefors

*. Este é um limite inferior da significância verdadeira.

Delta E

Boxplot



Estatísticas de grupo

Grupos	N	Média	Desvio Padrão	Erro de média padrão	
Delta E	Z250	5	4.180	.5495	.2458
	Z250 (PAP)	5	4.160	.5128	.2293

Teste de amostras independentes

		Teste de Levene para igualdade de variâncias		teste-t para Igualdade de Médias						
		Z	Sig.	t	df	Significância		Diferença média	Erro de diferença padrão	95% Intervalo de Confiança da Diferença
						Unilateral p	Bilateral p			Inferior Superior
Delta E	Variâncias iguais assumidas	.439	.526	.059	8	.477	.954	.0200	.3362	-.7552 .7952
	Variâncias iguais não assumidas			.059	7.962	.477	.954	.0200	.3362	-.7558 .7958

Estatísticas de grupo

Grupos	N	Média	Desvio Padrão	Erro de média padrão	
Delta E	SXTE	5	2.860	.6427	.2874
	SXTE (PAP)	5	2.800	.5339	.2387

Teste de amostras independentes

		Teste de Levene para igualdade de variâncias		teste-t para Igualdade de Médias						
		Z	Sig.	t	df	Significância		Diferença média	Erro de diferença padrão	95% Intervalo de Confiança da Diferença
						Unilateral p	Bilateral p			Inferior Superior
Delta E	Variâncias iguais assumidas	.368	.561	.161	8	.438	.876	.0600	.3736	-.8016 .9216
	Variâncias iguais não assumidas			.161	7.740	.438	.877	.0600	.3736	-.8067 .9267

Descritivas

Grupos		Estatística		Estatística do teste Padrão	
Microdureza (Vickers)	Z250	Média		105.4380	1.80997
		95% de Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior	100.4127	
			Limite superior	110.4633	
		5% da média aparada		105.4289	
		Mediana		103.5600	
		Variância		16.380	
		Erro Padrão		4.04722	
		Mínimo		101.24	
		Máximo		109.80	
		Amplitude		8.56	
		Amplitude interquartil		7.74	
		Assimetria		.409	.913
		Curtose		-2.986	2.000
	SXTE	Média		100.5520	.54738
		95% de Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior	99.0322	
			Limite superior	102.0718	
		5% da média aparada		100.5522	
		Mediana		100.3600	
		Variância		1.498	
		Erro Padrão		1.22398	
		Mínimo		99.14	
		Máximo		101.96	
		Amplitude		2.82	
		Amplitude interquartil		2.40	
		Assimetria		.124	.913
		Curtose		-2.463	2.000
	Z250 (PAP)	Média		104.5760	1.41971
		95% de Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior	100.6343	
			Limite superior	108.5177	
		5% da média aparada		104.6144	
		Mediana		103.8800	
		Variância		10.078	
		Erro Padrão		3.17457	
		Mínimo		100.42	
		Máximo		108.04	
		Amplitude		7.62	
		Amplitude interquartil		6.00	
		Assimetria		-.129	.913
		Curtose		-1.640	2.000
	SXTE (PAP)	Média		99.8520	1.60544
		95% de Intervalo de Confiança para Média	Limite inferior	95.3946	
			Limite superior	104.3094	
		5% da média aparada		99.7567	
		Mediana		100.2000	
		Variância		12.887	
		Erro Padrão		3.58986	
		Mínimo		96.14	
		Máximo		105.28	
		Amplitude		9.14	
		Amplitude interquartil		6.31	
		Assimetria		.791	.913
		Curtose		.409	2.000

Testes de Normalidade

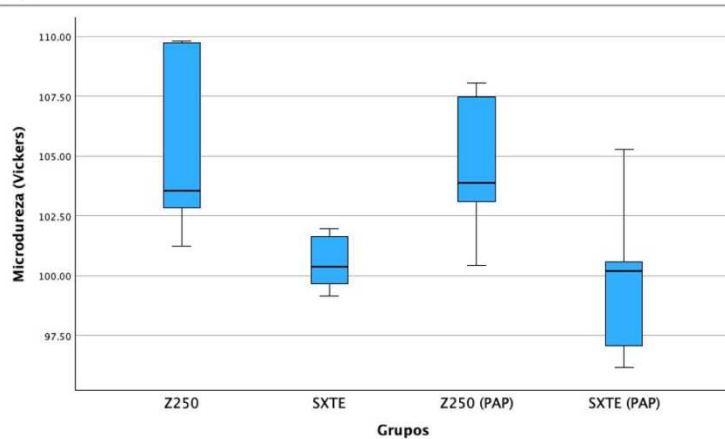
Grupos	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estatística	gl	Sig.	Estatística	gl	Sig.
Microdureza (Vickers)	Z250	.279	5	.200*	.826	5
	SXTE	.213	5	.200*	.923	5
	Z250 (PAP)	.218	5	.200*	.930	5
	SXTE (PAP)	.222	5	.200*	.928	5

a. Correlação de Significância de Lilliefors

*. Este é um limite inferior da significância verdadeira.

Microdureza (Vickers)

Boxplot



Estatísticas de grupo

Grupos	N	Média	Desvio Padrão	Erro de média padrão
Microdureza (Vickers)	Z250	5	105.4380	4.04722
	Z250 (PAP)	5	104.5760	3.17457

Teste de amostras independentes

		Teste de Levene para igualdade de variâncias		teste-t para Igualdade de Médias							
		Z	Sig.	t	df	Significância		Diferença média	Erro de diferença padrão	95% Intervalo de Confiança da Diferença	
						Unilateral p	Bilateral p			Inferior	Superior
Microdureza (Vickers)	Variâncias iguais assumidas	1.292	.289	.375	8	.359	.718	.86200	2.30034	-4.44260	6.16660
	Variâncias iguais não assumidas			.375	7.570	.359	.718	.86200	2.30034	-4.49545	6.21945

Estatísticas de grupo

Grupos	N	Média	Desvio Padrão	Erro de média padrão
Microdureza (Vickers)	SXTE	5	100.5520	1.22398
	SXTE (PAP)	5	99.8520	3.58986

Teste de amostras independentes

		Teste de Levene para igualdade de variâncias		teste-t para Igualdade de Médias							
		Z	Sig.	t	df	Significância		Diferença média	Erro de diferença padrão	95% Intervalo de Confiança da Diferença	
						Unilateral p	Bilateral p			Inferior	Superior
Microdureza (Vickers)	Variâncias iguais assumidas	2.689	.140	.413	8	.345	.691	.70000	1.69619	-3.21141	4.61141
	Variâncias iguais não assumidas			.413	4.918	.349	.697	.70000	1.69619	-3.68225	5.08225

ELSEVIER LICENSE
TERMS AND CONDITIONS

Jun 19, 2025

This Agreement between Solene Maudelonde ("You") and Elsevier ("Elsevier") consists of your license details and the terms and conditions provided by Elsevier and Copyright Clearance Center.

License Number	6002541234949
License date	Apr 05, 2025
Licensed Content Publisher	Elsevier
Licensed Content Publication	Journal of Evidence Based Dental Practice
Licensed Content Title	Tooth Whitening: What We Now Know
Licensed Content Author	Clifton M. Carey
Licensed Content Date	Jun 1, 2014
Licensed Content Volume	14
Licensed Content Issue	n/a
Licensed Content Pages	7
Start Page	70
End Page	76
Type of Use	reuse in a thesis/dissertation
Portion	figures/tables/illustrations
Number of figures/tables/illustrations	1
Format	both print and electronic
Are you the author of this Elsevier article?	No
Will you be translating?	Yes, without English rights
Number of languages	1
Title of new work	Efeito do acido ftalimidoperoxicaiproico (PAP) sobre resinas compostas.
Institution name	INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ
Expected presentation date	Jul 2025
Portions	Figure 1. Examples of tooth staining. Extrinsic staining examples: A. Smoking; B. Wine stain; and C. Food stain. Intrinsic staining examples
The Requesting Person / Organization to Appear on the License	Solene Maudelonde
Specific Languages	Portuguese
Requestor Location	Miss. solene maudelonde 12 rue des mares Millieres, 50190 France
Publisher Tax ID	GB 494 6272 12
Total	0.00 EUR
Terms and Conditions	

ELSEVIER LICENSE
TERMS AND CONDITIONS

Jun 19, 2025

This Agreement between Solene Maudelonde ("You") and Elsevier ("Elsevier") consists of your license details and the terms and conditions provided by Elsevier and Copyright Clearance Center.

License Number	6046390452729
License date	Jun 12, 2025
Licensed Content Publisher	Elsevier
Licensed Content Publication	The Journal of the American Dental Association
Licensed Content Title	An application of nanotechnology in advanced dental materials
Licensed Content Author	SUMITA B. MITRA,DONG WU,BRIAN N. HOLMES
Licensed Content Date	Oct 1, 2003
Licensed Content Volume	134
Licensed Content Issue	10
Licensed Content Pages	9
Start Page	1382
End Page	1390
Type of Use	reuse in a thesis/dissertation
Portion	figures/tables/illustrations
Number of figures/tables/illustrations	1
Format	both print and electronic
Are you the author of this Elsevier article?	No
Will you be translating?	Yes, including English rights
Number of languages	1
Title of new work	Efeito do acido ftalimidoperoxicaiproico (PAP) sobre resinas compostas.
Institution name	INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ
Expected presentation date	Jul 2025
Portions	Figure 6. page 1389
The Requesting Person / Organization to Appear on the License	Solene Maudelonde
Specific Languages	portugese
Requestor Location	Miss. solene maudelonde 12 rue des mares Millieres, 50190 France
Publisher Tax ID	GB 494 6272 12
Total	0.00 EUR
Terms and Conditions	

Order Number: 1601593
Order Date: 21 Apr 2025

Payment Information

solene.maudelonde
solene.maudelonde@gmail.com
Payment method: Invoice

Billing Address:
Miss solene.maudelonde
12 rue des mares
Millieres, 50190
France

+33 647747668
solene.maudelonde@gmail.com

Customer Location:
Miss solene.maudelonde
12 rue des mares
Millieres, 50190
France

Order Details

1. Craig's Restorative Dental Materials

Billing Status:
Open

Order License ID	1601593-1	Type of Use	Republish in a thesis/dissertation
Order detail status	Completed	Publisher	Elsevier Health Sciences
ISBN-13	9780323478212	Portion	Chapter/article
			0,00 EU
			Republication Permissic

LICENSED CONTENT

Publication Title	Craig's Restorative Dental Materials	Country	United States of America
Author / Editor	Sakaguchi, Ronald L., Ferracane, Jack, Powers, John M.	Rightsholder	Elsevier Science & Technology Journals
Date	04/11/2018	Publication Type	Book
Language	English		

REQUEST DETAILS

Portion Type	Chapter/article	Distribution	Other territories and/or countries
Page Range(s)	29-68	Enter Territories/Countries	portugal
Total Number of Pages	39	Translation	Original language plus one translation
Format (select all that apply)	Print, Electronic	Copies for the Disabled?	Yes
Who Will Republish the Content?	Academic institution	Minor Editing Privileges?	Yes
Duration of Use	Life of current edition	Incidental Promotional Use?	No
Lifetime Unit Quantity	Up to 499	Currency	EUR
Rights Requested	Main product		

NEW WORK DETAILS

Title	Efeito do acido ftalimidoperoxicaiproico (PAP) sobre resinas compostas.	Institution Name	INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONI
Instructor Name	Dr. Alexandra Pinto	Expected Presentation Date	2025-07-17

ADDITIONAL DETAILS

The Requesting Person / Organization to Appear on the License	Solene Maudelonde
---	-------------------

REQUESTED CONTENT DETAILS

Title, Description or Numeric Reference of the Portion(s)	Fundamentals of Materials Science	Title of the Article / Chapter the Portion Is From	Fundamentals of Materials Science
Editor of Portion(s)	Elsevier	Author of Portion(s)	Sakaguchi, Ronald L.; Ferracane, Jack; Powers, John M.
Volume / Edition	14	Publication Date of Portion	2018-04-11
Page or Page Range of Portion	29-68		

Elsevier Science & Technology Journals Terms and Conditions

Elsevier publishes Open Access articles in both its Open Access Journals and via its Open Access articles option in subscription journals, for which an author selects a user license permitting certain types of reuse without permission. Before proceeding please check if the article is Open Access on <http://www.sciencedirect.com> and refer to the user license for the individual article. Any reuse not included in the user license terms will require permission. You must always fully and appropriately credit the author and source. If any part of the material to be used (for example, figures) has appeared in the Elsevier publication for which you are seeking permission, with credit or acknowledgement to another source it is the responsibility of the user to ensure their reuse complies with the terms and conditions determined by the rights holder. Please contact permissions@elsevier.com with any queries.

Total Items: 1

Subtotal: 0,00 EU

Order Number: 1601619

Order Date: 21 Apr 2025

Payment Information

solene maudelonde
solene.maudelonde@gmail.com
Payment method: Invoice

Billing Address:
Miss solene maudelonde
12 rue des mares
Millieres, 50190
France

+33 647747668
solene.maudelonde@gmail.com

Customer Location:
Miss solene maudelonde
12 rue des mares
Millieres, 50190
France

Order Details

1. Dental materials

Article: Resin composite--state of the art.

Billing Status:
Open

Order License ID	1601619-1	Type of Use	Republish in a thesis/dissertation
Order detail status	Completed	Publisher	ELSEVIER INC.
ISSN	0109-5641	Portion	Chapter/article

0,00 EU

Republication Permissic

LICENSED CONTENT

Publication Title	Dental materials	Rightsholder	Elsevier Science & Technology Journals
Article Title	Resin composite--state of the art.	Publication Type	Journal
Author / Editor	ACADEMY OF DENTAL MATERIALS., AMERICAN ASSOCIATION FOR DENTAL RESEARCH., INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR DENTAL RESEARCH.	Start Page	29
		End Page	38
		Issue	1
Date	01/01/1985	Volume	27
Language	English		
Country	United States of America		

REQUEST DETAILS

Portion Type	Chapter/article	Distribution	Other territories and/or countries
Page Range(s)	29-38	Enter Territories/Countries	portugal
Total Number of Pages	9	Translation	Original language plus one translation
Format (select all that apply)	Print, Electronic	Copies for the Disabled?	No
Who Will Republish the Content?	Academic institution	Minor Editing Privileges?	Yes
Duration of Use	Life of current edition	Incidental Promotional Use?	No
Lifetime Unit Quantity	Up to 499	Currency	EUR
Rights Requested	Main product		

NEW WORK DETAILS

Title	Efeito do acido ftalimidoperoxicaiproico (PAP) sobre resinas compostas.	Institution Name	INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONI
Instructor Name	Dr. Alexandra Pinto	Expected Presentation Date	2025-07-17

ADDITIONAL DETAILS

The Requesting Person / Organization
to Appear on the License

Solene Maudelonde

REQUESTED CONTENT DETAILS

Title, Description or Numeric Reference of the Portion(s)	Resin composite--State of the art	Title of the Article / Chapter the Portion Is From	Resin composite--state of the art.
Editor of Portion(s)	Ferracane, Jack L.	Author of Portion(s)	Ferracane, Jack L.
Volume / Edition	27	Issue, if Republishing an Article From a Serial	1
Page or Page Range of Portion	29-38	Publication Date of Portion	2011-01-01

Order Number: 1596044

Order Date: 04 Apr 2025

Payment Information

solene maudelonde
solene.maudelonde@gmail.com
Payment method: Invoice

Billing Address:
Miss solene maudelonde
12 rue des mares
Millieres, 50190
France

+33 647747668
solene.maudelonde@gmail.com

Customer Location:
Miss solene maudelonde
12 rue des mares
Millieres, 50190
France

Order Details

1. Craig's Restorative Dental Materials

Billing Status:
Open

Order License ID	1596044-1	Type of Use	Republish in a thesis/dissertation
Order detail status	Completed	Publisher	Elsevier Health Sciences
ISBN-13	9780323478212	Portion	Chapter/article

0,00 EU

Republishing Permissic

LICENSED CONTENT

Publication Title	Craig's Restorative Dental Materials	Country	United States of America
Author / Editor	Sakaguchi, Ronald L., Ferracane, Jack, Powers, John M.	Rightholder	Elsevier Science & Technology Journals
Date	04/11/2018	Publication Type	Book
Language	English		

REQUEST DETAILS

Portion Type	Chapter/article	Distribution	Other territories and/or countries
Page Range(s)	135-170	Enter Territories/Countries	portugal
Total Number of Pages	35	Translation	Other translation needs
Format (select all that apply)	Print, Electronic	Enter Languages	Portuguese
Who Will Republish the Content?	Academic institution	Copies for the Disabled?	No
Duration of Use	Life of current edition	Minor Editing Privileges?	No
Lifetime Unit Quantity	Up to 499	Incidental Promotional Use?	No
Rights Requested	Main product	Currency	EUR

NEW WORK DETAILS

Title	Efeito do acido ftalimidoperoxicaipoico (PAP) sobre resinas compostas.	Institution Name	INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MON - MESTRADO INTEGRADO EM MEDICIN, DENTÁRIA
Instructor Name	Solene Maudelonde Work supervised by Dr. Alexandra Pinto	Expected Presentation Date	2025-06-01

ADDITIONAL DETAILS

The Requesting Person / Organization to Appear on the License: Solene Maudelonde

REQUESTED CONTENT DETAILS

Title, Description or Numeric Reference of the Portion(s)	Chapter 9 - Restorative Materials: Resin Composites and Polymers	Title of the Article / Chapter the Portion Is From	Chapter 9 - Restorative Materials: Resin Composites and Polymers
Editor of Portion(s)	Ronald Sakaguchi, Jack Ferracane, John Powers	Author of Portion(s)	Sakaguchi, Ronald L.; Ferracane, Jack; Powers, John M.
Volume / Edition	14	Publication Date of Portion	2018-04-11
Page or Page Range of Portion	Pages 135-170		

Elsevier Science & Technology Journals Terms and Conditions

Elsevier publishes Open Access articles in both its Open Access Journals and via its Open Access articles option in subscription journals, for which an author selects a user license permitting certain types of reuse without permission. Before proceeding please check if the article is Open Access on <http://www.sciencedirect.com> and refer to the user license for the individual article. Any reuse not included in the user license terms will require permission. You must always fully and appropriately credit the author and source. If any part of the material to be used (for example, figures) has appeared in the Elsevier publication for which you are seeking permission, with credit or acknowledgement to another source it is the responsibility of the user to ensure their reuse complies with the terms and conditions determined by the rights holder. Please contact permissions@elsevier.com with any queries.

