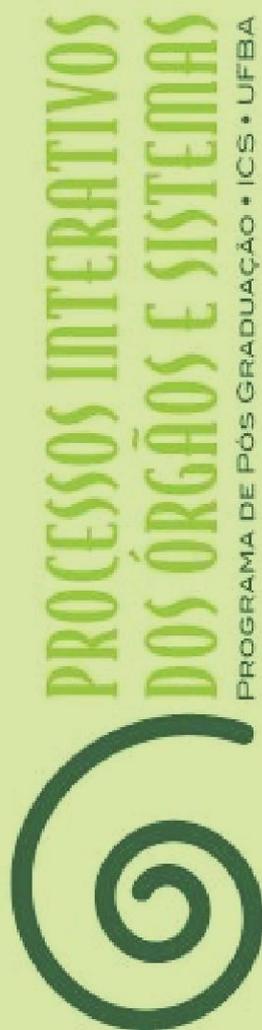


UFBA

Universidade Federal da Bahia
Instituto de Ciências da Saúde



NATÁLIA NASCIMENTO ODILON

EFEITO DE DENTIFRÍCIOS BRANQUEADORES CONTENDO
CARVÃO ATIVADO NO ESMALTE DENTÁRIO BOVINO

Salvador
2022



**PROCESSOS INTERATIVOS
DOS ÓRGÃOS E SISTEMAS**
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO • ICS • UFBA

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PROCESSOS
INTERATIVOS DOS ÓRGÃOS E SISTEMAS**

NATÁLIA NASCIMENTO ODILON

**EFEITO DE DENTIFRÍCIOS BRANQUEADORES
CONTENDO CARVÃO ATIVADO NO ESMALTE
DENTÁRIO BOVINO**

Salvador
2022

NATÁLIA NASCIMENTO ODILON

**EFEITO DE DENTIFRÍCIOS BRANQUEADORES CONTENDO
CARVÃO ATIVADO NO ESMALTE DENTÁRIO BOVINO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Processos Interativos dos Órgãos e Sistemas, Instituto de Ciências da Saúde, da Universidade Federal da Bahia, como requisito para obtenção do grau de Doutora.

Orientadora: Profa. Dra. Elisângela de Jesus Campos.

Salvador
2022

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior- Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Ficha catalográfica: Keite Birne de Lira CRB-5/1953

Odilon, Natália Nascimento

Efeitos dos dentifrícios branqueadores contendo carvão ativado no esmalte dentário bovino./ [Manuscrito]. Natália Nascimento Odilon. Salvador, 2022.

91f. : il.

Orientadora: Profa. Dra. Elisângela de Jesus Campos.

Tese (doutorado) – Universidade Federal da Bahia. Instituto de Ciências da Saúde. Programa de Pós-Graduação em Processos Interativos dos Órgãos e Sistemas, Salvador, 2022.

1. Carvão ativado. 2. Agentes branqueadores. 3. Dentifrícios.
I. Campos, Elisângela de Jesus. II. Universidade Federal da Bahia. Instituto de Ciência da Saúde. Programa de Pós-Graduação em Processos Interativos dos Órgãos e Sistemas. III. Título

CDD –617. 6 21. ed.

NATÁLIA NASCIMENTO ODILON

EFEITO DE DENTIFRÍCIOS BRANQUEADORES CONTENDO CARVÃO ATIVADO
NO ESMALTE DENTÁRIO BOVINO

Salvador, Bahia, 13 de dezembro de 2022.

COMISSÃO EXAMINADORA:

DocuSigned by:

Elisângela de Jesus Campos

CC7C2A030662443

PROFA. DRA. ELISANGELA DE JESUS CAMPOS (Examinadora Interna)

DocuSigned by:

Marcelo Filadelfo Silva

CC7C2A030662443

PROF. DR. MARCELO FILADELFO SILVA (Examinador Interno)

DocuSigned by:

Patricia

CC7C2A030662443

PROFA. DRA. PATRICIA MIRANDA LEITE RIBEIRO (Examinadora Interna)

DocuSigned by:

Francisco Xavier Paranhos Coelho Simões

CC7C2A030662443

PROF. DR. FRANCISCO XAVIER PARANHOS COELHO SIMÕES (Examinador Externo)

DocuSigned by:

Ynara Bosco de Oliveira Lima Arsati

CC7C2A030662443

PROFA. DRA. YNARA BOSCO DE OLIVEIRA LIMA ARSATI (Examinadora Externa)

Dedico aos meus pais, alicerces da minha vida.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ser o mestre que me guia, me dando força e coragem para trilhar o meu caminho.

À minha orientadora, professora Elisângela, pelos ensinamentos não só acadêmicos, como também da vida. Ser sua orientanda foi uma das experiências mais enriquecedoras que eu já tive. Obrigada pelos ensinamentos e conselhos. Sorte a minha ter encontrado a senhora.

À minha dupla Rafaela Oliveira, que está comigo desde o início do doutorado, compartilhando os momentos bons e de dificuldades que ocorreram ao longo desses quatro anos. Obrigada por tudo!

À toda equipe do Laboratório de Bioquímica Oral, sempre receptiva e acolhedora durante o mestrado e doutorado.

Às orientandas da professora Elisângela que, de alguma forma, contribuíram para a confecção deste trabalho, especialmente Natália Nunes e Beatriz Lopes, que participaram da realização dos experimentos.

Ao Programa de Pós-graduação em Processos Interativos dos Órgãos e Sistemas, do Instituto de Ciências de Saúde, da Universidade Federal da Bahia (PPgPIOS- ICS/UFBA), por possibilitar a realização da pesquisa no Laboratório de Bioquímica Oral.

Aos meus colegas de pós-graduação, que se tornaram bons amigos, em especial Renata Portela, amiga de longa data, que trilha o mesmo caminho profissional que o meu. Sua companhia fez com que tudo se tornasse mais fácil.

Às minhas amigas Ingrid Grazielle Souza e Verônica Nunes, por mesmo longe estarem presentes na minha vida, sempre compartilhando os momentos bons e ruins. Meus dias são mais leves por ter vocês.

Às minhas colegas de trabalho Thais Feitosa e Viviane Palmeira, pelo companheirismo, apoio e conselhos. Trabalhar com vocês é um prazer imenso.

À minha família, que sempre me apoiou e torceu por mim, principalmente aos meus pais que são minha inspiração e meu porto seguro. Amo vocês.

“ O que vale na vida não é o ponto de partida
e sim a caminhada. Caminhando e semeando,
no fim, terás o que colher. ”

Cora Coralina

ODILON, Natália Nascimento. **Efeito de dentifrícios branqueadores contendo carvão ativado no esmalte dentário bovino**. 2022. Orientador: Elisângela de Jesus Campos. 91 f. il. Dissertação (Mestrado em Processos Interativos dos Órgãos e Sistemas) – Instituto de Ciências da Saúde, Universidade Federal da Bahia, Salvador.

RESUMO

Introdução: Dentifrícios branqueadores contendo abrasivos, peróxidos, agentes ópticos e carvão ativado tem sido utilizados para a remoção de manchas extrínsecas e promover o branqueamento dental. O carvão ativado apresenta alta porosidade e grande área de superfície, o que confere a esse material significativa capacidade de adsorção, ligando-se aos depósitos da superfície do dente e retendo-os nos seus poros para posterior remoção durante a escovação. Apesar da atual popularidade de dentifrícios contendo carvão ativado, ainda não está comprovada a sua eficácia na alteração da cor do dente, bem como o seu efeito na estrutura dentária durante a escovação, principalmente quando utilizados por longo prazo.

Objetivo: Revisar a literatura sobre o uso do carvão ativado na Odontologia e avaliar *in vitro* o efeito da escovação simulada com dentifrícios de ação branqueadora, contendo carvão ativado, sobre o esmalte dentário bovino.

Materiais e Métodos: Estudo *in vitro* realizado com 70 corpos de prova, divididos em 7 grupos (n= 10): 1 grupo controle (GC- Colgate® Total 12 Clean Mint) e 6 grupos teste (GT1-Colgate® Natural Extracts Carvão ativado e menta; GT2- Colgate® Luminous White Carvão ativado; GT3- Oral-B® 3D White Whitening Therapy Purification Charcoal; GT4- Oral-B® Natural Essence Bicarbonato de sódio & Carvão; GT5- Suavetex® Natural Carvão ativado; GT6- Curaprox® Black is White). Os corpos de prova foram submetidos à escovação simulada por 6 e 12 meses, sendo avaliados massa, rugosidade, parâmetros do sistema CIELAB, variação de cor (ΔE) e índice WI_D , antes e após os períodos de escovação. Os dados foram analisados por modelos lineares generalizados, utilizando-se o programa R e considerando o nível de significância de 5%.

Resultados. Em relação à massa, não houve diferença significativa entre os grupos e os tempos. Na análise da rugosidade, em relação ao tempo, pode-se observar que após 6 meses de escovação não houve diferenças estatisticamente significativas nos grupos, contudo, após 12 meses de escovação simulada, os grupos GT1 e GT3 apresentaram rugosidade significativamente menor em relação ao tempo inicial ($p < 0,05$). Na comparação entre os grupos, após 6 meses de escovação, GT2, GT3 e GT4 diferiram estatisticamente do grupo controle, apresentando menor rugosidade, enquanto no GT6 foi observada maior rugosidade ($p < 0,05$). Após 12 meses, GT1, GT2 e GT3 foram os grupos que apresentaram menor rugosidade quando comparados ao GC ($p < 0,05$). Na avaliação da cor, em relação aos parâmetros L^* , a^* e b^* e o índice WI_D , não houve diferenças estatísticas entre o grupo controle e os grupos teste, após 6 e 12 meses de escovação simulada. Na avaliação do ΔE após 12 meses, a variação de cor foi significativamente maior no grupo GT4 e menor no GT1.

Conclusão: Dentifrícios contendo carvão ativado não promoveram perda de massa, nem aumento na rugosidade na superfície do esmalte dentário bovino após 6 e 12 meses de escovação simulada e o efeito branqueador foi semelhante ao do dentifrício de uso convencional.

Palavras-chave: carvão ativado; agentes branqueadores; dentifrícios.

ODILON, Natália Nascimento. **Effect of whitening dentifrices containing activated charcoal on bovine dental enamel**. 2022. Advisor: Elisângela de Jesus Campos. 92 s. ill. Dissertation (Master in Interactive Processes of Organs and Systems) – Institute of Health Sciences, Federal University of Bahia, Salvador.

ABSTRACT

Introduction: Dentifrices containing distinct agents like abrasives, peroxides, optical agents and activated charcoal for removing extrinsic stains have been used to promote tooth whitening. Activated charcoal has high porosity and large surface area, which gives this material adsorption capacity, so activated charcoal binds to the tooth surface deposits and retain them in the tooth pores, which are removed during brushing. Despite current activated charcoal-containing dentifrices popularity, their effectiveness in changing tooth color is still unproved, as well as their effectiveness on tooth structure during brushing, mostly when they are used in long term. **Objective:** Review the literature on the use of activated charcoal in Dentistry and evaluate in vitro the effect of simulated brushing with whitening dentifrices containing activated charcoal on bovine dental enamel. **Materials and Methods:** In vitro study performed with 70 test specimens divided into 7 groups (n=10): 1 control group (CG- Colgate® Total 12 Clean Mint) and 6 test groups (TG1- Colgate® Natural Extracts Activated charcoal and mint; TG2 - Colgate® Luminous White Activated charcoal; TG3- Oral-B® 3D White Whitening Therapy Purification Charcoal; TG4- Oral-B® Natural Essence Sodium bicarbonate & Charcoal; TG5- Suavetex® Natural Activated charcoal; TG6- Curaprox® Black is White). Test specimens were submitted to simulated brushing for 6 and 12 months, of which mass, roughness and parameters of CIELAB system, color variation (ΔE) and WI_D index were calculated before and after brushing. Data were analyzed through generalized linear models using R program and considering significance level of 5%. **Results:** In relation to mass, there was no significant difference among groups. Roughness analysis in relation to time showed no statistically significant difference among groups after 6 months of brushing, however TG1 and TG3 showed significantly less roughness in relation to the initial time ($p < 0.05$) after 12 months of simulated brushing. Comparison among groups showed less roughness in TG2, TG3 and TG4 after 6 months of brushing, which differ statistically from control group, but in TG6 higher roughness was observed ($p < 0.05$). After 12 months, TG1, TG2 and TG3 showed less roughness when compared to the CG ($p < 0.05$). Color evaluation in relation to L^* , a^* e b^* parameters and WI_D index showed no statistical differences between control group and test groups after 6 and 12 months of simulated brushing. After 12 months of brushing, ΔE was significantly higher for TG4 and significantly less for TG1. **Conclusion:** Activated charcoal-containing dentifrices did not promote loss of mass nor roughness increase in bovine dental enamel surface after 6 and 12 months of simulated brushing. Whitening effect was similar to conventional dentifrices.

Keywords: activated charcoal; bleaching agents; dentifrices.

LISTA DE QUADROS

Capítulo do livro

Quadro 1	Capacidade de adsorção de moléculas de acordo com o tipo dos poros do carvão ativado.	22
Quadro 2	Dentifrícios com carvão ativado classificados como Grau 1 regularizados em 2020 no Brasil, com suas respectivas categorias e formas de apresentação, segundo a ANVISA.	31
Quadro 3	Dentifrícios com carvão ativado classificados como Grau 2 regularizados em 2020 no Brasil, com suas respectivas categorias e formas de apresentação, segundo a ANVISA.	32
Quadro 4	Lista de resoluções e portarias da ANVISA sobre as aplicações do carvão ativado.	33

Materias e Método

Quadro 1	Grupos experimentais e composição dos dentifrícios selecionados.	39
-----------------	--	----

Artigo 1

Quadro 1	Descrição dos grupos e composição dos dentifrícios selecionados.	52
Quadro 2	Análise da rotulagem dos dentifrícios quanto à presença de agentes branqueadores, adsortivos, surfactantes, anticálcico e anticárie.	57

Artigo 2

Quadro 1	Divisão dos grupos e composição dos dentifrícios selecionados com seus respectivos agentes branqueadores.	67
-----------------	---	----

LISTA DE FIGURAS

Capítulo do livro

- Figura 1** Imagem do carvão do caroço de buriti, ativado a 900 °C, obtida por 21
microscopia eletrônica de varredura.

Materiais e Método

- Figura 1** Fragmento de esmalte obtido a partir da coroa de incisivo bovino. 38
- Figura 2** (A) Corpo de prova acoplado no dispositivo para planificação; (B) 38
Polimento do corpo de prova acoplado ao dispositivo na politriz
metalográfica.
- Figura 3** (A) Pesagem do dentifrício em balança analítica para a preparação da 41
solução; (B) Solução de dentifrício na proporção 1:2.
- Figura 4** Escovação simulada com dentifrício contendo carvão ativado, em 41
máquina de escovação.
- Figura 5** Pesagem do corpo de prova em balança de precisão para avaliação da 42
massa.
- Figura 6** (A) Avaliação da rugosidade do esmalte bovino utilizando 43
rugosímetro; (B) Corpo de prova acoplado em dispositivo posicionador
para leitura da rugosidade.
- Figura 7** Espectrofotômetro Easyshade - Vita® utilizado para avaliação da cor. 44

LISTA DE TABELAS

Artigo 1

Tabela 1	Média (desvio padrão) da massa (g) em função do grupo e do tempo.	54
Tabela 2	Média (desvio padrão) da rugosidade em função do grupo e do tempo.	55

Artigo 2

Tabela 1	Média (desvio padrão) do parâmetro L* do sistema CIELAB em função do grupo e do tempo.	71
Tabela 2	Mediana (valor mínimo e máximo) do parâmetro a* do sistema CIELAB em função do grupo e do tempo.	71
Tabela 3	Mediana (valor mínimo e máximo) do parâmetro b* do sistema CIELAB em função do grupo e do tempo.	72
Tabela 4	Média (desvio padrão) do ΔE em função do grupo e do tempo.	73
Tabela 5	Mediana (valor mínimo e máximo) do índice WI _D em função do grupo e do tempo.	73

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

a*	Parâmetro a* do sistema CIELAB que representa a cor no eixo verde vermelho
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
b*	Parâmetro b* do sistema CIELAB que representa a cor no eixo azul-amarelo
CIE	<i>Comission Internaciole L' claire</i>
CIE XYZ	Sistema de notação de cor XYZ
CIELAB	Espaço tridimensional de cores
CP	Corpo de prova
CPO-D	Índice de dentes cariados perdidos e obturados
GC	Grupo controle
GT	Grupo teste
L*	Parâmetro L* do sistema CIELAB que representa a luminosidade
MFP	Monofluorofosfato de sódio
NaF	Fluoreto de Sódio
PVC	Policloreto de vinila
WI _D	<i>Whiteness index for dentistry</i>
ΔE	Variação de cor (Delta E)

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	JUSTIFICATIVA	16
1.2	OBJETIVOS	16
2	REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1	CAPÍTULO DO LIVRO <i>Órgãos e Sistemas: Temas Interdisciplinares</i> , v. 7, 2021.	
3	MATERIAIS E MÉTODO	36
4	RESULTADOS	45
4.1	ARTIGO 1 - Influência da escovação com dentifrícios contendo carvão ativado na rugosidade e massa do esmalte bovino	48
4.2	ARTIGO 2 - Avaliação do efeito da escovação com dentifrícios contendo carvão ativado na cor do esmalte bovino	63
5	DISCUSSÃO	79
6	CONCLUSÃO	82
	REFERÊNCIAS	84
	APÊNDICE - Artigo sobre a influência dos parâmetros CIELAB na percepção da cor após o uso de dentifrícios branqueadores publicado na revista <i>Brazilian Journal of Oral Sciences</i> .	91

1 INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

A insatisfação com a aparência dos dentes varia entre diferentes populações do mundo, sendo o escurecimento dentário uma das principais queixas dos pacientes que procuram tratamento estético. A descoloração dentária resulta de fatores intrínsecos e/ou extrínsecos. A pigmentação intrínseca pode ser causada por medicamentos, fluorose, defeitos congênitos, entre outros fatores, e a pigmentação extrínseca ocorre, principalmente, por pigmentos oriundos da dieta^{1,2}.

Além das técnicas de clareamento profissional que utilizam géis de peróxido de hidrogênio ou carbamida para a remoção de manchas intrínsecas, por meio de reações de oxi-reduções, têm sido desenvolvidos dentifrícios branqueadores contendo abrasivos, peróxidos, *blue covarine* e carvão ativado para melhoria da cor dos dentes^{1,2,3}.

Dentifrícios contendo carvão ativado ganharam destaque em diferentes partes do mundo devido ao apelo comercial feito por propagandas com celebridades e a sua popularização nas redes sociais. O carvão ativado também tem sido associado à proposta naturalista adotada por alguns produtos cosméticos e, além do branqueamento dentário, tem sido vinculado a propriedades antifúngicas, antissépticas e remineralizantes^{4,5}.

O carvão ativado apresenta alta porosidade e grande área de superfície, o que lhe confere a capacidade de adsorção de moléculas^{4,6}. Segundo os fabricantes dos dentifrícios, esse agente se liga aos depósitos presentes na superfície do dente, como os cromóforos, retendo-os em seus poros e eliminando-os durante a escovação, deixando assim a superfície dentária livre de manchas^{4,5}.

Contudo, muitas formulações de dentifrícios contendo carvão ativado não contém flúor na sua composição, pois estão associadas à imagem de produto natural, orgânico e ecologicamente correto⁵. Além disso, mesmo que o flúor esteja presente no dentifrício, sua disponibilidade pode estar reduzida, pois o carvão ativado é um adsorvente universal, sendo utilizado para remover o flúor da água e do solo⁷, o que pode impactar diretamente no efeito anticárie desses dentifrícios^{4,7}.

Apesar da grande popularidade atual do carvão ativado, ainda não está comprovada a sua eficácia na alteração da cor do dente, bem como o seu efeito na estrutura dentária durante a escovação, principalmente quando utilizado a longo prazo.

Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar *in vitro* o efeito da escovação simulada com dentifrícios de ação branqueadora contendo carvão ativado sobre o esmalte dentário bovino.

1.1 JUSTIFICATIVA

Devido à falta de estudos clínicos e laboratoriais que demonstrem os efeitos das diferentes formas de dentifrícios contendo carvão ativado sobre a cor, rugosidade e massa do esmalte dentário, associado ao fácil acesso a esses produtos pelos consumidores, acredita-se que os resultados do presente estudo possam contribuir para a compreensão do uso do carvão ativado na higiene bucal, tendo-se em vista a lacuna observada na literatura sobre sua ação e sua indicação adequada na Odontologia. Desse modo, além de informar, espera-se que este estudo possa influenciar positivamente a qualidade da orientação odontológica oferecida aos pacientes.

1.2 OBJETIVOS

Objetivo geral

Avaliar *in vitro* o efeito da escovação simulada com dentifrícios de ação branqueadora contendo carvão ativado sobre o esmalte dentário bovino.

Objetivos específicos

- Revisar a literatura sobre a aplicação e uso do carvão ativado na Odontologia.
- Determinar a alteração de cor, rugosidade e massa do esmalte dentário bovino, após escovação simulada por 6 e 12 meses com dentifrícios branqueadores contendo carvão ativado.
- Comparar o efeito branqueador de dentifrícios contendo carvão ativado sobre a superfície do esmalte dentário bovino após escovação simulada por 6 e 12 meses.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CAPÍTULO DO LIVRO *Órgãos e sistemas: temas interdisciplinares* (v. 7, 2021).

APLICAÇÃO E USO DO CARVÃO ATIVADO NA ODONTOLOGIA

CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES

Materiais ricos em carbono podem ser transformados em carvão ativado pela oxidação em altas temperaturas ou por produtos químicos⁸. A ativação consiste em aumentar sua porosidade⁹, o que resulta em um material com grande área superficial e estrutura porosa⁸. O carvão ativado é, assim, um material carbonáceo com estrutura microcristalina e não grafítica¹⁰. Essas propriedades físicas permitem a adsorção de moléculas, de líquidos e gases⁸.

Devido à sua grande capacidade de adsorção, o carvão ativado é utilizado para diferentes fins industriais, podendo ser empregado como filtro de vapores de gasolina em automóveis, de gases industriais e de cigarro, bem como na separação de metais pesados na água de abastecimento. Na área da saúde, é amplamente utilizado como antídoto de intoxicações e overdoses^{6,8,11}. Na Odontologia, diferentes formas de preparação de carvão vegetal estão sendo utilizadas na higiene bucal, para a limpeza e/ou branqueamento dos dentes, como carvão em pó, fuligem e cinzas de carvão⁴.

A popularidade dos dentifrícios à base de carvão ativado tem aumentado nos últimos anos. Apesar de o uso do carvão em produtos de higiene bucal datar da época de Hipócrates, sua presença nas formulações dos dentifrícios tem sido relacionada, atualmente, a propriedades branqueadoras^{4,6}. Diante do exposto, é importante esclarecer o que é o carvão ativado, seu processo de ativação, suas indicações, bem como compreender as possibilidades de seu uso na Odontologia.

Histórico

Os primeiros registros de utilização do carvão ativado estão documentados nos papiros egípcios. Os egípcios utilizavam o carvão ativado para o controle do mau cheiro de feridas¹², para problemas gastrointestinais, para purificação de óleos e na fundição de

minério para produção de bronze. Existem também registros do uso do carvão vegetal por hindus e fenícios para purificação da água¹³. Contudo, o emprego do carvão vegetal para a higiene bucal começou na Grécia antiga, com Hipócrates, sendo utilizado por muito tempo em diversas partes do mundo⁶.

Em 1794, na Inglaterra, o carvão ativado passou a ser usado como descolorante na indústria de açúcar e como filtro de ventilação dos esgotos.^{13,14} Em 1811, foi iniciado seu uso na Medicina pelo químico Michel Bertrand, como antídoto para intoxicações¹⁵, e, alguns anos mais tarde, em 1854, começou a ser utilizado no refinamento da batata e do açúcar¹³.

A partir da I Guerra Mundial, entre 1914 e 1918, o uso do carvão ativado cresceu consideravelmente em todo o mundo, principalmente para o tratamento da água. Houve, posteriormente, um aumento do interesse por sua utilização em vários setores da economia, como nas indústrias alimentícia, farmacêutica, química e de purificação do ar^{12, 14}.

Conceito

O carvão ativado, também conhecido como carvão vegetal⁶, é definido como um material com conteúdo de carbono superior a 80%, podendo apresentar concentrações variadas de nitrogênio, enxofre, oxigênio e hidrogênio¹⁶, com área superficial específica entre 700 e 3500 m²/g, o que lhe confere propriedades de superfície e de textura únicas^{16, 17}.

Pertencente ao grupo dos carbonos amorfos, o carvão ativado apresenta forma microcristalina e não grafítica. Essa forma microcristalina resulta de um processo de ativação a partir de um material carbonáceo poroso, cuja finalidade é o aumento da porosidade interna pela retirada de componentes que podem obstruir os poros do material, como alcatrão, creosoto, naftas e outros resíduos orgânicos¹⁰.

A maioria dos materiais ricos em carbono, tanto de origem vegetal como mineral, podem ser transformados em carvão ativado. Os materiais de origem vegetal mais utilizados para a obtenção do carvão ativado são madeira, cascas de nozes, arroz, coco, bambu e caroços de frutas. Já os de origem mineral são representados principalmente pelo carvão mineral, por resíduos de carvão betuminoso e marrom,

lignito, resíduos de pneus, resíduos de fábrica de papel e de petróleo, além de polímeros sintéticos como o policloreto de vinila (PVC) e as turfas^{11, 18}.

Ativação do carvão

A ativação do carvão pode ser realizada por método físico ou químico. A escolha do método depende da matéria prima e do tipo do carvão que é desejado¹⁹. Assim, o tipo de ativação combinado com cada tipo de material precursor irá gerar diferentes propriedades de adsorção e usos diversificados do carvão ativado, além de direcionar sua forma de comercialização, que pode ser em pó, granulado ou paletizado²¹.

Na ativação física, materiais com umidade abaixo de 25% são carbonizados, primeiramente em temperatura de 400 a 500 °C, para eliminar o material volátil. Em seguida, são utilizados gases oxidantes, como o dióxido de carbono ou vapor de 800 a 1000 °C, para concluir a queima e a volatilização dos produtos de combustão incompleta. O resultado é o aumento da superfície do carbono pela remoção dos hidrocarbonetos e alcatrões da estrutura¹⁹.

No método químico de ativação, utiliza-se, geralmente, serragem ou turfa como matéria prima, misturada com produtos químicos. Na ausência de ar, a carbonização ocorre na temperatura de 800°C. Durante a carbonização, as moléculas orgânicas, por meio de substâncias químicas inorgânicas – como cloreto de zinco, ácido fosfórico e hidróxido de metal alcalino – são desidratadas e degradadas, impedindo a deposição de hidrocarbonetos na superfície do carvão ativado. Em seguida, os resíduos e os agentes impregnantes são removidos por lixiviação com água¹⁹.

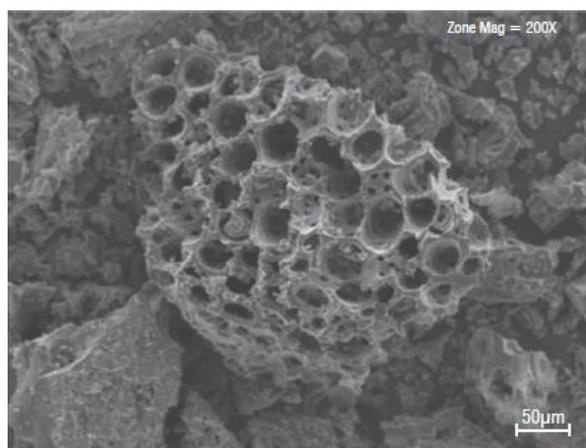
No processo de ativação, o método físico, por meio de pirólise/carbonização, remove as impurezas do material, promovendo uma estrutura constituída basicamente por carbono. Já no método químico, a remoção das impurezas ocorre devido à presença de agentes ativadores, em temperaturas mais baixas, e são denominados de agentes de desidratação, que aumentam o rendimento do carvão ativado, pois auxiliam na decomposição pirolítica e inibem a formação de alcatrão. A ativação química tem mais vantagens do que ativação física, uma vez que necessita de uma menor temperatura de pirólise, promovendo maior rendimento e gerando um carvão ativado com maior área superficial específica²⁰.

Propriedades do carvão ativado e suas aplicações

Propriedades

Dentre as principais propriedades do carvão ativado, registra-se a grande área de superfície com grupos funcionais e poros bem desenvolvidos¹¹. Essas características conferem-lhe grande capacidade de adsorção de moléculas, como está ilustrado na Figura 1.

Figura 1 – Imagem do carvão do caroço de buriti, ativado a 900°C, obtida por microscopia eletrônica de varredura.



Fonte: Pinto, Silva, César e Saraiva.²²

A área superficial do carvão ativado está diretamente relacionada com sua capacidade de adsorção. Assim, quanto maior a área, maior a capacidade de adsorver moléculas. Por outro lado, a presença de diferentes grupamentos na superfície do carvão afeta a sua seletividade²³.

Além disso, os grupos funcionais e os elétrons deslocalizados são os principais determinantes do caráter químico da superfície do carvão ativado. Sua superfície pode ser composta por oxigênio em várias formas, como os grupos carbonila, carboxila e hidroxila de fenóis, que apresentam caráter ácido, enquanto os grupos pirona e quinona apresentam caráter básico^{14, 24}. Assim, ele apresenta caráter anfótero na maioria das vezes, em função da presença de grupos ácidos e básicos ao mesmo tempo¹⁴.

Em relação à porosidade, destaca-se que os poros são classificados, de acordo com a forma, em abertos ou fechados. Os poros abertos são aqueles nos quais os orifícios se comunicam com o meio externo, já os poros fechados são isolados^{14, 25}. A

porosidade também é classificada, de acordo com o diâmetro dos poros, em microporos (< 2 nm), mesoporos (2 nm a 50 nm) e macroporos (>50 nm) ²⁵. Todo carvão ativado deve ter os três tipos de poros, mas a quantidade de cada tipo depende do processo e do material utilizado no processo da ativação¹⁴. No Quadro 1, pode-se observar a classificação relativa ao tamanho dos poros, bem como sua capacidade de adsorção.

Quadro 1 – Capacidade de adsorção de moléculas de acordo com o tipo dos poros do carvão ativado.

Tipo de poro	Capacidade de adsorção
Microporo	Elevada capacidade de adsorção de moléculas pequenas, como gases e solventes comuns.
Mesoporo	Adsorção de moléculas grandes, como corantes.
Macroporo	Sem importância para adsorção; sua principal função é fazer com que a molécula passe para os poros menores.

Fonte: IUPAC ²⁵.

Em função de suas propriedades, o carvão ativado é um adsorvente hidrofóbico, utilizado para a remoção de produtos químicos, orgânicos e íons metálicos em diferentes áreas da indústria e da Medicina ¹¹. A adsorção é o fenômeno através do qual moléculas presentes nos meios líquido, fluido ou gasoso se agrupam, de forma espontânea, sobre a superfície de um sólido^{14, 26}, podendo ser física ou química. Na adsorção física, ocorrem forças idênticas à da coesão e à de *Van der Waals*, constituindo o princípio da maioria dos processos de purificação e separação, cujo caráter é reversível. No processo de adsorção química, ocorre troca de elétrons entre o sólido e a molécula adsorvida, formando ligações químicas entre eles, assim, essa adsorção torna-se irreversível¹⁴.

Aplicações do carvão ativado na indústria

Entre suas aplicabilidades na indústria, encontra-se o controle da emissão de vapor de gasolina em automóveis, filtros de limpeza do ar para remoção de gases e vapores de indústrias, filtros de cigarros, remoção de metais pesados da água ¹⁴ e como aditivo alimentar²⁷.

A porosidade e a grande área superficial específica do carvão ativado promovem a adsorção de produtos químicos voláteis e semivoláteis, como aldeídos, aminas e compostos monocíclicos da fumaça do cigarro convencional²⁸. O carvão ativado também é utilizado como agente de filtração e clarificação de alimentos e bebidas²⁷.

O carvão ativado também é bastante utilizado como um método físico de separação para eliminação ou redução de poluentes orgânicos, inorgânicos e biológicos em efluentes e na água potável. Mas sua eficiência também é reconhecida na remoção de poluentes do solo e do ar. A presença dos microporos é o que lhe confere capacidade adsorptiva de poluentes¹⁹.

A adsorção de metais pesados tóxicos de soluções aquosas ocorre por meio de complexas interações entre a superfície do carvão ativado e os íons metálicos. Vários fatores podem influenciar a eficiência da remoção dos íons, tais como concentração e pH da solução, força iônica, área de superfície, porosidade e natureza do carvão ativado¹⁴. Além disso, na água potável, devido à baixa força iônica, as interações eletrostáticas podem aumentar a capacidade de remoção de microrganismos pelo carvão ativado, por meio da modificação da carga positiva da superfície do carbono do carvão²⁹.

Aplicações do carvão ativado na Medicina

Atualmente, o carvão ativado tem diferentes aplicações na área médica, sendo utilizado no tratamento de intoxicações, envenenamento e overdose^{15,30}, na redução dos gases intestinais³¹, dos níveis de colesterol no sangue e do mau cheiro em feridas^{4,6}.

A segurança de seu uso como medicamento administrado por via oral deve-se ao fato de ele não ser digerido pelo trato gastrointestinal, sendo absorvido pelo organismo por meio dos vasos sanguíneos, facilitando a adsorção do colesterol e de toxinas presentes no sangue^{15,19}.

A ativação física do carvão ativado utilizado como medicamento é preferível, uma vez que essa ativação é feita por gases oxidantes inertes e atóxicos, como vapor ou dióxido de carbono. O uso da ativação química, com substâncias químicas tóxicas, pode comprometer a segurança da ingestão do carvão ativado¹⁹.

Quanto à forma de comercialização, estudo comparativo entre o carvão ativado comercializado em pó e em comprimidos demonstrou que os comprimidos apresentam

menor teor de carbono e maior quantidade de substâncias voláteis do que a substância em pó. Devido ao baixo teor de carbono, considera-se que a estrutura gráfica aromática não foi completamente desenvolvida e, por isso, não deve ser considerado que o carvão foi realmente ativado. O processo de ativação em temperaturas mais baixas ou num tempo curto de ativação pode justificar essas diferenças¹⁹.

Assim, segundo Zaini e Mohamad¹⁶, o uso do comprimido de carvão ativado só deve ser indicado quando a ativação for completa, pois é essa ativação que irá conferir a alta capacidade de adsorção de moléculas. O uso de comprimidos com ativação incompleta pode levar à necessidade de superdosagem do medicamento para se alcançar um desempenho adequado.

Uso odontológico do carvão ativado

Historicamente, as práticas de higiene bucal abrangem o uso de bicarbonato de sódio, giz, potássio, alume, pó de carvão vegetal e a mastigação de *miswak*, uma espécie de palito. Atualmente, os métodos mais comuns utilizados para limpeza dos dentes combinam o uso da escova dental com dentifrícios. No entanto, em alguns países em desenvolvimento, principalmente nas áreas rurais, observa-se que carvão, sal, sabão e outros agentes não convencionais são ainda bastantes utilizados para higiene bucal³².

Nos últimos anos, a oferta de dentifrícios à base de carvão ativado, com indicação para remoção de manchas, tem aumentado no mercado. Além da capacidade de branqueamento dentário, os fabricantes dessas formulações indicam variados benefícios terapêuticos, como baixa abrasividade, auxílio na remineralização dentária, capacidade de desintoxicação, bem como ação antibacteriana ou antisséptica e antifúngica^{4,6}.

Os dentifrícios com carvão ativado comumente estão associados a termos como ecológico, herbal, natural, orgânico e puro, sendo encontrados no mercado sob a forma de creme, gel e pó⁶. A principal forma de carvão ativado presente nos dentifrícios é a de um pó fino, oxidado por reaquecimento controlado ou produtos químicos. No entanto, a abrasividade do carvão em pó é variável, dependendo da matéria prima e do método de ativação do carvão. O modo de uso desses dentifrícios é similar ao do dentifrício de uso convencional. Além do dentifrício, contudo, a higiene bucal adequada, está diretamente relacionada com a escova e a técnica de escovação utilizadas⁴.

Apesar de a estética do sorriso ser considerada subjetiva, alguns requisitos são utilizados na avaliação do sorriso harmônico, destacando-se entre eles o arco do sorriso, a proporção e as inclinações dos dentes, altura e contornos gengivais e a cor dos dentes^{33,34}. Assim, a preocupação com a estética tem provocado um aumento na procura por tratamentos odontológicos estéticos. As redes sociais e a mídia são consideradas as principais responsáveis pelo aumento dessa demanda, principalmente entre os adultos jovens³⁴.

Coloração dentária e branqueamento

A cor dos dentes é uma das causas mais comuns da insatisfação pessoal com a aparência dentária. A cor natural dos dentes é determinada pela dentina e influenciada pela espessura e translucidez do esmalte³⁵. Ao longo dos anos, a deposição de manchas, intrínsecas e (ou) extrínsecas, modifica as propriedades ópticas de reflexão e absorção da luz da estrutura dentária, modificando a cor natural do dente³⁶.

As manchas intrínsecas ocorrem devido à incorporação de pigmentos dentro da estrutura dentária, podendo ser causadas por envelhecimento natural, defeitos congênitos, trauma e exposição a medicamentos durante o desenvolvimento dentário^{37,38}.

As manchas extrínsecas estão localizadas na superfície do esmalte ou na película adquirida, sendo originadas por cromógenos que interagem quimicamente com o dente ou são depositados no biofilme. As principais causas do manchamento extrínseco são tabagismo, hábitos alimentares e (ou) biofilme dentário³⁶⁻³⁸.

A mensuração da cor dos dentes pode ser realizada mediante técnicas subjetivas, como a comparação visual com guias de cores ou por métodos quantitativos, como imagens digitais e espectrofotômetros que fornecem as alterações de cor através do sistema CIELAB. O espaço tridimensional de cores (CIELAB) é definido por três parâmetros: luminosidade (L^*) que varia entre 0 e 100; cores nos eixos verde-vermelho (a^*), que varia de -80 a +80; e no eixo azul-amarelo (b^*), que varia de -80 a +80. Estudos indicam que quanto maior for o valor de L^* e menores os valores de a^* e b^* , mais claro e branco será o dente^{37,39}.

Dentifrícios branqueadores

Nos últimos anos, além dos produtos para clareamento dentário supervisionado pelos dentistas, os dentifrícios também estão sendo utilizados para atender a uma demanda estética da população, uma vez que seus efeitos cosméticos são inerentes a seus efeitos de limpeza do dente, pela remoção das manchas extrínsecas durante a escovação⁴⁰.

Os dentifrícios branqueadores representam uma alternativa para a melhoria da estética do sorriso. A maioria dos dentifrícios dispõem também de funções terapêuticas, como anticárie e antigengivite⁴¹. Além dessas funções, suas formulações contêm agentes branqueadores e outros agentes que auxiliam na remoção das manchas. Os principais agentes branqueadores utilizados nos dentifrícios são os agentes mecânicos (abrasivos), químicos (peróxidos) e óptico (*blue covarine*)^{3,42}. Além desses, outros agentes são utilizados com a finalidade de auxiliar no branqueamento dentário, como os agentes anticálcio (polifosfatos e citrato de sódio), surfactantes (lauril sulfato de sódio), enzimas (papáina e bromelina)⁴³ e partículas adsorventes (carvão ativado)³.

Dentifrícios branqueadores com carvão ativado

O carvão ativado tem sido utilizado em dentifrícios devido à sua grande área de superfície e porosidade, o que confere a essas formulações propriedades adsorventes de pigmentos, cromóforos e manchas responsáveis pelo escurecimento dentário, além de adsorver substâncias tóxicas dos tecidos bucais, como exsudatos do fluido gengival^{3,4}.

A princípio, o efeito branqueador do carvão ativado foi atribuído à sua alta adsorção de compostos orgânicos, a qual teria capacidade de reduzir os pigmentos intrínsecos da dentina³. No entanto, não há evidências científicas de que o carvão ativado remova as manchas intrínsecas^{4,6}. Assim, acredita-se que sua capacidade branqueadora esteja relacionada, principalmente, à sua ação abrasiva de remover as manchas extrínsecas da superfície dentária⁴⁴.

A capacidade abrasiva do carvão ativado está diretamente relacionada com sua natureza, o método de preparação, o tamanho e a distribuição das partículas no dentifrício. Quanto mais abrasiva a formulação, mais eficaz será a remoção das manchas

extrínsecas e maior o risco de perdas da estrutura mineral. A abrasividade de algumas formas de carvão utilizadas nos produtos de higiene bucal é relativamente alta⁴.

Carvão ativado e saúde bucal

As práticas de higiene bucal – escovação com dentifrícios e uso do fio dental – são fundamentais para saúde da cavidade oral, bem como visitas regulares ao cirurgião-dentista. São esses os principais recursos para o controle da cárie, da doença periodontal e da halitose^{45,46}.

Devido à propriedade de adsorção, sugeriu-se que o carvão ativado seria um componente indicado para adsorver substâncias orgânicas responsáveis pela halitose. Contudo, a própria propriedade adsorptiva do carvão poderia limitar a ação de outros componentes das formulações que auxiliam a mascarar os odores na boca, como os óleos essenciais e os aromas⁴.

Existem poucos estudos acerca dos impactos da escovação com dentifrícios com carvão ativado sobre os dentes, o periodonto e os materiais protéticos e restauradores. No entanto, a literatura disponível sugere que pacientes com doenças periodontais podem acumular as partículas do carvão no fundo dos defeitos e bolsas periodontais, levando ao manchamento da gengiva com variação de coloração, cinza ou preta⁴. Também é possível que ocorra um acúmulo de partículas do carvão entre as restaurações dentárias e o dente, em fendas e outros defeitos, como trincas e rachaduras, pigmentando essas regiões⁴⁴.

A escovação dentária com dentifrícios com flúor é considerada uma forma racional do uso de fluoretos, uma vez que, durante a escovação, irá ocorrer desorganização do biofilme dentário e aumento da disponibilidade de flúor na cavidade bucal. Para que um dentifrício apresente propriedade anticárie, a concentração de fluoreto deve ser de, pelo menos, 1.000 ppm, e nessa concentração deve estar quimicamente solúvel para que consiga agir positivamente no processo de desremineralização e remineralização⁴⁷. No entanto, a atual regulamentação brasileira exige apenas que a concentração total de fluoreto nos dentifrícios não deve ser superior a 1500 ppm/F⁴⁸. Logo, não se tem a garantia de que os dentifrícios disponíveis no mercado oferecem a concentração de flúor solúvel suficiente⁴⁷.

Além disso, o carvão ativado, em função de interações químicas e de sua elevada área superficial específica, tem uma grande capacidade de captura e remoção de moléculas. Por isso, é um dos materiais mais utilizados para remoção de contaminantes de meios aquosos e, entre esses contaminantes, encontra-se o flúor^{21,49}. Assim, é importante salientar que os fluoretos e o íons ativos podem não estar totalmente disponíveis nos dentifrícios, devido à alta capacidade de adsorção do carvão ativado. Dessa maneira, mesmo que os dentifrícios com carvão ativado contenham flúor, a capacidade de remineralização do esmalte e a resistência ao processo de cárie podem estar comprometidas⁴.

Escovas dentárias de carvão ativado

Foram introduzidas, no mercado, escovas de dentes com cerdas de carvão ativado, sendo elas muito comuns nos países do sudeste asiático. As escovas são fabricadas misturando-se o carvão com as cerdas de nylon. Os fabricantes afirmam que essas escovas têm propriedades antimicrobianas, resultando em uma menor contaminação de bactérias nas cerdas da escova, além de reduzir o biofilme com mais eficiência do que as escovas comuns. Além disso, também é creditada a essas escovas a indicação de auxiliar no controle da halitose, uma vez que se acredita no poder de adsorção do carvão sobre as moléculas responsáveis pelo mau hálito⁵⁰.

Apesar de um estudo *in vitro* ter demonstrado que o número de bactérias em escovas de dentes com carvão ativado foi consideravelmente menor, quando comparadas com escovas de dentes sem carvão, após uma semana de uso, ratificando as propriedades antimicrobianas dessas escovas²⁹, ainda não há evidências científicas que comprovem tais propriedades, sendo necessários mais estudos que atestem seus efeitos positivos para a higiene bucal.

Evidências científicas sobre o uso no carvão ativado na Odontologia

Apesar da popularidade dos dentifrícios com carvão ativado, ainda são poucos os estudos sobre o efeito branqueador dessas partículas e a sua influência na saúde bucal. Um estudo *in vivo* realizado com o objetivo determinar a prevalência de cárie dentária, identificar os métodos de higiene bucal e a frequência de consumo de doces e

refrigerantes em crianças da cidade de Guwahati, na Índia, bem como em áreas semiurbanas e rurais próximas, demonstrou uma alta frequência de escovação dentária apenas com carvão ativado e utilização do dedo. Essa prática foi associada a uma maior prevalência de cárie⁵¹. Outro estudo *in vivo*, que examinou os fatores que influenciavam o índice de dentes cariados, perdidos e obturados (CPO-D) de uma população idosa na Índia, também demonstrou que mais de 61% da amostra utilizava apenas o carvão ativado ou *mishiri*, um tipo de açúcar, em forma cristalina, para higiene bucal. No entanto, essa prática não foi estudada com relação ao risco de cárie ou outra alteração da estrutura dentária⁵².

Um estudo *in vitro* que avaliou o efeito branqueador de diferentes tipos de agentes branqueadores, comparando o efeito do *blue covarine*, de um abrasivo mecânico, de microesferas, do peróxido de hidrogênio e do carvão ativado, após escovação simulada em esmalte bovino, concluiu que os dentifrícios com microesferas e *blue covarine* apresentaram melhores resultados que os demais agentes branqueadores³.

Outro estudo *in vitro* que avaliou o efeito branqueador de um dentifrício com carvão ativado na forma de pó, comparando o seu efeito com os resultados da ação de um dentifrício de uso convencional e do clareamento com peróxido de carbamida a 10% em esmalte dentário bovino, demonstrou que o carvão ativado não foi eficaz no branqueamento dentário. Esse mesmo estudo não identificou diferença na rugosidade da superfície dos dentes entre os três tratamentos propostos⁵³. No entanto, estudo *in vitro* realizado com o objetivo de avaliar, mediante tomografia por coerência óptica, o desgaste do esmalte dentário, após o uso de diferentes escovas dentais e materiais utilizados na escovação, com componentes abrasivos, revelou que tanto o dentifrício com carvão ativado, quanto o pó do carvão ativado promoveram desgastes significativos na estrutura dentária⁵⁴.

Com o objetivo de avaliar a perda de substância dentária causada por diferentes dentifrícios e correlacioná-la com a composição química, o tamanho e a forma dos abrasivos utilizados, um estudo *in vitro* identificou a presença do carvão em um dos oito dentifrícios. O resultado do estudo demonstrou, ainda, que a escovação com o dentifrício com carvão promoveu descoloração permanente dos dentes e abrasão excessiva⁵⁵.

Foi realizado um estudo *in vitro* para avaliar o efeito de dentifrícios branqueadores na cor do esmalte bovino e a resistência ao cisalhamento de bráquetes

ortodônticos e o índice de remanescente adesivo. Os dentes bovinos foram divididos em quatro grupos para escovação simulada com dentifrícios portadores de diferentes agentes branqueadores. O grupo controle foi escovado com água destilada e os grupos teste (GT1, GT2 e GT3) foram escovados com dentifrícios contendo abrasivo, carvão ativado e peróxido de hidrogênio, respectivamente. Os resultados demonstraram que os dentifrícios branqueadores promoveram mudanças na percepção da cor do esmalte bovino. No entanto, os dentifrícios que continham carvão ativado e peróxido de hidrogênio influenciaram negativamente a resistência da união ao cisalhamento⁵⁶.

Nota-se que a literatura ainda é escassa sobre os efeitos da escovação com dentifrícios à base de carvão ativado, principalmente estudos clínicos. Assim, embora os fabricantes dos dentifrícios com carvão ativado indiquem a ação branqueadora, além de remineralizadora e antimicrobiana, ainda não há evidências científicas que comprovem essas propriedades de tais dentifrícios⁵⁴.

Regulamentação

Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), produtos de higiene pessoal, como os dentifrícios, são definidos como produtos de limpeza e desinfecção corporal, para uso externo, e são constituídos de substâncias naturais ou sintéticas. A regulamentação desses produtos está atribuída, juntamente com a dos produtos cosméticos e perfumes, à ANVISA.

Embora não exista uma norma que determine todos os ingredientes utilizados nos produtos cosméticos, há resoluções específicas que disponibilizam pareceres sobre o uso de algumas substâncias. As resoluções que dispõem sobre os ingredientes utilizados em cosméticos são: RDC nº 48 /2006 (Lista de Substâncias Proibidas em Cosméticos); RDC nº 47/2006 (Lista de Filtros Ultravioletas Permitidos em Cosméticos); RDC nº 3 / 2012 (Lista de Substâncias de Uso Restrito em Cosméticos); RDC nº 29/2012 (Lista de Conservantes Permitidos em Cosméticos); RDC nº 44/2012 (Lista de Corantes Permitidos em Cosméticos).

Os produtos de higiene pessoal, perfumes e cosméticos são classificados em produtos Grau 1 ou Grau 2. Os critérios dessa classificação baseiam-se na probabilidade de efeitos adversos após o uso inadequado do produto, e também considerando a formulação, a finalidade de uso e a área de uso⁵⁷.

Os produtos Grau 1 são aqueles que têm propriedades básicas, não sendo necessária, inicialmente, a comprovação de sua segurança. Também não necessitam de informações detalhadas sobre o modo de usar e sobre suas restrições de uso, devido às suas características. Os produtos Grau 2 são definidos como os que têm indicações específicas e, devido às suas características, necessitam de comprovação de segurança e eficácia, como também informações sobre cuidados, modo e restrições de uso⁵⁷.

Entre os produtos de higiene pessoal Grau 1, encontram-se os dentifrícios sem flúor. Logo, os dentifrícios com carvão ativado que não contêm flúor em suas formulações são mais facilmente aprovados pela ANVISA. Os dentifrícios com carvão ativado com as indicações anticárie, antiplaca, antitártaro, clareador dental químico, para dentes sensíveis e infantis, são classificados na categoria Grau 2. Assim, atenção especial deve ser dedicada aos dentifrícios sob a forma de pó divulgados como registrados na ANVISA, pois nas embalagens não se especifica se suas inscrições são do tipo Grau 1 ou 2⁵⁸. Os Quadros 2 e 3 apresentam os dentifrícios à base de carvão ativado Grau 1 e Grau 2, respectivamente, regularizados pela ANVISA em 2020.

Quadro 2 – Dentifrícios com carvão ativado classificados como Grau 1 regularizados em 2020 no Brasil, com suas respectivas categorias e formas de apresentação, segundo a ANVISA.

Dentifrício	Categoria	Forma de apresentação
<i>Gel dental Suavetex – Natural, com extratos de bambu, romã e sálvia</i>	Dentifrício (Exceto os com flúor, os com ação antiplaca, anticárie, antitártaro, com indicação para dentes sensíveis e os clareadores químicos)	Gel
<i>Gel dental carvão ativado, própolis e menta dark whitening ustrike</i>	Dentifrício (Exceto os com flúor, os com ação antiplaca, anticárie, antitártaro, com indicação para dentes sensíveis e os clareadores químicos).	Gel
<i>Gel dental natural – carvão ativado, aloe vera e hortelã – bergamia</i>	Dentifrício (Exceto os com flúor, os com ação antiplaca, anticárie, antitártaro, com indicação para dentes sensíveis e os clareadores químicos).	Gel
<i>Gel dental aloe vera e carvão ativado - aho aloe ethnic ethics</i>	Dentifrício (Exceto os com flúor, os com ação antiplaca, anticárie, antitártaro, com indicação para dentes sensíveis e os clareadores químicos).	Gel
<i>Creme dental carvão ativado</i>	Dentifrício (Exceto os com flúor, os com ação antiplaca,	

<i>Armazém da Pele</i>	anticárie, antitártaro, com indicação para dentes sensíveis e os clareadores químicos).	Pasta dentifrícia
<i>Whitemax</i>	Dentifrício (Exceto os com flúor, os com ação antiplaca, anticárie, antitártaro, com indicação para dentes sensíveis e os clareadores químicos)	Pó
<i>Pó dental com carvão ativado – care e protect Marka da paz</i>	Dentifrício (Exceto os com flúor, os com ação antiplaca, anticárie, antitártaro, com indicação para dentes sensíveis e os clareadores químicos).	Pó
<i>Dentifrício carvão ativado White -7x</i>	Dentifrício (Exceto os com flúor, os com ação antiplaca, anticárie, antitártaro, com indicação para dentes sensíveis e os clareadores químicos).	Pó
<i>Pó dental com carvão ativado – Bio Halitz</i>	Dentifrício (Exceto os com flúor, os com ação antiplaca, anticárie, antitártaro, com indicação para dentes sensíveis e os clareadores químicos)	Pó
<i>Carvvo</i>	Dentifrício (Exceto os com flúor, os com ação antiplaca, anticárie, antitártaro, com indicação para dentes sensíveis e os clareadores químicos).	Pó
<i>Hálito fresco pó dental branqueador – Abelha rainha</i>	Dentifrício (Exceto os com flúor, os com ação antiplaca, anticárie, antitártaro, com indicação para dentes sensíveis e os clareadores químicos)	Pó

Fonte: Dados da pesquisa.

Quadro 3 – Dentifrícios com carvão ativado classificados como Grau 2 regularizados em 2020 no Brasil, com suas respectivas categorias e formas de apresentação, segundo a ANVISA.

Dentifrício	Categoria	Forma de apresentação
<i>Gel Dental Funcional Pradent pro action carvão ativado</i>	Anticárie	Gel
<i>Gel Dental Dentil Carbox com carvão ativado</i>	Anticárie	Gel
<i>Gel dental proactive- Hinode</i>	Clareador dental químico	Gel
<i>Gel dental remineralizador Bianco carbon tcp 3.</i>	Anticárie	Gel
<i>Colgate natural extracts purificante</i>	Anticárie	Pasta dentifrícia

<i>Colgate Luminous White – Carvão ativado</i>	Anticárie	Pasta dentifrícia
<i>Close Up White Attraction Natural Glow gel dental</i>	Anticárie	Pasta dentifrícia
<i>Curaprox - White is Black</i>	Clareador dental químico	Pasta dentifrícia
<i>Oral B 3D White – Whitening therapy Charcoal</i>	Antiplaca	Pasta dentifrícia
<i>Oral B 3D White Mineral Clean</i>	Antiplaca	Pasta dentifrícia
<i>Creme dental natural carvão humble</i>	Anticárie	Pasta dentifrícia
<i>Pasta de Dente natural Carvão The Humble</i>	Anticárie	Pasta dentifrícia
<i>Hálito fresco – pó dental branqueador com carvão ativado</i>	Clareador dental químico	Pó

Fonte: Dados da pesquisa.

Como o uso do carvão ativado se aplica em diferentes setores, outras resoluções permitem seu uso em diferentes áreas, como está especificado no Quadro 4.

Quadro 4 – Lista de resoluções e portarias da ANVISA sobre as aplicações do carvão ativado.

Regulamentação do carvão ativado	Resolução
Ingrediente complementar para jardinagem amadora.	PRT nº322, de 28 de julho de 1997
Coadjuvante de tecnologias: agente de clarificação e agente de filtração de bebidas alcóolicas.	RDC nº 286, de 28 de setembro de 2005.

Agente de clarificação e agente de filtração de alimentos (óleos e gorduras).	RDC nº 248, de 13 de setembro de 2005.
Aditivo de cigarro.	RDC nº 14, de 15 de março de 2012.
Coadjuvante de tecnologia autorizado para uso em vinhos.	RDC nº 123, de 4 de novembro de 2016.
Coadjuvante de tecnologias: agente de clarificação e filtração, e agente de floculação alimentos: frutas e vegetais (suco, néctar, po lpa de fruta e suco tropical).	RDC nº 7, de 6 de março de 2013.
Medicamentos de baixo risco sujeitos a notificação simplificada.	RDC nº 107, de 5 de setembro de 2016.
Aditivo de matéria-prima para materiais, embalagens e equipamentos celulósicos em contato com alimentos. Presente também na lista positiva de monômeros, outras substâncias iniciadoras e polímeros autorizados para a elaboração de embalagens e equipamentos plásticos em contato com alimentos.	RDC nº 88, de 29 de junho de 2016.

Fonte: Dados da pesquisa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dentifrícios à base de carvão ativado ganharam grande popularidade no mercado atual, em função da busca por sorrisos mais brancos. O principal efeito cosmético prometido pelos fabricantes é o branqueamento dentário. O uso do carvão ativado para finalidade branqueadora advém da sua grande capacidade de adsorção de moléculas, embora ainda sejam poucos os estudos clínicos e laboratoriais sobre sua eficácia. Além disso, alguns estudos *in vitro* indicam que o carvão ativado remove as manchas extrínsecas devido à sua ação abrasiva e não pela sua capacidade adsorção dos pigmentos da estrutura dentária. Além da falta de estudos que comprovem a melhoria da cor do dente após a escovação com dentifrícios que contêm carvão ativado, as informações acerca do efeito dessa combinação sobre os tecidos moles e a estrutura dentária também são limitadas. Assim, são necessários mais estudos que investiguem a eficácia desses produtos e a disponibilidade de flúor nessas formulações, uma vez que o carvão ativado pode diminuir a quantidade flúor solúvel nas soluções aquosas. Diante

do exposto, apesar da importância do carvão ativado em outras áreas, como na indústria e na Medicina, na Odontologia seu uso ainda deve ser cauteloso.

3 MATERIAIS E MÉTODO

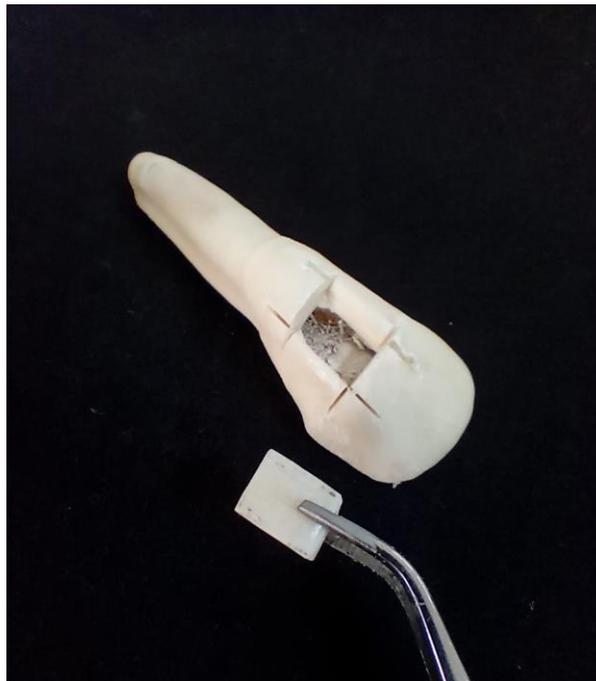
3 MATERIAIS E MÉTODO

Trata-se de um estudo experimental *in vitro*, randomizado, realizado com espécimes obtidos a partir de coroas dentárias de incisivos bovinos. Os corpos de prova foram submetidos a períodos de escovação simulada equivalentes a 6 e 12 meses com dentifrícios contendo carvão ativado, em uma máquina de escovação, para posterior avaliação dos efeitos sobre a cor, a rugosidade e a massa do esmalte dentário bovino, promovidos pelos dentifrícios. Além da etapa experimental, foi realizada a análise da rotulagem dos dentifrícios.

3.1 SELEÇÃO E CONFECÇÃO DOS CORPOS DE PROVA

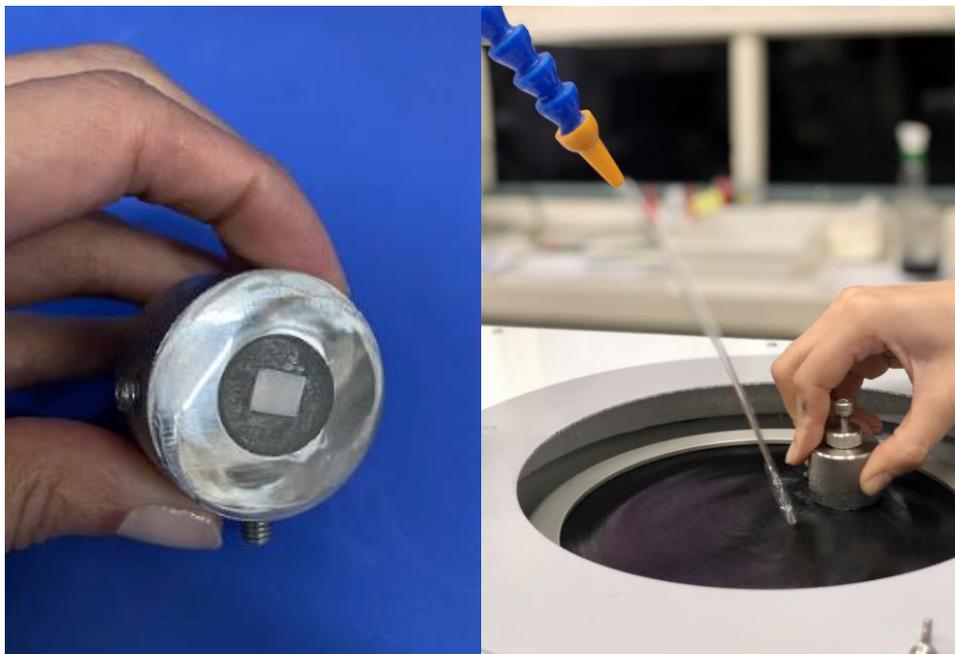
Para realização deste estudo, obtiveram-se 180 incisivos bovinos adquiridos em abatedouro dos quais foram selecionadas 70 unidades para a confecção dos corpos de prova, após a avaliação das superfícies dentárias em lupa estereoscópica (TNE-10B, binocular- Opton®, Cotia, SP, Brasil) para identificação de trincas, manchas e seleção da cor. Os dentes foram cortados com motor elétrico (Champion-Talmax®), utilizando-se disco de *caborundum* (Disco Ninja Gold- Talmax®), na velocidade de 300 mil rpm, sob refrigeração. A partir das coroas dos dentes bovinos, foram obtidos 70 fragmentos de esmalte (6mm x 6mm x 2 mm) (Figura 1). Em seguida, foram incluídos em resina ortoftálica Centerglass®, expondo apenas a superfície do esmalte de cada fragmento. Após a fixação, foi realizada a planificação superficial em máquina de polimento (Politriz metalográfica PL VO60 Biopdi®, São Carlos, SP, Brasil) na sua face vestibular, com auxílio de discos de lixa d'água, em uma sequência de granulação (320, 400, 600, 1200) para uniformização das superfícies, sem exposição da dentina. Para a padronização do polimento realizado manualmente, os corpos de prova foram adaptados em um dispositivo de aço inoxidável que delimitava a região do corpo de prova a ser planificada, deixando exposta apenas a área do esmalte que deveria ser polida (Figuras 2A e 2B). Após o polimento, os corpos de prova foram lavados na cuba ultrassônica L-200 (Schuster® Ltda.) por 10 minutos para a remoção de possíveis resíduos do polimento.

Figura 1 - Fragmento de esmalte obtido a partir da coroa dentária de incisivo bovino.



Fonte: Arquivo fotográfico da autora.

Figura 2 - (A) Corpo de prova acoplado no dispositivo para planificação; (B) Polimento do corpo de prova acoplado ao dispositivo na politriz metalográfica.



Fonte: Arquivo fotográfico da autora.

Grupos experimentais

Os 70 corpos de prova foram randomizados e divididos em 7 grupos (n=10), grupo controle (GC- dentífrício de uso convencional) e grupos teste (GT-dentífrícios contendo carvão ativado) (Quadro 1).

Quadro 1- Grupos experimentais e composição dos dentífrícios selecionados.

	Grupos	Dentífrício	Composição/fabricante
Grupo controle	GC	Colgate® Total 12 Clean Mint	Ingredientes ativos: Fluoreto de sódio 0,32% (1450 ppm de flúor), citrato de zinco, óxido de zinco. Ingredientes: glicerina, água, sílica hidratada, lauril sulfato de sódio, arginina, aroma, goma de celulose, óxido de zinco, poloxâmico 407, pirofosfato tetrasódio, citrato de zinco, álcool benzílico, goma xantana, cocamidopropil betaína, fluoreto de sódio, sacarina sódica, ácido fosfórico, sucralose, dióxido de titânio (CI 77891). Fabricante: Colgate-Pamolive.
Grupos teste	GT1	Colgate® Natural Extracts carvão ativado e menta	Ingredientes: água, glicerina, sílica hidratada, lauril sulfato de sódio, aroma [contém hortelã-pimenta], goma de celulose, goma xantana, fluoreto de sódio, sacarina sódica, pó de carvão, álcool benzílico, eugenol. Contem fluoreto de sódio (1450 ppm de flúor). Fabricante: Colgate-Pamolive.
	GT2	Colgate® Luminous White Carvão ativado	Ingredientes: água, sorbitol, sílica hidratada, PEG-12, lauril sulfato de sódio, aroma, goma de celulose, hidróxido de potássio, pirofosfato tetrasódio, ácido fosfórico, cocamidopropil betaína, fluoreto de sódio, sacarina sódica, álcool benzílico, pó de carvão, limoneno. Contém fluoreto de sódio (1450 ppm de flúor). Fabricante: Colgate-Pamolive.
	GT3	Oral-B® 3D White Whitening Therapy Purification Charcoal	Ingredientes: ativo: fluoreto de sódio (1100 ppm de flúor). Outros ingredientes: água, sorbitol, sílica hidratada, pirofosfato dissódico, lauril sulfato de sódio, goma de celulose, aroma, hidróxido de sódio, sacarina sódica, carbômero, dióxido de titânio, pó de carvão, mica, limoneno, sucralose, polissorbato 80. Fabricante: Procter & Gamble Company.
	GT4	Oral-B® Natural Essence Bicarbonato de sódio & carvão	Ingrediente ativo: fluoreto de sódio (1450 ppm de flúor). Ingredientes: água, sorbitol, sílica hidratada, pirofosfato dissódico, lauril sulfato de sódio, goma de celulose, aroma, hidróxido de sódio, bicarbonato de sódio, carbômero, fluoreto de sódio, sacarina sódica, goma xantana, dióxido de titânio (CI 77891), mica (CI 77019), pó de carvão. Fabricante: Procter & Gamble Company.
	GT5	Suavetex® Natural carvão ativado	Ingredientes orgânicos: Bambusa Vulgaris Extract (Bambu), Punica Granatum Extract (Romã), Salvia Sclarea Extract (Sálvia). Ingredientes: glicerina, benzoato de sódio, carragenina, sílica hidratada, lauril glicosídeo, goma xantana,

			esteviosídeo, xilitol, aroma, água, pó de carvão, bicarbonato de sódio. Fabricante: Suavetex
	GT6	Curaprox® Black is White	Ingredientes água, sorbitol, sílica hidratada, glicerina, carvão ativado, aroma, decil glicosídeo, cocamidopropil betaína, monofluorfosfato de sódio, tocoferol, goma xantana, maltodextrina, mica, hidroxiapatita, acessulfame de potássio, dióxido de titânio, celulose microcristalina, cloreto de Sódio, cloreto de potássio, óleo cítrico de casca de limão, hidróxido de sódio, amido zea mays, amiloglucosidase glicose oxidase, extrato de folha de urtica dioica, tiocianato de potássio, álcool cetearílico, lecitina hidrogenada, lactato de mentila, mentil diisopropil propionamida, etilmentano carboxamida, ácido esteárico, manitol, bissulfito de sódio, dióxido de titânio, lactoperoxidase, limoneno. Fabricante: Trybol AG.

Fonte: Dados da pesquisa.

3.2 TESTE DE ABRASÃO

A escovação simulada foi realizada em dois intervalos de tempo equivalentes a 6 meses (25 mil ciclos) e 12 meses (50 mil ciclos) com máquina de escovação (ElEquip®, São Paulo, SP, Brasil). Esse equipamento realiza movimentos de vai-e-vem, na velocidade de 4,5 ciclos/seg e tem dez braços, onde foram acopladas as “cabeças” das escovas dentárias de cerdas macias (Classic Clean/Colgate-Palmolive Company®, São Paulo, Brasil).

Na parte inferior do equipamento há uma barra de aço inoxidável com 10 cavidades, onde são colocados os corpos de prova, o que impede a sua movimentação e garante o contato dos mesmos com as cerdas das escovas. Inicialmente, cada corpo de prova foi posicionado na máquina, de acordo com o grupo correspondente, em cada uma das cavidades da barra de aço inoxidável de forma que a área da superfície estudada entrasse em contato íntimo com os tufo das escovas, previamente encaixadas, de maneira uniforme. Cada corpo de prova possuía uma escova e uma seringa de 20 ml que injetava 0,4 ml da solução a cada 2 min. As soluções de dentifrícios (1:2) foram preparadas segundo metodologia de Tao et al.⁶⁸, após a pesagem dos dentifrícios (Figuras 3A e 3B). Foram utilizadas “cabeças” de escovas dentárias de cerdas macias (Classic Clean/Colgate-Palmolive Company® São Paulo, Brasil) acopladas nos braços da máquina de escovação (Figura 4).

Figura 3 - (A) Pesagem do dentifrício em balança analítica para a preparação da solução; (B) Solução de dentifrício preparada na proporção 1:2.



Fonte: Arquivo fotográfico da autora.

Figura 4 - Escovação simulada com solução de dentifrício contendo carvão ativado em máquina de escovação.



Fonte: Arquivo fotográfico da autora.

3.3 AVALIAÇÃO DA MASSA

A massa (g) dos corpos de prova de cada grupo foi obtida em triplicata, antes da escovação simulada e nos intervalos de 6 e 12 meses de escovação, utilizando-se balança de precisão modelo AY 220 (Shimadzu® do Brasil Ltda., São Paulo, SP,

Brasil) (Figura 5). Os corpos de prova antes da pesagem eram lavados cuba ultrassônica e secos com papel adsorvente.

Figura 5 - Pesagem do corpo de prova em balança de precisão para avaliação da massa.

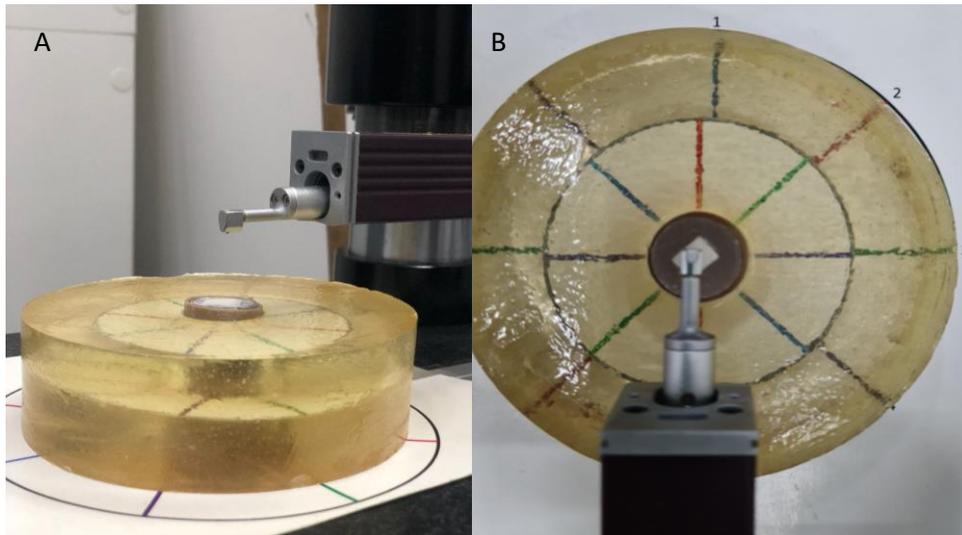


Fonte: Arquivo fotográfico da autora.

3.4 AVALIAÇÃO DA RUGOSIDADE

A avaliação da rugosidade foi realizada, utilizando-se o rugosímetro (Modelo SJ 301 Mitutoyo®, Kawasaki, Japão) em 4 diferentes direções em cada corpo de prova, obtendo-se a média das quatro medições ao final, utilizado o *cut-off* de 0,25 mm e o “N” (número de fragmentação da leitura) em 5 (Figuras 6A e 6B). A rugosidade superficial de cada corpo de prova foi determinada antes da escovação simulada e após os períodos de 6 e 12 meses de escovação.

Figura 6 - (A) Avaliação da rugosidade do esmalte bovino utilizando rugosímetro; (B) Corpo de prova acoplado em dispositivo posicionador para a leitura da rugosidade.



Fonte: Arquivo fotográfico da autora.

3.5 AVALIAÇÃO DA COR

A cor foi avaliada por meio do Espectrofotômetro Easyshade – Vita® (Figura 7), o qual fornece leituras no sistema CIE $L^* a^* b^*$. Esse sistema permite mensurar a diferença de cor entre duas amostras e demonstra a quantidade de alteração de cor entre duas leituras (ΔE). A partir da determinação dos parâmetros CIELAB foi calculada a variação de cor (ΔE) e o índice de branqueamento (WI_D). A determinação da cor foi realizada de acordo com as instruções dos fabricantes e os corpos de prova foram fixados em um dispositivo de posicionamento, colocado sobre um fundo branco. A ponta do espectrofotômetro foi posicionada perpendicularmente ao centro da superfície do corpo de prova e as leituras foram realizadas em triplicata, antes e após os tempos de 6 e 12 meses de escovação simulada.

Figura 7 - Espectrofotômetro Easyshade – Vita® utilizado para avaliação da cor.



Fonte: Arquivo fotográfico da autora.

3.6 ANÁLISE DE ROTULAGEM

Realizou-se a análise dos rótulos das embalagens dos dentifrícios para a identificação da composição quanto à presença de agentes branqueadores, surfactantes, anticálcio, anticárie.

3.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Inicialmente, realizaram-se análises descritivas e exploratórias dos dados. Essas análises prévias indicaram que os dados não atendiam às pressuposições de uma análise de variância (ANOVA); assim, as variáveis massa e rugosidade foram analisadas por modelos lineares generalizados para medidas repetidas no tempo. As variáveis L^* e b^* foram analisados por meio de modelos lineares generalizados para medidas repetidas no tempo. Os dados do ΔE foram analisados por modelos lineares generalizados, considerando o efeito de grupos. Já os dados do parâmetro a^* e o índice WI_D não se ajustavam a uma distribuição conhecida e foram analisados pelos testes não paramétricos de Kruskal Wallis e Dunn, para as comparações entre os grupos, e Friedman e Nemenyi para as comparações entre os tempos. Todas as análises foram realizadas no programa R, com nível de significância de 5%⁶⁹.

4 RESULTADOS

4 RESULTADOS

Esta seção, compreende os dois artigos referentes aos elementos constitutivos desta pesquisa.

4.1 ARTIGO 1

Influência da escovação com dentifrícios contendo carvão ativado na rugosidade e massa do esmalte bovino

4.2 ARTIGO 2

Avaliação do efeito da escovação com dentifrícios contendo carvão ativado na cor do esmalte dentário bovino

Artigo 1

Influência da escovação com dentifrícios contendo carvão ativado na rugosidade e massa do esmalte bovino

Pesquisa Brasileira em Odontopediatria e Clínica Integrada

(Artigo a ser submetido)

4.1 ARTIGO 1

INFLUÊNCIA DA ESCOVAÇÃO COM DENTIFRÍCIOS CONTENDO CARVÃO ATIVADO NA RUGOSIDADE E MASSA DO ESMALTE BOVINONatália Nascimento Odilon¹<https://orcid.org/0000-0002-7751-0493>Rafaela Silva Oliveira¹<https://orcid.org/0000-0003-0590-8117>Natália Novais Vasconcelos Nunes²<https://orcid.org/0000-0003-3234-5559>Elisângela de Jesus Campos³<https://orcid.org/0000-0002-7751-0493>

¹ Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Processos Interativos dos Órgãos e Sistemas (ICS/UFBA)

² Mestranda do Programa de Pós-graduação em Processos Interativos dos Órgãos e Sistemas (ICS/UFBA)

³ Professora Adjunto de Bioquímica do Departamento de Bioquímica e Biofísica do Instituto de Ciências da Saúde (ICS/ UFBA)

Resumo

Introdução: Dentifrícios branqueadores são utilizados para atender a demanda por dentes mais brancos. O carvão ativado tem sido empregado em algumas formulações, em função da sua alta capacidade de adsorção de moléculas. No entanto, ainda não há consenso na literatura sobre o seu efeito na estrutura dentária. **Objetivo:** Determinar a alteração da rugosidade e da massa do esmalte dentário bovino após escovação simulada com dentifrícios branqueadores contendo carvão ativado. **Materiais e Métodos:** Estudo *in vitro* realizado com 70 corpos de prova divididos em 7 grupos (n= 10): 1 grupo controle (GC-dentifrício de uso convencional) e 6 grupos teste (GT-dentifrícios contendo carvão ativado). Os corpos de prova foram submetidos à escovação simulada por 6 e 12 meses, sendo avaliadas a massa e a rugosidade. **Resultados:** Em relação à massa, não houve diferença significativa entre os grupos e tempos. Na análise da rugosidade, em relação ao tempo, observou-se que após 6 meses de escovação não houve diferenças significativas nos grupos, contudo, após 12 meses de escovação, os grupos GT1 e GT3 apresentaram rugosidade significativamente menor em relação ao tempo inicial. Na comparação entre os grupos, após 6 meses, os grupos GT2, GT3 e GT4 apresentaram menor rugosidade em relação ao GC, contudo, após 12 meses de escovação, foram os grupos GT1, GT2 e GT3 que apresentaram menor rugosidade. **Conclusão:** Dentifrícios contendo carvão ativado não promoveram perda de massa ou aumento da rugosidade da superfície do esmalte dentário bovino, após 6 e 12 meses de escovação simulada.

Palavras-chave: carvão ativado; esmalte; dentifrícios; agentes branqueadores.

INTRODUÇÃO

A busca por um sorriso esteticamente perfeito aumentou o desejo por dentes mais brancos em grande parte da população. Além das técnicas de clareamento dentário profissional, os dentifrícios também estão sendo utilizados para atender a essa demanda crescente. Dessa forma, além das funções terapêuticas anticárie e antiplaca, os dentifrícios branqueadores têm sido utilizados como uma alternativa para melhoria da cor dos dentes⁴⁰.

Os dentifrícios com ação branqueadora contêm, em suas formulações, agentes branqueadores associados a outros compostos que auxiliam na remoção dos pigmentos aderidos à superfície dentária. Esses agentes são classificados como agentes mecânicos, químicos e ópticos, representados por abrasivos, peróxido e o pigmento *blue covarine*, respectivamente. Os abrasivos sílica hidratada, mica, bicarbonato de sódio, perlita e alumina, dentre outros, removem as manchas extrínsecas do dente pela sua ação mecânica. O peróxido presente nos dentifrícios é o peróxido de hidrogênio que age por meio da oxidação dos cromóforos orgânicos. Já o pigmento *blue covarine* promove a mudança do espectro da cor do dente do amarelo para o azul, após a sua deposição como uma fina camada sobre o esmalte dentário, alterando a absorção e a reflexão da luz, o que induz ao aumento da percepção do branqueamento dentário^{43,70}.

Agentes surfactantes, anticálcio, antiplaca e enzimas também auxiliam na remoção das manchas extrínsecas e, conseqüentemente, no branqueamento dentário. Os agentes surfactantes, como lauril sulfato de sódio, cocamidopropil betaína e lauril sarcosinato de sódio, removem os compostos hidrofóbicos da superfície do dente^{43, 71}. Enquanto os agentes anticálcio e antiplaca, tais como os pirofosfatos e o hexametáfosfato de sódio, previnem a deposição de cromóforos na superfície dentária. As enzimas, por sua vez, removem as manchas pela degradação de proteínas e pela hidrólise de ligações peptídicas⁷. Além desses agentes, o carvão ativado, também tem sido utilizado como recurso para o branqueamento dentário, devido às suas partículas adsorventes⁴⁴.

O carvão ativado é obtido a partir de materiais ricos em carbono que passam por um processo de oxidação física ou química, o que resulta em um material com alta porosidade e com grande área de superfície. Essas propriedades conferem ao carvão

ativado a capacidade de adsorção de materiais orgânicos e inorgânicos, sendo utilizado na remoção de produtos químicos, orgânicos e íons metálicos, nas áreas industrial e médica^{8, 11}.

Utilizado como recurso auxiliar de higiene bucal desde a época de Hipócrates, o carvão ativado tem sido relacionado a propriedades branqueadores na formulação dos dentifrícios nos dias atuais⁶. O seu efeito branqueador, é atribuído à sua capacidade adsortiva que, segundo os fabricantes, remove as manchas da estrutura dentária ao se ligar aos cromóforos presentes no esmalte e os reterem nos seus poros, removendo-os durante a escovação^{4,5,43}.

Nos dentifrícios, o carvão ativado está presente sob a forma de um fino pó oxidado por reaquecimento controlado ou produtos químicos. No entanto, a abrasividade do carvão em pó é variável, dependendo da matéria-prima e do método de ativação do carvão⁴. Desta forma, algumas formulações de dentifrícios podem ser mais abrasivas e, conseqüentemente, ter maior capacidade de remoção de manchas extrínsecas do que outras. Contudo, quanto maior a abrasividade, maior o risco de causar danos à superfície dentária⁴⁴.

A eficácia do branqueamento dentário promovido pelo carvão ativado tem sido objeto de estudo e discussão na literatura. Alguns estudos afirmam que a escovação com dentifrícios contendo carvão ativado promove apenas a remoção das manchas extrínsecas do esmalte em função da sua ação abrasiva^{4,6}. Enquanto outros apontam que o carvão ativado não promove o branqueamento^{3,53}. Além disso, as informações sobre o efeito de dentifrícios contendo carvão ativado sobre a estrutura dentária ainda são limitadas. Assim, não há consenso na literatura sobre a ação do carvão ativado sobre a estrutura dentária, principalmente quando utilizado por longos períodos.

Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi avaliar a alteração da rugosidade e da massa do esmalte dentário bovino após escovação simulada por 6 e 12 meses com dentifrícios branqueadores contendo carvão ativado.

MATERIAIS E MÉTODO

Seleção e confecção dos corpos de prova

Para realização deste estudo, foram adquiridos 180 incisivos bovinos em abatedouro e destes 70 unidades foram selecionadas para a confecção dos corpos de prova, após a avaliação das superfícies dentárias em lupa estereoscópica (TNE-10B, binocular- Opton®, Cotia, SP, Brasil) para identificação de trincas, manchas e seleção da cor. Os dentes foram cortados com motor elétrico (Champion-Talmax®), utilizando disco de *caborundum* (Disco Ninja Gold- Talmax®), na velocidade de 300.000 rpm, sob refrigeração. A partir das coroas dos dentes bovinos, foram obtidos 70 fragmentos de esmalte (6mm x 6mm x 2 mm), que posteriormente foram incluídos em resina ortoftálica Centerglass®, expondo apenas a superfície do esmalte de cada fragmento. Após a fixação, realizou-se a planificação superficial em máquina de polimento (Politriz metalográfica PL VO60 Biopdi®, São Carlos, SP, Brasil) na sua face vestibular, com auxílio de discos de lixa d'água em uma sequência de granulação (320, 400, 600, 1200) para uniformização das superfícies, sem exposição da dentina. Para a padronização do polimento, realizado manualmente, os corpos de prova foram adaptados em um dispositivo de aço inoxidável que delimitava a região do corpo de prova a ser planificada, deixando exposta apenas a área do esmalte que deveria ser polida. Após o polimento, os corpos de prova foram lavados em cuba ultrassônica L-200 (Schuster® Ltda.) por 10 minutos, para a remoção de possíveis resíduos do polimento

Grupos experimentais

Os 70 corpos de prova foram randomizados e divididos em 7 grupos (n=10): sendo 1 grupo controle (GC-Colgate® Total 12 Clean Mint) e 6 grupos teste (GT1- Natural Extracts carvão ativado e menta, GT2- Colagte® Luminous White Carvão ativado, GT3-Oral-B® 3D White Whitening Therapy Purification Charcoal, GT4-Oral-B® Natural Essence Bicabornato de sódio & carvão, GT5-Suavetex® Natural carvão ativado, GT6- Curaprox® Black is White (Quadro 1).

Quadro 1 - Descrição dos grupos e composição dos dentifrícios selecionados.

	Grupos	Dentifrício	Composição/fabricante
Grupo controle	GC	Colgate® Total 12 Clean Mint	Ingredientes ativos: Fluoreto de sódio 0,32% (1450 ppm de flúor), citrato de zinco, óxido de zinco. Ingredientes: glicerina, água, sílica hidratada, lauril sulfato de sódio, arginina, aroma, goma de celulose, óxido de zinco, poloxâmero 407, pirofosfato tetrasódio, citrato de zinco, álcool benzílico, goma xantana, cocamidopropil betaína, fluoreto de sódio, sacarina sódica, ácido fosfórico, sucralose, dióxido de titânio (CI 77891). Fabricante: Colgate-Pamolive.
Grupos teste	GT1	Colgate® Natural Extracts Carvão ativado e menta	Ingredientes: água, glicerina, sílica hidratada, lauril sulfato de sódio, aroma [contém hortelã-pimenta], goma de celulose, goma xantana, fluoreto de sódio, sacarina sódica, pó de carvão, álcool benzílico, eugenol. Contém fluoreto de sódio (1450 ppm de flúor). Fabricante: Colgate-Pamolive.
	GT2	Colgate® Luminous White Carvão ativado	Ingredientes: água, sorbitol, sílica hidratada, PEG-12, lauril sulfato de sódio, aroma, goma de celulose, hidróxido de potássio, pirofosfato tetrassódio, ácido fosfórico, cocamidopropil betaína, fluoreto de sódio, sacarina sódica, álcool benzílico, pó de carvão, limoneno. Contém fluoreto de sódio (1450 ppm de flúor). Fabricante: Colgate-Pamolive.
	GT3	Oral-B® 3D White Whitening Therapy Purification Charcoal	Ingredientes: ativo: fluoreto de sódio (1100 ppm de flúor). Outros ingredientes: água, sorbitol, sílica hidratada, pirofosfato dissódico, lauril sulfato de sódio, goma de celulose, aroma, hidróxido de sódio, sacarina sódica, carbômero, dióxido de titânio, pó de carvão, mica, limoneno, sucralose, polissorbato 80. Fabricante: Procter & Gamble Company.
	GT4	Oral-B® Natural Essence Bicarbonato de sódio & Carvão	Ingrediente ativo: fluoreto de sódio (1450 ppm de flúor). Ingredientes: água, sorbitol, sílica hidratada, pirofosfato dissódico, lauril sulfato de sódio, goma de celulose, aroma, hidróxido de sódio, bicarbonato de sódio, carbômero, fluoreto de sódio, sacarina sódica, goma xantana, dióxido de titânio (CI 77891), mica (CI 77019), pó de carvão. Fabricante: Procter & Gamble Company.
	GT5	Suavetex® Natural Carvão ativado	Ingredientes orgânicos: <i>Bambusa Vulgaris Extract</i> (Bambu), <i>Punica Granatum Extract</i> (Romã), <i>Salvia Sclarea Extract</i> (Sálvia). Ingredientes: glicerina, benzoato de sódio, carragenina, sílica hidratada, lauril glicosídeo, goma xantana, esteviosídeo, xilitol, aroma, água, pó de carvão, bicarbonato de sódio. Fabricante: Suavetex.
	GT6	Curaprox® Black is White	Ingredientes: água, sorbitol, sílica hidratada, glicerina, carvão ativado, aroma, decil glicosídeo, cocamidopropil betaína, monofluorofosfato de sódio, tocoferol, goma xantana, maltodextrina, mica, hidroxiapatita, acessulfame de potássio, dióxido de titânio, celulose microcristalina, cloreto de Sódio,

		<p>cloreto de potássio, óleo cítrico de casca de limão, hidróxido de sódio, amido zea mays, amiloglucosidase glicose oxidase, extrato de folha de urtiga dioica, tiocianato de potássio, álcool cetearílico, lecitina hidrogenada, lactato de mentila, mentil diisopropil propionamida, etilmentano carboxamida, ácido esteárico, manitol, bissulfito de sódio, dióxido de titânio, lactoperoxidase, limoneno.</p> <p>Fabricante: Trybol AG.</p>
--	--	--

Fonte: Dados da pesquisa.

Teste de abrasão

A escovação simulada foi realizada em dois intervalos de tempo equivalentes a 6 meses (25 mil ciclos) e a 12 meses (50 mil ciclos), em máquina de escovação (ElQuip®, São Paulo, SP, Brasil). Utilizaram-se as “cabeças” de escovas dentárias de cerdas macias (Classic Clean/Colgate-Palmolive Company® São Paulo, Brasil) para a escovação dos corpos de prova e prepararam-se soluções dos dentifrícios (1:2), segundo metodologia de Tao *et al.*⁶⁸.

Avaliação da massa

A massa (g) dos corpos de prova de cada grupo foi obtida em triplicata, utilizando-se balança de precisão modelo AY 220 (Shimadzu® do Brasil Ltda., São Paulo, SP, Brasil). A massa foi obtida antes da escovação simulada e nos intervalos de 6 e 12 meses de escovação.

Avaliação da rugosidade

A avaliação da rugosidade foi realizada em rugosímetro (Modelo SJ 301 Mitutoyo®, Kawasaki, Japão) em quatro diferentes direções em cada corpo de prova, obtendo-se a média das quatro medições ao final, utilizado o *cut-off* de 0,25 mm e o “N” (número de fragmentação da leitura) em 5. A rugosidade superficial de cada corpo de prova foi determinada antes da escovação simulada e após os períodos de 6 e 12 meses de escovação.

Análise de rotulagem

A análise dos rótulos das embalagens dos dentifrícios foi realizada para a identificação da composição quanto à presença de agentes branqueadores, surfactantes, anticálcio e anticárie.

Análise estatística

Inicialmente, realizaram-se análises descritivas e exploratórias dos dados. Essas análises prévias indicaram que os dados não atendiam as pressuposições de uma análise de variância (ANOVA) e, então, as variáveis massa e rugosidade foram analisadas por modelos lineares generalizados para medidas repetidas no tempo. Utilizando-se a metodologia paramétrica, os dados foram descritos com médias, desvios-padrão. Todas as análises foram realizadas no programa R, com nível de significância de 5% ⁶⁹.

RESULTADOS

Os resultados foram analisados a partir dos critérios de massa e rugosidade. Em relação à massa, não houve diferença significativa entre os grupos e os tempos avaliados ($p > 0,05$) (Tabela 1).

Tabela 1 - Média (desvio padrão) da massa (g) em função do grupo e do tempo.

Grupo	Tempo		
	Inicial	6 meses	12 meses
GC	4,01 (0,14) Aa	4,01 (0,14) Aa	4,01 (0,14) Aa
GT1	4,04 (0,19) Aa	4,04 (0,19) Aa	4,03 (0,19) Aa
GT2	3,88 (0,32) Aa	3,98 (0,22) Aa	3,98 (0,22) Aa
GT3	4,05 (0,23) Aa	4,03 (0,23) Aa	4,04 (0,23) Aa
GT4	3,98 (0,24) Aa	3,98 (0,24) Aa	3,98 (0,24) Aa
GT5	4,04 (0,21) Aa	4,03 (0,21) Aa	4,03 (0,21) Aa
GT6	4,02 (0,16) Aa	4,01 (0,16) Aa	4,01 (0,16) Aa

Legenda: $p(\text{grupo})=0,9355$; $p(\text{tempo})=0,6183$; $p(\text{interação})=0,4587$. Mesmas letras (maiúsculas na horizontal e minúsculas na vertical) indicam que não há diferença estatisticamente significativa ($p > 0,05$).

Na análise da rugosidade, em relação ao tempo, pode-se observar que após 6 meses de escovação não houve diferenças estatisticamente significativas nos grupos. Contudo, após 12 meses de escovação simulada, os grupos GT1 e GT3 apresentaram rugosidade significativamente menor em relação ao tempo inicial ($p \leq 0,05$). Na comparação entre os grupos, GT2, GT3 e GT4 diferiram estatisticamente do GC, apresentando menor rugosidade, enquanto no GT6 foi observada maior rugosidade após 6 meses de escovação ($p \leq 0,05$). Após 12 meses de escovação simulada, os grupos GT1, GT2 e GT3 apresentaram menor rugosidade, quando comparados ao GC ($p \leq 0,05$) (Tabela 2).

Tabela 2 - Média (desvio padrão) da rugosidade em função do grupo e do tempo.

Grupo	Tempo		
	Inicial	6 meses	12 meses
GC	0,27 (0,06) Aa	0,25 (0,06) Ab	0,24 (0,05) Aab
GT1	0,23 (0,03) Ab	0,22 (0,03) Abc	0,18 (0,02) Bd
GT2	0,20 (0,04) Ab	0,19 (0,05) Ac	0,18 (0,03) Ad
GT3	0,21 (0,02) Ab	0,21 (0,03) Ac	0,19 (0,03) Bcd
GT4	0,22 (0,03) ABb	0,21 (0,03) Bc	0,24 (0,04) Ab
GT5	0,21 (0,05) Ab	0,22 (0,05) Abc	0,21 (0,03) Abc
GT6	0,25 (0,08) ABab	0,30 (0,03) Aa	0,27 (0,04) Ba

Legenda: $p(\text{grupo})=0,0010$; $p(\text{tempo})=0,0081$; $p(\text{interação})=0,0939$. Letras distintas (maiúsculas na horizontal e minúsculas na vertical) indicam diferenças estatisticamente significativas ($p \leq 0,05$).

A análise da rotulagem demonstrou que, além da presença do carvão ativado nos dentífricos dos grupos teste, a presença de agentes branqueadores mecânicos, de forma isolada ou associada, também foi identificada. Os abrasivos encontrados foram a sílica hidratada, mica e bicarbonato de sódio. A sílica hidratada foi identificada em 100% ($n=7$) dos dentífricos, sendo que em 28,57% ($n=2$) estava associada à mica e 28,57% ($n=2$) associada ao bicarbonato de sódio (Quadro 2).

A presença de agentes surfactantes foi verificada em 100% dos dentífricos. O lauril sulfato de sódio foi identificado de forma isolada em 42,8% ($n=3$) e associado a cocamidopropil betaína em 28,6% ($n=2$), encontrado de forma isolada em 14,29% ($n=1$) dos dentífricos. O lauril glicosídeo foi identificado em 14,29% ($n=1$) dos dentífricos estudados (Quadro 2). Identificou-se a presença de agentes anticálcio em 42,9% ($n=3$)

dos dentifrícios, entre esses, o pirofosfato tetrassódio estava presente em 66,7% (n=2) e o pirofosfato dissódio em 33,3% (n=1).

Em relação ao flúor, identificou-se sua presença em 71,4% (n=6) dos dentifrícios (Quadro 2). Nos dentifrícios com flúor, observou-se sua presença principalmente sob a forma de fluoreto de sódio (NaF), sendo identificado em 83,3 % (n=5) e o monofluorfosfato de sódio (MFP) estava presente em 16,7% (n=1) dos dentifrícios. As concentrações de flúor encontradas foram 1450 ppm (66,6%/n=4), 1100 ppm (16,7%/n=1) e 950 ppm (16,7%/n=1).

Quadro 2- Análise da rotulagem dos dentifrícios quanto à presença de agentes branqueadores, adsortivos, surfactantes, anticálcico e anticárie.

GRUPOS	Dentifrício	Agentes branqueadores			Agente Adsortivo	Agente surfactante	Agente anticálcico	Agente anticárie
		Mecânicos	Químicos	Ópticos				
GC	Colgate® Total 12 Clean Mint	Sílica hidratada	-	-	-	Lauril sulfato de sódio Cocamidopropil betaína	Pirofosfato tetrasódio	Fluoreto de sódio (1450 ppm/F ⁻)
GT1	Colgate® Natural Extracts Carvão ativado e menta	Sílica hidratada	-	-	Carvão ativado	Lauril sulfato de sódio	-	Fluoreto de sódio (1450 ppm/F ⁻)
GT2	Colgate® Luminous White Carvão ativado	Sílica hidratada	-	-	Carvão ativado	Lauril sulfato de sódio	Pirofosfato tetrasódio	fluoreto de sódio (1450 ppm/F ⁻)
GT3	Oral-B® 3D White Whitening Therapy Purification Charcoal	Sílica hidratada Mica	-	-	Carvão ativado	Lauril sulfato de sódio Cocamidopropil betaína	-	Fluoreto de sódio (1100 ppm/F ⁻)
GT4	Oral-B® Natural Essence Bicarbonato de sódio & Carvão	Sílica hidratada Bicarbonato de sódio	-	-	Carvão ativado	Lauril sulfato de sódio	Pirofosfato dissódico	Fluoreto de sódio (1450 ppm/F ⁻)
GT5	Suavetex® Natural carvão ativado	Sílica hidratada Bicarbonato de sódio	-	-	Carvão ativado	Lauril glicosídeo	-	Não contém flúor
GT6	Curaprox® Black is White	Sílica hidratada Mica	-	-	Carvão ativado	Cocamidopropil betaína	-	Monofluorofosfato de sódio (950 ppm/F ⁻)

Fonte: Dados da pesquisa

DISCUSSÃO

No presente estudo, foi avaliado o efeito da escovação simulada com dentifrícios contendo carvão ativado sobre a massa e a rugosidade do esmalte dentário bovino. Após análise dos resultados, observou-se que os dentifrícios contendo carvão ativado não causaram perda de massa nos espécimes e não promoveram aumento significativo da sua rugosidade após 12 meses de escovação.

Em relação à massa, os resultados encontrados no presente estudo diferem dos achados de um estudo *in vitro* que avaliou a perda de massa de dentes humanos, causada por diferentes dentifrícios sob a forma de pó, o qual demonstrou que a escovação simulada por dois anos em máquina de escovação, com o dentifrício contendo carvão, promoveu maior perda dentária⁵⁵. No entanto, ressalta-se que as diferenças de metodologias empregadas, como o tipo de esmalte dentário utilizado, a forma de apresentação dos dentifrícios e tempo de escovação podem justificar os achados diferentes entre os estudos. Contudo, a pesagem dos corpos de prova foi o método utilizado em ambos os experimentos para avaliar perdas estruturais significativas no esmalte dentário.

Os resultados observados nesse estudo, em relação à rugosidade, demonstraram que nenhum dentifrício promoveu aumento significativo da rugosidade após 12 meses de escovação simulada, quando comparados ao tempo inicial. Além disso, observou-se que três grupos teste apresentaram diminuição significativa da rugosidade após 12 meses de escovação simulada. Esses resultados estão de acordo com os achados de Palandi *et al.*⁵³, que realizaram um estudo *in vitro* com o objetivo de avaliar o efeito do carvão ativado, sob a forma de pó, combinado com um dentifrício de uso regular ou dentifrício branqueador na superfície do esmalte bovino, em comparação com o peróxido de carbamida. Os resultados demonstraram que não houve diferenças na rugosidade da superfície dos dentes entre os três tratamentos propostos, após 14 dias de escovação simulada em máquina de escovação. Contudo, ressalta-se que as metodologias utilizadas nos estudos foram diferentes.

Um estudo *in vitro*, que comparou os efeitos de diferentes dentifrícios branqueadores contendo carvão ativado na rugosidade superficial e microdureza do esmalte humano, demonstrou, por meio de um perfilômetro, que dois dentifrícios

contendo carvão ativado promoveram aumento da rugosidade da superfície do esmalte, após escovação com escova elétrica por 12 semanas⁷², apresentando resultados diferentes do presente estudo. Contudo, esses achados estão de acordo com outro estudo *in vitro* que teve como objetivo determinar a abrasividade de dentifrícios branqueadores em dentes humanos. Analisaram-se três dentifrícios, um de uso convencional e dois com carvão ativado. A escovação foi realizada simulando um período de escovação de um mês e meio, três vezes ao dia, e a determinação da rugosidade também foi realizada por meio de perfilômetro. Os resultados do referido estudo também demonstraram que todos os dentifrícios utilizados apresentaram ação abrasiva⁷³.

Na análise de rotulagem dos dentifrícios, controle e testes, verificou-se que todos continham, nas suas formulações, o abrasivo sílica hidratada. Além da sílica hidratada e do carvão ativado, quatro dentifrícios dos grupos teste continham associações desses agentes com outro abrasivo, como a mica ou o bicarbonato de sódio. Os abrasivos são partículas insolúveis consideradas agentes branqueadores que agem na remoção das manchas extrínsecas⁴³. Esses agentes têm sido desenvolvidos para otimizar a remoção das manchas, sem serem excessivamente abrasivos⁷⁴.

No presente estudo, a associação do carvão ativado com os abrasivos não promoveu alteração da rugosidade do esmalte dentário bovino. Os abrasivos têm a capacidade de polir a superfície do esmalte dentário, além de promover a remoção mecânica das manchas extrínsecas. Além disso, segundo Greenwal et al.⁴, a capacidade de remoção das manchas do carvão ativado está associada à ação abrasiva das suas partículas que, assim como os abrasivos, varia de acordo com o seu tamanho, forma e quantidade presente no dentifrício^{4,71}.

Além dos agentes branqueadores mecânicos, também identificou-se a presença de agente surfactantes, em todos os dentifrícios, e de agente anticálcico, em três dos dentifrícios estudados. Os agentes surfactantes são responsáveis pela formação da espuma durante a escovação, além de auxiliarem na dispersão intraoral do dentifrício e na remoção dos componentes hidrofóbicos por solubilização^{43,71}. É comum a associação de surfactantes para aumentar a formação da espuma, sendo mais frequente a associação do lauril sulfato de sódio com o cocaminodropil betaína⁷¹. Essa associação foi encontrada em dois dentifrícios analisados e nos grupos escovados com esses dentifrícios foi verificada a redução da rugosidade após 12 meses de escovação. No entanto, outro dentifrício contendo apenas o lauril sulfato de sódio também promoveu

diminuição da rugosidade após o mesmo período de tempo. Assim, a associação de agentes surfactantes não parece ter influenciado na alteração da rugosidade do esmalte.

Agentes anticálcico, como pirofosfato dissódico e pirofosfato tetrassódico, agem prevenindo a deposição de cromóforos na superfície dentária⁴³. No entanto, a análise dos resultados permite inferir que esses agentes não influenciam na alteração da superfície dentária, uma vez que os três grupos escovados com dentifrícios que continham esses agentes não apresentaram alterações significativas da massa e da rugosidade após 12 meses de escovação simulada.

Dentre os dentifrícios estudados, apenas um dentifrício teste não continha fluoreto na sua formulação, os demais apresentavam o fluoreto de sódio ou monofluorfosfato de sódio nas concentrações de 1450 ppm, 1100 ppm ou 950 ppm/F⁻. Para que o fluoreto presente nos dentifrícios interfira positivamente no processo de remineralização da estrutura dentária, a sua concentração deve ser de pelo menos 1000 ppm e que o flúor esteja quimicamente solúvel⁴⁷. Tendo-se em vista que os fluoretos e o íons ativos podem não estar totalmente disponíveis nos dentifrícios com carvão ativado, devido à sua alta capacidade de adsorção, a capacidade de remineralização do esmalte pode estar comprometida⁴. Estudo *in vitro* que avaliou o flúor disponível em oito dentifrícios, contendo carvão ativado, verificou variadas concentrações de flúor nessas formulações, em função do tipo de fluoreto presente, contudo, as concentrações do fluoreto de sódio nos dentifrícios estavam de acordo com as informações descritas nas embalagens⁵.

Os dentifrícios contendo carvão ativado são produtos de venda livre, que se tornaram populares no mercado atual em função da busca por sorrisos mais brancos. No presente estudo, os dentifrícios contendo carvão ativado não promoveram perda da massa e aumento de rugosidade do esmalte dentário bovino. No entanto, são necessários mais estudos que investiguem a ação desses produtos sobre a estrutura dentária e materiais restauradores, bem como sobre a disponibilidade de flúor nas formulações de dentifrícios contendo carvão ativado.

CONCLUSÃO

Dentifrícios contendo carvão ativado não promoveram perda de massa e aumento da rugosidade da superfície do esmalte dentário bovino, após 6 e 12 meses de

escovação simulada. A associação do carvão ativado com o abrasivo sílica hidratada, associada ou não a outros abrasivos, parece ser responsável pela a ação do polimento da superfície do esmalte.

Artigo 2

Avaliação do efeito da escovação com dentifrícios contendo carvão ativado na cor do esmalte dentário bovino

American Journal of Dentistry

(Artigo a ser submetido)

4.2 ARTIGO 2

**AVALIAÇÃO DO EFEITO DA ESCOVAÇÃO COM DENTIFRÍCIOS
CONTENDO CARVÃO ATIVADO NA COR DO ESMALTE DENTÁRIO
BOVINO**

Natália Nascimento Odilon¹

<https://orcid.org/0000-0002-7751-0493>

Rafaela Silva Oliveira¹

<https://orcid.org/0000-0003-0590-8117>

Natália Novais Vasconcelos Nunes²

<https://orcid.org/0000-0003-3234-5559>

Danilo Barral de Araújo³

<https://orcid.org/0000-0002-4822-0390>

Elisângela de Jesus Campos³

<https://orcid.org/0000-0002-7751-0493>

¹ Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Processos Interativos dos Órgãos e Sistemas (ICS/UFBA)

² Mestranda do Programa de Pós-graduação em Processos Interativos dos Órgãos e Sistemas (ICS/UFBA)

³ Professor (a) Adjunto de Bioquímica do Departamento de Bioquímica e Biofísica do Instituto de Ciências da Saúde (ICS/ UFBA)

Resumo

Introdução: A busca por sorrisos mais brancos aumentou a demanda por tratamentos para remoção dos pigmentos que causam o escurecimento dos dentes. Na Odontologia, diferentes formulações contendo carvão ativado estão sendo utilizadas para a limpeza dos dentes e branqueamento dentário. Contudo, são poucos os estudos clínicos e laboratoriais que avaliam a sua eficácia na melhoria da cor dos dentes. **Objetivo:** Avaliar *in vitro* a alteração da cor do esmalte dentário bovino após escovação simulada, com dentifrícios branqueadores contendo carvão ativado. **Materiais e Métodos:** Estudo *in vitro* realizado com 70 corpos de prova, divididos em 7 grupos (n= 10): 1 grupo controle (GC- dentifrício de uso convencional) e 6 grupos teste (GT- dentifrícios contendo carvão ativado). Os corpos de prova foram submetidos à escovação simulada por 6 e 12 meses e a alteração de cor foi avaliada pelos parâmetros do sistema CIELAB, variação de cor (ΔE) e índice WI_D . **Resultados.** Em relação aos parâmetros L^* a^* b^* e o índice WI_D , não houve diferenças estatísticas entre o grupo controle e os grupos teste após 6 e 12 meses de escovação simulada. Por outro lado, o ΔE foi significativamente maior no grupo GT4 e menor no GT1, após 12 meses de escovação. **Conclusão:** Dentifrícios contendo carvão ativado e de uso convencional apresentaram efeitos semelhantes na promoção do branqueamento do esmalte dentário bovino, após 6 e 12 meses de escovação simulada. A ação mecânica da sílica hidratada, isolada ou associada

com outros abrasivos, parece justificar o efeito branqueador dos dentifrícios contendo carvão ativado.

Palavras-chave: carvão ativado; esmalte dentário; dentifrícios; agentes branqueadores; cor.

INTRODUÇÃO

O escurecimento dentário é uma das principais causas de insatisfação com o próprio sorriso relatadas pelos pacientes em diferentes países do mundo⁷⁵. A estética do sorriso está associada à autoestima, melhora da qualidade de vida e psicológica dos indivíduos, uma vez que as alterações bucais podem influenciar o estilo de vida, os relacionamentos interpessoais e a autoimagem positiva⁷⁶.

O manchamento dentário resulta das pigmentações intrínseca e extrínseca. As principais causas para o aparecimento das manchas intrínsecas são o envelhecimento natural, a exposição a medicamentos durante o desenvolvimento dentário, os defeitos congênitos e os traumas. As manchas extrínsecas, por outro lado, ocorrem devido a cromógenos exógenos, oriundos da dieta e do tabaco, que interagem quimicamente com a superfície do esmalte ou são depositados na película adquirida^{37,38,77}.

Devido à busca por sorrisos mais brancos, nos últimos anos houve um aumento da demanda por tratamentos para remoção das manchas que causam o escurecimento dentário⁴⁰. Os principais tratamentos odontológicos disponíveis para a melhoria da cor dos dentes são o clareamento dentário profissional⁷⁶ e os produtos de venda livre, principalmente os dentifrícios branqueadores⁴⁰.

Os dentifrícios são produtos cosméticos que têm diferentes funções terapêuticas, podendo ser anticárie, antiplaca, antigengivite e branqueadores, dentre outras. Os dentifrícios branqueadores incluem nas suas formulações agentes que atuam no branqueamento dentário por meio dos agentes mecânicos, químicos e ópticos, representados pelos abrasivos, peróxidos e *blue covarine*, respectivamente. Além destes, outros componentes dos dentifrícios também auxiliam na remoção das manchas, como os polifosfatos, citrato de sódio, enzimas e o carvão ativado^{41,42, 43}.

Devido às suas variadas propriedades, o carvão ativado é utilizado tanto na indústria, como na área da saúde. Na indústria, é empregado como filtro de cigarros, de vapores de gasolina em automóveis, de gases industriais e na separação de metais

pesados da água abastecimento. Na Medicina, o seu uso é consolidado como antídoto de intoxicações e overdoses, além de ser aplicado no tratamento do mau odor de feridas^{4,6,11}. Na Odontologia, diferentes formas de preparações com o carvão estão sendo utilizadas para a limpeza dos dentes e branqueamento dentário, havendo grande divulgação desses dentifrícios nas mídias sociais^{4,79}.

As principais características do carvão ativado são a grande área superficial e a alta porosidade, o que confere a este material grande capacidade de adsorção de moléculas. Devido a essas características, ele tem sido utilizado na formulação de dentifrícios, em função da sua capacidade de adsorver pigmentos e cromóforos responsáveis pelo escurecimento dentário, durante a escovação. Acredita-se que as partículas de carvão sejam capazes de reter os depósitos da superfície dentária em seus poros^{3,4,5}.

A avaliação da cor dos dentes na Odontologia frequentemente é realizada pelo sistema de cores CIELAB⁸², que é definido pelos parâmetros L^* , que representa a luminosidade e varia entre 0 a 100; parâmetro a^* , que representa o eixo verde-vermelho e o parâmetro b^* , que representa o eixo azul-amarelo, ambos variando de -80 a +80. Maiores valores de L^* e menores valores de a^* e b^* indicam dentes mais brancos e claros. A partir dos parâmetros do sistema CIELAB, é possível avaliar as alterações cromáticas na prática clínica e em pesquisa por meio das diferenças determinadas pelo cálculo da variação da cor (ΔE). Quanto maior o valor do ΔE , mais perceptível será a diferença de cor ao olho humano^{68,80,81}.

Contudo, estabelecer uma relação entre a variação da cor determinada pelo sistema CIELAB, com as mudanças perceptíveis da cor, branqueamento e amarelamento, é uma tarefa complexa. Para tanto, diversos índices de brancura foram desenvolvidos para aplicação em diferentes áreas, como os índices WIC, WIO, WI, Z%, W, T, WLAB, entre outros. O índice WIC é bastante utilizado nas indústrias têxtil e de papel e sua fórmula foi modificada e otimizada para o uso na Odontologia, dando origem ao índice WIO^{82,83,84}.

A fórmula do índice WIO foi desenvolvida para determinar a brancura dos dentes à luz do dia. Apesar do índice WIO se mostrar eficaz e ser utilizado em estudos clínicos e laboratoriais, existe uma limitação para seu uso, pois exige que o pesquisador entenda os valores tristímulus do CIE XYZ, um espaço de cor que precede o CIELAB. Em razão disso, foi desenvolvido outro índice, o WI_D , que determina o branqueamento

dentário utilizando o espaço de cor CIELAB^{82,83}, sendo calculado através de uma fórmula linear simples baseada nos parâmetros L*, a* e b*. Valores positivos ou mais altos do WI_D indicam maior brancura do dente ou material restaurador, enquanto que valores negativos ou mais baixos indicam menores valores de brancura⁸².

Dentifrícios contendo carvão ativado estão sendo indicados como um recurso para quem busca sorrisos mais brancos, porém existem poucos estudos que comprovem sua eficácia. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar *in vitro* a alteração de cor do esmalte dentário bovino após escovação simulada com dentifrícios branqueadores contendo carvão ativado por 6 e 12 meses.

A hipótese nula testada foi que a escovação simulada com dentifrícios branqueadores contendo carvão ativado não promove branqueamento dentário superior ao do dentifrício de uso convencional.

MATERIAIS E MÉTODO

Seleção e confecção dos corpos de prova

Para realização deste estudo, adquiriram-se 180 incisivos bovinos em abatedouro e destes foram selecionadas 70 unidades para a confecção dos corpos de prova, após a avaliação das superfícies dentárias em lupa estereoscópica (TNE-10B, binocular-Opton®, Cotia, SP, Brasil) para identificação de trincas, manchas e seleção da cor. Os dentes foram cortados com motor elétrico (Champion-Talmax®) utilizando-se disco de *caborundum* (Disco Ninja Gold- Talmax®), na velocidade de 300.000 rpm, sob refrigeração. A partir das coroas dos dentes bovinos, obtiveram-se 70 fragmentos de esmalte (6mm x 6mm x 2 mm). Em seguida, foram incluídos em resina ortoftálica Centerglass®, expondo apenas a superfície do esmalte de cada fragmento. Após a fixação, realizou-se a planificação superficial em máquina de polimento (Politriz metalográfica PL VO60 Biopdi®, São Carlos, SP, Brasil) na sua face vestibular, com auxílio de discos de lixa d'água em uma sequência de granulação (320, 400, 600, 1200) para uniformização das superfícies, sem exposição da dentina. Para a padronização do polimento, realizado manualmente, os corpos de prova foram adaptados em um dispositivo de aço inoxidável que delimitava a região do corpo de prova a ser planificada, deixando exposta apenas a área do esmalte que deveria ser polida. Após o

polimento, os corpos de prova foram lavados na cuba ultrassônica L-200 (Schuster® Ltda.) por dez minutos para a remoção de possíveis resíduos do polimento.

Grupos experimentais

Os 70 corpos de prova foram randomizados e divididos em sete grupos (n=10), sendo um grupo controle, com dentifrício de uso convencional, e seis grupos teste, com dentifrícios contendo carvão ativado (Quadro 1).

Quadro 1- Divisão dos grupos e composição dos dentifrícios selecionados com seus respectivos agentes branqueadores.

	Grupos	Dentifrício	Composição/fabricante	Agente mecânico	Agente adsortivo
Grupos teste	GT1	Colgate® Natural Extracts Carvão ativado e menta	Ingredientes: água, glicerina, sílica hidratada, lauril sulfato de sódio, aroma [contém hortelã-pimenta], goma de celulose, goma xantana, fluoreto de sódio, sacarina sódica, pó de carvão, álcool benzílico, eugenol. Contem fluoreto de sódio (1450 ppm de flúor). Fabricante: Colgate-Pamolive.	Sílica hidratada	Carvão ativado
	GT2	Colgate® Luminous White Carvão ativado	Ingredientes: água, sorbitol, sílica hidratada, PEG-12, lauril sulfato de sódio, aroma, goma de celulose, hidróxido de potássio, pirofosfato tetrassódio, ácido fosfórico, cocamidopropil betaína, fluoreto de sódio, sacarina sódica, álcool benzílico, pó de carvão, limoneno. Contém fluoreto de sódio (1450 ppm de flúor).	Sílica hidratada	Carvão ativado
Grupo controle	GTC	Colgate® Total 12 Clean Mint	Ingredientes ativos: Fluoreto de sódio 0,32% (1450 ppm de flúor), citrato de zinco, óxido de zinco. Ingredientes: glicerina, água, sílica hidratada, lauril sulfato de sódio, arginina, aroma, goma de celulose, óxido de zinco, poloxâmero 407, pirofosfato tetrasódio, citrato de zinco, álcool benzílico, goma xantana, cocamidopropil betaína, fluoreto de sódio, sacarina sódica, ácido fosfórico, sucralose, dióxido de titânio (CI 77891). Fabricante: Colgate-Pamolive.	Sílica hidratada	-

		Fabricante: Colgate-Pamolive.		
GT3	Oral-B® 3D White Whitening Therapy Purification Charcoal	<p>Ingredientes ativo: fluoreto de sódio (1100 ppm de flúor). Outros ingredientes: água, sorbitol, sílica hidratada, pirofosfato dissódico, lauril sulfato de sódio, goma de celulose, aroma, hidróxido de sódio, sacarina sódica, carbômero, dióxido de titânio, pó de carvão, mica, limoneno, sucralose polissorbato 80.</p> <p>Fabricante: Procter & Gamble Company.</p>	Sílica hidratada Mica	Carvão ativado
GT4	Oral-B® Natural Essence Bicarbonato de sódio & Carvão	<p>Ingrediente ativo: fluoreto de sódio (1450 ppm de flúor). Ingredientes: água, sorbitol, sílica hidratada, pirofosfato dissódico, lauril sulfato de sódio, goma de celulose, aroma, hidróxido de sódio, bicarbonato de sódio, carbômero, fluoreto de sódio, sacarina sódica, goma xantana, dióxido de titânio (CI 77891), mica (CI 77019), pó de carvão.</p> <p>Fabricante: Procter & Gamble Company.</p>	Sílica hidratada Bicarbonato de sódio	Carvão ativado
GT5	Suavetex® Natural Carvão ativado	<p>Ingredientes orgânicos: <i>Bambusa Vulgaris Extract</i> (Bambu), <i>Punica Granatum Extract</i> (Romã), <i>Salvia Sclarea Extract</i> (Sálvia).</p> <p>Ingredientes: glicerina, benzoato de sódio, carragenina, sílica hidratada, lauril glicosídeo, goma xantana, esteviosídeo, xilitol, aroma, água, pó de carvão, bicarbonato de sódio.</p> <p>Fabricante: Suavetex</p>	Sílica hidratada Bicarbonato de sódio	Carvão ativado
GT6	Curaprox® Black is White	<p>Ingrediente: água, sorbitol, sílica hidratada, glicerina, carvão ativado, aroma, decil glicosídeo, cocamidopropil betaína, monofluorofosfato de sódio, tocoferol, goma xantana, maltodextrina, mica, hidroxapatita, acessulfame de potássio, dióxido de titânio, celulose microcristalina, cloreto de Sódio, cloreto de potássio, óleo cítrico de casca de limão, hidróxido de sódio, amido zea mays, amiloglucosidase glicose oxidase, extrato de folha de urtiga dioica, tiocianato de potássio, álcool cetearílico, lecitina hidrogenada, lactato de mentila, mentil diisopropil propionamida, etilmentano carboxamida, ácido esteárico, manitol, bissulfito de sódio, dióxido de titânio,</p>	Sílica hidratada Mica	Carvão ativado

			lactoperoxidase, limoneno. Fabricante: Trybol AG.		
--	--	--	--	--	--

Fonte: Dados da pesquisa.

Teste de abrasão

A escovação simulada foi realizada em dois intervalos de tempo equivalentes a 6 meses (25 mil ciclos) e 12 meses (50 mil ciclos) em máquina de escovação (ElQuip[®], São Paulo, SP, Brasil). Utilizaram-se as “cabeças” de escovas dentárias de cerdas macias (Classic Clean/Colgate-Palmolive Company[®] São Paulo, Brasil) para a escovação dos corpos de prova, sendo preparadas as soluções dos dentifrícios (1:2)⁶⁸.

Avaliação da cor

A alteração de cor foi avaliada por meio do Espectrofotômetro Easyshade - Vita[®], o qual fornece leituras no sistema CIE L* a* b*. Esse sistema permite mensurar a diferença de cor entre duas amostras e quantificar a alteração de cor entre duas leituras (ΔE). A partir da determinação dos parâmetros L* a* e b*, foram calculados a variação de cor (ΔE) e o índice de branqueamento (WI_D), de acordo com as seguintes fórmulas matemáticas^{82, 84}:

$$\Delta E = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$

$$WI_D = 0.511L^* - 2.324a^* - 1.100b^*$$

A determinação da cor foi realizada de acordo com as instruções dos fabricantes e os corpos de prova foram fixados em um dispositivo de posicionamento, colocado sobre um fundo branco. A ponta do espectrofotômetro foi posicionada perpendicularmente ao centro da superfície do corpo de prova e as leituras foram realizadas em triplicata, antes e após os tempos de 6 e 12 meses de escovação simulada.

Análise estatística

Inicialmente, realizaram-se análises descritivas e exploratórias dos dados. Essas análises prévias indicaram que os dados não atendiam às pressuposições de uma análise de variância (ANOVA) e então as variáveis L* e b* foram analisadas por modelos

lineares generalizados para medidas repetidas no tempo. Os dados do ΔE foram analisados por modelos lineares generalizados considerando o efeito de grupos. Já os dados do parâmetro a^* e índice WI_D não se ajustavam a uma distribuição conhecida e foram analisados pelos testes não paramétricos de Kruskal Wallis e Dunn, para as comparações entre os grupos, e de Friedman e Nemenyi, para as comparações entre os tempos. Quando foi utilizada metodologia paramétrica, os dados foram descritos com médias e desvios padrão. Quando utilizada metodologia não paramétrica, os dados foram descritos com mediana, valor mínimo e valor máximo. Todas as análises foram realizadas no programa R, com nível de significância de 5% ⁶⁹.

RESULTADOS

Os resultados foram descritos a partir dos parâmetros L^* , a^* e b^* do sistema de cor CIELAB, ΔE e WI_D .

Na análise do parâmetro L^* , em relação à variável tempo, foi observado que após 6 meses de escovação simulada, com exceção dos grupos GT3 e GT6, todos os grupos aumentaram significativamente o valor de L^* ($p < 0,05$), enquanto que na comparação do tempo inicial com 12 meses de escovação, houve aumento significativo do valor L^* em todos os grupos ($p < 0,05$), exceto do grupo GT3. Na comparação entre os grupos, após 6 e 12 meses de escovação, não houve diferença significativa entre eles ($p > 0,05$) (Tabela 1).

Tabela 1 - Média (desvio padrão) do parâmetro L* do sistema CIELAB em função do grupo e do tempo.

Grupo	Tempo		
	Inicial	6 meses	12 meses
GC	80,81 (7,74) Bab	83,26 (6,50) Aa	82,63 (7,96) Aa
GT1	81,95 (3,93) Ba	83,28 (4,13) Aa	83,28 (3,76) Aa
GT2	79,72 (3,51) Bab	82,15 (2,83) Aa	82,60 (2,72) Aa
GT3	80,93 (5,49) Aab	81,88 (4,54) Aa	81,88 (4,36) Aa
GT4	78,99 (4,12) Cab	81,02 (4,07) Ba	84,51 (4,63) Aa
GT5	78,97 (2,80) Cb	80,79 (2,99) Ba	81,93 (2,61) Aa
GT6	82,00 (3,57) Ba	82,60 (3,77) Ba	84,30 (3,28) Aa

Legenda: $p(\text{grupo})=0,6588$; $p(\text{tempo})<0,0001$; $p(\text{interação})=0,0045$. Letras distintas (maiúsculas na horizontal e minúsculas na vertical) indicam diferenças estatisticamente significativas ($p\leq 0,05$).

Após 6 meses de escovação, a análise isolada do parâmetro a^* demonstrou que apenas o grupo GT5 apresentou diminuição significativa desse parâmetro ($p<0,05$). Decorridos 12 meses de escovação simulada, em relação ao tempo inicial, os grupos GC, GT2, GT3, GT5 e GT6 apresentaram diminuição do parâmetro a^* ($p<0,05$), porém, não houve diferença significativa entre os grupos controle e teste em nenhum dos tempos ($p>0,05$) (Tabela 2).

Tabela 2. Mediana (valor mínimo e máximo) do parâmetro a^* do sistema CIELAB em função do grupo e do tempo.

Grupo	Tempo			p-valor
	Inicial	6 meses	12 meses	
GC	5,10 (2,30; 11,50) Aa	3,90 (2,10; 10,50) Aba	4,40 (1,80; 9,30) Ba	0,0253
GT1	5,80 (1,90; 8,50) Aa	5,25 (1,80; 9,10) Aa	4,90 (2,00; 9,50) Aa	0,5092
GT2	6,65 (4,20; 10,40) Aa	5,95 (3,80; 9,80) Aba	6,45 (2,60; 8,10) Ba	0,0360
GT3	5,70 (1,50; 7,90) Aa	5,05 (2,00; 8,90) Aba	4,40 (2,10; 7,60) Ba	0,0310
GT4	5,40 (0,50; 8,20) Aa	4,80 (0,50; 8,20) Aa	5,45 (1,20; 8,20) Aa	0,3772
GT5	6,40 (2,90; 7,80) Aa	5,75 (2,70; 7,20) Ba	5,35 (2,20; 6,80) Ba	0,0002
GT6	6,65 (5,20; 9,80) Aa	5,80 (4,10; 8,70) Aa	4,75 (3,60; 8,40) Ba	0,0001
p-valor	0,3322	0,5494	0,7518	

Legenda: Letras distintas (maiúsculas na horizontal e minúsculas na vertical) indicam diferenças estatisticamente significativas ($p\leq 0,05$).

Na análise do parâmetro b^* , observou-se aumento significativo após 6 meses de escovação nos grupos GC, GT1, GT2 e GT3 ($p<0,05$), resultado mantido após 12 meses

de escovação. Por outro lado, os grupos GT4, GT5 e GT6 não apresentaram alterações significativas após 6 e 12 meses de escovação ($p > 0,05$). Na comparação entre os grupos, não houve diferenças significativas entre os grupos controle e teste, em nenhum dos tempos analisados ($p > 0,05$) (Tabela 3).

Tabela 3. Mediana, valor mínimo e máximo do parâmetro b^* do sistema CIELAB em função do grupo e do tempo.

Grupo	Tempo			p-valor
	Inicial	6 meses	12 meses	
GC	28,35 (23,00; 32,10) Ba	28,95 (25,60; 33,50) Aba	28,95 (24,00; 33,50) Aa	0,0229
GT1	28,70 (25,60; 31,00) Ba	29,40 (25,50; 31,10) Aba	29,60 (26,50; 31,70) Aa	0,0021
GT2	27,40 (25,80; 30,90) Ba	28,15 (26,10; 31,30) Aa	27,65 (27,00; 31,50) Aa	0,0146
GT3	28,50 (24,40; 31,20) Ba	29,00 (25,00; 31,60) Aba	29,30 (23,80; 30,30) Aa	0,0360
GT4	26,35 (23,30; 29,40) Aa	26,85 (23,70; 29,30) Aa	27,15 (23,40; 29,10) Aa	0,3965
GT5	29,00 (25,90; 31,90) Aa	28,90 (26,50; 32,00) Aa	29,30 (26,20; 32,30) Aa	0,2938
GT6	29,00 (25,60; 32,10) Aa	29,45 (26,80; 32,40) Aa	29,55 (26,600; 32,5) Aa	0,4607
p-valor	0,0610	0,1366	0,1220	

Legenda: $p(\text{grupo})=0,1597$; $p(\text{tempo}) < 0,0001$; $p(\text{interação})=0,5093$. Letras distintas (maiúsculas na horizontal e minúsculas na vertical) indicam diferenças estatisticamente significativas ($p \leq 0,05$).

Na Tabela 4, apresentam-se os resultados do ΔE após 6 e 12 meses de escovação em relação ao tempo inicial. Pode-se observar que não houve diferença significativa entre os grupos quanto à variação da cor após 6 meses de escovação ($p < 0,05$). Contudo, após 12 meses de escovação, a variação na cor foi significativamente maior no grupo GT4 e menor no GT1, que diferiram estatisticamente dos demais grupos ($p < 0,05$).

Tabela 4. Média (desvio padrão) do ΔE em função do grupo e do tempo.

Grupo	Intervalo de tempo	
	6 meses – inicial	12 meses - inicial
GC	3,21 (1,89) a	3,02 (2,21) b
GT1	1,73 (0,84) a	1,82 (1,10) c
GT2	2,60 (1,42) a	3,28 (1,54) b
GT3	2,78 (1,77) a	3,21 (1,26) b
GT4	2,92 (0,83) a	5,64 (1,98) a
GT5	2,12 (1,41) a	3,20 (1,08) b
GT6	1,69 (1,01) a	3,08 (1,73) b
p-valor	0,0888	0,0011

Legenda: Letras distintas na vertical indicam diferenças estatisticamente significativas ($p \leq 0,05$).

A avaliação do índice WI_D demonstrou que após 6 meses de escovação, apenas o grupo GT5 apresentou diferença estatística em relação ao tempo inicial. Contudo, houve aumento significativo do WI_D após 12 meses de escovação em relação ao tempo inicial nos grupos GC, GT2, GT4, GT5 e GT6 ($p < 0,05$). Na comparação entre os grupos, observou-se que não houve diferença significativa entre os grupos controle e teste em nenhum tempo analisado ($p > 0,05$) (Tabela 5).

Tabela 5. Mediana (valor mínimo e máximo) do índice WI_D em função do grupo e do tempo.

Grupo	Tempo			p-valor
	Inicial	6 meses	12 meses	
GC	-2,09 (-20,4; 12,02) Ba	1,38 (-19,48; 12,90) ABa	-0,26 (-16,38; 13,38) Aa	0,0450
GT1	-3,62 (-12,46; 8,36) Aa	-2,05 (-14,08; 8,65) Aa	-1,29 (-11,47; 7,49) Aa	0,6703
GT2	-5,89 (-16,24; 2,96) Ba	-2,98 (-14,18; 2,54) ABa	-3,88 (-9,88; 5,75) Aa	0,0136
GT3	-3,74 (-10,20; 13,31) Aa	-1,86 (-12,07; 12,21) Aa	-0,87 (-8,96; 11,92) Aa	0,1496
GT4	-0,75 (-10,14; 12,91) Ba	0,16 (-9,56; 13,02) ABa	0,58 (-8,70; 12,89) Aa	0,0202
GT5	-7,25 (-10,48; 3,59) Ba	-4,83 (-8,74; 6,69) Aa	-3,31 (-7,50; 6,00) Aa	0,0002
GT6	-6,29 (-13,94; -0,5) Ba	-3,81 (-10,46; 2,43) Ba	-0,67 (-9,71; 4,33) Aa	0,0001
p-valor	0,3622	0,6104	0,7945	

Legenda: Letras distintas (maiúsculas na horizontal e minúsculas na vertical) indicam diferenças estatisticamente significativas ($p \leq 0,05$).

DISCUSSÃO

A avaliação do efeito de dentifrícios branqueadores contendo carvão ativado na cor do esmalte dentário bovino, após 6 e 12 meses de escovação simulada, demonstrou que os referidos dentifrícios não promoveram maior branqueamento dentário, quando comparados com o dentifrício de uso convencional.

Na Odontologia, a mensuração da cor dos dentes pode ser realizada mediante métodos subjetivos, como a comparação visual com guias de cores, ou por métodos quantitativos, como imagens digitais e espectrofotômetros, que fornecem a alteração de cor pelo sistema CIELAB^{37,38}. A avaliação adequada da cor é importante nas pesquisas de materiais odontológicos, no monitoramento da eficácia de agentes branqueadores e na prática clínica⁸².

Um material é considerado branco quando a sua reflectância, em toda a faixa de comprimento de onda visível, é constante e alta, perto do 100%. Esse tipo de comportamento espectral é traduzido no sistema CIELAB como uma alta luminosidade, parâmetro L*, e baixa saturação, parâmetros a* e b*, idealmente no zero⁸².

O parâmetro L* é quantificado em uma escala de 0 a 100 e refere-se à luminosidade, portanto, quanto maior o seu valor, mais claro será o objeto³⁷. No presente estudo, a maioria dos dentifrícios analisados promoveu aumento do valor de L*, incluindo o dentifrício de uso convencional. Além disso, após 12 meses de escovação, quando comparados os grupos, nenhum dentifrício diferiu estatisticamente em relação ao valor de L*. Esses achados podem ser explicados pela presença de agentes branqueadores mecânicos em todos os dentifrícios estudados, inclusive o de uso convencional.

O abrasivo sílica hidratada foi encontrado em todas as formulações estudadas, isolado ou associado à mica ou bicarbonato de sódio. Além da ação abrasiva para a remoção das manchas extrínsecas, os abrasivos também promoveram o polimento da superfície do esmalte e sua ação varia de acordo com o tamanho e formato das suas partículas, promovendo o aumento do brilho da superfície⁷¹. Assim, sugere-se que a presença dos abrasivos promoveu o polimento da superfície dos corpos de provas, influenciando positivamente o valor de L* em todos os grupos estudados.

Em relação ao parâmetro a^* , representado pelo eixo verde-vermelho do CIELAB, no qual o verde representa valores negativos e o vermelho valores positivos, espera-se que após o branqueamento dentário ocorra a sua redução⁷⁵. No presente estudo, após 6 meses de escovação, em apenas um grupo teste houve redução do parâmetro a^* , enquanto que, após 12 meses de escovação, a maioria dos grupos estudados apresentou diminuição desse parâmetro. Contudo, não houve diferenças estatísticas entre os grupos teste e controle, nos dois tempos estudados.

O parâmetro b^* representa o eixo de cor azul-amarelo, valores negativos estão associados ao azul e valores positivos, ao amarelo, sendo considerada sua redução o principal fator para o branqueamento dentário⁶⁸. Nesse estudo, em nenhum grupo houve diminuição do valor de b^* após 6 e 12 meses de escovação. Observou-se comportamento distinto entre os grupos nos tempos de escovação, pois em alguns grupos foi verificada alteração nos primeiros 6 meses, mantendo-se após 12 meses e, em outros grupos, não houve diferença desse parâmetro nos dois períodos de escovação. Assim, a presença do carvão ativado e dos abrasivos parece não ter influenciado positivamente esse parâmetro.

Apesar de alguns autores sugerirem que o parâmetro b^* do sistema CIELAB é o mais importante para percepção do branqueamento, sendo a sua redução desejável, assim como o aumento do parâmetro L^* e, com menor influência, a redução do parâmetro a^* ^{37,68}, a literatura é controversa em relação à influência dos parâmetros do CIELAB na percepção da alteração da cor, quando avaliados separadamente^{85,86,87}.

O ΔE representa a variação de cor de um mesmo objeto entre duas leituras, a partir dos parâmetros L^* , a^* e b^* ⁸² e, quanto maior o ΔE , maior a variação de cor⁷⁰. Somente após 12 meses de escovação, houve diferença de ΔE nos grupos estudados. O grupo GT1 apresentou a menor variação de cor, inclusive quando comparado com o grupo controle; por outro lado, o GT4 apresentou a maior variação de cor entre os grupos. A composição do dentifício utilizado para escovação deste último grupo apresentava o carvão ativado e dois agentes abrasivos, sílica hidratada e bicarbonato de sódio, além de um agente surfactante, lauril sulfato de sódio, e um agente anticálcico, o pirofosfato dissódico, que são agentes que também auxiliam no branqueamento dentário⁴³. Diante desses achados, parece que o carvão ativado não influenciou na capacidade de branqueamento dentário promovido pelos dentifícios.

Além disso, a capacidade abrasiva e, conseqüentemente, de remoção das manchas extrínsecas dos abrasivos está relacionada com a forma, tamanho e quantidade de suas partículas. Se a partícula abrasiva for muito grande, ela se torna ineficaz para remoção das manchas^{37,71}. Assim, tais características podem justificar as diferenças encontradas na análise da cor pelo ΔE dos grupos controle e testes, após 12 meses de escovação simulada.

Embora o ΔE seja importante para observar a variação da cor dos dentes, é desejável que ele não seja interpretado isoladamente, mas sim em conjunto com outros índices, que correlacionam a mudança da cor com a percepção de branquura, como o índice WI_D ⁸⁸ desenvolvido especificamente para a Odontologia e que tem o aumento do seu valor associado ao maior branqueamento⁸². Ao analisar o WI_D , observou-se que houve aumento do seu valor nos grupos GC, GT4, GT5 e GT6 após 12 meses de escovação, sendo o GT4 o único grupo que apresentou valores positivos do índice WI_D , concordando com o resultado encontrado na avaliação do ΔE do presente estudo. Contudo, não houve diferenças estatísticas entre os grupos teste e controle nos tempos de 6 e 12 meses de escovação. Assim, pode-se inferir que houve um branqueamento dentário nos grupos escovados com dentifrícios contendo carvão ativado, porém, esse branqueamento não superou o do dentifrício de uso convencional.

É importante ressaltar que, a partir da análise da fórmula do índice WI_D , é possível observar que esse índice pondera mudanças no parâmetro a^* , como a mais significativa para a percepção do branqueamento dentário, seguida pelo parâmetro b^* e com menor relevância o parâmetro L^* ⁸³. Apesar de a maioria dos estudos sobre cor associar a branquura, muitas vezes, às mudanças nos valores de b^* ^{37,38,68}, alguns autores acreditam que essa associação não é válida em todos os casos^{83,87}. Além disso, o índice WI_D demonstrou um desempenho comparável com o índice WIO ⁸², já sendo empregado para avaliação do efeito de dentifrícios branqueadores na Odontologia².

Os resultados do presente estudo podem ser justificados pela presença dos agentes mecânicos em todas as formulações de dentifrícios. Apesar do carvão ativado ter sido indicado pelos fabricantes com finalidade branqueadora devido à sua capacidade de adsorção de moléculas, não há consenso na literatura sobre sua eficácia. Além disso, a capacidade de remoção das manchas do carvão ativado é relacionada principalmente à uma ação abrasiva⁴, assim como os agentes abrasivos, sílica hidratada,

mica e bicarbonato de sódio, que também têm capacidade de remover as manchas extrínsecas por meio da ação mecânica⁴³.

Os presentes achados estão de acordo com um estudo *in vitro* realizado para comparar a eficácia na remoção de manchas no esmalte bovino de dois dentifrícios branqueadores naturais, um contendo carvão ativado e outro, sal marinho, com um dentifrício de uso convencional. Após o escurecimento dos corpos de prova com chá preto, foram realizados ciclos de escovação equivalentes a 4, 8 e 12 semanas, ficando demonstrado que o carvão ativado produziu efeito mínimo de branqueamento após 12 semanas de escovação em máquina de escovação. Os autores ressaltaram também que, apesar do efeito branqueador do carvão ativado ser atribuído à sua capacidade de adsorção de pigmentos da superfície do esmalte, a sílica hidratada presente no dentifrício promoveu a remoção das manchas por via mecânica⁸⁹.

Um estudo *in vitro* realizado com objetivo de avaliar o efeito de diferentes dentifrícios, contendo carvão ativado na cor do esmalte humano escurecido com clorexidina e chá, comparou um dentifrício de uso convencional e três dentifrícios contendo carvão ativado, após escovação com escova elétrica, simulando um período de 12 semanas e demonstrou que os dentifrícios contendo carvão ativado e o de uso convencional apresentaram resultados semelhantes⁷². Outro estudo *in vitro* que determinou o nível de branqueamento e abrasividade de dentifrícios branqueadores em dentes humanos permanentes, após escurecimento com café, analisou três dentifrícios, um de uso convencional e dois contendo carvão ativado. A escovação foi realizada simulando três escovações diárias por um período de um mês e meio. Os resultados também demonstraram que todos os dentifrícios utilizados tinham nas formulações abrasivos e o efeito branqueador não diferiu entre eles⁷³. Apesar de metodologias diferentes, tais achados também corroboram o resultado do presente estudo.

Estudo *in vitro* que avaliou o efeito branqueador em esmalte dentário bovino de um dentifrício contendo carvão ativado sob a forma de pó, comparando o seu efeito com o de um dentifrício de uso convencional e com o efeito promovido pelo clareamento com peróxido de carbamida a 10%, após 14 dias de escovação simulada, e do protocolo de clareamento, demonstrou que o carvão ativado não foi eficaz no branqueamento dentário⁵⁴.

Outro estudo *in vitro* que avaliou o efeito branqueador de diferentes tipos de agentes branqueadores, comparando o efeito do *blue covarine*, da sílica hidratada, de microesferas, do peróxido de hidrogênio e do carvão ativado, após escovação simulada em esmalte bovino, também concluiu que os dentífrícos com microesferas e *blue covarine* apresentaram melhores resultados que os dentífrícos contendo carvão ativado, sílica e peróxido de hidrogênio³.

Por outro lado, um estudo *in vitro* realizado com o objetivo de investigar a eficácia de um dentífríco branqueador contendo carvão ativado e um enxaguante bucal contendo carvão ativado e peróxido de hidrogênio, na alteração da cor do esmalte humano, apresentou resultado diferente. Após o escurecimento dos corpos de prova com café e randomização em quatro grupos divididos em água destilada, dentífríco de uso convencional, dentífríco contendo carvão ativado e dentífríco contendo carvão ativado associado a um enxaguante bucal com carvão ativado e peróxido de hidrogênio, foi realizada escovação simulada por um período de 90 dias com escova elétrica e os resultados demonstraram que a escovação com dentífríco branqueador contendo carvão ativado apresentou maior efeito branqueador do que o dentífríco de uso convencional⁹⁰.

Diante do exposto, observa-se que ainda não há consenso na literatura acerca do efeito da escovação com dentífrícos contendo carvão ativado sobre a cor dos dentes, bem como a utilização de diferentes metodologias têm dificultado a comparação entre os estudos. Assim, ainda são necessários mais estudos clínicos e laboratoriais que comprovem a eficácia do carvão ativado no branqueamento dentário.

CONCLUSÃO

Dentífrícos contendo carvão ativado e de uso convencional apresentaram efeitos semelhantes na promoção do branqueamento do esmalte dentário bovino após 6 e 12 meses de escovação simulada. A ação mecânica da sílica hidratada, isolada ou associada com outros abrasivos, parece justificar os resultados obtidos após escovação com os dentífrícos contendo carvão ativado.

5 DISCUSSÃO

5 DISCUSSÃO

Dentifrícios branqueadores contendo carvão ativado se tornaram uma tendência nos dias atuais, devido à sua ampla divulgação nas mídias sociais através de propagandas e influenciadores digitais. No entanto, ainda existem questões a serem esclarecidas sobre os dentifrícios contendo carvão ativado, como a falta de comprovação científica sobre seus efeitos na estrutura dentária, na alteração da cor e a interferência no efeito anticárie das formulações dos dentifrícios⁹¹. No presente estudo, dentifrícios contendo carvão ativado não promoveram perda de massa, não provocaram aumento da rugosidade da superfície do esmalte dentário bovino após 6 e 12 meses de escovação e apresentaram efeito branqueador semelhante ao do dentifrício de uso convencional.

A avaliação da abrasividade de dentifrícios pode ser realizada por medições das alterações da rugosidade e da massa dos espécimes e análise da superfície, utilizando microscopia por varredura (MEV), dentre outros⁵⁵. De acordo com os estudos revistos, o critério mais empregado para a avaliação da superfície dentária, após escovação com esses dentifrícios, é a determinação da rugosidade. No entanto, diferentes métodos são utilizados para essa finalidade, como o uso de perfilômetros^{7, 72, 73, 89, 91, 92}, interferometria de varredura⁹⁰ e rugosímetro^{53, 54}. No presente estudo, utilizou-se a combinação dos critérios de massa e rugosidade, utilizando balança analítica e rugosímetro, respectivamente. Os diferentes materiais e métodos dos estudos podem justificar os resultados discordantes encontrados.

Em relação à alteração de cor, os resultados observados nesse estudo demonstram que dentifrícios contendo carvão ativado apresentaram efeito semelhante no branqueamento dentário, quando comparados ao dentifrício de uso convencional, sendo esse efeito associado à presença de abrasivos em todas as formulações dos dentifrícios estudados, concordando com achados prévios da literatura^{72, 73, 89}.

Contudo, diferentes resultados são encontrados, alguns estudos demonstraram que dentifrícios contendo carvão ativado não apresentaram efeito branqueador ou não foram melhores do que outros agentes branqueadores^{3, 54}, enquanto outros observaram que dentifrícios contendo carvão ativado apresentaram maior efeito branqueador do que o de uso convencional^{90, 93}.

Apesar do método de avaliação da cor ser semelhante nos diferentes estudos, uma vez que utilizaram o espaço de cor CIELAB por meio do uso de espectrofotômetros, os estudos variaram bastante em relação ao tipo de esmalte dentário utilizado, tipo de escovação e forma de apresentação do dentifrício, dos corpos de prova e do tempo de escovação^{3,54,73, 89, 90}. Assim, as diferentes metodologias empregadas também podem justificar os resultados discordantes.

Diante do exposto, é possível observar que, além dos estudos não serem conclusivos sobre a eficácia da escovação com dentifrícios contendo carvão ativado no branqueamento dentário, as informações sobre o efeito dessas formulações sobre o esmalte dentário ainda são limitadas. Desta forma, é importante mais estudos que avaliem a ação do carvão ativado no esmalte dentário.

6 CONCLUSÃO

6 CONCLUSÃO

Dentifrícios contendo carvão ativado não promoveram perda de massa, nem aumento da rugosidade da superfície do esmalte dentário bovino, após 6 e 12 meses de escovação simulada, apresentando efeito branqueador semelhante ao do dentifrício de uso convencional. Os resultados obtidos parecem ser justificados muito mais pela presença dos abrasivos nas formulações, que promoveram o polimento da superfície do esmalte, do que pelo efeito branqueador do carvão ativado.

REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS

1. Casado BGS, Moraes SLD, Souza GFM, Guerra CMF, Souto-Maior JR, Lemos CAA, Vasconcelos BCE, Pellizzer EP. Efficacy of dental bleaching with whitening dentifrices: A systematic review. *Int J Dent*. 2018;7868531.
2. Schlafer S, Poulsen PN, Johansen J, Trap L, Leite FRM. The whitening effect of single brushing with blue-covarine containing toothpaste-A randomized controlled trial. *J Dent*. 2021 05:103559.
3. Vaz, VTP. Whitening toothpaste containing activated charcoal, blue covarine, hydrogen peroxide or microbeads: which one is the most effective? *J Appl Oral Sci*. 2019; 1-8.
4. Greenwall LH, Greenwall-Cohen J, Wilson NHF. Charcoal-containing dentifrices. *British Dent J*. 2019; 226(9):697-700.
5. Viana ÍEL, Weiss GS, Sakae LO, Niemeyer SH, Borges AB, Scaramucci T. Activated charcoal toothpastes do not increase erosive tooth wear. *J Dent*. 2021;109:103677
6. Brooks JK, Bashirelahi N, Reynolds MA. Charcoal and charcoal-based dentifrices. *JADA*. 2017;148(9):661-70.
7. Machla F, Mulic A, Bruzell E, Valen H, Stenhagen ISR. *In vitro* abrasivity and chemical properties of charcoal-containing dentifrices. *Biomater Investig Dent*. 2020 Nov 3;7(1):167-74
8. Alkhatib AJ, Alzaailay K. The Appropriate Use of Activated Charcoal in Pharmaceutical and Toxicological Approaches. *Biomed J Sci eTech Res*. 2018;5 (2):4407-9.
9. Morais RM. Produções de carvões ativados preparados a partir de diferentes materiais precursores. Seropédica (RJ). Dissertação [Mestrado em Ciências] - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 2017.
10. Ramos PH, Guerreiro MC, Resende EC de, Gonçalves, M. produção e caracterização de carvão ativado produzido a partir do defeito preto, verde, ardido (pva) do café. *Quim Nova*. 2009;32(5):1139-43.
11. Al-Qodah Z, Shawabkah R, Production and characterization of granular activated carbon from activated sludge. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*. 2009; 26(01): 127 – 36.
12. Suzuki M. *Adsorption Engineering*. Amsterdam: Elsevier. 1990: 25.
13. Colgate. The evolution of charcoal. Disponível em: <https://www.colgate.com/en-in/oral-health/cosmetic-dentistry/teeth-whitening/the-evolution-of-charcoal>. Acesso: 16 de julho de 2020
14. Andrade RC. Preparação e Caracterização de carvão ativado a partir de material alternativo lignocelulósico. Dourados (MS). [Dissertação] - Universidade Federal da Grande Dourado; 2014.
15. Olson KR. Activated charcoal for acute poisoning: one toxicologist's journey. *J Med Toxicol* 2010; 6: 190-8.
16. Zaini MAA, Mohamad NA. Activated charcoal for oral medicinal purposes: Is it really activated? *J App Pharm Sci*, 2015; 5 (10): 157-59.
17. Ming-Twang S, Lin-Zhi L, Zaini MAA, Zhi-Yong Q, Pei-Yee AY. Activated carbon for dyes adsorption in aqueous solution. In: *Advances in Environmental Research*. 2015; 36: 217-34.
18. Claudino A. Preparação de carvão ativado a partir de turfa e sua utilização na remoção de poluentes. Florianópolis (SC). [Dissertação]. Universidade Federal de Santa Catarina. 2003

19. Mohammad-Khah A, Ansari R. Activated charcoal: Preparation, characterization and Applications: A review article. *International Journal of ChemTech Research*. 2009. 1 (4): 859-64.
20. Mendes FMT et al. Um olhar sobre as possibilidades e gargalos para o desenvolvimento do mercado de carvão ativado brasileiro: Aspectos científicos e tecnológicos para o uso da biomassa residual como matéria-prima. *Inovativa*. 2017; 4 (18); 6-8.
21. Costa D, Costa PD de, Furmanski LM. Produção, caracterização e aplicação de carvão ativado de casca de nozes para adsorção de azul de metileno. *Revista Virtual de Química*. 2015;7(4):1272–85.
22. Pinto MVS, Silva DS, César A, Saraiva F. Obtenção e caracterização de carvão ativado /de caroço de buriti (*Mauritia flexuosa* L . f .) para a avaliação do processo de adsorção de cobre . *Acta Amazonia*. 2012;42:541-8.
23. Diaz E. et al. Comparison of adsorption properties of a chemically activated and a steam-activated carbon, using inverse gas chromatography. *Microporous and Mesoporous Materials*.2005; 82:173-81.
24. Dabrowski A. et al. Adsorption of phenolic compounds by activated carbon – a critical review. *Chemosphere*. 2005; 25: 1049-1070.
25. IUPAC. Comission on Colloid and Surface Chemistry Including Catalysis. *Pure Appl. Chem*. 1985; 57(4):.603-619.
26. Valencia CAV. Aplicação da adsorção em carvão ativado e outros materiais carbonosos no tratamento de águas contaminadas por pesticidas de uso agrícola. 2007. [Dissertação] Mestrado em Engenharia Metalúrgica – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007
27. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Brasil). Resolução nº 123, de 4 de novembro de 2016. Dispõe sobre os aditivos alimentares e coadjuvantes de tecnologia autorizados para uso em vinhos.
28. Morabito JA, Holman MR, Ding YS, Yan X, Chan M, Chafin D, et al. The use of charcoal in modified cigarette filters for mainstream smoke carbonyl reduction. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*. 2017;117–27.
29. Thamke MV, Beldar A, Thakkar P, Murkute S, Ranmare V, Hudwekar A. Comparison of bacterial contamination and antibacterial efficacy in bristles of charcoal toothbrushes versus noncharcoal toothbrushes: A microbiological study. *Contemp Clin Dent*. 2018;9(3):463-467.
30. Juurlink DN. Activated charcoal for acute overdose: A reappraisal. *Br J Clin Pharmacol*. 2016;81(3):482–7.
31. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Brasil). Resolução nº 107, de 5 de setembro de 2016. Altera a Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 199, de 26 de outubro de 2006, que dispõe sobre os medicamentos de notificação simplificada.
32. Azodo CC, Agbor AM. Gingival health and oral hygiene practices of schoolchildren in the North West Region of Cameroon. *BMC Res Notes*. 2015;4–9.
33. Câmara CA. Analysis of smile aesthetics using the SmileCurves digital template. *Dental Press Journal of Orthodontics*. 2020;25(1):80–8.
34. Armalaite J, Jarutiene M, Vasiliauskas A, Sidlauskas A, Svalkauskiene V. Smile aesthetics as perceived by dental students : a cross-sectional study. *BMC Oral Health* 2018;1–7.
35. Wang C, Lucas R, Smith AJ, Cooper PR. An in vitro screening assay for dental stain cleaning. *BMC Oral Health*. 2017;1–10.
36. Soares CNG; et al. Toothpastes containing abrasive and chemical whitening agents: Efficacy in reducing extrinsic dental staining. *Gen Dent*. 2015; 63(6), 24-28.
37. Joiner A, Luo W. Tooth colour and whiteness: A review. *J Dent*. 2017;67:3–10.

38. Awdah1 A Al, Al Hanouf Al Habdan1 GAB and WAB. The effect of bleaching toothpastes containing blue covarine on enamel color. *EC Dent Sci Res Articl.* 2017;4(15):127–33.
39. Tao D, Smith RN, Zhang Q, Sun JN, Philpotts CJ, Ricketts SR, et al. Tooth whitening evaluation of blue covarine containing toothpastes. *J Dent.* 2017;67:20-4.
40. Devila A, Lasta ADR, Ma LZ, Agnol D, Rodrigues-Junior SA. Efficacy and adverse effects of whitening dentifrices compared with other products : a systematic review and meta-analysis. *Oper Dent.* 2020; 45(2):77-90.
41. Cury JA. Dentifrícios: como escolher e como indicar. In: Cardoso, RJA, Gonçalves, EAN. *Odontopediatria prevenção.* 4. ed. São Paulo: Artes Médicas; 2002. 281-95
42. Vertuan M, de Souza BM, Machado PF, Mosquim V, Magalhães AC. The effect of commercial whitening toothpastes on erosive dentin wear in vitro. *Arch Oral Biol.* 2020;109: 1-4.
43. Epple M, Meyer F, Enax, J. A Critical review of modern concepts for teeth whitening. *Dent J.* 2019; 79(9):1-13.
44. Greenwall LH, Wilson N. Charcoal toothpastes. what we know so far. *The Pharmaceutical Journal.* 2017 9 (8): 1-8.
45. Kayombo CM, Mumghamba EG. Self-reported halitosis in relation to oral hygiene practices, oral health status, general health problems and multifactorial. characteristics among workers in ilala and temeke municipals , *International Journal of Dentistry.* 2017.
46. World Health Organization. *healthtopics: oralhealth* Geneve:WHO; 2015.
47. Cury JA, Caldarelli PG. Necessidade de revisão da regulamentação brasileira sobre dentifrícios fluoretados. *Rev Saúde Pública.* 2015.
48. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Brasil). Resolução nº 215, de 26 de julho de 2005. Brasília, DF: Anvisa, 2015.
49. Janardhana C, Rao GN, Sathish RS, Kumar PS, Kumar VA, Madhav MV. Study on defluoridation of drinking water using zirconium ion impregnated activated charcoals. *Indian Journal of Chemical Technology.* 2007;14(July):350–4.
50. Ramachandra SS, Dicksit DD, Gundavarapu KC. Charcoal brushes Work time restrictions. *Nat Publ Gr.* 2014;217(1):3.
51. Kalita, C; Choudhary, B; Saikia, AK; Saikia AK; Sarma, PC. Carie prevalence of school-going boys and girl according to cleaning methods and soft drink-taking frequency in diferente localities, and around Guwahati city. *Journ Ind. Socit. Pedond. Prevent. Dentistry.* 2016. 34 (3): 249-256.
52. Salunke S, Saha V, Ostbye T, Gandhi A, Phalgune D, Ogundare MO, Sable V. Prevalence of dental caries, oral health awareness and treatment-seeking behavior of elderly population in rual Maharashtra. *Indian Journal of dental Research.* 2019; 30(3):332-36.
53. Palandi SDS, Kury M, Picolo MZD, Coelho CSS, Cavalli V. Effects of activated charcoal powder combined with toothpastes on enamel color change and surface properties. *J Esthet Restor Dent.* 2020; 1-8.
54. Franco M, Uehara J, Meroni B, Zutton G, Cenci M. The Effect of a Charcoal-based Powder for Enamel Dental Bleaching. *Oper Dent.* 2020;0–5.
55. Singh RP, Sharma S, Logani A, Saha N, Singh S. Comparative evolution of tooth susbtance loss and its correlation with the abrasivity and chemical composition of different dentifrices. *Indian Journal of Dental.* 2016;27(6):630-36.

56. Torres VS, Lima MJP, Valdrighi HC, Campos EJ, Santamaria-Jr M. Whitening Dentifrices Effect on Enamel with Orthodontic Braces after Simulated Brushing. *Eur J Dent.* 2020;14(1):13-18.
57. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Brasil). Resolução nº 07, de 10 de fevereiro de 2015. Brasília, DF: Anvisa, 2015. Dispõe sobre os requisitos técnicos para a regularização de produtos de higiene pessoal, cosméticos e perfumes e dá outras providências.
58. Ferreira, S. Clareadores a base de carvão ativado? Cuidado. Disponível em: <http://cropla.org.br/noticias/nt/clareadores-dentais-a-base-de-carvao-cuidado>. Acesso: 27 de Julho de 2020.
59. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Brasil). Resolução nº- 88, de 29 de Junho de 2016. Aprova o regulamento técnico sobre materiais, embalagens e equipamentos celulósicos destinados a entrar em contato com alimentos e dá outras providências. Brasília, DF:2106.
60. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Brasil). Resolução nº 07, de 6 de março de 2013. Dispõe sobre a aprovação de uso de coadjuvantes de tecnologia para fabricação de produtos de frutas e de vegetais (incluindo cogumelos comestíveis). Brasília, DF: 2013.
61. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Brasil). Resolução nº 14, de 15 de março de 2012 Dispõe sobre os limites máximos de alcatrão, nicotina e monóxido de carbono nos cigarros e a restrição do uso de aditivos nos produtos fumígenos derivados do tabaco, e dá outras providências. Brasília, DF: 2012.
62. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Brasil). Portaria nº322, de 28 de Julho de 1997. Aprova as Normas Gerais para Produtos para Jardinagem Amadora, elaborada pela Comissão Técnica de Assessoramento na área de Saneantes, instituída pela Portaria Ministerial nº 1.277, de 14 de julho de 1995. Brasília, DF: 1997.
63. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Brasil). Resolução nº 48, de 16 de Março de 2006. Lista de Substâncias Proibidas em Cosméticos.
64. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Brasil). Resolução nº 3, de 20 de janeiro de 2012. Lista de Substâncias de Uso Restrito em Cosméticos.
65. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Brasil). Resolução nº 29, de 01 de junho de 2012. Lista de Conservantes Permitidos em Cosméticos.
66. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Brasil). Resolução nº 47, de 16 de março de 2006. Lista de Filtros Ultravioletas Permitidos em Cosméticos.
67. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Brasil). Resolução nº 44, de 09 de agosto de 2006. Lista de corantes permitidos em cosméticos. Brasília, DF: 2006
68. Tao D, Sun JN, Wang X, Zhang Q, Naeeni MA, Philpotts CJ, et al. In vitro and clinical evaluation of optical tooth whitening toothpastes. *J Dent.* 2017;67:25–8.
69. R Core Team (2021). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
70. Joiner a, Philpotts C, Alonso C, Ashcroft a, Sygrove N. A novel optical approach to achieving tooth whitening. *J Dent.* 2008. 36:8–14.
71. Lippert F. An introduction on toothpaste – its purpose, history and ingredients. *Monogr Oral Sci.* 2013;23:1-14.
72. Koc Vural U, Bagdatli Z, Yilmaz AE, Yalçın Çakır 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. *Clin Oral Investig.* 2021 Oct;25(10):5977-5985

73. Ghajari MF, Shamsaei M, Basandeh K, Galouyak MS. Abrasiveness and whitening effect of charcoal-containing whitening toothpastes in permanent teeth. *Dent Res J (Isfahan)*. 2021; 18:51.
74. Loveren CV, Duckworth RM. Anticalculus and whitening toothpastes. *Monogr Oral Sci*. 2013;23:61-74.
75. Shamel M, Al-Ankily M, Bakr M. Influence of different types of whitening tooth pastes on the tooth color, enamel surface roughness and enamel morphology of human teeth. *F1000Research*. 2019; 8(1764): 1-16.
76. Al- Zarea BK. Satisfaction with Appearance and the Desired Treatment to Improve Aesthetics. *International Journal of Dentistry*. 2013: 1-7.
77. Soares CNG; et al. Toothpastes containing abrasive and chemical whitening agents: Efficacy in reducing extrinsic dental staining. *Gen Dent*. 2015; 63(6), 24-28.
78. Vertuan M, de Souza BM, Machado PF, Mosquim V, Magalhães AC. The effect of commercial whitening toothpastes on erosive dentin wear in vitro. *Arch Oral Biol*. 2020;109.
79. Bauler, LD, Lima CS, Moraes RR. Charcoal-based dentifrices and powders analyses of product labels, Instagram engagement and altmetrics. *Braz Dent J*. 2021; 32 (2): 80-89.
80. Pecho OE, Ginhea R, Alessandretti R, Pérez MM, Della A. Visual and instrumental shade matching using CIELAB and CIEDE2000 color difference formulas. *Dent Mater. The Academy of Dental Materials*; 2015;32(1):82–92.
81. Westland S, Luo W, Li Y, Pan Q, Joiner A. Investigation of the perceptual thresholds of tooth whiteness. *J Dent. Elsevier*; 2017;67(7):S11–4.
82. Pérez Mdel M, Ghinea R, Rivas MJ, Yebra A, Ionescu AM, Paravina RD, Herrera LJ. Development of a customized whiteness index for dentistry based on CIELAB color space. *Dent Mater*. 2016;32(3):461-7.
83. Pan Q, Westland S, Ellwood R. Evaluation of colorimetric indices for the assessment of tooth whiteness. *J Dent*. 2018 Sep;76:132-136.
84. Perez MM, Pecho OE, Ghinea R, Pulgar R, Della Bona A. Recent Advances in Color and Whiteness Evaluations in Dentistry. *Cdent*. 2019; 1:23-29.
85. Chang JY, Chen WC, Huang TK, Wang JC, Fu PS, Chen JH, Hung CC. Evaluating the accuracy of tooth color measurement by combining the Munsell color. *Kaohsiung J Med Sci*. 2012; 28 (9): 490-4.
86. Bergesch V, Henrique F, Aguiar B, Turssi CP, Mantovani F, França G, et al. Shade changing effectiveness of plasdone and blue covarine - based whitening toothpaste on teeth stained with chlorhexidine and black tea. *Eur J Dent*. 2017; 11(4):432–7.
87. Sullivan C, Pan Q, Westland S, Ellwood R. A yellowness index for use in dentistry. *J Dent*. 2019;91:103244
88. Lins RBE, Rosalen PL, Lazarini JG, Martins LRM, Cavalli V. Assessment of a novel bleaching agent formula containing 35% hydrogen peroxide and titanium tetrafluoride: an in vitro study. *Braz Oral Res*. 2021; 35:66.
89. ElAziz RHA, Gadallah LK, Saleh RS. Evaluation of Charcoal and Sea Salt-Lemon-based Whitening Toothpastes on Color Change and Surface Roughness of Stained Teeth. *J Contemp Dent Pract*. 2022 Feb 1;23(2):169-75.
90. Dionysopoulos D, Papageorgiou S, Malletzidou L, Gerasimidou O, Tolidis K. Effect of novel charcoal-containing whitening toothpaste and mouthwash on color change and surface morphology of enamel. *J Conserv Dent*. 2020 Nov-Dec;23(6):624-631.

91. Greuling A, Emke JM, Eisenburger M. Abrasion Behaviour of Different Charcoal Toothpastes When Using Electric Toothbrushes. *Dent J (Basel)*. 2021;9(8):97.
92. Osmanaj N, Petersen S, Eisenburger M, Greuling A. Abrasion Behavior of Different Charcoal Toothpastes on Human Dentin When Using Electric Toothbrushes. *Dentistry Journal*. 2022;10(3):1-11.
93. Febriani M, Ferry JJ, Harwidatih AA, et al. Application of active charcoal as an ingredient of a natural bleaching teeth. *J Int Dental Med*. 2019;12 (4):. 1310-1321.

APÊNDICE - Artigo sobre a influência dos parâmetros CIELAB na percepção da cor após o uso de dentífrícios branqueadores publicado na revista *Brazilian Journal of Oral Sciences*

BJOS
Brazilian Journal of Oral Sciences

Volume 21
2022
e222812

Original Article

The influence of the CIELAB parameters on the perception of color after the use of whitening toothpastes

Natália Nascimento Odilon^{1*} , Rafaela Silva Oliveira¹, Max José Pimenta Lima² , Elisângela de Jesus Campos² 

¹Program of Interactive Process of Organs and Systems, Federal University of Bahia.
²Institute of the Science of Health, Federal University of Bahia.

Aim: To evaluate the influence of the parameters L*, a* b* on the variation of the color of bovine tooth enamel submitted to artificial darkening, after simulated brushing, with whitening toothpastes containing blue covarine. **Methods:** To undertake this study in vitro, 60 specimens (SP) were divided into 6 groups (n=10): control group (CGwater) and 5 test groups (GT1-Colgate Total 12, GT2-Oral-B 3D White Perfection, GT3-Colgate Luminous Instant White, GT4-CloseUp WhiteDiamond Attraction, GT5-Sorriso Xtreme White). The specimens were darkened with coffee and submitted to simulated brushing for 6, 12, and 24 months. The alteration in the color was evaluated using CIELAB parameters and the ΔL , Δa , Δb and ΔE were calculated. The data was analyzed through generalized linear models using the R program and considering a level of significance of 5%. **Results:** The parameters L*, a* and the ΔL , Δa obtained better results in the test group than in the control group. There were no statistical differences between CG and the test groups for the evaluation of the b* parameter. In the evaluation of the Δb , the GT3 differed statistically from the CG. In relation to the ΔE , all the group tests showed a variation in color statistically greater than that of the CG and the GT4 showed the greatest variation, not differing from the GT3 during the periods studied. **Conclusion:** The mechanical and optical whitening agents positively influenced the values L*a* and b*, as well as in its variations and in the ΔE . It is important to emphasize, however, that to analyze tooth whitening it is necessary to evaluate their parameters together.

Keywords: Color. Tooth. Toothpastes. Bleaching agents.

Corresponding author:
Natália Nascimento Odilon,
Av. Rector Miguel Calmon,
s/n, Daniela, Salvador-BA, CEP:
40110-902, 4ª andar, sala 413,
e-mail: natalia.od@gmail.com

Editor: Dr. Altair A. Del Bel Cury

Received: November 23, 2020
Accepted: June 11, 2021



<http://dx.doi.org/10.20246/bjos.v21.00.8662812>

1

Odilon NN, Oliveira RS, Lima MJP, Campos E de J. The influence of the CIELAB parameters on the perception of color after the use of whitening toothpastes. *Braz. J. Oral Sci.* 2021 Sep. 27; 21(00):e222812. Available from: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/bjos/article/view/8662812>.



Instituto de Ciências da Saúde
Programa de Pós Graduação
Processos Interativos dos Órgãos e Sistemas
Avenida Reitor Miguel Calmon s/n - Vale do Canela. CEP: 40110-100
Salvador, Bahia, Brasil

<http://www.ppgorgsistem.ics.ufba.br>