

UNIVERSIDADE DE UBERABA
MESTRADO ACADÊMICO EM ODONTOLOGIA

MARIA FERNANDA OLIVEIRA RODRIGUES

**AVALIAÇÃO DA RUGOSIDADE SUPERFICIAL DO ESMALTE DENTAL APÓS A
UTILIZAÇÃO DE DENTIFRÍCIO CLAREADOR SIMULTANEAMENTE ÀS
TÉCNICAS DE CLAREAMENTO**

UBERABA -MG

2026

UNIVERSIDADE DE UBERABA

MARIA FERNANDA OLIVEIRA RODRIGUES

**AVALIAÇÃO DA RUGOSIDADE SUPERFICIAL DO ESMALTE DENTAL
APÓS A UTILIZAÇÃO DE DENTIFRÍCIO CLAREADOR
SIMULTANEAMENTE ÀS TÉCNICAS DE CLAREAMENTO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Odontologia – Mestrado Acadêmico da Universidade de Uberaba, como requisito para obtenção do título de Mestre em Odontologia.

Área de concentração: Clínica Odontológica Integrada.

Orientador: Prof. Dr. Vinícius Rangel Geraldo Martins

UBERABA – MG

2026

Catalogação elaborada pelo Setor de Referência da Biblioteca Central UNIUBE

R618a Rodrigues, Maria Fernanda Oliveira.
Avaliação da rugosidade superficial do esmalte dental após a utilização de dentifrício clareador simultaneamente às técnicas de clareamento dental / Maria Fernanda Oliveira Rodrigues. – Uberaba (MG), 2026.
54 f. : il., color.

Dissertação (Mestrado) – Universidade de Uberaba. Programa de Pós-Graduação em Odontologia. Mestrado Acadêmico em Odontologia. Área de Concentração em Clínica Odontológica Integrada.

Orientador: Prof. Dr. Vinícius Rangel Geraldo Martins.

1. Dentes – Clareamento. 2. Esmalte dentário. 3. Dentifrício. 4. Peróxido de hidrogênio. I. Martins, Vinícius Rangel Geraldo. II. Universidade de Uberaba. Programa de Pós-Graduação em Odontologia. Mestrado Acadêmico. III. Título.

CDD 617.695

Tatiane da Silva Viana – Bibliotecária – CRB-6/3171

MARIA FERNANDA OLIVEIRA RODRIGUES

AVALIAÇÃO DA RUGOSIDADE SUPERFICIAL DO ESMALTE DENTAL APÓS A
UTILIZAÇÃO DE DENTIFRÍCIO CLAREADOR SIMULTANEAMENTE ÀS
TÉCNICAS DE CLAREAMENTO

Dissertação apresentada como parte dos
requisitos para obtenção do título de Mestre
em Odontologia do Programa de Pós-
Graduação em Odontologia - Mestrado da
Universidade de Uberaba.

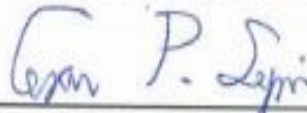
Área de concentração: Clínica Odontológica
Integrada

Aprovado (a) em: 29/07/2026

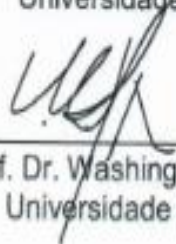
BANCA EXAMINADORA:



Prof. Dr. Virgícius Rangel Geraldo Martins
Orientador
Universidade de Uberaba



Prof. Dr. Cesar Penazzo Lepri
Universidade de Uberaba



Prof. Dr. Washington Steagall Junior
Universidade Nove de Julho

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por ter me dado oportunidades para crescer por meio do estudo e estar sempre ao meu lado, me trazendo força, ânimo e fé para seguir em frente.

À Universidade de Uberaba (UNIUBE) e a todos os professores por terem sido essenciais na minha formação como Mestre em Odontologia.

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro concedido por meio do programa CAPES/PROSUP Bolsa.

À Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Odontologia da UNIUBE, representada pelo Prof. O Dr. César Penazzo Lepri deixo meu reconhecimento e apreço por toda a dedicação e apoio durante essa caminhada.

Sou grata em especial, ao meu orientador, Prof. Dr. Vinícius Rangel Geraldo Martins, pela paciência e dedicação em me orientar que foram fundamentais para a realização deste trabalho.

A todos que contribuíram, direta ou indiretamente, para o desenvolvimento desta pesquisa, deixo meu muito obrigada.

RESUMO

O clareamento dental é um dos procedimentos odontológicos estéticos mais realizados. No entanto, persistem preocupações quanto a possíveis alterações nas propriedades superficiais do esmalte, especialmente quando os protocolos de clareamento são associados ao uso de cremes dentais clareadores. O objetivo deste estudo in vitro foi avaliar a rugosidade superficial do esmalte dental submetido a técnicas de clareamento caseiro, de consultório e combinado, associadas à escovação com um creme dental clareador à base de carvão. Um total de 120 espécimes de esmalte bovino foi distribuído aleatoriamente em 12 grupos experimentais, de acordo com o protocolo de clareamento e as condições de escovação. Os espécimes foram pigmentados com café por 14 dias consecutivos e, em seguida, submetidos ao clareamento caseiro com peróxido de hidrogênio a 10%, clareamento de consultório com peróxido de hidrogênio a 35% ou a um protocolo combinado. Os procedimentos de escovação foram realizados utilizando um creme dental convencional, um creme dental clareador com carvão, água destilada ou sem escovação. A rugosidade superficial (S_a , μm^2) foi avaliada no momento inicial, após a pigmentação e após o clareamento, utilizando um microscópio confocal a laser 3D. Os dados foram analisados por meio de ANOVA de duas vias e teste post hoc de Tukey ($p < 0,05$). Os resultados demonstraram que os procedimentos de clareamento, isoladamente, não alteraram significativamente a rugosidade do esmalte. No entanto, os espécimes escovados com o creme dental contendo carvão apresentaram valores de rugosidade significativamente maiores após o clareamento, independentemente da técnica empregada. A escovação com creme dental convencional ou água destilada não afetou significativamente a rugosidade superficial. Dentro das limitações deste estudo, o uso de um creme dental clareador à base de carvão durante os procedimentos de clareamento aumentou significativamente a rugosidade superficial do esmalte, provavelmente devido à sua maior abrasividade, e não à sua composição química.

Palavras-Chave: Clareamento Dentário; Esmalte Dental; Propriedades de Superfície; Dentifrício; Peróxido de Hidrogênio.

ABSTRACT

Tooth bleaching is one of the most commonly performed esthetic dental procedures. However, concerns remain regarding possible alterations in enamel surface properties, especially when bleaching protocols are associated with whitening dentifrices. The aim of this in vitro study was to evaluate the surface roughness of dental enamel subjected to at-home, in-office, and combined bleaching techniques associated with brushing using a charcoal-based whitening dentifrice. A total of 120 bovine enamel specimens were randomly distributed into 12 experimental groups according to the bleaching protocol and brushing conditions. The specimens were stained with coffee for 14 days and then subjected to at-home bleaching with 10% hydrogen peroxide, in-office bleaching with 35% hydrogen peroxide, or a combined protocol. Brushing procedures were performed using a conventional dentifrice, a charcoal-containing whitening dentifrice, distilled water, or no brushing. Surface roughness (S_a , μm^2) was evaluated at baseline, after staining, and after bleaching using a 3D laser confocal microscope. Data were analyzed by two-way ANOVA and Tukey's post hoc test ($p < 0.05$). The results demonstrated that bleaching procedures alone did not significantly alter enamel roughness. However, specimens brushed with the charcoal-containing dentifrice exhibited significantly higher roughness values after bleaching, regardless of the bleaching technique employed. Conventional dentifrice and distilled water brushing did not significantly affect surface roughness. Within the limitations of this study, the use of a charcoal-based whitening dentifrice during bleaching procedures significantly increased enamel surface roughness, probably due to its greater abrasiveness rather than to its chemical composition.

Keywords: Tooth bleaching; Dental enamel; Charcoal dentifrice; Surface Properties; Hydrogen peroxide

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Preparação das amostras. A - Separação da coroa com a raiz de incisivo bovino. B - Impermeabilização da dentina dos espécimes. C - Espécimes prontos para análise da rugosidade inicial 49

Figura 2. Manchamento das amostras. A- Ciclagem em café (Nescafé Tradicional, Nestlé) para o manchamento dos espécimes. B. Manchamento durante 15 dias. C. Aspecto final das amostras após os 15 dias. 49

Figura 3. Clareamento das amostras. A. Submissão das amostras aos métodos de remoção de manchas do clareamento de consultório. B - Amostras submetidas ao clareamento de caseiro. C - Amostras submetidas à técnica de clareamento combinada (consultório e caseiro)..... 50

Figura 4. Escovação das amostras. A. Amostras que tiveram como associação a escovação com dentifrício convencional. B. Amostras que tiveram como associação a escovação sem nenhuma pasta dental. C. Amostras que tiveram como associação a escovação com dentifrício de carvão ativado 50

.

SUMÁRIO

1. Introdução	10
2. Objetivo.....	14
3. Original Artigo	16
4. Abstract.....	17
5. Introduction	18
6. Materials and Methods.....	19
7. Acknowledgements	34
8. References	35
9. Conclusão	40
10. Agradecimentos.....	41
11. Referências Bibliográficas	42
12. Apêndice	49
13. Results.....	25
14. Discussion	30
15. Conclusion	33
16. Anexos	51

1 INTRODUÇÃO

Dentre as áreas das ciências da saúde, a estética pessoal tem apresentado um crescimento expressivo, impulsionado por influências socioculturais que motivam as pessoas a buscarem tratamentos médicos e odontológicos voltados à promoção do bem-estar e da beleza. Nesse contexto, a alteração da cor dentária representa um importante comprometimento estético e figura entre as principais razões que levam os pacientes a procurarem atendimento odontológico (CAMPOS *et al.*, 2020).

Os dentes apresentam natureza policromática, sendo a dentina a principal responsável pela tonalidade amarelada (PEREZ *et al.*, 2023). O esmalte dentário, por sua característica translúcida, suaviza a cor da dentina e, quanto maior o seu grau de mineralização, maior será sua translucidez. Esse comportamento pode ser observado nas regiões cervical e incisal dos dentes. Na porção incisal, onde não há camada de dentina subjacente, a coloração varia entre tons de branco e azulados. Já na região cervical, em virtude da menor espessura do esmalte, a tonalidade da dentina torna-se mais evidente (TABATABAEI *et al.*, 2021). Além disso, o envelhecimento influencia diretamente as estruturas dentais: com o passar do tempo, o esmalte sofre desgaste enquanto a dentina se espessa devido à formação de dentina secundária ou reparadora, favorecendo o escurecimento dental (ALENEZI *et al.*, 2025).

O escurecimento da estrutura dentária ocorre em decorrência da formação de compostos quimicamente estáveis, responsáveis pelo aparecimento gradual de manchas na coroa dos dentes (HAYIRLI *et al.*, 2021). Essas alterações cromáticas podem ser classificadas como extrínsecas ou intrínsecas. As manchas extrínsecas estão geralmente relacionadas aos hábitos alimentares e ao consumo de bebidas pigmentadas, além do uso de tabaco, acúmulo de biofilme e determinados medicamentos. Por serem superficiais, apresentam remoção relativamente simples. Em contrapartida, as alterações intrínsecas podem ser congênitas, associadas ao desenvolvimento dentário, ou adquiridas em decorrência de traumatismos, alterações pulpares severas e fluorose (CHAPLE GIL *et al.*, 2026). Quando os pigmentos responsáveis pelas manchas originam moléculas capazes de refletir luz em comprimentos de onda perceptíveis ao olho humano, em intensidade superior à refletida pela própria estrutura dental, ocorre a percepção do escurecimento dos dentes (ALKAHTANI *et al.*, 2020). Os pigmentos incorporados ao tecido dentário somente podem ser eliminados por meio de procedimentos clareadores ou de abordagens restauradoras mais invasivas, que podem envolver desgaste e restauração da estrutura dental (KOSIŃ *et al.*, 2026).

Atualmente, o clareamento dental é um dos procedimentos mais realizados na prática

odontológica, sendo utilizado para reduzir a descoloração e promover melhora na tonalidade dos dentes. Para alcançar resultados satisfatórios, é fundamental que o profissional conheça adequadamente os diferentes materiais disponíveis, os métodos de ativação e as técnicas empregadas. O clareamento pode ser realizado tanto em dentes vitais quanto em dentes não vitais, podendo ser conduzido no consultório odontológico ou pelo próprio paciente em casa, por meio da técnica caseira (KOSIŃ *et al.*, 2026). Essa modalidade foi descrita por Haywood e Heymann, em 1991, e tornou-se amplamente difundida devido ao baixo custo, à segurança proporcionada pelo uso de agentes clareadores em baixas concentrações e à utilização de moldeiras individualizadas confeccionadas sobre modelos de gesso. Além disso, apresenta resultados eficazes após um período de aproximadamente duas a seis semanas (ALKAHTANI *et al.*, 2020).

Apesar de a química envolvida no clareamento dental ser complexa, a maioria dos produtos atua por meio de reações de oxidação. Esse processo remove os pigmentos responsáveis pelas manchas através da liberação de oxigênio e da ação mecânica de limpeza, convertendo compostos orgânicos em dióxido de carbono e água (ZHONG *et al.*, 2023). Os agentes clareadores apresentam como princípio ativo diferentes tipos de peróxidos, sendo os mais utilizados o peróxido de hidrogênio, o peróxido de carbamida e o perborato de sódio — este último empregado principalmente no clareamento de dentes submetidos ao tratamento endodôntico (ROCHA *et al.*, 2023).

Esses compostos possuem elevada instabilidade química e, por isso, sofrem dissociação, originando água (H_2O) e oxigênio (O^-). O oxigênio liberado durante essa reação é considerado o principal responsável pelo efeito clareador (ALKAHTANI *et al.*, 2020). Devido ao seu baixo peso molecular, ele consegue penetrar nas porosidades do esmalte e da dentina, ampliando esses espaços e promovendo a degradação das moléculas pigmentadas, que são constituídas por extensas cadeias de carbono (DAS *et al.*, 2025). À medida que essas moléculas são fragmentadas, formam-se compostos intermediários menores e visualmente mais claros. Essa reação química modifica o tipo, a quantidade e a disposição relativa dos átomos presentes nessas estruturas moleculares. Durante o processo clareador, as cadeias de carbono são progressivamente convertidas em CO_2 e H_2O , sendo liberadas juntamente com o oxigênio nascente. Como consequência, as moléculas tornam-se menores, menos pigmentadas e, em alguns casos, completamente incolores (ROCHA *et al.*, 2023).

O clareamento dental pode ser dividido em vital ou não vital, dependendo da condição pulpar do dente que será submetido ao tratamento. Entretanto, a classificação mais utilizada considera a forma de realização do procedimento, diferenciando-o entre clareamento realizado

exclusivamente sob supervisão profissional, conhecido como clareamento de consultório, e clareamento conduzido pelo próprio paciente em casa, denominado clareamento caseiro (ALKAHTANI *et al.*, 2020; KOSIŃ *et al.*, 2026).

No final da década de 1980, especialmente nos Estados Unidos, diversas empresas passaram a comercializar produtos destinados ao clareamento dental domiciliar, prometendo resultados rápidos e expressivos na melhora da cor dos dentes. Entre esses produtos destacaram-se as fitas clareadoras e os dentifrícios com ação clareadora, que atualmente ocupam posição de destaque no mercado de produtos odontológicos voltados ao uso doméstico (BARBOSA *et al.*, 2024).

Os dentifrícios clareadores apresentam em sua composição agentes umectantes, surfactantes e diferentes tipos de abrasivos, como sílica, carbonato de cálcio, bicarbonato de sódio, pirofosfato de cálcio e alumina, entre outros. Algumas formulações também incluem substâncias tradicionalmente empregadas nos clareamentos realizados em consultório, como o peróxido de hidrogênio, cuja função é auxiliar na prevenção e remoção de manchas extrínsecas presentes na superfície dental (HAJISADEGHI *et al.*, 2025).

Recentemente, dentifrícios à base de carvão vegetal passaram a ser comercializados com a proposta de promover a remoção de manchas extrínsecas e o clareamento dental. O mecanismo de ação do carvão ocorre por meio da adsorção de pigmentos e manchas presentes na superfície dos dentes, responsáveis pelas alterações de cor. Entretanto, ainda existem poucos estudos científicos sobre esse material, sendo limitadas as informações acerca de seus efeitos sobre a estrutura dentária e os materiais restauradores. Além disso, seu real potencial clareador permanece pouco esclarecido (TOMÁS; PECCI-LLORET; GUERRERO-GIRONÉS, 2023).

Apesar do aumento da utilização do carvão ativado como agente clareador dental, as evidências científicas relacionadas aos seus efeitos ainda são insuficientes. Os impactos decorrentes do uso prolongado desses produtos sobre o esmalte dentário, bem como sua eficácia quando comparada a outros agentes clareadores convencionais, ainda não foram completamente elucidados (EMÍDIO *et al.*, 2023).

Alterações na rugosidade superficial do esmalte podem favorecer o acúmulo de biofilme, a retenção de pigmentos e o desgaste da estrutura dental, comprometendo não apenas a estética, mas também a saúde bucal (ROSENAUER *et al.*, 2023). Além disso, a associação entre agentes clareadores de diferentes concentrações e dentifrícios potencialmente abrasivos pode intensificar modificações superficiais do esmalte, tornando necessária a investigação dos possíveis efeitos decorrentes dessa interação (KAPLAN; DÜNDAR; BARUTÇUGIL, 2026)

Nesse contexto, justifica-se a realização de estudos sobre esse tema, uma vez que ainda

são escassas as evidências científicas que avaliam o impacto do uso de dentifrícios à base de carvão ativado sobre a rugosidade superficial do esmalte submetido às diferentes técnicas clareadoras, incluindo o clareamento caseiro, o clareamento de consultório e a técnica mista. Dessa forma, compreender o comportamento da superfície dental frente à associação desses protocolos poderá contribuir para uma indicação clínica mais segura e baseada em evidências científicas.

2 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi verificar a rugosidade superficial do esmalte dental tratado pelas técnicas de clareamento dental caseira, profissional e mista, associadas à escovação com dentifrício clareador à base de carvão ativado.

Nota ao leitor

Este trabalho encontra-se atualmente em processo de publicação na revista *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*. Em razão disso, algumas normas de formatação, estrutura e apresentação do manuscrito foram adaptadas para atender às diretrizes editoriais exigidas pela revista. Assim, eventuais diferenças em relação aos padrões de formatação adotados pela instituição decorrem da necessidade de adequação aos requisitos estabelecidos para submissão e avaliação do periódico.

ORIGINAL ARTICLE

Enamel surface roughness after different bleaching protocols associated with charcoal-based whitening dentifrice

Maria Fernanda Oliveira Rodrigues

Bianca Ribeiro de Souza

Rucheles Dias Nogueira

Cesar Penazzo Lepri

Vinicius Rangel Geraldo-Martins

Department of Clinical Dentistry, School of Dentistry, Uberaba University, Uberaba-MG, Brazil. Telephone: +55(34)3319-8913, e-mail:

Corresponding Author:

Prof. Dr. Vinicius R. Geraldo Martins

School of Dentistry – Uberaba University

Av. Nenê Sabino, 1801 Sala 2D04 Zip Code: 38.055-500 – Uberaba-MG, Brazil,

Phone/Fax +55(34)3319-8913

e-mail: vinicius.martins@uniube.br

ABSTRACT

Tooth bleaching is one of the most commonly performed esthetic dental procedures. However, concerns remain regarding possible alterations in enamel surface properties, especially when bleaching protocols are associated with whitening dentifrices. The aim of this in vitro study was to evaluate the surface roughness of dental enamel subjected to at-home, in-office, and combined bleaching techniques associated with brushing using a charcoal-based whitening dentifrice. A total of 120 bovine enamel specimens were randomly distributed into 12 experimental groups according to the bleaching protocol and brushing condition. The specimens were stained with coffee for 14 days and then subjected to at-home bleaching with 10% hydrogen peroxide, in-office bleaching with 35% hydrogen peroxide, or a combined protocol. Brushing procedures were performed using a conventional dentifrice, a charcoal-containing whitening dentifrice, distilled water, or no brushing. Surface roughness (S_a , μm^2) was evaluated at baseline, after staining, and after bleaching using a 3D laser confocal microscope. Data were analyzed by two-way ANOVA and Tukey's post hoc test ($p < 0.05$). The results demonstrated that bleaching procedures alone did not significantly alter enamel roughness. However, specimens brushed with the charcoal-containing dentifrice exhibited significantly higher roughness values after bleaching, regardless of the bleaching technique employed. Conventional dentifrice and distilled water brushing did not significantly affect surface roughness. Within the limitations of this study, the use of charcoal-based whitening dentifrice during bleaching procedures significantly increased enamel surface roughness, probably due to its greater abrasiveness rather than to its chemical composition.

Keywords: Tooth bleaching; Dental enamel; Surface roughness; Charcoal dentifrice; Hydrogen peroxide.

INTRODUCTION

Smile appearance plays a major role in facial esthetics and psychosocial well-being, making tooth color one of the main concerns among patients seeking dental treatment [1]. Therefore, tooth bleaching has become one of the most frequently performed procedures in esthetic dentistry due to its conservative approach and predictable whitening outcomes. Tooth discoloration may result from intrinsic or extrinsic factors. Extrinsic stains are commonly associated with dietary habits, smoking, biofilm accumulation, and exposure to chromogenic substances, whereas intrinsic discoloration may be related to aging, fluorosis, trauma, or pulpal alterations [2]. In addition, aging-related changes in enamel and dentin contribute significantly to tooth darkening over time [3].

Dental bleaching is primarily based on oxidation reactions promoted by peroxide-based agents, including hydrogen peroxide and carbamide peroxide [4]. During the bleaching process, reactive oxygen species diffuse through enamel and dentin, degrading high-molecular-weight pigmented compounds into smaller and less chromogenic molecules [5]. Although bleaching procedures are considered safe and effective, concerns remain regarding possible alterations in enamel properties following exposure to bleaching agents.

Among the available bleaching approaches, at-home, in-office, and combined bleaching techniques are widely used in clinical practice [6]. Despite differences in peroxide concentration and application protocols, all techniques rely on prolonged interaction between oxidative agents and dental tissues. Previous studies have suggested that bleaching procedures may induce changes in enamel morphology, mineral content, adhesive interface, porosity, and surface roughness, although the available evidence remains controversial (7-8).

Surface roughness is considered a clinically relevant parameter because rougher enamel surfaces may increase biofilm accumulation, pigment retention, and susceptibility to wear, potentially compromising both esthetic longevity and oral health [9]. In this context, the widespread use of whitening dentifrices has raised additional concerns regarding their potential abrasive effects on previously bleached enamel surfaces.

Recently, charcoal-containing whitening dentifrices have gained considerable popularity due to marketing claims related to stain removal and tooth whitening efficacy. These products are believed to act through pigment adsorption and abrasive mechanisms capable of removing extrinsic stains from enamel surfaces [10]. However, scientific evidence regarding their safety and effectiveness remains limited. In particular, the effects of charcoal-based dentifrices on enamel previously exposed to bleaching agents have not yet been fully elucidated

[11].

Although previous studies have separately investigated bleaching-induced enamel alterations and the abrasiveness of whitening dentifrices, limited evidence is available regarding the combined effects of different bleaching protocols and charcoal-containing dentifrices on enamel surface roughness [12]. Considering that patients frequently combine bleaching procedures with daily use of whitening toothpastes, understanding the interaction between these therapies is clinically relevant for safer evidence-based recommendations.

Therefore, the aim of this study was to evaluate the surface roughness of dental enamel subjected to at-home, in-office, and combined bleaching techniques associated with brushing using a charcoal-based whitening dentifrice. The null hypothesis tested was that the bleaching protocols associated with charcoal-containing dentifrice brushing would not significantly affect enamel surface roughness, regardless of the bleaching technique employed.

MATERIALS AND METHODS

Sample Selection

The sample size was defined based on previous in vitro studies with similar methodologies and outcome measures [13-14]. A total of 120 bovine incisors without cracks, fractures, or other enamel defects were selected. The teeth underwent prophylaxis using a rubber cup, pumice stone, and water, and were subsequently stored in 0.1% thymol solution at 4°C for 30 days. Thereafter, the crowns were separated from the roots at the cemento-enamel junction using a diamond disc under water cooling attached to a cutting machine (Minitom, Struers A/S, Copenhagen, DK-2610, Denmark). The same equipment was used to obtain 120 enamel specimens from the buccal surfaces of the teeth, measuring 6.0 mm in width, 6.0 mm in height, and 2.0 mm in depth. Subsequently, the samples were coated with red nail varnish (Colorama, São Paulo, Brazil), except for the buccal enamel surface. The specimens were then randomly divided into 12 groups (Table 1) and identified for subsequent surface roughness analyses.

Surface Roughness Assessment

Initial (baseline) surface roughness assessments (S_a , μm^2) of the enamel samples were conducted with a 3D Laser Confocal Microscope (LEXTECH 4000; Olympus, Hamburg, Germany) prior to the experimental phase. Images were captured at 40× magnification under a 1024x1024-pixel resolution. Additional surface roughness assessments were conducted following the staining and bleaching of the specimens. A marking was made with a spherical burr in high

speed on the palatal surface of the samples to ensure that all surface roughness readings were performed at the same position

Staining of the Samples

The specimens were immersed in a coffee solution (Nescafé Tradicional, Nestlé, Araras, SP, Brazil; 1.5 mL/specimen) for 15 min, three times daily, over a period of 14 days. Between immersion cycles, the samples were stored in distilled water at $37^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ (15; 16). Coffee was selected as the staining agent because of its widespread worldwide consumption and high staining potential. The beverage was used at a temperature ranging from 58°C to 63°C (pH = 4.8).

Bleaching Protocols

The specimens ($n = 10$) were allocated according to the experimental protocols (Table 1) described below. In Groups 1, 2, 3, and 4, the at-home bleaching protocol (HP10%) was performed using a 10% hydrogen peroxide gel (White Class 10%, FGM Produtos Odontológicos, Joinville, SC, Brazil). The bleaching agent was applied directly onto the enamel surface and maintained for 2 h/day at 37°C over a period of 21 days (17; 4). Following each application, the specimens were rinsed with an air–water spray and stored in distilled water at 37°C for 24 h. Groups 5, 6, 7, and 8 were subjected to the in-office bleaching protocol (HP35%). A 35% hydrogen peroxide gel (Whiteness HP, FGM Produtos Odontológicos, Joinville, SC, Brazil) was applied directly to the enamel surface and remained in contact for 15 min, with periodic agitation using a microbrush according to the manufacturer's instructions. After this period, the gel was removed and reapplied twice following the same procedure. The specimens were then stored in distilled water at 37°C . Additional bleaching sessions were performed after 7 and 14 days, following the manufacturer's recommendations (19; 18).

For Groups 9, 10, 11, and 12, a combined bleaching protocol (CB) was carried out, consisting of one in-office bleaching session followed by 14 days of at-home bleaching, according to the protocols previously described. At the end of the treatment period, all specimens were maintained in distilled water in an incubator at 37°C .

Regarding the brushing protocols, no brushing procedure (NBr) was performed in Groups 1, 5, and 9. In Groups 2, 6, and 10, brushing was performed using a conventional toothpaste (CT) (Colgate Maximum Cavity Protection, Colgate-Palmolive, São Paulo, SP, Brazil). Groups 3, 7, and 11 were brushed with a charcoal-containing whitening toothpaste (ChT) (Oral-B 3D White Mineral Clean, Procter & Gamble, São Paulo, SP, Brazil), whereas

Groups 4, 8, and 12 were brushed using distilled water only (DW), without toothpaste.

The brushing procedures were performed daily for 21 days using an electric toothbrush (Oral-B Pro-Health Power, Procter & Gamble) attached to a fixed standardized device. During each brushing session, the soft bristles remained in contact with the enamel surface for 15s, three times daily, under a standardized load of 1.96 N at room temperature (20). A slurry was prepared daily by mixing toothpaste and distilled water in a 1:2 weight ratio (100 g toothpaste/200 mL distilled water), according to ISO Specification #14569-1, 20 min before use. During brushing, 1.0 mL of the slurry was applied between the toothbrush bristles and the specimen surface. After brushing, excess slurry was removed under running water, and the samples were ultrasonically cleaned in distilled water for 3 min. Subsequently, the specimens were stored in an incubator at 37°C until the next experimental procedure.

Table 1. Experimental Groups

Group	Bleaching Protocol	Brushing
1 (HP10%NBr)	Home Bleaching (10% Hydrogen Peroxide)	No Brushing
2 (HP10%CT)	Home Bleaching (10% Hydrogen Peroxide)	Conventional Toothpaste
3 (HP10%ChT)	Home Bleaching (10% Hydrogen Peroxide)	Charcoal-Based Toothpaste
4(HP10%DW)	Home Bleaching (10% Hydrogen Peroxide)	Distilled Water
5 (HP35%NBr)	Office Bleaching (35% Hydrogen Peroxide)	No Brushing
6 (HP35%CT)	Office Bleaching (35% Hydrogen Peroxide)	Conventional Toothpaste
7 (HP35%ChT)	Office Bleaching (35% Hydrogen Peroxide)	Charcoal-Based Toothpaste
8 (HP35%DW)	Office Bleaching (35% Hydrogen Peroxide)	Distilled Water
9 (CBNBr)	Combined Bleaching (35% Hydrogen Peroxide + 10% Hydrogen Peroxide)	No Brushing
10 (CBCT)	Combined Bleaching (35% Hydrogen Peroxide + 10% Hydrogen Peroxide)	Conventional Toothpaste
11 (CBChT)	Combined Bleaching (35% Hydrogen Peroxide + 10% Hydrogen Peroxide)	Charcoal-Based Toothpaste
12 (CBDW)	Combined Bleaching (35% Hydrogen Peroxide + 10% Hydrogen Peroxide)	Distilled Water

Table 2. Dentifrice's composition

Dentifrice	Composition
Oral-B 3D White Mineral Clean	Water, sorbitol, hydrated silica, disodium pyrophosphate, sodium lauryl sulfate, cellulose gum, flavor, sodium hydroxide, sodium saccharin, carbomer, titanium dioxide, powdered charcoal, mica, limonene, sucralose, polysorbate 80, sodium fluoride (1,100 ppm F); pH=7.6
Colgate Maximum Cavity Protection	Water, calcium carbonate, arginine (1.5%), sodium lauryl sulfate, flavor, cellulose gum, sodium bicarbonate, tetrasodium pyrophosphate, sodium saccharin, benzyl alcohol, sodium monofluorophosphate (1,450 ppm F); pH=7.5

Statistical Analyses

Data from the enamel surface roughness evaluations performed at baseline, after staining, and after bleaching were tabulated and subjected to a normality test using BioEstat 5.3 software. Since the data showed a normal distribution, the results were analyzed using two-way ANOVA followed by Tukey's post hoc test, adopting a significance level of 5% ($p < 0.05$).

RESULTS

The mean (SD) surface roughness (S_a , μm^2) values for all groups at baseline, after staining, and after bleaching are presented in Table 3. At baseline, S_a values ranged from 0.029 ± 0.006 to $0.041 \pm 0.011 \mu\text{m}^2$ across the experimental groups. After staining, values ranged from 0.030 ± 0.005 to $0.039 \pm 0.011 \mu\text{m}^2$. Following bleaching, S_a values ranged from 0.034 ± 0.004 to $0.053 \pm 0.008 \mu\text{m}^2$. For the HB groups, G1 (HP10%NBr), G2 (HP10%CT), and G4 (HP10%DW) showed similar S_a values across all time points, while G3 (HBChT) presented an increase after bleaching ($0.049 \pm 0.004 \mu\text{m}^2$). In the OB groups, G5 (HP35%NBr), G6 (HP35%CT), and G8 (HP35%DW) maintained similar values throughout the experimental periods, whereas G7 (HP35%ChT) showed higher S_a after bleaching ($0.047 \pm 0.004 \mu\text{m}^2$). Among the CB groups, G9 (CBNBr), G10 (CBCT), and G12 (CBDW) exhibited similar S_a values at all evaluated times, while G11 (CBChT) presented an increase after bleaching ($0.053 \pm 0.008 \mu\text{m}^2$).

Within-group comparisons indicated that most groups maintained consistent S_a values across baseline, staining, and bleaching periods. However, G3 (HP10%ChT), G7 (HP35%ChT), and G11 (CBChT) showed higher S_a values after bleaching compared to baseline and staining. Between-group comparisons demonstrated similar S_a values among groups at baseline and after staining, while after bleaching, the groups associated with charcoal-based toothpaste (HP10%ChT, HP35%ChT, and CBChT) presented higher values compared to the other groups.

Table 3. Mean (SD) Sa roughness (μm^2) of enamel before treatments (baseline), after staining and after bleaching. Distinct letters (uppercase vertically and lowercase horizontally) indicate statistically significant differences ($p \leq 0.05$).

Group	Baseline	After Staining	After Bleaching
1 (HP10%NBr)	0.039 $\pm$ 0.012 Aa	0.035 $\pm$ 0.006 Aa	0.039 $\pm$ 0.003 Aa
2 (HP10%CT)	0.038 $\pm$ 0.006 Aa	0.039 $\pm$ 0.008 Aa	0.041 $\pm$ 0.004 Aa
3 (HP10%ChT)	0.039 $\pm$ 0.006 Aa	0.039 $\pm$ 0.010 Aa	0.049 $\pm$ 0.004 Bb
4(HP10%DW)	0.037 $\pm$ 0.006 Aa	0.037 $\pm$ 0.004 Aa	0.037 $\pm$ 0.003 Aa
5 (HP35%NBr)	0.034 $\pm$ 0.007 Aa	0.032 $\pm$ 0.007 Aa	0.035 $\pm$ 0.003 Aa
6 (HP35%CT)	0.029 $\pm$ 0.006 Aa	0.031 $\pm$ 0.010 Aa	0.034 $\pm$ 0.004 Aa
7 (HP35%ChT)	0.035 $\pm$ 0.011 Aa	0.030 $\pm$ 0.005 Aa	0.047 $\pm$ 0.004 Bb
8 (HP35%DW)	0.034 $\pm$ 0.009 Aa	0.034 $\pm$ 0.010 Aa	0.035 $\pm$ 0.008 Aa
9 (CBNBr)	0.039 $\pm$ 0.013 Aa	0.033 $\pm$ 0.008 Aa	0.039 $\pm$ 0.003 Aa
10 (CBCT)	0.036 $\pm$ 0.008 Aa	0.036 $\pm$ 0.011 Aa	0.035 $\pm$ 0.001 Aa
11 (CBChT)	0.041 $\pm$ 0.011 Aa	0.034 $\pm$ 0.007 Aa	0.053 $\pm$ 0.008 Bb
12 (CBDW)	0.038 $\pm$ 0.012 Aa	0.038 $\pm$ 0.010 Aa	0.038 $\pm$ 0.003 Aa

Figures 1, 2, and 3 illustrate the enamel surface topography of the groups subjected, respectively, to 10% hydrogen peroxide at-home bleaching (Figure 1), 37% hydrogen peroxide in-office bleaching (Figure 2), and combined bleaching (Figure 3). The images corresponding to the baseline condition of the enamel (A) demonstrate a relatively homogeneous surface, with slight irregularities resulting from the intrinsic enamel structure and specimen preparation. Following the coffee staining protocol (B), changes in the surface appearance can be observed, with greater evidence of surface irregularities. The images obtained after the bleaching protocols combined with the use of the different toothpastes (C) suggest modifications in the enamel topographic pattern, evidenced by changes in the distribution of surface irregularities.

These qualitative findings are consistent with the quantitative surface roughness (Sa) results obtained by confocal laser scanning microscopy.

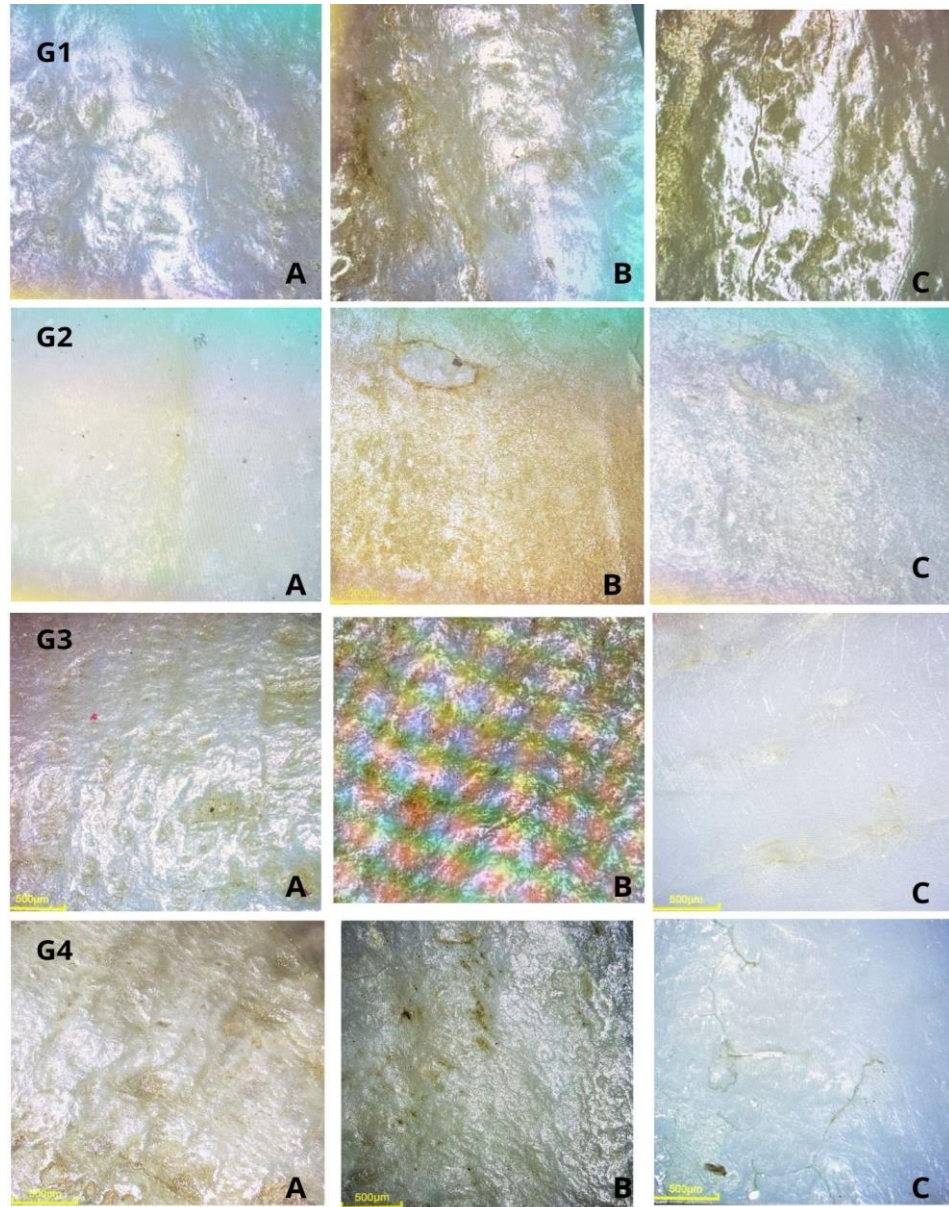


Figure 1. Representative images of the enamel surface topography of the experimental groups G1–G4 subjected to 10% hydrogen peroxide at-home bleaching. (A) Initial enamel surface appearance (baseline); (B) Enamel surface appearance after the coffee staining protocol; (C) Final enamel surface appearance after the bleaching protocol associated with the toothbrushing protocols.

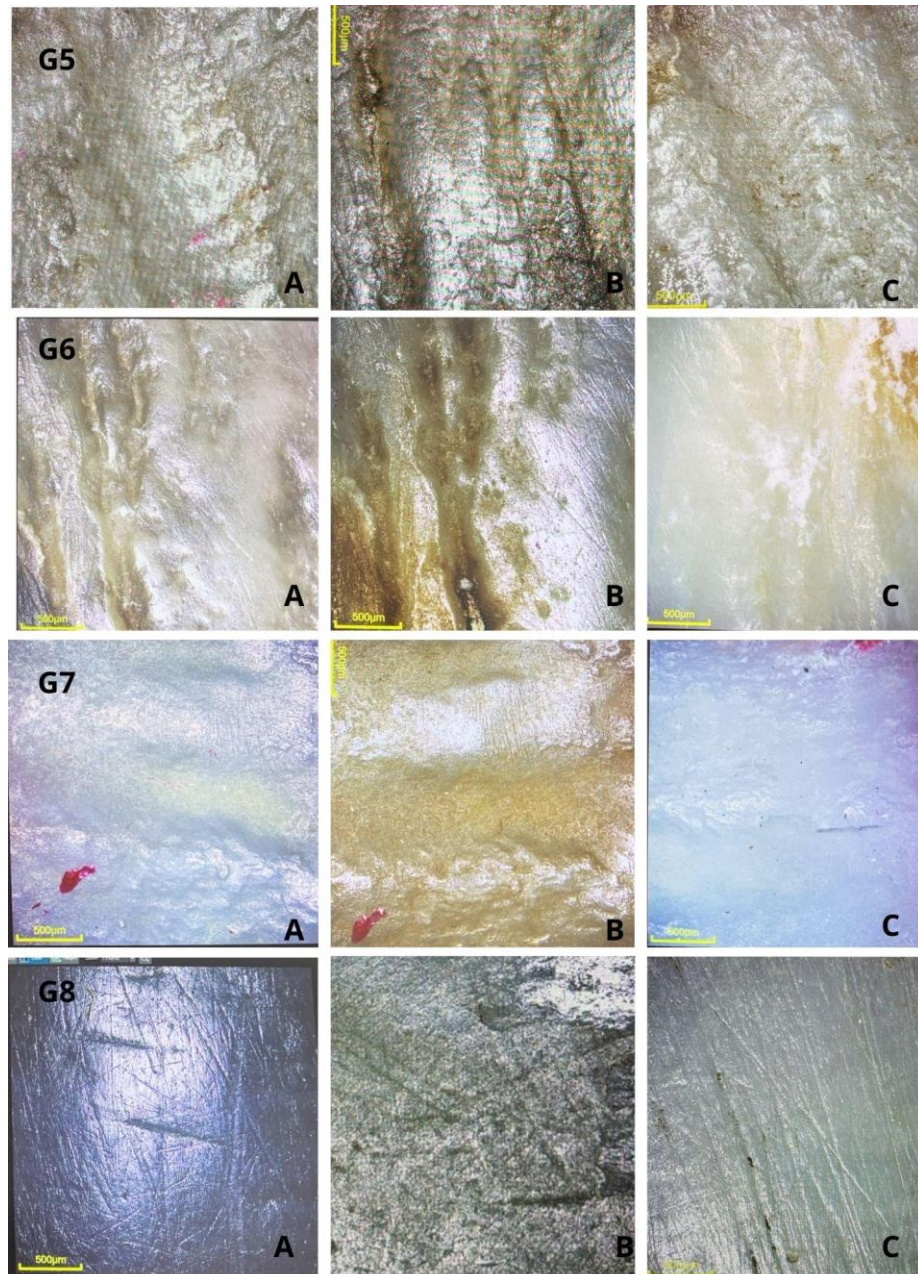


Figure 2. Representative images of the enamel surface topography of the experimental groups G5–G8 subjected to 37% hydrogen peroxide in-office bleaching. (A) Initial enamel surface appearance (baseline); (B) Enamel surface appearance after the coffee staining protocol; (C) Final enamel surface appearance after the bleaching protocol associated with the toothbrushing protocols.

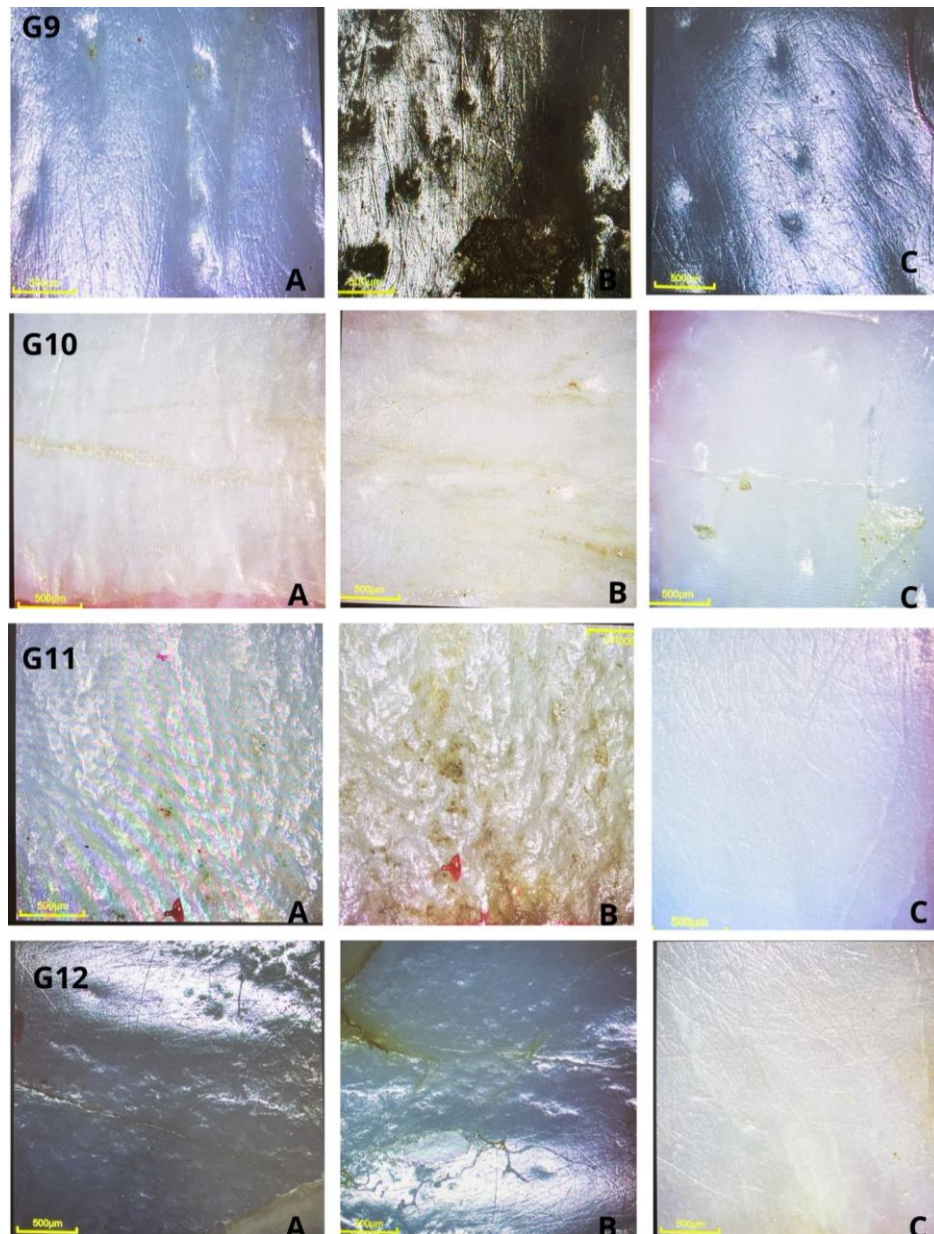


Figure 3. Representative images of the enamel surface topography of the experimental groups G9–G12 subjected to the combined bleaching protocol. (A) Initial enamel surface appearance (baseline); (B) Enamel surface appearance after the coffee staining protocol; (C) Final enamel surface appearance after the bleaching protocol associated with the toothbrushing protocols.

DISCUSSION

The results demonstrated that the at-home, in-office, and combined bleaching protocols alone did not significantly alter Sa values. However, specimens brushed with the charcoal-based whitening toothpaste exhibited significantly higher roughness values after bleaching compared with the baseline and staining periods. Therefore, the null hypothesis that bleaching protocols associated with brushing using a charcoal-containing dentifrice would not significantly affect enamel surface roughness, regardless of the bleaching technique employed, was rejected.

The results showed that no significant changes in enamel roughness were observed after coffee staining. These findings are consistent with the literature, which describes surface staining as an optical rather than a structural phenomenon [21].

Current bleaching agents are primarily based on hydrogen peroxide, delivered directly or indirectly from compounds such as carbamide peroxide. Due to its low molecular weight, hydrogen peroxide diffuses through enamel and dentin, releasing highly reactive oxygen radicals that oxidize dark-colored chromophores within the tooth structure. This process breaks down complex pigment molecules into smaller and lighter compounds, resulting in a whiter tooth appearance [22]. As a consequence, alterations in enamel structure may occur, including mineral loss, changes in surface morphology, and reductions in surface microhardness [23].

Although these changes are not clinically or macroscopically visible, previous studies have reported microstructural enamel alterations induced by bleaching agents, particularly when high peroxide concentrations and prolonged exposure times are used [12-24]. However, in the present study, changes in surface roughness occurred exclusively when bleaching was associated with the use of a charcoal-containing dentifrice. This finding suggests an additional mechanical effect related to the abrasiveness of charcoal particles present in the toothpaste, which may have intensified enamel wear on surfaces previously altered by bleaching procedures. In addition, peroxide-based agents are known to induce temporary changes in the organic and mineral matrix of enamel, increasing its susceptibility to subsequent mechanical challenges [25].

Nowadays, over-the-counter products containing hydrogen peroxide or other whitening agents are easily accessible to the general population. These products promise fast and simple whitening results and are commonly used without professional guidance or supervision [26]. Among them, activated charcoal-based dentifrices have gained considerable popularity on social media as a more “natural” alternative for achieving whiter teeth. The composition of these toothpastes is basically a fine activated charcoal powder produced through controlled

reheating or chemical oxidation processes [22-10]. Activated charcoal toothpastes promote tooth whitening mainly through a mechanical rather than a chemical mechanism, acting primarily on extrinsic stains. In contrast to hydrogen peroxide, which penetrates enamel and oxidizes intrinsic chromophores, activated charcoal acts superficially through abrasion and adsorption processes. Its porous particles help remove stains caused by substances such as coffee, tea, and tobacco by mechanically polishing the enamel surface and adsorbing organic debris and biofilm. Due to this mechanism, charcoal-containing dentifrices are limited to the removal of external pigments and do not alter the intrinsic color of the tooth structure. [17-10]. In general, tooth whitening promoted by activated charcoal-based toothpastes is mainly related to the abrasive cleaning effect produced on the enamel surface during brushing [7]. Therefore, greater whitening effects with this type of dentifrice depend on higher concentrations of activated charcoal particles in the product formulation, although their whitening performance still remains inferior to that achieved with hydrogen peroxide, which promotes true chemical bleaching of the dental structure. In addition, the long-term use of these toothpastes may negatively affect enamel surface microhardness [12].

The whitening dentifrice evaluated in the present study contains both hydrated silica and powdered charcoal as abrasive agents (Table 2), which may contribute to an increased abrasive potential of the formulation. Hydrated silica is considered the primary abrasive component and is widely used in dentifrices because of its ability to effectively remove biofilm and extrinsic stains while promoting enamel polishing [27]. In addition, powdered charcoal acts as a secondary abrasive agent due to its porous and granular particles, which increase friction against the enamel surface during brushing [28].

The association of these two abrasive compounds may intensify mechanical wear on enamel, particularly on surfaces previously altered by bleaching agents. Previous studies have demonstrated that charcoal-containing dentifrices may present higher dentin and enamel abrasivity values, as well as increased surface roughness when compared with conventional toothpastes [29-14]. Therefore, the combined presence of hydrated silica and activated charcoal may explain the greater roughness values observed after brushing with charcoal-containing dentifrices on enamel previously treated with hydrogen peroxide in the present study.

Dentifrice abrasiveness is commonly assessed using Relative Dentin Abrasion (RDA) values, which range from 0 to 250. According to these values, dentifrices may be classified as low abrasive (RDA 0–70), medium abrasive (RDA 71–100), high abrasive (RDA 101–150), or potentially harmful to dentin (RDA 151–250) [30]. It is important to note that RDA values are rarely disclosed by manufacturers. Consequently, most studies report only RDA values, which

evaluate dentin wear rather than enamel wear. In the scientific literature, charcoal-containing whitening dentifrices are generally associated with greater abrasivity than conventional toothpastes, although their abrasive potential may vary considerably depending on the formulation. Although the RDA value of the conventional dentifrice was identified in the literature (RDA=70 - low abrasive), no published data regarding either the Relative Dentin Abrasion (RDA) or Relative Enamel Abrasion (REA) values of the whitening dentifrice evaluated in the present study were found.

The conventional dentifrice evaluated in the present study contains silica as its primary abrasive agent, and its abrasive potential may be enhanced when combined with additional abrasive compounds, such as calcium carbonate, sodium pyrophosphate, titanium dioxide, or sodium phosphate. However, despite this combination of abrasive agents, the conventional dentifrice is considered a low-abrasive toothpaste, and brushing of the bleached specimens did not result in significant changes in surface roughness.

Electric toothbrushing is considered a suitable method for simulating daily oral hygiene practices *in vitro*. To ensure standardization, variables such as brushing duration, frequency, dentifrice amount, and the force applied during brushing were carefully controlled. In the present study, brushing was performed using an electric toothbrush with soft bristles under a standardized load of 1.96 N [20]. Although brushing force was standardized, greater enamel alterations may occur clinically when higher brushing forces are applied during toothbrushing.

The geometric design of toothbrushes influences the development of abrasive tooth wear. Toothbrushes with parallel bristle tufts produce significantly greater tooth wear than those with crossed tuft configurations, independent of dentifrice abrasivity and bristle stiffness. Therefore, toothbrushes with soft, crossed bristle tufts may represent a less abrasive alternative than parallel tuft toothbrushes. [31]. The present study used an electric toothbrush with soft bristles. The electric toothbrush promotes dental cleaning through oscillatory-rotatory movements of the brush head, enabling effective mechanical disruption and removal of the dental biofilm. The presence of soft bristles allows controlled cleaning of the dental surfaces and gingival margin, minimizing the abrasive effects on enamel, dentin, and periodontal tissues while maintaining satisfactory plaque control [32]. The results obtained in the present study demonstrated that brushing performed either with distilled water (DW) alone or with the conventional dentifrice did not significantly alter enamel surface roughness, corroborating previous findings [33-34].

Surface roughness values above approximately $R_a = 0.2 \mu\text{m}^2$ are considered critical for promoting greater retention and accumulation of bacterial biofilm on dental surfaces. Below

this threshold, further reductions in roughness do not appear to significantly decrease bacterial adhesion. However, when surface roughness exceeds this value, a progressive increase in plaque retention occurs, thereby increasing the risk of dental caries and periodontal inflammation [35]. The results obtained in the present study showed that, although the activated charcoal-based dentifrice significantly increased the surface roughness of dental enamel, all groups exhibited values below the critical threshold, ranging from 0.029 to 0.053 (Table 3). However, it should be emphasized that the brushing period was relatively short (21 days, 15s per day). Therefore, it remains unclear whether the continuous use of these dentifrices could lead to more significant alterations in enamel morphology.

From the perspective of these findings, the results of the present study indicate that dental bleaching with hydrogen peroxide, combined with brushing using activated charcoal-based dentifrices, represents a condition capable of promoting substantial alterations in enamel structure. This association involves the interaction between a chemical challenge and a subsequent mechanical challenge, which may intensify modifications in enamel surface morphology. Consequently, the long-term cumulative effect of this combination may result in clinically relevant consequences, particularly in patients with previously compromised enamel, such as those presenting enamel hypoplasia or a history of repeated bleaching procedures [36]. Therefore, the available evidence reinforces the importance of professional guidance regarding the concomitant use of abrasive dentifrices during bleaching protocols.

CONCLUSION

Considering the limitations of this *in vitro* study, the results demonstrated that the use of an activated charcoal-based whitening dentifrice significantly altered dental enamel roughness when applied during bleaching procedures. This effect was most likely associated with the greater abrasiveness of the dentifrice rather than with the chemical components of the toothpaste.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors acknowledge the financial support provided by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES, Funding Code 001) and the Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG APQ-01203-23).

REFERENCES

1. Campos LA, Costa MA, Bonafé FSS, Marôco J, Campos JADB. Psychosocial impact of dental aesthetics on dental patients. *Int Dent J.* 2020 Oct;70(5):321-327.
2. Chaple Gil AM, Pereda Vázquez L, Santiesteban Velázquez M, Menendez JJ. Minimally Invasive Treatments for Dental Fluorosis: A Network Meta-Analysis of Esthetic Masking Efficacy. *J Esthet Restor Dent.* 2026 Jul;38(7):1323-1337.
3. Alenezi AY, Aleyada AM, Aldhafiri YH, Alsubaie MS, Alshahrani MS, Shenoy M. Color Stability of Tooth-Colored Restorative Materials After Exposure to Arabic Coffee and Black Tea: A Systematic Review. *Cureus.* 2025 Sep 14;17(9):e92294.
4. Rocha AO, Anjos LMD, Vitali FC, Santos PS, Bolan M, Santana CM, Cardoso M. Tooth Bleaching: A bibliometric analysis of the top 100 most-cited papers. *Braz Dent J.* 2023 Mar-Apr;34(2):41-55.
5. Das G, Qasim M, Rana MH, Sharif RA, Suleman G, Sainudeen S, Khader MA, Javali MA, Ishfaq M, Ibrahim M, Shah SJ, Khalid I. Comparative efficacy of external dental bleaching gels: a systematic review of whitening performance and longevity. *Clin Oral Investig.* 2025 Oct 31;29(11):546.
6. Kosiń K, Liszka W, Polak A, Kiwior J, Malina M. In-office vs at-home tooth bleaching: A narrative review of efficacy and safety. *Wiad Lek.* 2026;79(1):232-241.
7. Silva L, Thedei G Jr, Menezes-Oliveira MA, Nogueira RD, Geraldo-Martins V. Tooth bleaching effects on the adhesive interface of composite restorations. *Int J Esthet Dent.* 2017;12(1):96-106.
8. Buzatu BLR, Galuscan A, Dumitrescu R, Buzatu R, Luca MM, Balean O, Vlase G, Vlase T, Anghel IM, Opris C, Todor BI, Dumitrache MA, Jumanca D. In Vitro Evaluation of Chemical and Microhardness Alterations in Human Enamel Induced by Three Commercial In-Office Bleaching Agents. *Dent J (Basel).* 2025

Aug 6;13(8):357.

9. Rosenauer T, Basche S, Flemming J, Hannig C, König B, Hannig M. Direct and indirect effects of different dentifrices on the initial bacterial colonization of enamel in situ overnight. *Int J Dent Hyg*. 2023 Feb;21(1):178-187.
10. Tomás DBM, Pecci-Lloret MP, Guerrero-Gironés J. Effectiveness and abrasiveness of activated charcoal as a whitening agent: A systematic review of in vitro studies. *Ann Anat*. 2023 Jan;245:151998.
11. Emídio AG, Silva VFFME, Ribeiro EP, Zanin GT, Lopes MB, Guiraldo RD, Berger SB. In vitro assessment of activated charcoal-based dental products. *J Esthet Restor Dent*. 2023 Mar;35(2):423-430.
12. Kaplan E, DüNDAR A, Barutçugil Ç. Effect of whitening toothpastes on enamel color and surface roughness: A laboratory study. *Am J Dent*. 2026 Apr;39(2):66-72. PMID: 42013427.
13. Wijetunga CL, Otsuki M, Abdou A, Luong MN, Qi F, Tagami J. The effect of in-office bleaching materials with different pH on the surface topography of bovine enamel. *Dent Mater J*. 2021 Dec 1;40(6):1345-1351.
14. Aquino Carmen FT, Pro Romero RJ, Espinoza Salcedo AR, Herrera-Plasencia PM. In Vitro Evaluation of Tooth Enamel Abrasion and Roughness Using Toothpaste with and Without Activated Charcoal: An SEM Analysis. *Dent J (Basel)*. 2025 Oct 21;13(10):482.
15. Araújo GS, Naufel FS, Alonso RC, Lima DA, Puppim-Rontani RM. Influence of Staining Solution and Bleaching on Color Stability of Resin Used for Caries Infiltration. *Oper Dent*. 2015 Nov-Dec;40(6):E250-E256.
16. Kim S, Lee CH, Ma S, Park YS. Whitening Efficacy of Toothpastes on Coffee-Stained Teeth: An Enamel Surface Analysis. *Int Dent J*. 2024 Dec;74(6):1233-1238.
17. Eppele M, Meyer F, Enax J. A Critical Review of Modern Concepts for Teeth Whitening. *Dent J (Basel)*. 2019 Aug 1;7(3):79.

18. Zhong BJ, Yang S, Hong DW, Cheng YL, Attin T, Yu H. The Efficacy of At-home, In-office, and Combined Bleaching Regimens: A Randomized Controlled Clinical Trial. *Oper Dent*. 2023 May 1;48(3):E71-E80. PMID: 37079917.
19. Kothari S, Jum'ah AA, Gray AR, Lyons KM, Yap M, Brunton PA. A randomized clinical trial investigating three vital tooth bleaching protocols and associated efficacy, effectiveness and participants' satisfaction. *J Dent*. 2020 Apr;95:103322.
20. Silva APL, Nogueira RD, Lepri CP, Pinto MR, Palma-Dibb RG, Geraldo-Martins VR. Effect of toothbrushing with different dentifrices on the surface of an infiltrant resin used to inactivate white spot lesions. *Pesqui Bras Odontopediatria Clin Integr*. 2024;24:e230130.
21. Vieira-Junior WF, Vieira I, Ambrosano GM, Aguiar FH, Lima DA. Correlation between alteration of enamel roughness and tooth color. *J Clin Exp Dent*. 2018 Aug 1;10(8):e815-e820.
22. Alkahtani R, Stone S, German M, Waterhouse P. A review on dental whitening. *J Dent*. 2020 Sep;100:103423. Epub 2020 Jun 29. PMID: 32615235.
23. Salomão D, Santos D, Nogueira R, Palma-Dibb R, Geraldo-Martins V. Acid demineralization susceptibility of dental enamel submitted to different bleaching techniques and fluoridation regimens. *Oper Dent*. 2014 Jul-Aug;39(4):E178-E185.
24. Alshawi A, Lal F, Yildiz E, Yildiz SO, Erdemir U. Effects of Bleaching Protocols on the Esthetic Outcome and Surface Integrity of Enamel Treated With an Ammonia-Free Silver Fluoride Solution. *J Esthet Restor Dent*. 2026 Mar 5.
25. Ismail B, Soliman Z, El-Askary F. Evaluation of the effects of different remineralizing agents on the microhardness and mineral content of bleached enamel along different storage times. *BMC Oral Health*. 2026;26(1):416.
26. De Oliveira MN, Alves HBDN, Lerner FE, Campolina MG, Lins-Candeiro CL, Vieira WA, Toniollo MB, Da Silva GR, Paranhos LR. Assessment of changes in optical and mechanical properties and adverse effects of over-the-counter

- bleaching agents: An in vitro study. *J Clin Exp Dent*. 2025 Feb 1;17(2):e174-e179.
27. Gonçalves IMC, Da Silva JA, Aguiar FHB, Lima DANL. Development of toothpaste formulations containing mineral clays as abrasive agents and their effects on the physical properties of dental enamel. *J Esthet Restor Dent*. 2024 Jun;36(6):901-910.
 28. Da Silva DF, Figueiredo FC, Scaramucci T, Mailart MC, Torres CRG, Borges AB. Is the whitening effect of charcoal-based dentifrices related to their abrasive potential or the ability of charcoal to adsorb dyes? *J Dent*. 2024 Jan;140:104794.
 29. Zoller MJ, Hamza B, Cucuzza C, Gubler A, Attin T, Wegehaupt FJ. Relative dentin and enamel abrasivity of charcoal toothpastes. *Int J Dent Hyg*. 2023 Feb;21(1):149-156.
 30. Dobler L, Hamza B, Attin T, Wegehaupt FJ. Abrasive Enamel and Dentin Wear Resulting from Brushing with Toothpastes with Highly Discrepant Relative Enamel Abrasivity (REA) and Relative Dentin Abrasivity (RDA) Values. *Oral Health Prev Dent*. 2023;21:41-48.
 31. Hamza B, Niedzwiecki M, Körner P, Attin T, Wegehaupt FJ. Effect of the toothbrush tuft arrangement and bristle stiffness on the abrasive dentin wear. *Sci Rep*. 2022 Jan 17;12(1):840.
 32. Lee J, Park HM, Kim YW. Comparative Analysis of Plaque Removal and Wear between Electric-Mechanical and Bioelectric Toothbrushes. *Bioengineering (Basel)*. 2024 May 9;11(5):474.
 33. Greuling A, Emke JM, Eisenburger M. Abrasion Behaviour of Different Charcoal Toothpastes When Using Electric Toothbrushes. *Dent J (Basel)*. 2021 Aug 20;9(8):97.
 34. Lila Z, Krasniqi S, Gjelaç A, Veronneau J. Comparative Analysis Of Enamel Surface Wear Induced By Two Concentrations Of Zirconia Particle Toothpaste Under Two Electric Toothbrushing Modalities. *Georgian Med News*. 2025

Jan;(358):50-56.

35. Bollen CM, Lambrechts P, Quirynen M. Comparison of surface roughness of oral hard materials to the threshold surface roughness for bacterial plaque retention: a review of the literature. *Dent Mater.* 1997 Jul;13(4):258-269.
36. Wiegand A, Schlueter N. The Role of Oral Hygiene: Does Toothbrushing Cause Harm? *Monogr Oral Sci.* 2025;33:32-37.

CONCLUSÃO

Considerando as limitações deste estudo in vitro, os resultados demonstraram que o uso de um dentifrício clareador à base de carvão ativado alterou significativamente a rugosidade do esmalte dental quando utilizado durante os procedimentos clareadores. Esse efeito esteve provavelmente associado à maior abrasividade do dentifrício, e não aos componentes químicos da pasta de dente.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro fornecido pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES, Código de Financiamento 001), pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG APQ-01203-23, e à Universidade de Uberaba (UNIUBE) pelo apoio à realização desta pesquisa, em especial pela disponibilização do equipamento LEXT 3D Measuring Laser Microscope OLS5100, cuja utilização foi essencial para a execução das análises e para o desenvolvimento deste trabalho de mestrado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALENEZI, A. Y.; ALEYADA, A. M.; ALDHAFIRI, Y. H.; ALSUBAIE, M. S.; ALSHAHRANI, M. S.; SHENOY, M. Color stability of tooth-colored restorative materials after exposure to Arabic coffee and black tea: a systematic review. **Cureus**, v. 17, n. 9, e92294, 2025.
2. ALKAHTANI, R.; STONE, S.; GERMAN, M.; WATERHOUSE, P. A review on dental whitening. **Journal of Dentistry**, v. 100, p. 103423, 2020. Epub 2020 Jun 29. PMID: 32615235.
3. ALSHAWI, A.; LAL, F.; YILDIZ, E.; YILDIZ, S. O.; ERDEMIR, U. Effects of bleaching protocols on the esthetic outcome and surface integrity of enamel treated with an ammonia-free silver fluoride solution. **Journal of Esthetic and Restorative Dentistry**, 2026.
4. AQUINO, C. F. T.; PRO ROMERO, R. J.; ESPINOZA SALCEDO, A. R.; HERRERA-PLASENCIA, P. M. In vitro evaluation of tooth enamel abrasion and roughness using toothpaste with and without activated charcoal: an SEM analysis. **Dentistry Journal**, v. 13, n. 10, p. 482, 2025.
5. ARAÚJO, G. S.; NAUFEL, F. S.; ALONSO, R. C.; LIMA, D. A.; PUPPIN-RONTANI, R. M. Influence of staining solution and bleaching on color stability of resin used for caries infiltration. **Operative Dentistry**, v. 40, n. 6, p. E250–E256, 2015.
6. BARBOSA, L. M. M.; AMÂNCIO FILHA, M. B. G.; LEITE, J. V. C.; SANTOS, J. V. D. N.; MEDEIROS, J. M.; OLIVEIRA, I. L. M.; PECHO, O. E.; MEIRELES, S. S.; LIMA, R. B. W. Over-the-counter products in tooth bleaching: a scoping review. **Journal of Dentistry**, v. 145, p. 104989, 2024.
7. BOLLEN, C. M.; LAMBRECHTS, P.; QUIRYNEN, M. Comparison of surface roughness of oral hard materials to the threshold surface roughness for bacterial plaque retention: a review of the literature. **Dental Materials**, v. 13, n. 4, p. 258–269, 1997.

8. BUZATU, B. L. R.; GALUSCAN, A.; DUMITRESCU, R.; BUZATU, R.; LUCA, M. M.; BALEAN, O.; VLASE, G.; VLASE, T.; ANGHEL, I. M.; OPRIS, C.; TODOR, B. I.; DUMITRACHE, M. A.; JUMANCA, D. In vitro evaluation of chemical and microhardness alterations in human enamel induced by three commercial in-office bleaching agents. **Dentistry Journal**, v. 13, n. 8, p. 357, 2025.
9. CAMPOS, L. A.; COSTA, M. A.; BONAFÉ, F. S. S.; MARÔCO, J.; CAMPOS, J. A. D. B. Psychosocial impact of dental aesthetics on dental patients. **International Dental Journal**, v. 70, n. 5, p. 321–327, 2020.
10. CHAPLE GIL, A. M.; PEREDA VÁZQUEZ, L.; SANTIESTEBAN VELÁZQUEZ, M.; MENENDEZ, J. J. Minimally invasive treatments for dental fluorosis: a network meta-analysis of esthetic masking efficacy. **Journal of Esthetic and Restorative Dentistry**, 2026.
11. DAS, G.; QASIM, M.; RANA, M. H.; SHARIF, R. A.; SULEMAN, G.; SAINUDEEN, S.; KHADER, M. A.; JAVALI, M. A.; ISHFAQ, M.; IBRAHIM, M.; SHAH, S. J.; KHALID, I. Comparative efficacy of external dental bleaching gels: a systematic review of whitening performance and longevity. **Clinical Oral Investigations**, v. 29, n. 11, art. 546, 2025.
12. DE OLIVEIRA, M. N.; ALVES, H. B. D. N.; LERNER, F. E.; CAMPOLINA, M. G.; LINS-CANDEIRO, C. L.; VIEIRA, W. A.; TONIOLO, M. B.; DA SILVA, G. R.; PARANHOS, L. R. Assessment of changes in optical and mechanical properties and adverse effects of over-the-counter bleaching agents: an in vitro study. **Journal of Clinical and Experimental Dentistry**, v. 17, n. 2, p. e174–e179, 2025.
13. DOBLER, L.; HAMZA, B.; ATTIN, T.; WEGEHAUPT, F. J. Abrasive enamel and dentin wear resulting from brushing with toothpastes with highly discrepant relative enamel abrasivity (REA) and relative dentin abrasivity (RDA) values. **Oral Health and Preventive Dentistry**, v. 21, p. 41–48, 2023.
14. EMÍDIO, A. G.; SILVA, V. F. F. M. E.; RIBEIRO, E. P.; ZANIN, G. T.; LOPES, M. B.; GUIRALDO, R. D.; BERGER, S. B. In vitro assessment of activated charcoal-based dental products. **Journal of Esthetic and Restorative**

- Dentistry**, v. 35, n. 2, p. 423–430, 2023.
15. EPPLE, M.; MEYER, F.; ENAX, J. A critical review of modern concepts for teeth whitening. **Dentistry Journal**, v. 7, n. 3, p. 79, 2019.
 16. GHINEA, R.; HERRERA, L. J.; RUIZ-LÓPEZ, J.; SLY, M. M.; PARAVINA, R. D. Color ranges and distribution of human teeth: a prospective clinical study. **Journal of Esthetic and Restorative Dentistry**, v. 37, n. 1, p. 106–116, 2025. Epub 2024 Oct 24. PMID: 39446651.
 17. GONÇALVES, I. M. C.; DA SILVA, J. A.; AGUIAR, F. H. B.; LIMA, D. A. N. L. Development of toothpaste formulations containing mineral clays as abrasive agents and their effects on the physical properties of dental enamel. **Journal of Esthetic and Restorative Dentistry**, v. 36, n. 6, p. 901–910, 2024.
 18. GREENWALL, L. H.; GREENWALL-COHEN, J.; WILSON, N. H. F. Charcoal-containing dentifrices. **British Dental Journal**, v. 226, n. 9, p. 697–700, 2019. PMID: 31076703.
 19. GREULING, A.; EMKE, J. M.; EISENBURGER, M. Abrasion behaviour of different charcoal toothpastes when using electric toothbrushes. **Dentistry Journal**, v. 9, n. 8, p. 97, 2021.
 20. HAJISADEGHI, S.; KHANSARI, M.; YAZDANIAN, M.; KEYKHA, E. Effect of whitening dentifrice on discoloration of tooth surface: an updated systematic review and meta-analysis. **BMC Oral Health**, v. 25, n. 1, art. 610, 2025.
 21. HAMZA, B.; NIEDZWIECKI, M.; KÖRNER, P.; ATTIN, T.; WEGEHAUPT, F. J. Effect of the toothbrush tuft arrangement and bristle stiffness on the abrasive dentin wear. **Scientific Reports**, v. 12, n. 1, p. 840, 2022.
 22. HATIRLI, H.; KARAARSLAN, E. Ş.; YAŞA, B.; KILIÇ, E.; YAYLACI, A. Clinical effects of dehydration on tooth color: how much and how long? **Journal of Esthetic and Restorative Dentistry**, v. 33, p. 364–370, 2021.
 23. ISMAIL, B.; SOLIMAN, Z.; EL-ASKARY, F. Evaluation of the effects of different remineralizing agents on the microhardness and mineral content of bleached

- enamel along different storage times. **BMC Oral Health**, v. 26, n. 1, p. 416, 2026.
24. JOINER, A.; LUO, W. Tooth colour and whiteness: a review. **Journal of Dentistry**, v. 67, Suppl. S, p. S3–S10, 2017. Epub 2017 Sep 18. PMID: 28928097.
 25. KAPLAN, E.; DÜNDAR, A.; BARUTÇUGIL, Ç. Effect of whitening toothpastes on enamel color and surface roughness: a laboratory study. **American Journal of Dentistry**, v. 39, n. 2, p. 66–72, 2026. PMID: 42013427.
 26. KIM, S.; LEE, C. H.; MA, S.; PARK, Y. S. Whitening efficacy of toothpastes on coffee-stained teeth: an enamel surface analysis. **International Dental Journal**, v. 74, n. 6, p. 1233–1238, 2024.
 27. KOSIŃ, K.; LISZKA, W.; POLAK, A.; KIWIOR, J.; MALINA, M. In-office vs at-home tooth bleaching: a narrative review of efficacy and safety. **Wiadomości Lekarskie**, v. 79, n. 1, p. 232–241, 2026.
 28. KOTHARI, S.; JUM'AH, A. A.; GRAY, A. R.; LYONS, K. M.; YAP, M.; BRUNTON, P. A. A randomized clinical trial investigating three vital tooth bleaching protocols and associated efficacy, effectiveness and participants' satisfaction. **Journal of Dentistry**, v. 95, p. 103322, 2020.
 29. LEE, J.; PARK, H. M.; KIM, Y. W. Comparative analysis of plaque removal and wear between electric-mechanical and bioelectric toothbrushes. **Bioengineering**, v. 11, n. 5, p. 474, 2024.
 30. LIMA, L. C.; CARVALHO, A. O.; BEZERRA, S. J. C.; GARCIA, R. M.; CANEPPELE, T. M. F.; BORGES, A. B.; SCARAMUCCI, T. Tooth color change promoted by different whitening toothpastes under alternate cycles of staining and brushing. **Journal of Dentistry**, v. 132, p. 104498, 2023. Epub 2023 Mar 22. PMID: 36963626.
 31. MELO, M.; FIORESTA, R.; SANZ, J. L.; PECCI-LLORET, M. P.; LLENA, C. Effect of highly concentrated bleaching gels on enamel microhardness and superficial morphology, and the recovery action of four remineralizing agents.

- BMC Oral Health**, v. 22, n. 1, p. 645, 2022. PMID: 36575416. PMCID: PMC9793581.
32. OKONOGI, S.; KAEWPINTA, A.; RADES, T.; MÜLLERTZ, A.; YANG, M.; KHONGKHUNTHIAN, S.; CHAIJAREENONT, P. Enhancing stability and tooth bleaching activity of carbamide peroxide by electrospun nanofibrous film. **Pharmaceuticals (Basel)**, v. 13, n. 11, p. 381, 2020. PMID: 33187352. PMCID: PMC7698251.
 33. PEREZ, B. G.; GAIDARJI, B.; RIGHES, D. Z.; PECHO, O. E.; PEREIRA, G. K. R.; DURAND, L. B. Masking ability of resin composites: a scoping review. **Journal of Esthetic and Restorative Dentistry**, v. 35, n. 2, p. 333–344, 2023.
 34. ROCHA, A. O.; ANJOS, L. M. D.; VITALI, F. C.; SANTOS, P. S.; BOLAN, M.; SANTANA, C. M.; CARDOSO, M. Tooth bleaching: a bibliometric analysis of the top 100 most-cited papers. **Brazilian Dental Journal**, v. 34, n. 2, p. 41–55, 2023.
 35. RODRIGUES, B. A. L.; MELO, L. S. A.; RIBEIRO, R. A. O.; NASCIMENTO, A. B. L.; TEIXEIRA, H. M. Evaluation through optical coherence tomography of dental enamel after the use of whitening dentifrices. **Revista de Odontologia da UNESP**, v. 48, e20190078, 2019.
 36. ROSENAUER, T.; BASCHE, S.; FLEMMING, J.; HANNIG, C.; KÖNIG, B.; HANNIG, M. Direct and indirect effects of different dentifrices on the initial bacterial colonization of enamel in situ overnight. **International Journal of Dental Hygiene**, v. 21, n. 1, p. 178–187, 2023.
 37. SALOMÃO, D.; SANTOS, D.; NOGUEIRA, R.; PALMA-DIBB, R.; GERALDO-MARTINS, V. Acid demineralization susceptibility of dental enamel submitted to different bleaching techniques and fluoridation regimens. **Operative Dentistry**, v. 39, n. 4, p. E178–E185, 2014.
 38. SCHWARZBOLD, C. G.; CUEVAS-SUÁREZ, C. E.; PACHECO, R. R.; RIBEIRO, J. S.; CARREÑO, N. L. V.; LUND, R. G.; PIVA, E. In vitro efficacy of commercial and experimental proteolytic enzyme-based whitening dentifrices on enamel whitening and superficial roughness. **Journal of Esthetic and**

- Restorative Dentistry**, v. 33, n. 6, p. 849–855, 2021. Epub 2020 Dec 5. PMID: 33615676.
39. SHARMA, D.; MCGUIRE, J. A.; GALLOB, J. T.; AMINI, P. Randomised clinical efficacy trial of potassium oxalate mouthrinse in relieving dentinal sensitivity. **Journal of Dentistry**, v. 41, Suppl. 4, p. S40–S48, 2013.
 40. SILVA, A. P. L.; NOGUEIRA, R. D.; LEPRI, C. P.; PINTO, M. R.; PALMA-DIBB, R. G.; GERALDO-MARTINS, V. R. Effect of toothbrushing with different dentifrices on the surface of an infiltrant resin used to inactivate white spot lesions. **Pesquisa Brasileira em Odontopediatria e Clínica Integrada**, v. 24, e230130, 2024.
 41. SILVA, L.; THEDEI JUNIOR, G.; MENEZES-OLIVEIRA, M. A.; NOGUEIRA, R. D.; GERALDO-MARTINS, V. Tooth bleaching effects on the adhesive interface of composite restorations. **International Journal of Esthetic Dentistry**, v. 12, n. 1, p. 96–106, 2017.
 42. SIMIONATO, A. A.; VIVANCO, R. G.; TONANI-TORRIERI, R.; ARRUDA, C. N. F.; PIRES-DE-SOUZA, F. C. P. Whitening effect of different toothpastes on bovine dental enamel: an in-situ study. **Brazilian Dental Journal**, v. 34, n. 1, p. 61–70, 2023.
 43. TABATABAIAN, F.; BEYABANAKI, E.; ALIREZAEI, P.; EPAKCHI, S. Visual and digital tooth shade selection methods, related effective factors and conditions, and their accuracy and precision: a literature review. **Journal of Esthetic and Restorative Dentistry**, v. 33, n. 8, p. 1084–1104, 2021.
 44. TOMÁS, D. B. M.; PECCI-LLORET, M. P.; GUERRERO-GIRONÉS, J. Effectiveness and abrasiveness of activated charcoal as a whitening agent: a systematic review of in vitro studies. **Annals of Anatomy**, v. 245, art. 151998, 2023.
 45. VIEIRA-JUNIOR, W. F.; VIEIRA, I.; AMBROSANO, G. M.; AGUIAR, F. H.; LIMA, D. A. Correlation between alteration of enamel roughness and tooth color. **Journal of Clinical and Experimental Dentistry**, v. 10, n. 8, p. e815–e820, 2018.

46. KOC VURAL, U.; BAGDATLI, Z.; YILMAZ, A. E.; YALÇIN ÇAKIR, F.; ALTUNDAŞAR, E.; GURGAN, S. Effects of charcoal-based whitening toothpastes on human enamel in terms of color, surface roughness, and microhardness: an in vitro study. **Clinical Oral Investigations**, v. 25, n. 10, p. 5977–5985, 2021. Epub 2021 Mar 27. PMID: 33774715.
47. WIEGAND, A.; SCHLUETER, N. The role of oral hygiene: does toothbrushing cause harm? **Monographs in Oral Science**, v. 33, p. 32–37, 2025.
48. WIJETUNGA, C. L.; OTSUKI, M.; ABDOU, A.; LUONG, M. N.; QI, F.; TAGAMI, J. The effect of in-office bleaching materials with different pH on the surface topography of bovine enamel. **Dental Materials Journal**, v. 40, n. 6, p. 1345–1351, 2021.
49. ZHONG, B. J.; YANG, S.; HONG, D. W.; CHENG, Y. L.; ATTIN, T.; YU, H. The efficacy of at-home, in-office, and combined bleaching regimens: a randomized controlled clinical trial. **Operative Dentistry**, v. 48, n. 3, p. E71–E80, 2023. PMID: 37079917.
50. ZOLLER, M. J.; HAMZA, B.; CUCUZZA, C.; GUBLER, A.; ATTIN, T.; WEGEHAUPT, F. J. Relative dentin and enamel abrasivity of charcoal toothpastes. **International Journal of Dental Hygiene**, v. 21, n. 1, p. 149–156, 2023.

APÊNDICE

Figura 1. A - Separação da coroa com a raiz de incisivo bovino. B - Impermeabilização da dentina dos espécimes. C - Espécimes prontos para análise da rugosidade inicial.



Fonte: Arquivo Pessoal

Figura 2. A- Ciclagem em café (Nescafé Tradicional, Nestlé) para o manchamento dos espécimes. B. Manchamento durante 15 dias. C. Aspecto final das amostras após os 15 dias.



Fonte: Arquivo Pessoal

Figura 3. A. Submissão das amostras aos métodos de remoção de manchas do clareamento de consultório. B - Amostras submetidas ao clareamento de caseiro. C - Amostras submetidas à técnica de clareamento combinada



Fonte: Arquivo Pessoal

Figura 4 A. Amostras que tiveram como associação a escovação com dentifrício convencional. B. Amostras que tiveram como associação a escovação sem nenhuma pasta dental. C. Amostras que tiveram como associação a escovação com dentifrício de carvão ativado



Fonte: Arquivo Pessoal

ANEXOS

Comitê de Ética em Experimentação Animal

Ofício CEEA-011/2023

Uberaba, 08 de novembro de 2023.

CERTIFICADO

Certificamos que o protocolo nº 017/2023 relativos ao projeto intitulado "Avaliação da Utilização de dentifrício clareador durante as técnicas de clareamento dental" que tem como responsável o Prof. Vinicius Rangel Geraldo Martins, está de acordo com os Princípios Éticos da Experimentação Animal, adotados pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal (CEEA/UNIUBE) regido pela lei nº 11.794/08.

CERTIFICATE

We hereby certify that the protocol nº 017/2023 related to the project entitled "Effect of whitening toothpastes during in office and at home tooth bleaching" under the supervision of Prof. Ian Martin, is in agreement with the Ethical Principles in Animal Experimentation, adopted by the Ethics Committee in Animal Experimentation (CEEA/UNIUBE) according to the law nº 11.794/08.

Atenciosamente,



Profa. Joely Ferreira Figueiredo Bittar
Coordenadora do CEEA-UNIUBE

Hospital Veterinário de Uberaba – Avenida Tutunas, 720 – Campus Fazu, Bairro Tutunas,
38061-500, Uberaba-MG (34)3319-8787 ceea@uniube.br

-Inteligência artificial na Odontologia Restauradora
-Biomateriais e Biomarcadores em

• Endereço de contato para o autor correspondente
• Resumo, contendo 150-300 palavras, SEMPRE estruturado como: Contexto, Materiais e Métodos, Resultados, Conclusões.

• Título corrido

• Palavras-chave

• Abstract (Resumo)

• Texto do artigo

• Referências

• Insira TODAS as TABELAS no manuscrito principal. Cada tabela em uma página

• Legenda de figuras

Observe que as tabelas devem estar em orientação retrato; não aceitamos tabelas em paisagem.

NÃO INCLUA AS FIGURAS NO MANUSCRITO PRINCIPAL

5. Carregue figuras, uma de cada vez. Não inclua figuras no documento do manuscrito. As figuras devem ter pelo menos 900 x 600

pixels e em JPEG (.jpg) formato; o tamanho do arquivo deve ser menor que

5 MB. Por favor, converta suas figuras para o formato JPEG sem compressão em RGB, não CMYK. Todas as figuras que não cumprirem esses requisitos serão rejeitadas.

Se estiver reenviando um documento modificado em resposta aos comentários dos revisores, todas as alterações DEVE ser destacadas em VERMELHO.

Todos os artigos aceitos serão publicados apenas em INGLÊS.

Artigos normalmente serão incluídos em uma das seções do jornal. Os autores devem indicar a seção em que desejam que seu artigo seja incluído, embora o Editor possa mudar isso conforme orientação dos revisores. Artigos recebidos passarão por revisão de um comitê de especialistas (processo de revisão por pares - anônimo). Os autores são RESPONSÁVEIS por todas as opiniões, resultados e conclusões contidas nos artigos, que podem não ser compartilhadas pelo Editor do jornal e pelos revisores. Todos os artigos aceitos passam a ser propriedade da Medicina Oral S.L., e sua data de recebimento e aceitação serão refletidas; assim, sua publicação subsequente em outros meios não é permitida sem permissão por escrito do Editor. Os autores transferirão POR ESCRITO os direitos autorais de suas contribuições para a Medicina Oral S.L.

TIPOS DE ARTIGOS

O Journal of Clinical and Experimental Dentistry não ADMITE RELATÓRIOS DE CASOS há muito tempo.

Nós admitimos:

1. Artigos Originais

Investigações analíticas como pesquisas transversais, estudos de caso-controle, estudos de coorte e ensaios clínicos controlados serão recomendados para publicação. Nos ensaios clínicos, os autores devem especificar as permissões legais obtidas.

1.1. Título. Claro, preciso e específico. Deve refletir o conteúdo do estudo.

1.2. Resumo

Uma breve síntese do estudo. Inclui: objetivo, métodos, principais resultados e conclusões.

Estruturado (com subtítulos).

J Clin Exp Dent é um periódico de Acesso Aberto. Publicar um artigo requer Taxas de Processamento de Artigo que serão cobradas ao autor remetente após aceitação do artigo para publicação. J Clin Exp Dent não cobra leitores ou bibliotecas taxas de assinatura. O conteúdo completo de todos os artigos publicados pode ser acessado gratuitamente online (PubMed Central - PMC). Para compensar parcialmente custos de alojamento, edição, material de escritório e sistemas de gestão de manuscritos, os autores pagarão 210 euros por artigo aceito (Taxa de processamento de artigo).

SUBMISSÃO DE ARTIGO

Os artigos podem ser enviados apenas através do nosso site e em INGLÊS. Acesse o nosso site e enviaremos um nome de usuário e senha para enviar o artigo.

Para enviar MANUSCRITOS NOVOS OU MODIFICADOS, a descrição do processo é:

1. Faça login em <http://www.jced.es>.

2. Clique em "Submit a manuscript" para enviar um ARTIGO NOVO. Clique em "Submissions needing revision" para enviar um ARTIGO MODIFICADO.

3. Faça upload de um documento Word intitulado: "Letter to the Editor". (Não aceitamos Word no formato .doc. Você deve enviar um documento .docx) Se isto for uma modificação de um artigo já enviado, esta carta deve incluir as respostas a TODOS os comentários do(s) revisor(es).

4. Inclua um documento Word separado intitulado: "Manuscript". (Não aceitamos Word no formato .doc. Você deve enviar um documento .docx) Você pode enviar um arquivo .docx para o manuscrito. Se criar um arquivo .docx, certifique-se de que todas as tabelas criadas estejam incluídas com o formato, espaçamento e largura corretos no documento .docx. Não tente criar um documento com uma largura de tabela maior que a largura do documento, ou inserir uma tabela com espaçamento negativo à esquerda/direita. Pode falhar na etapa de resumo.

O manuscrito deve incluir os seguintes itens:

• Título do artigo

• Autores (Nome próprio e sobrenome, ORCID). O número máximo de autores de um artigo será 10. Mais autores serão permitidos apenas em situações excepcionais para estudos de pesquisa multicêntrica credenciados sob um projeto de pesquisa oficial, com o número de referência e a instituição que aprovou.

INSTRUÇÕES PARA AUTORES - Revista de Odontologia Clínica e Experimental - eISSN 1989-5488

- 1.3. Palavras-chave
Entre 3 e 6 termos relevantes.
Facilitar a indexação em bases de dados.
- 1.4. Título abreviado
- 1.5. Introdução
Contexto do problema.
Breve revisão da literatura relevante.
Justificativa do estudo.
Objetivo(s) ou hipótese.
- 1.6. Materiais e Métodos
Desenho do estudo (experimental, observacional, etc.).
População e amostra.
Variáveis e como foram medidas.
Procedimentos.
Análise estatística.
Considerações éticas.
- 1.7. Resultados
Apresentação objetiva dos achados.
Uso de tabelas e figuras.
Sem interpretação (apenas dados).
- 1.8. Discussão
Interpretação dos resultados.
Comparação com estudos anteriores.
Implicações do estudo.
Limitações.
Futuras linhas de pesquisa.
- 1.9. Conclusões
Resumo dos principais achados.
Atendendo ao objetivo declarado.
- 1.10. Referências
Fontes citadas no texto.
Formato de acordo com o periódico (Vancouver).
- 2.4. Resultados
Número de estudos incluídos.
Características do estudo.
Resultados quantitativos (forest plots).
Heterogeneidade observada.
Resultados de análises adicionais.
- 2.5. Discussão
Interpretação dos resultados.
Comparação com a literatura anterior.
Implicações clínicas ou teóricas.
Limitações da meta-análise.
Possíveis vieses.
- 2.6. Conclusões
Síntese clara dos principais achados.
Relevância prática ou científica.
- 2.7. Outras seções importantes
Financiamento e conflitos de interesse.
Registro de protocolo (por exemplo, PROSPERO).
Material suplementar (se aplicável).
- Não devem exceder 14 páginas (excluindo as referências) no formato DIN A4, com 30 linhas por página. Devem conter no máximo quatro figuras e quatro tabelas por artigo; até 60 referências.
- REFERÊNCIAS**
As referências devem ser numeradas consecutivamente na ordem de aparecimento no texto do manuscrito, citadas entre colchetes no texto. Não usar parênteses ou superscripts.
Exemplo: [1] ou [1-3] ou [1,4-8]
No final do documento, todas as referências devem aparecer em uma lista numerada, uma após a outra, no formato Vancouver
- Exemplos de Referências Vancouver**
- Artigo de periódico: Sobrenome do autor Iniciais. Título do artigo. Nome do periódico (abreviado). Ano Mês Dia;Volume(Edição):páginas.
Exemplo: 1. Smith JA, Doe JB. Título do artigo. N Engl J Med. 2026 Jan 15;394(2):100-105.
 - Livro: Sobrenome do autor Iniciais. Título do livro. Edição. Local de publicação: Editora; Ano.
Exemplo: 2. Doe J. Título do livro. 2ª ed. London: Publisher; 2025.
 - Site: Autor/Organização. Título da página [Internet]. Local de publicação: Editora; Ano [citado Ano Mês Dia]. Disponível em: URL.
Exemplo: 3. World Health Organization. Título [Internet]. Geneva: WHO; 2026 [citado 2026 Apr 1]. Disponível em: <https://www.who.int/>
1. Revisões sistemáticas / Meta-análises
Artigos de interesse especial e aqueles que incluam uma atualização sobre qualquer um dos tópicos identificados como assuntos para este periódico serão aceitos.
- 2.1. Título e Resumo Devem indicar que é uma revisão sistemática e/ou meta-análise. O resumo normalmente inclui: objetivo, métodos, principais resultados e conclusões.
- 2.2. Introdução Contexto do problema de pesquisa. Justificativa para a meta-análise (por que ela é necessária).
Objetivo(s) ou pergunta(s) de pesquisa (muitas vezes no formato PICO).
- 2.3. Métodos
Esta é a seção mais importante devido ao seu rigor e reprodutibilidade.
a) Estratégia de busca
Bases de dados utilizadas (PubMed, Scopus, etc.).
Palavras-chave e termos de busca.
Datas de busca.
b) Critérios de inclusão e exclusão
Tipos de estudos.
População, intervenção, comparador, desfechos.
c) Seleção dos estudos Processo de triagem (fluxograma no estilo PRISMA).

Declaração de Consentimento Informado

Os pacientes têm direito à privacidade que não deve ser violada sem consentimento informado. Informações que possam identificar, incluindo nomes dos pacientes, iniciais ou números de hospital, não devem ser publicadas em descrições por escrito, fotografias e pedigrees, a menos que as informações sejam essenciais para fins científicos e o paciente (ou pai ou tutor) dê consentimento informado por escrito para publicação. O consentimento informado para este fim exige que um paciente identificável tenha o manuscrito a ser publicado mostrado.

Os autores devem informar os pacientes se qualquer material potencialmente identificável puder ser acessível via Internet após a publicação. Detalhes de identificação devem ser omitidos se não forem essenciais. O anonimato completo é difícil de alcançar, mas o consentimento informado deve ser obtido se houver qualquer dúvida. Por exemplo, ocultar a área dos olhos em fotografias de pacientes é insuficiente para proteger o anonimato. Se características identificáveis forem alteradas para salvaguardar o anonimato, como em pedigrees genéticos, os autores devem garantir que essas mudanças não distorçam o significado científico, e os editores devem observar isso.

Quando o consentimento informado tiver sido obtido, deve ser indicado no artigo publicado.

3. Fonte de Financiamento. Sob um subtítulo de Fonte de Financiamento. Se o financiamento não estiver disponível, divulgue-o.

4. Contribuições dos autores. Sob um subtítulo de Autores' contribuições.

Indexado em:

- Indexado no PubMed (2012-)
- Indexado no PubMed Central® (PMC) (2012-)
- Indexado no Sistema DOI®
- Indexado no SCOPUS

Texto completo gratuito no PMC (Biblioteca Nacional de Medicina dos EUA, Instituto Nacional de Saúde, NIH/NLM, EUA) desde 2012

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/journals/2157/>

Exigências éticas em relação a experimentação com humanos e animais

Este jornal adere às diretrizes éticas. Todos os autores devem certificar que o artigo submetido foi avaliado por um Comitê de Ética autorizado e reconhecido.

PARA ÉTICA MÉDICA: Deontologia, Códigos de Prática, Diretrizes, Profissionalismo

<https://www.wma.net/what-we-do/medical-ethics/>

Informação

E-mail: jced@jced.es

Requisitos de conflito de interesses

<http://www.medicinaoral.com/odo/coi.pdf>

NO FINAL DO MANUSCRITO, todas as submissões ao Journal of Clinical and Experimental Dentistry devem incluir:

1. Conflito de interesses

Os autores devem divulgar todas as relações ou interesses que possam influenciar ou enviesar o trabalho.

Por favor, siga o International Committee of Medical Journal Editors para Conflitos de Interesses:

<https://www.icmje.org/conflicts-of-interest/>

Um conflito de interesses existe se autores ou suas instituições tiverem relações financeiras ou pessoais com outras pessoas ou organizações que possam influenciar inadequadamente (viés) suas ações.

Relacionamentos financeiros são facilmente identificáveis, mas conflitos também podem surgir de relacionamentos pessoais, competição acadêmica ou paixão intelectual.

Todas as submissões ao Journal of Clinical and Experimental Dentistry devem incluir divulgação de todos os relacionamentos que possam ser vistos como apresentando um potencial conflito de interesses. Todos os autores são obrigados a fornecer uma declaração assinada de seus conflitos de interesse como parte do formulário de declaração do autor:

https://www.medicinaoral.com/conflict_jced.htm

2. Ética. Sob o subtítulo Ética, a aprovação do comitê de ética com o número de referência