

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO ESTADO DO PARÁ
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA
MESTRADO PROFISSIONAL EM CLÍNICA ODONTOLÓGICA

CÍNTIA DE MELO SILVA SOUZA

**Influência do tipo de escova e da força de escovação no desgaste dental
erosivo**

Belém - PA

2019

CÍNTIA DE MELO SILVA SOUZA

Influência do tipo de escova e da força de escovação no desgaste dental erosivo

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Odontologia, Mestrado Profissional em Clínica Odontológica do Centro Universitário do Estado do Pará, para a obtenção de título de Mestre em Clínica Odontológica com ênfase em Prótese Dentária.

Área de Concentração: Prótese Dentária

Orientadora: Dr^a. Renata Antunes Esteves

Coorientadora: Dr^a. Paula Mendes Acatauassú Carneiro

Belém – PA

2019

Souza CMS. Influência do tipo de escova e da força de escovação no desgaste dental erosivo. Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Odontologia do Centro Universitário do Estado do Pará, para a obtenção de título de Mestre em Clínica Odontológica.

Banca Examinadora

Prof^a. Dr^a. Renata Antunes Esteves - Orientadora

Centro Universitário do Estado do Pará

Prof. Dr. Sandro Cordeiro Loretto

Centro Universitário do Estado do Pará

Prof^a. Dr^a. Eliane Bemerguy Alves

Universidade Federal do Pará

*Dedico este trabalho aos meus pais **Maria Cecília** e **João Emídio**, que com amor incondicional nunca mediram esforços para realizarem meus sonhos e sempre me ensinaram que a educação é a base de tudo. Obrigada por serem minha inspiração e meu exemplo de vida!*

*Ao meu marido, **Lyender**, por todo companheirismo, incentivo, paciência e amor durante todos esses anos, e principalmente nesta etapa. Você é a minha luz!*

AGRADECIMENTOS

À **Deus**, por permitir que tudo acontecesse na minha vida com a finalidade de evolução e que me guia e me mantém a fé.

Aos meus familiares, que torcem por mim e compartilham das minhas alegrias e conquistas, em especial ao meu marido **Lyender**, que nunca duvidou da minha capacidade, até quando eu duvidava, e aos meus pais **Maria Cecília** e **João Emídio** que mesmo estando geograficamente longe sempre se fizeram muito perto através dos conselhos e apoio. Obrigada por fazerem meus dias mais leves tornando esta conquista possível. Amo vocês!

Aos meus avós (*in memoriam*): **Wayne, Mário, Lourdes e Onofre**, que contribuíram para a formação do meu caráter e sempre me deram muito amor.

À minha “irmã” **Sussie**, pelo carinho e acolhimento no momento em que eu precisava recuperar as energias.

À minha sogra **Alenir**, pelo apoio, carinho e torcida nesta etapa e sempre.

Aos meus primos **Jefferson, Eliane e Júnior**, e meu tio avô **Manolo**, que me acolheram em São Paulo com muito carinho, cuidando e zelando pela minha segurança.

Aos meus amigos **Maria Luiza** e **Vitor**, e a “florzinha” **Clarice**, que sempre estiveram de braços abertos pra me receber por longos períodos em sua casa em São Paulo, me alegrando e apoiando durante minha etapa experimental.

Às minhas amigas de infância e da vida, **Ana Paula, Maria Luiza, Ana Carolina, Fernanda** e **Tati**, por zelarem pela nossa amizade e por tornarem especiais os momentos em que estamos juntas.

À minhas amigas de profissão e de coração, **Juliana, Carol** e **Bia**, pela paciência e apoio durante todo esse tempo.

A todos meus amigos da pós-graduação do programa de mestrado, MPCO, em especial a **Mariana** que sempre esteve disposta a me ajudar e aconselhar com a calma e tranquilidade tão típicas dela, e aos amigos da terceira turma **Tâmara, Ana Raquel, Naama** e **Diego**, pela convivência nestes dois anos.

À minha orientadora **Profa. Dra. Renata Antunes Esteves**, por me ensinar tanto, acreditar em mim e apoiar as minhas escolhas. Obrigada por sempre ter palavras acolhedoras e confortantes, foi fundamental nesta jornada.

À minha coorientadora **Paula Mendes Acatauassú Carneiro**, por todo o apoio e ensinamento, me guiando nesta pesquisa rumo ao laboratório de dentística da FOU SP, onde por muitos anos foi sua “casa”.

À **coordenação** e aos **professores** do programa de Mestrado Profissional em Clínica Odontológica do CESUPA por compartilharem conhecimento com tanta dedicação.

À **Letícia**, por todo o ensinamento, paciência desde o primeiro dia em que nos conhecemos. Muito obrigada por me receber na sua “casa” USP, e por ter dedicado o seu tempo e sua generosidade. Obrigada por compartilhar os dias difíceis e os dias divertidos durante nossa pesquisa.

Aos amigos do departamento de dentística da FOU SP, especialmente **Alana, Carlos, Olívia, Ítallo, Leonardo, Yael, Samuel** e **Sandra**, que me ajudaram muito durante a etapa experimental e fizeram que os dias de laboratório ficassem mais leves.

Ao querido **Sávio**, quem sempre esteve disponível a me ajudar, mesmo que a distância. Obrigada.

À **Profa. Dra. Taís Scaramucci Folin**, por me receber no Departamento de Dentística da Faculdade de Odontologia do Estado de São Paulo, que com delicadeza e dedicação me direcionou e ensinou durante todo o meu experimento.

À Universidade de São Paulo.

Em especial ao Centro Universitário do Pará, na pessoa do seu reitor, **Sérgio Fiuza de Mello Mendes**.

Resumo

O objetivo deste estudo *in vitro* foi avaliar a influência de escovas de dente manual de diferentes características e de duas cargas de escovação na microdureza e na perda de superfície de esmalte bovino pós ciclagem erosiva e abrasiva. Foram confeccionados espécimes de esmalte bovino (n=10) nas dimensões de 3x3mm, onde lesões erosivas iniciais foram feitas por ciclagem em ácido cítrico e distribuídos aleatoriamente em 10 grupos experimentais: A1- Colgate Slim Soft com 1,5N de carga; A2- Colgate Slim Soft com 3N de carga; B1- Curaprox 5460 com 1,5N de carga; B2- Curaprox 5460 com 3N de carga; C1- Oral B Indicator com 1,5N de carga; C2- Oral B Indicator com 3N de carga; D1- Johnson & Johnson Professional com 1,5N de carga; D2- Johnson & Johnson Professional com 3N de carga; E1- Sensodyne Repair & Protect com 1,5N de carga; E2- Sensodyne Repair & Protect com 3N de carga. A avaliação da microdureza foi realizada após desafio abrasivo. A perda de superfície foi avaliada por perfilometria ótica sem contato após ciclagem erosiva e abrasiva de 5 dias. Os resultados foram avaliados por análise de variância (ANOVA 2 fatores) e Teste de Tukey, com nível de significância de 5%. Concluiu-se que a microdureza foi influenciada pela carga, onde a maior carga evidenciou aumento da dureza ao remover a camada de esmalte amolecida. A perda de superfície foi influenciada pelas características das escovas e pela carga, sendo que as escovas macias promoveram menor perda de superfície.

Palavras-chave: Erosão dentária. Abrasão dentária. Escovação dentária. Microdureza. Perfilometria.

Abstract

The objective of this study was to evaluate, in vitro, the influence of manual toothbrushes with different characteristics and two brushing load on microhardness and surface loss of bovine enamel after erosive and abrasive cycling. Specimens of bovine enamel (n = 10) were made in 3x3mm dimensions, where initial erosive lesions were made by citric acid cycling and randomly distributed in 10 experimental groups: A1- Colgate Slim Soft with 1.5N load; A2- Colgate Slim Soft with 3N load; B1- Curaprox 5460 with 1.5 N load; B2- Curaprox 5460 with 3N of load; C1- Oral B Indicator with 1.5N load; C2- Oral B Indicator with 3N load; D1- Johnson & Johnson Professional with 1.5N load; D2- Johnson & Johnson Professional with 3N load; E1- Sensodyne Repair & Protect with 1.5N load; E2- Sensodyne Repair & Protect with 3N load. Microhardness evaluation was performed after abrasive challenge. Surface loss was assessed by non-contact optical profilometry after 5 days erosive and abrasive cycling. Results were evaluated by analysis of variance (ANOVA) and Tukey test, with a significance level of 5%. It was concluded that the microhardness was influenced by the load, where the higher load showed increased hardness when removing the softened enamel layer. Surface loss was influenced by brush characteristics and load, and soft brushes promoted less surface loss.

Keywords: Tooth erosion. Tooth abrasion. Toothbrushing. Microhardness. Profilometry.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 3.1 - Escova Colgate Slim Soft	19
Figura 3.2 - Escova Curaprox	19
Figura 3.3 - Escova Oral B	19
Figura 3.4 - Escova Johnson & Johnson	19
Figura 3.5 - Escova Sensodyne	19
Figura 3.6 - Fotomicrografia das cerdas da escova Slim Soft	21
Figura 3.7 - Fotomicrografia das cerdas da escova Curaprox	21
Figura 3.8 - Fotomicrografia das cerdas da escova Oral B	21
Figura 3.9 - Fotomicrografia das cerdas da escova Johnson & Johnson	21
Figura 3.10.A - Fotomicrografia das cerdas internas da escova Sensodyne	21
Figura 3.10.B - Fotomicrografia das cerdas externas da escova Sensodyne	21
Figura 3.11.A - Cortadeira automática	22
Figura 3.11.B - Secção de fragmentos de esmalte	22
Figura 3.11.C - Coroa após secção	22
Figura 3.12 - Polimento dos espécimes	23
Figura 3.12.A - Espécimes presos no dispositivo	23
Figura 3.12.B - Politriz	23
Figura 3.12.C - Cuba ultrassônica	23
Figura 3.13.A - Perfilômetro ótico	23
Figura 3.13.B e C - Marcação do espécime após leitura	23
Figura 3.14.A - Microdurômetro	24
Figura 3.14.B - Espécime em posição	24
Figura 3.14.C - Representação das endentações	24
Figura 3.15 - Delimitação da área teste	25
Figura 3.16 - Endentações na área teste erodida	25
Figura 3.17 - Espécimes fixados no dispositivo	27
Figura 3.18 - Máquina de escovação	27
Figura 3.19 - Escovas posicionadas na máquina de escovação	27
Figura 3.20 - Escova paralela à base dos espécimes	27
Figura 3.21 - Endentações na área teste abrasionada	28
Figura 3.22 - Área escaneada do espécime.....	30

Figura 3.23 - Superfície dos espécimes escaneados	30
Figura 4.1 - Médias de microdureza	31
Figura 4.2 - Médias de perda de superfície	32

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 - Delineamento experimental	18
Tabela 3.2 - Descrição das escovas de dente e suas características	20
Tabela 3.3 - Medidas das cerdas e tufo das escovas de dente	20
Tabela 3.4 - Sequência diária de ciclagem	29

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

cm	Centímetros
UPVC	Cloreto de polivinil não plastificado
CEUA	Comitê de Ética no Uso de Animais
F	Flúor
AmF	Fluoreto de amina
°C	Graus Célsius
J&J	Johnson & Johnson Professional
KHN	Microdureza Knoop
µm	Micrometros
ml	Mililitro
min	Minutos
N	Newtons
n	Número
PS	Perda de superfície
%	Por cento
pH	Potencial hidrogeniônico
ppm	Proporção por milhão
s	Segundos
USP	Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVOS	16
3 MATERIAIS E MÉTODOS	17
3.1 ASPECTOS ÉTICOS.....	17
3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	17
3.3 CARACTERÍSTICAS DAS ESCOVAS DENTAIS.....	19
3.4 OBTENÇÃO DOS DENTES E PREPARO DOS ESPÉCIMES.....	22
3.4.1 Seleção e padronização dos espécimes	23
3.4.2 Delimitação da área teste	24
3.4.3 Erosão inicial	25
3.5 GRUPOS EXPERIMENTAIS.....	26
3.6 ABRASÃO	26
3.7 ENSAIO DE MICRODUREZA	27
3.8 CICLAGEM EROSIVA E ABRASIVA	28
3.9 ENSAIO DE PERFILOMETRIA	29
3.10 ANÁLISE ESTATÍSTICA	30
4 RESULTADOS.....	31
5 DISCUSSÃO	33
6 CONCLUSÃO	39
REFERÊNCIAS.....	40

1 INTRODUÇÃO

O aumento da qualidade de vida nos últimos anos, associado às políticas de prevenção, resultou na diminuição do desenvolvimento da doença cárie e da doença periodontal, promovendo uma manutenção de maior número de dentes (HARA *et al.*, 2009; HELLYER, 2011). No entanto a permanência destes elementos dentários por mais tempo, associada à mudança na dieta, com grande consumo de bebidas e alimentos ácidos, especialmente em países desenvolvidos, aumenta o risco de desgaste dentário erosivo (O'TOOLE *et al.*, 2017; ARNADOTTIR *et al.*, 2010). O desgaste dentário tem etiologia multifatorial, sendo uma condição comum na população mundial nos dias atuais, segundo revisão sistemática, sua incidência em adultos é de 3% para a idade de 20 anos e 17% na idade de 70 anos (VAN'T SPIJKER *et al.*, 2009) e, esta condição não sendo tratada, ao longo do tempo poderá influenciar no estado de saúde-oral comprometendo a longevidade dos dentes e a qualidade de vida do paciente (BARTELETT, 2016).

A erosão dentária, um dos fatores etiológicos do desgaste dentário, é definida como resultado físico de perda localizada, crônica, progressiva e irreversível de tecido mineral dentário, apresentando como principal causa o processo químico de ácido, sem envolvimento bacteriano, e não diretamente relacionados a fatores traumáticos ou cárie dentária (MAFLA *et al.*, 2017; HARA e ZERO, 2014; LUSSI *et al.*, 2014). O contato frequente de ácidos erosivos, de origem extrínseca e/ou intrínseca, com os dentes, faz com que a superfície dentária comece a se dissolver. No esmalte a propagação destes ácidos pelos espaços interprismáticos, resulta em perda mineral parcial, causando aumento da porosidade e redução da dureza de sua camada externa, um amolecimento denominado “camada amolecida”, a qual apresenta uma profundidade entre 0,2µm e 5µm ficando altamente suscetível a forças físicas (VORONETS e LUSSI, 2010; ATTIN *et al.*, 2000). Esta camada amolecida pode ser removida ao receber impactos mecânicos frequentemente presentes no meio bucal, como a abrasão por escovação. Desta forma, quando ocorre uma associação entre ataque ácido e impactos mecânicos, a perda de estrutura dental se intensifica, isso porque o dente sofre um desgaste químico-mecânico, denominado de desgaste erosivo (SHELLIS e ADDY, 2014).

Existem muitos fatores que individualmente ou em sinergia impactam na severidade do desgaste dentário, o qual é facilitado pela erosão inicial de uma

exposição ácida, mesmo que de maneira breve (LIPPERT *et al.*, 2017). Clinicamente, a perda irreversível da estrutura dentária acontece se a exposição ácida for prolongada (LUSSI *et al.*, 2004), e aumenta, se outros fatores forem introduzidos, como a abrasão da escovação (ATTIN *et al.*, 2000), que pode aumentar esta perda em 50% (EISENBURGER *et al.*, 2003). A escovação é considerada o método mais comum para manter a boa higiene bucal e periodontal, desempenhando um papel importante na remoção da placa bacteriana e detritos alimentares. A American Dental Association recomenda que ela seja feita duas vezes ao dia, porém, mesmo com seus benefícios para a manutenção da saúde oral, um efeito adverso considerado é seu potencial de desgaste abrasivo (MAGALHÃES *et al.*, 2014). A abrasão causada pela escovação pode ser definida por vários fatores, como a concentração e abrasividade do creme dental, tipo de escova de dente, frequência e força a ela aplicada (WIEGAND *et al.*, 2009; VORONETS *et al.*, 2008).

O aumento da força associada à escovação pode estar relacionado com a remoção da camada desmineralizada, colaborando com o desenvolvimento do desgaste dentário (WIEGAND *et al.*, 2007; PARRY *et al.*, 2008). Embora haja pouca dúvida da correlação entre a abrasividade do creme dental e o desgaste erosivo, ainda não está claro o papel das características das escovas de dente na perda de superfície dentária, para tanto, faz-se necessário conhecer suas propriedades, como sua rigidez, módulo de elasticidade das cerdas, número e diâmetro de tufo, quantidade de cerdas por tufo e diâmetro da cerda, para que seja possível melhorar a compreensão da sua real atuação como um cofator (MANLY e FOSTER, 1966).

Atualmente um grande número de escovas de dente de diferentes marcas e características está disponível no mercado, no entanto, a comparação de abrasividade entre elas é ainda incipiente. A indicação clínica, principalmente à pacientes diagnosticados com desgaste dentário, tem sido feita baseada apenas na rigidez da escova de dente, sem levar em consideração outras características da escova (WIEGAND *et al.*, 2013; BUZALAF *et al.*, 2015). É certa a existência de um grupo de risco para desgaste dentário erosivo, compreendido por pessoas com dieta ácida e com hábitos que causam impactos mecânicos (SCHLUETER e TVEIT, 2014). Assim, medidas preventivas e moderadoras para minimizar a perda de estrutura dentária, e proporcionar melhor qualidade da saúde oral, devem ser tomadas pelo cirurgião-dentista, as quais podem incluir orientação dietética e orientações aos hábitos de higiene oral, como correta seleção da escova de dente para este grupo de risco.

Com o desgaste dentário cada vez mais prevalente, e considerando que a escovação pode remover a camada amolecida pelo desafio erosivo, é importante analisar os efeitos de diferentes escovas de dente e da força aplicada à escovação na progressão da perda de estrutura dentária, para que de maneira mais segura o profissional possa fazer a indicação e orientação ao seu paciente.

2 OBJETIVOS

Este estudo teve como objetivos:

1. Avaliar a microdureza do esmalte bovino erodido, após desafio abrasivo por escovas de dente com diferentes características;
2. Avaliar a microdureza do esmalte bovino erodido, após desafio abrasivo com duas cargas em cinco escovas diferentes;
3. Avaliar a perda de superfície, no esmalte bovino, submetido à ação de escovas dentais manuais com diferentes características após ciclagem erosiva e abrasiva;
4. Avaliar a perda de superfície, no esmalte bovino, de duas cargas diferentes de escovação após ciclagem erosiva e abrasiva com cinco escovas diferentes.

As seguintes hipóteses nulas foram formuladas:

1. A microdureza após desafio abrasivo no esmalte bovino erodido não é influenciada pela característica da escova dental manual;
2. A microdureza após desafio abrasivo no esmalte bovino erodido não é influenciada pela carga aplicada à escovação;
3. A perda de superfície em esmalte não é influenciada pela característica das escovas dentais manuais;
4. A carga empregada durante a escovação não influencia na perda de superfície de esmalte.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 ASPECTOS ÉTICOS

O ensaio laboratorial do presente estudo foi realizado na Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo. Desta forma, inicialmente o projeto de pesquisa foi submetido ao Comitê de Ética no uso de Animais da Universidade Estadual de São Paulo (CEUA-USP), onde obteve a isenção de sua análise (parecer nº 023/2019), por envolver o uso de 60 dentes bovinos extraídos de animais abatidos em frigorífico.

3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Este estudo seguiu um delineamento experimental aleatorizado, contendo dois fatores experimentais:

1 Características das escovas dentais:

A) Colgate Slim Soft. Colgate Sanxiao CO. LTD, Guangling, China;

B) Curaprox 5460. Curaden AG, Suíça;

C) Oral B Indicator. Procter & Gamble do Brasil S.A., Manaus – AM, Brasil;

D) Johnson & Johnson Professional. Johnson & Johnson Industrial Ltda, São José dos Campos – SP, Brasil;

E) Sensodyne Repair & Protect. Shumei Industrial Co., Cang Zhou City, Hebei Province, China.

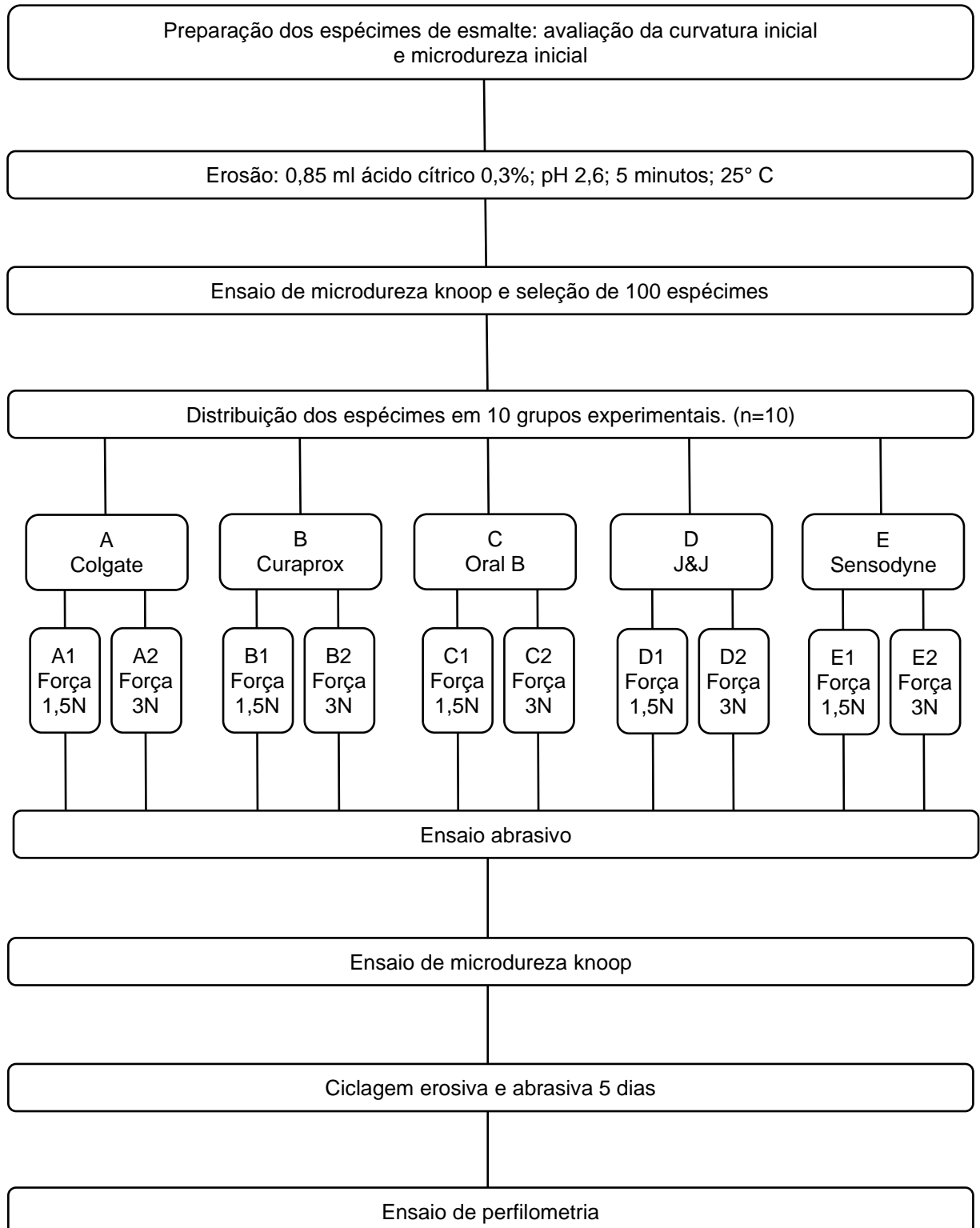
2 Força aplicada à escovação:

A) 1,5 Newtons (N);

B) 3,0 Newtons (N).

Foram utilizados espécimes de esmalte (n=10) Bizhang *et al.* (2016), obtidos a partir de incisivos bovinos, testados em um modelo de ciclagem erosiva e abrasiva. As variáveis respostas consideradas foram: a alteração de microdureza (KHN) realizada após ensaio abrasivo e a perda de superfície (em μm), medida ao final da ciclagem erosiva e abrasiva com um perfilômetro ótico sem contato.

Tabela 3.1 - Delineamento experimental



Fonte: Próprio autor (2019).

3.3 CARACTERÍSTICAS DAS ESCOVAS DENTAIS

As escovas dentais são apresentadas pelas figuras 3.1 a 3.5, cujas características em relação à altura das cerdas, número de tufos e cerdas por tufo, foram confirmadas por análise com lupa estereoscópica com aumento de 50x (Miview Microscope DM130U, China) (Tabela 3.2).

Figura 3.1 - Colgate Slim Soft



Figura 3.2 - Curaprox



Figura 3.3 - Oral B



Fonte: Próprio autor (2019).

Figura 3.4 - Johnson & Johnson

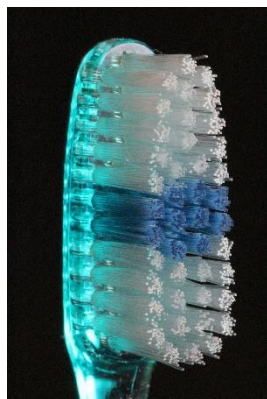


Figura 3.5 - Sensodyne



Fonte: Próprio autor (2019).

Tabela 3.2 - Descrição das escovas de dente e suas características

Escova	Rigidez	Cerdas	Altura cerdas	N. Tufos	Cerdas/tufo	Total cerdas
Colgate Slim Soft	Macia	Plana	12mm	32	36	1152
Curaprox	Ultra macia	Plana	9mm	39	156	6084
Oral B	Macia	Planas, arredondadas, polidas	11mm	30	60	1800
J&J	Média	Fabricante não informa	11mm	43	32	1376
Sensodyne	Extra macia	Cilíndricas/afuniladas Retangulares	11,7mm externas 9,5mm internas	20 13	80 103	Externas 1600 Internas 1339 Total 2939

Fonte: Próprio autor (2019).

A avaliação do diâmetro das cerdas e área do tufo foram realizadas no microscópio ótico de varredura (MEV) FEG 650 (FEI, Oregon, EUA) no Laboratório de Caracterização Tecnológica, do Departamento de Engenharia de Minas e Petróleo da Escola Politécnica da USP. O microscópio foi utilizado em alto vácuo e ótica eletrônica com operação de 10.00 kV. Foram capturadas eletromicrografias nos aumentos de 100x.

Tabela 3.3 - Medidas das cerdas e tufos das escovas de dente obtidas através do MEV

Escova	Diâmetro/ área cerda	Área do Tufo
Colgate Slim Soft	0,096 mm	1.797 mm
Curaprox	0,106 mm	3,398 mm
Oral B	0,148 mm	2,717 mm
J&J	1,893 mm	3,488 mm
Sensodyne	interna 0,012 mm externa 0,069 mm	interna 3,070 mm externa 2,823 mm

Fonte: Próprio autor (2019).

As escovas foram cortadas na altura de suas cabeças e fixadas em *stubs* com o auxílio de fita dupla face de carbono e foram levadas à metalizadora para o

recobrimento com uma camada de platina para a análise em MEV (Figuras 3.6 a 3.10.B).

Figura 3.6- Fotomicrografia obtida em MEV das cerdas da escova Slim Soft.

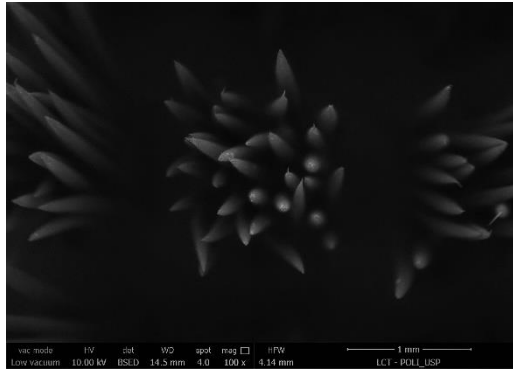
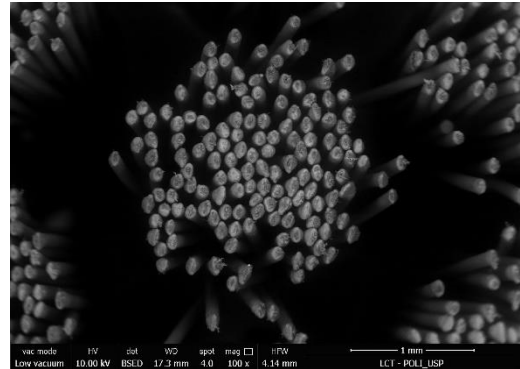


Figura 3.7- Fotomicrografia obtida em MEV das cerdas da escova Curaprox.



Fonte: Próprio autor (2019).

Figura 3.8- Fotomicrografia obtida em MEV das cerdas da escova Oral B.

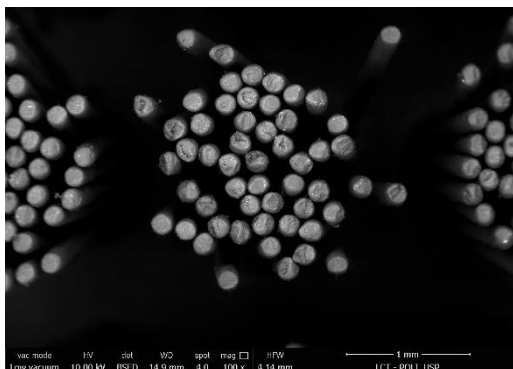


Figura 3.9- Fotomicrografia obtida em MEV das cerdas da escova J&J.

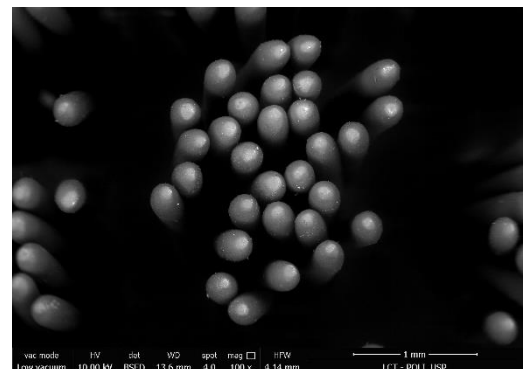
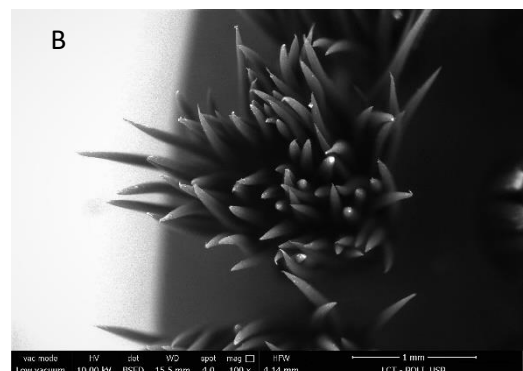
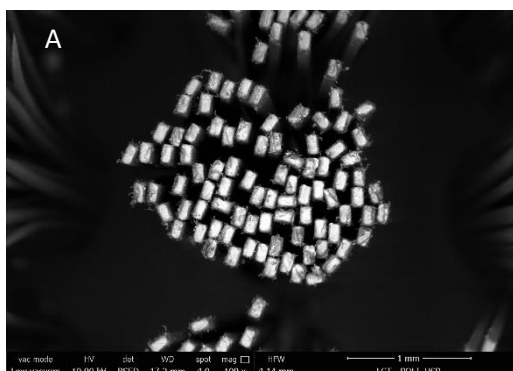


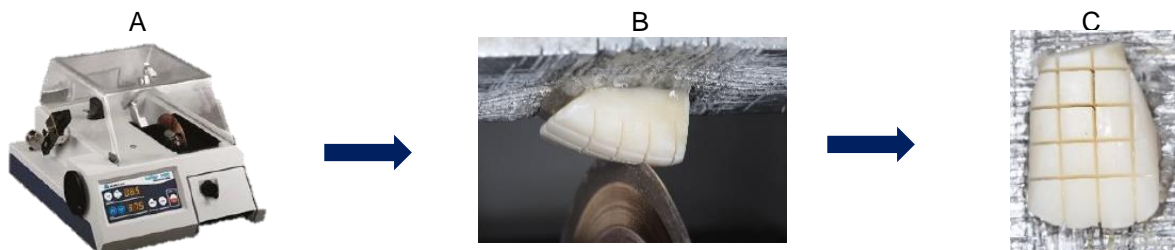
Figura 3.10- Fotomicrografia obtida em MEV da escova Sensodyne; A) cerdas internas; B) cerdas externas



3.4 OBTENÇÃO DOS DENTES E PREPARO DOS ESPÉCIMES

Foram utilizados 60 incisivos bovinos recém-extraídos, obtidos de animais jovens, com idade média de 3 anos. Inicialmente os dentes foram submersos por uma semana em solução de timol 0,1% (A Fórmula, Belém, PA, Brasil) e posteriormente limpos com o auxílio de curetas periodontais (Duflex, SS White, Rio de Janeiro, RJ, Brasil), e, em seguida, submetidos à profilaxia com pedra pomes (SS White, Rio de Janeiro, RJ, Brasil) e água, utilizando uma escova de Robinson (KG Sorensen, Barueri, SP, Brasil) conectada a baixa rotação e seguido de lavagem com água destilada. Posteriormente, os incisivos foram seccionados no sentido transversal no limite amelocementário para a separação de coroa e raiz, com uma máquina de corte (Labicut 1010, Extec, Enfield, CT, EUA). Fragmentos de esmalte, com 3mm de largura por 3mm de comprimento, foram seccionados das coroas utilizando uma cortadeira automática de alta precisão (Isomet, Buehler, Lake Bluff, IL, USA), sob refrigeração (Figuras 3.11 A, B e C).

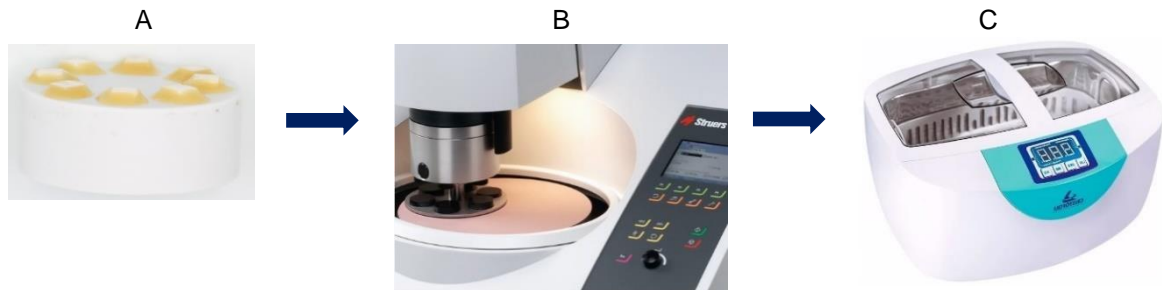
Figura 3.11 - A) Cortadeira automática. B) Secção para obtenção de fragmentos de esmalte (3 x 3mm). C) Coroa após secção.



Fonte: Próprio autor (2019).

Os fragmentos de esmalte foram presos, com cera pegajosa (Asfer Indústria Química Ltda., São Paulo, Brasil) em um dispositivo acrílico, e em seguida planificados e polidos em politriz semi-automática (Tegramin, Struers Inc., Cleveland, Ohio, USA), com discos abrasivos de carbureto de silício, sob refrigeração com água abundante, realizada de acordo com a seguinte sequência de granulação: 800, 2400, 4000 (Struers Inc.). Com o objetivo de remover os resíduos do polimento, os espécimes foram levados ao Ultrasson Cleaner (Odontobras, Brasil) por 3 minutos em água deionizada entre cada troca de lixa e ao final do polimento (Figura 3.12 A, B e C).

Figura 3.12 – Polimento dos espécimes. A) Espécimes presos ao dispositivo com cera pegajosa. B) Politriz para planificação e polimento dos espécimes. C) Cuba ultrassônica para remoção de resíduos.

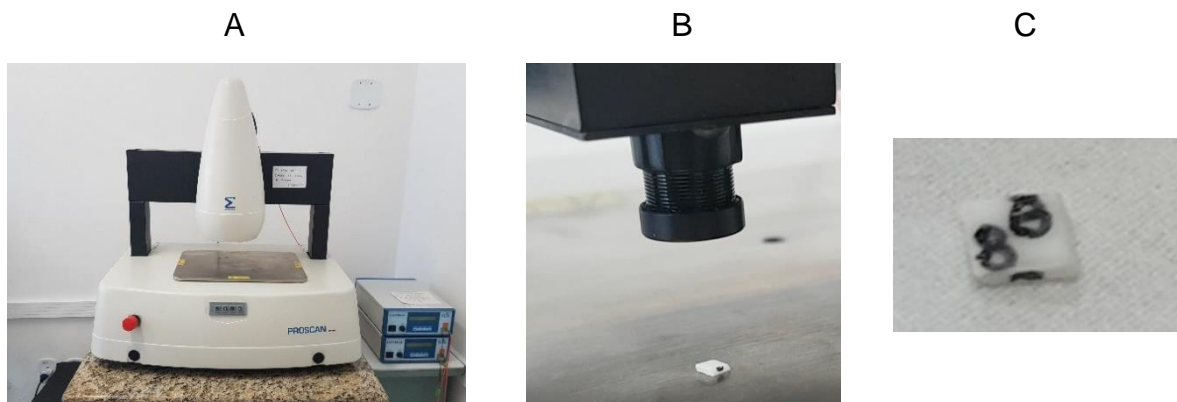


Fonte: Próprio autor (2019).

3.4.1 Seleção e padronização dos espécimes

A obtenção de espécimes planos é essencial para correta análise nos equipamentos de perfilometria ótica e microdureza, assim uma análise do perfil inicial em perfilômetro ótico 3D (PROSCAN 2100 3D; Scantron, Taunton, UK) foi realizada, em que apenas espécimes com curvatura de até $0,3\mu\text{m}$ foram selecionados. Os espécimes foram marcados com caneta permanente na lateral voltada para frente do pesquisador, assim como em seu verso com um número identificador, para assegurar recolocação em posição correta no equipamento para sua análise final (Figura 3.13.A, B e C).

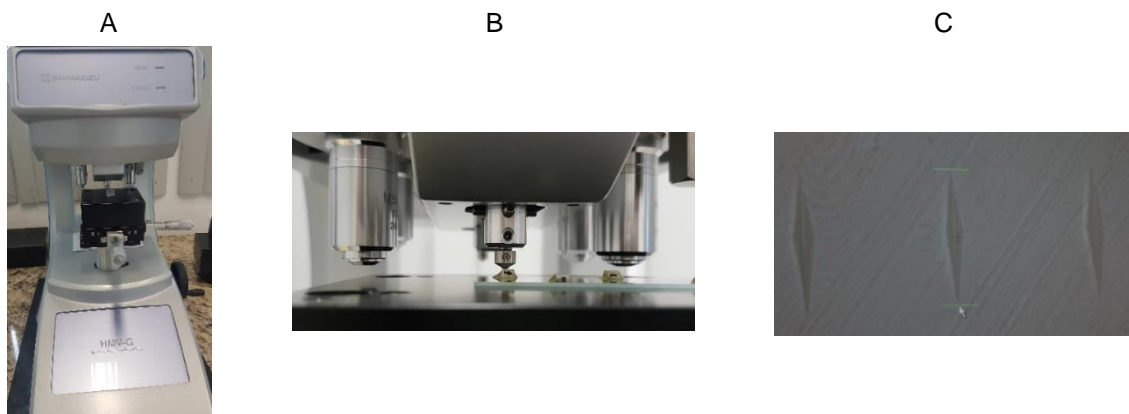
Figura 3.13 A) Perfilômetro Ótico 3D. B e C) Marcação do espécime após leitura no Perfilômetro.



Fonte: Próprio autor (2019).

Os espécimes selecionados pela perfilometria tiveram sua microdureza superficial mensurada, a fim de padronizar a dureza do substrato após a sequência de polimento. Para a avaliação da microdureza superficial inicial, os espécimes foram cuidadosamente presos, para que ficassem com sua superfície paralela ao solo e perpendiculares ao longo eixo do penetrador, com cera pegajosa a uma lâmina de vidro para microscopia, e sua microdureza superficial inicial (baseline) foi obtida com o microdurômetro (HMV-2000 Shimadzu Corporation, Tokio, Japão) acoplado a um computador com software específico, utilizando um penetrador com carga estática de 50 gramas, aplicada por 15 segundos (SCARAMUCCI *et al.*, 2012). Três endentações foram realizadas paralelamente, a uma distância de 100µm entre si, na região superior esquerda (Figura 3.14 A, B e C), a 500µm da borda . Para cada bloco de esmalte, foram obtidas as médias aritméticas das três endentações, utilizando como padrão a dureza Knoop. A média da microdureza knoop superficial (KHN) inicial dos espécimes foi 267, sendo selecionados apenas os espécimes com valores que não variaram em 10% para mais e para menos da média.

Figura 3.14 - A) Microdurômetro. B) Espécime em posição. C) Representação das endentações.



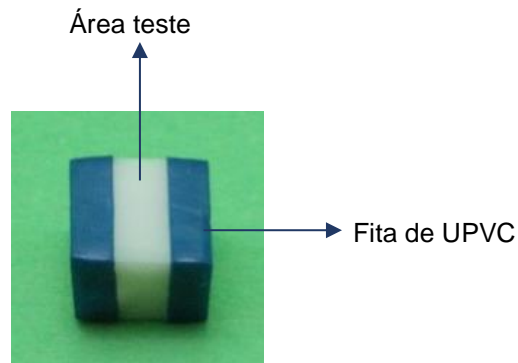
Fonte: Próprio autor (2019).

3.4.2 Delimitação da área teste

Para a delimitação da área teste, os espécimes receberam duas fitas adesivas (UPVC tape – Graphic Tape, Chartpak, Leeds, EUA) em sua superfície, deixando exposta aos testes uma área central de aproximadamente 3,0mm de altura por 1,5mm de largura (Figura 3.15). As áreas protegidas pelas fitas adesivas, que tem a característica de ser ácido resistente, representam as áreas de referência inicial, que

será fundamental para a determinação da perda de superfície durante o teste de perfilometria.

Figura 3.15 - Delimitação da área teste

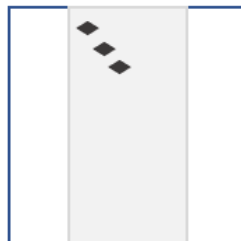


Fonte: Próprio autor (2019).

3.4.3 Erosão inicial

Para a erosão inicial os espécimes foram fixados com cera pegajosa em dispositivos acrílicos para a realização do desafio erosivo. Esses dispositivos foram imersos em recipientes contendo 0,85ml de solução de ácido cítrico 0,3% com pH natural de aproximadamente 2,6, por 5 minutos. Posteriormente, foram lavados com água destilada e o excesso foi removido com papel absorvente. Os espécimes tiveram as fitas adesivas removidas, foram presos a lâmina de vidro, como descrito anteriormente e, então, avaliados quanto a sua microdureza por meio de três endentações na área teste delimitada, em sua região superior esquerda (Figura 3.16), obtendo média de 211. Em seguida foram aleatorizados nos grupos experimentais (n=10). Posteriormente os espécimes receberam novamente as fitas adesivas e foram preparados para a abrasão.

Figura 3.16- Endentações na área teste erodida



Fonte: Próprio autor (2019).

3.5 GRUPOS EXPERIMENTAIS

Cem espécimes de esmalte bovino foram divididos aleatoriamente nos 10 grupos experimentais (n=10).

Grupo A- Colgate Slim Soft:

- A1- força 1,5N;
- A2- força 3N.

Grupo B- Curaprox:

- B1- força 1,5N;
- B2- força 3N.

Grupo C- Oral B:

- C1- força 1,5N;
- C2- força 3N.

Grupo D- Johnson & Johnson:

- D1- força 1,5N;
- D2- força 3N.

Grupo E- Sensodyne:

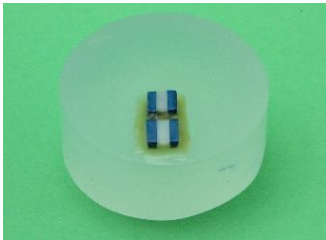
- E1- força 1,5N;
- E2- força 3N.

3.6 ABRASÃO

Para a abrasão os espécimes foram fixados com cera pegajosa em dispositivos acrílicos, centralizados e colocados na mesma altura, para que as cerdas das escovas envolvessem igualmente todos eles (Figura 3.17), dentro de seu grupo experimental de escova e carga. A escovação foi realizada em uma máquina de escovação (Máquina de Escovação XY, Biopdi, São Carlos, Brasil) (Figura 3.18). As escovas tiveram seus cabos cortados, ficando com apenas 3cm de cabo até a cabeça para permitir um adequado posicionamento na máquina referida (Figura 3.19), de maneira que suas cabeças ficassem paralelas as bases que continham os espécimes, os quais foram submetidos a 45 ciclos de escovação, correspondente a 15 segundos, com movimentos apenas no eixo X (Figura 3.20). O dentífrico Elmex Anti-cáries (AmF, 1400 ppm F-, Colgate-Palmolive, Osasco, SP, Brasil) foi utilizado para a formação de uma suspensão de dentífrico/saliva artificial (SCARAMUCCI *et al.*, 2011) na proporção de 1:3 (LAGERWEIJ *et al.*, 2006), sendo 1 parte de dentífrico misturada

com 3 partes de saliva artificial, que foi preparada imediatamente antes da sua utilização. Após os 15 segundos de escovação, os espécimes permaneceram imersos nessa suspensão, totalizando 2 minutos de exposição, e após este tempo foram lavados com água destilada, para a remoção da suspensão e secos com papel absorvente. Em seguida, tiveram as fitas removidas, e os espécimes foram preparados para avaliação de microdureza, conforme descrito anteriormente.

Figura 3.17 - Espécimes fixados no dispositivo.



Fonte: Próprio autor (2019).

Figura 3.18 - Máquina de escovação.



Figura 3.19 - Escovas posicionadas na máquina.



Figura 3.20 - Escova paralela à base dos espécimes.

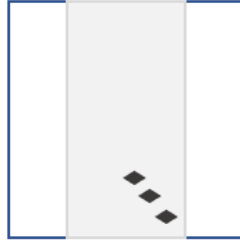


Posteriormente, as fitas foram mais uma vez coladas nos espécimes e estes fixados novamente nos dispositivos acrílicos para a etapa de ciclagem erosiva e abrasiva.

3.7 ENSAIO DE MICRODUREZA

Com o objetivo de avaliar a dureza após a abrasão da camada superficial amolecida do esmalte causada pela erosão inicial, foi proposto o teste de microdureza. Os valores foram obtidos através das médias das três endentações, seguindo os mesmos parâmetros descritos na padronização dos espécimes, onde, desta vez, as endentações foram realizadas na região inferior direita da área teste (Figura 3.21).

Figura 3.21 - Endentações na área teste abrasionada



Fonte: Próprio autor (2019).

3.8 CICLAGEM EROSIVA E ABRASIVA

Ciclagem erosiva e abrasiva de 5 dias foi realizada para cada carga. Cada dia de ciclagem consistiu em 4 imersões em ácido cítrico a 0,3% (pH=2,6) por 5 minutos (LIPPERT *et al.*, 2017), seguido por imersão em saliva artificial por 1 hora. Logo após o primeiro e último desafio erosivo, os espécimes foram submetidos ao desafio abrasivo na máquina de escovação (Máquina de Escovação XY, Biopdi, São Carlos, Brasil), como os mesmos critérios de ciclos e tempo descrito anteriormente, bem como a utilização da suspensão dentifrício saliva, onde ao final de cada escovação, os espécimes foram lavados com água destilada para a remoção da suspensão e continuação da ciclagem.

Ao final de cada dia de ciclagem, os espécimes foram armazenados em umidade relativa a 4^oC. A solução erosiva foi trocada a cada exposição, bem como a água destilada e a saliva foi renovada ao final de cada dia de ciclagem. A tabela 3.3 mostra a sequência diária da ciclagem.

Tabela 3.4 - Sequência diária de ciclagem

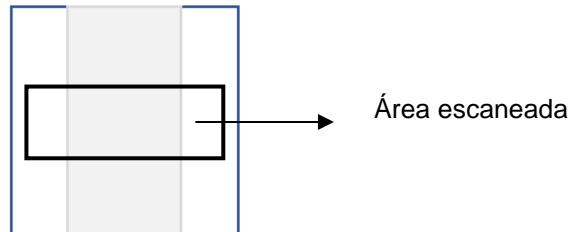
Passos	Sequência	Procedimentos
1	Desafio erosivo	5 mim (ácido cítrico 0,3%)
	Escovação	15s (2 min de exposição à suspensão)
	Remineralização	Saliva artificial (60 min)
2	Desafio erosivo	5 mim (ácido cítrico 0,3%)
	Remineralização	Saliva artificial (60 min)
3	Desafio erosivo	5 mim (ácido cítrico 0,3%)
	Remineralização	Saliva artificial (60 min)
4	Desafio erosivo	5 mim (ácido cítrico 0,3%)
	Escovação	15s (2 min de exposição à suspensão)
	Remineralização	Saliva artificial (60 min)

3.9 ENSAIO DE PERFILOMETRIA

Ao final da ciclagem as fitas adesivas foram removidas das superfícies dos espécimes para avaliação da perda de superfície (PS) por meio de um perfilômetro ótico (Proscan 2100, Scantron, Venture Way, Tauton, UK). Uma área de 2,5 mm de largura (eixo x) e 1 mm de altura (eixo y) da superfície dos espécimes foi escaneada, abrangendo a área teste e as duas áreas de referência, sendo uma de cada lado (Figura 3.22). Para isso, o sensor do equipamento foi ajustado para percorrer 250

passos, com um tamanho de 0,01 mm, no eixo x, e 20 passos, com um tamanho de 0,05 mm, no eixo y.

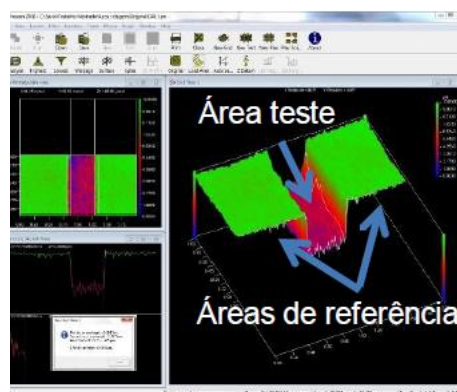
Figura 3.22 - Área escaneada do espécime



Fonte: Próprio autor (2019).

A profundidade da área teste foi calculada com base na subtração da altura média da área teste, em relação à média da altura das superfícies de referências, por meio de um software específico (Proscan Application software v. 2. 0.17) (Figura 3.23).

Figura 3.23 - Figura representativa da superfície dos espécimes escaneada com os parâmetros descritos.



Fonte: Próprio autor (2019).

3.10 ANÁLISE ESTATÍSTICA

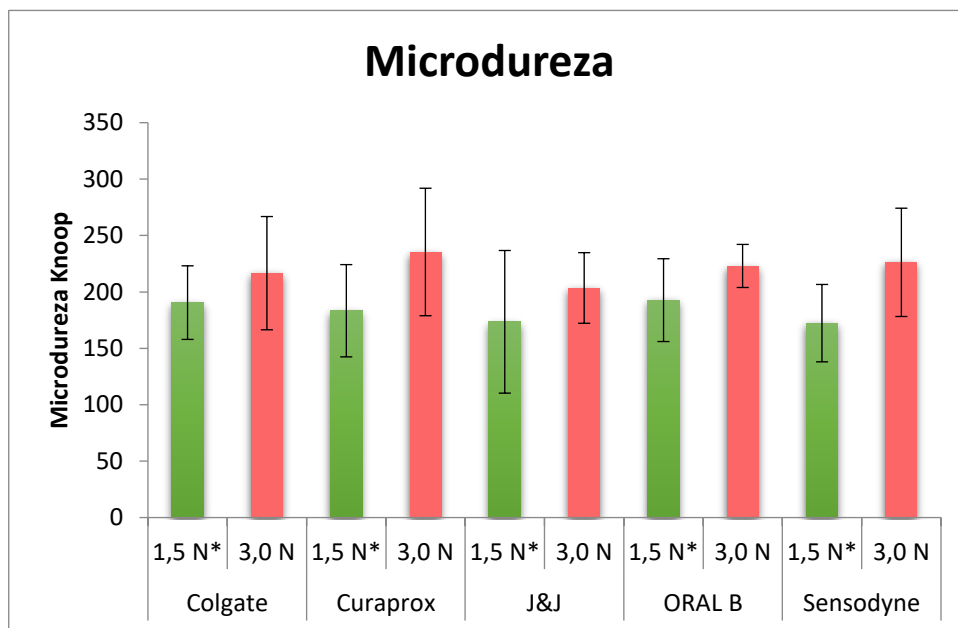
Os valores de perda de superfície e microdureza foram analisados quanto à sua normalidade e homogeneidade pelos testes de Shapiro-Wilk e Brown-Forsythe. A amostra foi considerada homogênea e normal, assim a comparação entre os grupos foi realizada por meio de teste paramétrico análise de variância ANOVA 2-fatores e Teste de Tukey, com nível de significância de 5%. Os cálculos estatísticos foram realizados pelo software SigmaPlot 13 (Systat Software Inc., Chicago Illinois, USA).

4 RESULTADOS

Fase 1- Avaliação da microdureza:

De acordo com o teste ANOVA a 2 fatores, após a avaliação da microdureza dos espécimes erodidos e abrasionados, não houve diferença significativa entre os níveis do fator escova ($p=0,608$) e na interação entre os fatores escova e carga ($p=0,591$). O único fator que apresentou diferença significativa entre seus níveis foi a carga ($p<0,001$). As médias da microdureza final do esmalte dos diferentes tipos de escova e carga estão apresentados na figura abaixo.

Figura 4.1 – Médias da microdureza (KHN) de acordo com os tipos de escova e forças de escovação. Asteriscos denotam diferença significativa entre as cargas para cada escova ($p<0,05$).



Fonte: Próprio autor (2019).

Fase 2- Avaliação da perda de superfície:

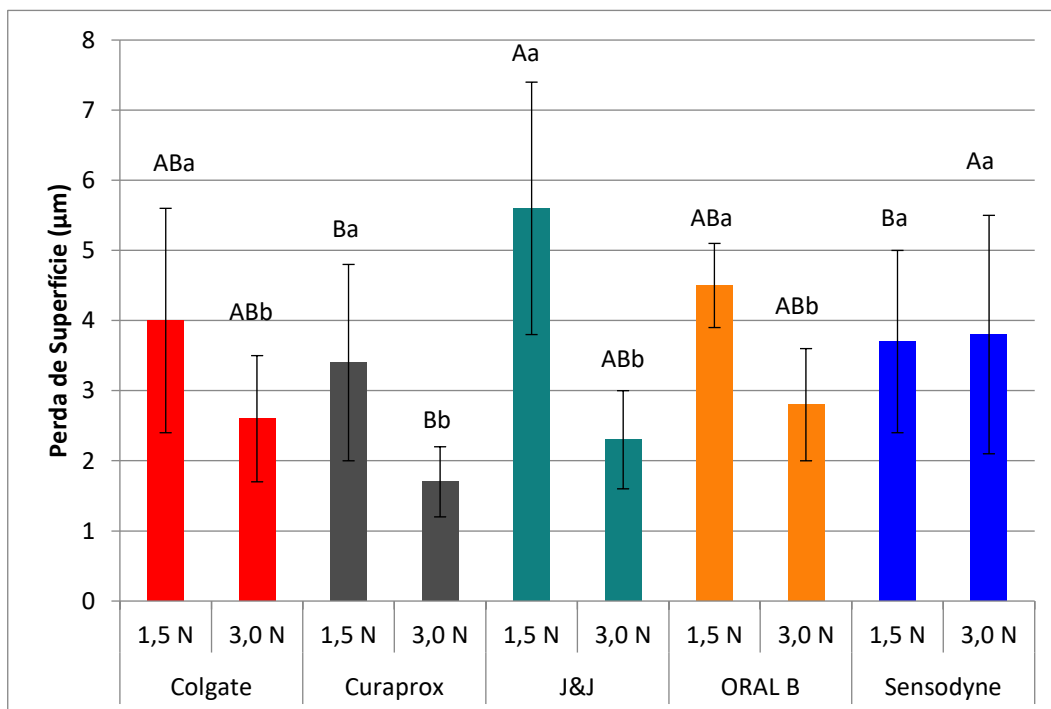
De acordo com o teste ANOVA a 2 fatores, houve diferença significativa entre os níveis do fator escova ($p=0,007$), carga ($p<0,001$) e na interação entre os fatores ($p=0,002$).

Na carga 1,5 N, as escovas Curaprox e Sensodyne apresentaram menor perda de superfície em relação ao grupo Johnson & Johnson ($p=0,002$ e $p=0,013$, respectivamente), não havendo diferença entre elas. Todos os demais grupos não

foram significativamente diferentes nem do grupo Johnson & Johnson e nem dos grupos Curaprox e Sensodyne ($p>0,05$). Na carga 3,0 N, o grupo Curaprox apresentou significativamente menor perda de superfície em relação ao grupo Sensodyne ($p=0,004$). Os demais grupos não foram diferentes significativamente desses dois grupos ($p>0,05$).

Com relação ao fator carga, todos os grupos que foram escovados com a carga de 3,0 N apresentaram menor perda de superfície em comparação aos que foram escovados com a carga de 1,5 N ($p<0,05$), a única exceção foi o grupo Sensodyne, em que não houve diferença significativa entre as cargas ($p=0,856$). As médias dos valores de perda de superfície dos diferentes tipos de escova e carga estão apresentados na figura abaixo:

Figura 4.2 - Médias da perda de superfície (μm) das escovas dentais de acordo com a força de escovação. Letras maiúsculas diferentes denotam diferenças significativas entre as escovas em cada carga ($p<0,05$). Letras minúsculas diferentes demonstram diferença significativa entre as cargas para cada escova ($p<0,05$).



Fonte: Próprio autor (2019).

5 DISCUSSÃO

O desgaste dental erosivo tem sido uma condição frequente e muitos estudos são realizados para sua melhor compreensão (SHELLIS e ADDY, 2014). Sabe-se que dentre os fatores que levam a este desgaste, a associação entre erosão e abrasão é um grande potencializador, isso porque a estrutura dentária erodida fica mais susceptível a ser removida pela ação mecânica da escovação. Estudos como os de Wiegand *et al.* (2006, 2013) já mostraram que escovas dentais manuais e elétricas são capazes de remover a camada de esmalte superficial amolecida, bem como as cargas aplicadas durante a escovação. O potencial abrasivo da escovação relacionado com o creme dental e sua abrasividade também é estudado (LIPPERT *et al.*, 2017; WIEGAND *et al.*, 2008), entretanto, não há pesquisas sobre as características das escovas dentais manuais atualmente disponíveis no mercado e sua utilização com diferentes cargas de escovação sobre lesões incipientes de erosão em esmalte.

Escovações realizadas com cargas excessivas são capazes de remover a camada amolecida de esmalte superficial erodido evidenciando maior dureza, enquanto que ao se aplicar menor carga durante a escovação, uma camada superficial de esmalte erodido é preservada. Desta forma, os valores das médias de microdureza após a abrasão, dos grupos de escovas e cargas, revelaram que a primeira hipótese nula foi aceita, não havendo diferença estatisticamente significativa entre os tipos de escovas, porém, a segunda hipótese nula foi negada, pois a carga influenciou estatisticamente a microdureza. Podemos, assim, entender que as duas cargas removeram parcialmente a camada amolecida, sendo que a carga de 3N removeu maior quantidade de esmalte superficial amolecido, resultando em maior microdureza do espécime, o que está de acordo com os resultados apresentados por Wiegand *et al.* (2007).

No presente estudo, a terceira e a quarta hipóteses nulas foram rejeitadas, visto que foi observado que tanto a escova utilizada quanto a carga aplicada durante a escovação foram capazes de promover perda de superfície. Contrariamente, outros estudos evidenciaram que as escovas dentais causaram mudanças insignificantes na superfície do dente (MANLEY *et al.*, 1965; BJORN *et al.*, 1966; VOLPE *et al.*, 1975 e BERGSTROM e LAVSTEDT, 1979). As escovas Curaprox e Sensodyne, causaram a menor perda de superfície, enquanto que a escova J&J causou a maior perda, e as

escovas Colgate e Oral B tiveram comportamento semelhante tanto ao da Curaprox e Sensodyne, quanto ao da J&J quando escovadas com a carga de 1,5N. No entanto, os grupos escovados com carga de 3N, Curaprox, Oral B, Colgate e J&J apresentaram menor perda de superfície quando comparados com a carga de 1,5N, com exceção a Sensodyne, a qual apresentou semelhança nas duas cargas.

A escolha dos tipos de escovas de dente manual foi realizada com base na indicação clínica dos profissionais da odontologia à pacientes em geral, e principalmente àqueles que apresentam lesões erosivas e/ou que se enquadram em grupo de risco. Portanto, escovas classificadas como macia, extra ou ultra macia e média compuseram os grupos nesta pesquisa. A carga de 1,5N foi selecionada por ser definida como habitual em pacientes saudáveis (VORONETS *et al.*, 2008), sendo também preconizada em estudo anterior (WIEGAND *et al.*, 2013), além de ser recomendada pela International Standards Organization (ISO 11609). A carga de 3N foi definida por ser notória em indivíduos com desgaste dental, sendo assim relevante para o trauma de tecidos duros (VÖLK *et al.*, 1987).

As escovas apresentam características diferentes quanto à classificação de sua rigidez, Curaprox e Sensodyne estão classificadas em ultra macia e extra macia, respectivamente, a J&J como média, e as Colgate e Oral B estão classificadas como macias. A International Standards Organization (ISO) 8627:1987, determina a rigidez das escovas de dente e a ISO 22254:2005 especifica o método de teste de resistência à deflexão das cerdas, sendo válido ressaltar que na classificação feita pela ISO 8627:1987, as categorias são apenas três, sendo elas, macia, média e dura, ficando a Curaprox e a Sensodyne com uma classificação, conforme consta em suas embalagens, fora desta norma.

Considerando a perda de superfície em relação a característica de rigidez das escovas o resultado vem ao encontro do que foi observado por Harte e Manly (1975) de que quanto mais rígida a cerda da escova, maior o desgaste por abrasão. Lippert *et al.* (2017) em seu estudo afirmaram que a rigidez do filamento não afetou a perda de superfície do esmalte, da mesma forma que o resultado encontrado por Voronets *et al.* (2008) em uma avaliação *in situ*, em que escovas macias e duras não apresentaram diferença estatística na abrasão do esmalte amolecido, como também, Bizhang *et al.* (2016) não encontraram diferença estatística entre a rigidez das cerdas e a perda de dentina quando avaliado grupo de erosão e abrasão.

O módulo de elasticidade também foi uma característica das escovas com influência na perda de superfície, o qual é proporcionado pelo material utilizado na confecção das cerdas e está relacionado com sua deflexão. Segundo seus fabricantes, a Curaprox tem suas cerdas feitas de um filamento chamado Curen[®], um tipo de fibra de longa duração, a Sensodyne apresenta na sua composição nylon e poliéster, e a J&J tem suas cerdas feitas com nylon. Desta maneira, os resultados sugerem que há uma diferença de comportamento das cerdas e suas deflexões devido a sua composição, ditando assim diferentes módulos de elasticidade. No entanto foi verificado por Teche *et al.* (2011), que escovas macias de diferentes fabricantes, todas com cerdas de nylon, não apresentaram o mesmo comportamento de flexibilidade, sugerindo que poderia haver diferença na composição do mesmo material ou que outro fator pudesse ter influenciado o resultado.

A geometria das escovas, em relação a como as cerdas e tufo são organizados, também é um fator influenciador na abrasão, conforme descrito por Rawls *et al.* (1990), tendo sido relevante para o resultado desta pesquisa, no que se refere a perda de superfície. Escovas macias por terem cerdas com diâmetro menor, como constatado por Bizhag *et al.* (2016), Lippert *et al.* (2017) e confirmado por este trabalho, tendem a apresentar tufo com maior quantidade de cerdas. Nestas escovas os tufo são posicionados com maior proximidade, aumentando, assim, a quantidade total de cerdas, e relacionando esta quantidade de cerdas com o tamanho da área em que são embaladas, a densidade de cerdas por área pode variar.

As escovas Curaprox e Sensodyne, as quais causaram menor perda de superfície com a carga 1,5N, continham um total de 6084 e 2939 cerdas distribuídas em 39 e 33 tufo, respectivamente. A J&J responsável pela maior perda de superfície, apresentou um total de 1376 cerdas, distribuídas em 43 tufo em uma área 30% maior do que a área da Curaprox e Sensodyne, desta forma, apresentando um espaçamento maior entre os tufo e menor densidade de cerdas por área. Assim, este resultado mostrou que escovas macias causaram menor abrasão que a escova média, se opondo ao resultado encontrado por Alshehab *et al.* (2018), onde verificaram uma maior abrasão em esmalte por escovas macias.

As escovas macias também causaram maior abrasão nos trabalhos feitos por Wiegand *et al.* (2008, 2009) e Bizhang *et al.* (2016), em que foram associadas com o creme dental. A justificativa deste resultado, segundo os autores, se dá pelas escovas macias transportarem maior quantidade de partículas abrasivas contidas no creme

dental, o que pode fazer sentido, visto que nas escovas macias as cerdas são embaladas mais próximas do que nas escovas mais rígidas, apresentando assim um maior número de cerdas por área. Porém, o resultado do presente trabalho mostra que a escova com menor número de cerdas causou uma maior perda de superfície por abrasão, e partindo do princípio do carregamento de dentífrico, essa diferença foi provavelmente porque o maior diâmetro de cerda da escova J&J média pode ter compensado a diferença entre a quantidade de cerdas, sendo capaz de transportar dentífrico tanto quanto a aglomeração de cerdas macias.

A efetividade das cerdas em transportar partículas abrasivas de um dentífrico, depende de uma variedade de fatores, alguns como o grau de deflexão da cerda, a carga aplicada durante a escovação e o tamanho das partículas abrasivas do creme dental. Nesta pesquisa, os fatores relacionados com o creme dental e a abrasão não tiveram influência, pois o mesmo creme dental, a mesma composição de saliva artificial e a mesma proporção de diluição para o preparo da suspensão foram utilizados em todos os grupos. Assim foi possível garantir a evidenciação da abrasão por outros fatores como a carga aplicada durante a escovação e o tipo de escova dental. Jaeggi e Lussi (1999) também utilizaram este mesmo método para a padronização do efeito da abrasão.

A relação entre carga de escovação e perda de superfície encontrada neste trabalho, se opõe aos resultados encontrados por Parry *et al.* (2008), Wiegand *et al.* (2007) e Kon *et al.* (2006) em que o aumento da carga demonstrou maior tendência de desgaste. Os grupos compostos pelas escovas Colgate, Curaprox, Oral B e J&J apresentaram menor perda de superfície com a carga de 3N quando comparados com a carga de 1,5N. Esta diferença pode ter sido pelo fato de que a força de 3N aplicada, tenha sido excessiva para as escovas, uma vez que as cerdas deflexionaram mais a ponto de abrirem, quase não escovando o espécime ou não havendo toque de cerdas suficiente na área teste determinada, apesar de ser o mesmo tamanho de área teste utilizado por Mylonas *et al.* (2018). A Sensodyne, que não apresentou diferença estatística entre as cargas, parece apresentar maior densidade de cerdas em sua parte central possivelmente não deflexionando tanto quanto as outras, e assim conseguindo escovar a área teste mediante a carga de 3N.

A abrasão causada pela escovação potencializa a perda de estrutura dentária em dentes com erosão, e a dieta ácida favorece o desenvolvimento desta erosão. Sendo assim, para melhor reproduzir a situação clínica, foi proposto neste estudo um

protocolo laboratorial de ciclagem erosiva e abrasiva no qual a erosão foi realizada por meio de imersão em ácido cítrico e a abrasão pela escovação em máquina de escovação, pois segundo Mylomas *et al.* (2018) entender o que acontece nos estágios iniciais do desgaste dentário erosivo, particularmente à integridade da superfície do esmalte, pode permitir melhor compreensão desta doença.

Neste modelo de erosão e abrasão, o ácido cítrico foi escolhido para a erosão, devido ao seu uso difundido em gêneros alimentícios e bebidas, já sugerido por Jaeggi e Lussi (1999) e Voronets *et al.* (2008). A concentração ácida de 0,3% para formação de erosão foi também utilizada por Borges *et al.* (2014) e Mylonas *et al.* (2018), e o tempo de imersão ácida foi o mesmo utilizado por Wiegand *et al.* (2007) e Hara *et al.* (2008), tendo o mesmo propósito.

A máquina de escovação foi utilizada para a abrasão, onde os espécimes foram escovados por 15 segundos, 45 golpes por ciclo, da mesma forma como Lippert *et al.* (2017) realizaram. O tempo de 15 segundos equivale ao tempo em cada superfície dentária, em um tempo total de 2 minutos de escovação, segundo Nassar *et al.* (2014). O estudo foi realizado durante cinco dias (90 golpes por dia) totalizando 450 golpes, diferentemente do total, que foi maior, utilizado por Hara *et al.* (2009) e Wiegand *et al.* (2009), porém, justificado por Winterfeld *et al.* (2015) de que a duração da escovação varia entre indivíduos e entre superfícies do mesmo indivíduo.

O método de escolha para avaliação de erosão deve estar de acordo, principalmente, com o estágio da lesão e o tecido estudado, conforme defendido por Schlueter *et al.* (2011). Estes mesmos pesquisadores descreveram que a microdureza é considerada como padrão ouro para medição do amolecimento de superfície nos estágios iniciais, confirmada pelo estudo de Mylonas *et al.* (2018), no qual demonstraram que a microdureza medir alterações precoces a partir de 10s de exposição em ácido cítrico 0,3%. Barbour e Rees (2004) apontam que o teste de microdureza apresenta custo relativamente baixo e é uma maneira simples para a obtenção de informações precisas sobre a erosão precoce. Porém, segundo Schlueter *et al.* (2011), uma limitação deste método é a falta de clareza na definição dos limites das endentações em substratos altamente erodidos, deixando as medidas imprecisas e até impossíveis. Pelas vantagens observadas deste teste, a microdureza Knoop foi escolhida neste trabalho para medir a erosão inicial e avaliar a abrasão na camada amolecida do esmalte bovino.

A avaliação da perda de estrutura dentária após a ciclagem erosiva e abrasiva de 5 dias, foi realizada pela perfilometria ótica sem contato, cujo teste é indicado e eficaz para a avaliação de perda de estrutura dentária nestas condições de erosão e abrasão, conforme sugerido por Schlueter *et al.* (2011). No entanto, para pequenas perdas de estrutura dentária ou detecção de camada amolecida, ele não é indicado, pois, segundo Mullan *et al.* (2017), a perfilometria apresenta uma incerteza de medição de 0,49 μ m, sugerindo que a perda de esmalte não pode ser detectada abaixo disto, medida esta que fica entre o valor de 0,3 μ m a 5 μ m da espessura da camada amolecida de esmalte erodido. Desta forma, para fornecer melhor avaliação e resultados relevantes nesta pesquisa, foi utilizado dois testes, cada qual com sua correta indicação e precisão.

A relevância da abrasão pela escovação no desgaste dentário, tem sido muito pesquisada, onde, diversas metodologias são utilizadas, como a influência da rigidez das cerdas, a força aplicada à escovação, a comparação entre escovas manuais e elétricas, a abrasividade do creme dental e principalmente a relação entre escovas dentais e o creme dental, tanto em estruturas dentárias híginas quanto erodidas. Porém a abrasão da escovação por escovas dentais manuais, relacionadas puramente as suas características, associadas com cargas de escovação, e em esmalte erodido, ainda não havia sido estudada.

Diante da elevada quantidade de pacientes que apresentam erosão dentária, especialmente em idade jovem e levando em consideração a variedade de produtos de higiene oral, principalmente escovas dentais, mais pesquisas tornam-se necessárias, tanto para a avaliação do produto, quanto para melhor entendimento do profissional, podendo assim realizar a correta indicação de uso para cada paciente.

6 CONCLUSÃO

De acordo com este estudo *in vitro*, conclui-se que a microdureza do esmalte bovino erodido é influenciada pela carga aplicada à escovação e não pela característica da escova dental, podendo a carga de 3N remover maior quantidade de camada de esmalte amolecido. A perda de superfície dentária foi afetada pelas características das escovas, assim como pela carga aplicada durante a escovação.

REFERÊNCIA

- ALSHEHAB, A. H. *et al.* Effect of bristle stiffness of manual toothbrushes on normal and demineralized human enamel—An in vitro profilometric study. **International Journal of Dental Hygiene**, v. 16, n. 2, p. 128-132, 2018.
- ARNADOTTIR, I. B. *et al.* Prevalence of dental erosion in children: a national survey. **Community Dentistry and Oral Epidemiology**, v. 38, n. 6, p. 521-526, 2010.
- ATTIN, T. *et al.* Use of variable remineralization periods to improve the abrasion resistance of previously eroded enamel. **Caries Research**, v. 34, n. 1, p. 48-52, 2000.
- BARBOUR, M. E.; REES, J. S. The laboratory assessment of enamel erosion: a review. **Journal of Dentistry**, v. 32, n. 8, p. 591-602, 2004.
- BARTLETT, D. A personal perspective and update on erosive tooth wear—10 years on: Part 2—Restorative management. **British Dental Journal**, v. 221, n. 4, p. 167-171, 2016.
- BERGSTRÖM, J.; LAVSTEDT, S. An epidemiologic approach to toothbrushing and dental abrasion. **Community Dentistry and Oral Epidemiology**, v. 7, n. 1, p. 57-64, 1979.
- BIZHANG, M. *et al.* Influence of bristle stiffness of manual toothbrushes on eroded and sound human dentin—an in vitro study. **PloS one**, v. 11, n. 4, p. e0153250, 2016.
- BJORN, H. *et al.* The abrasion of dentine by commercial dentifrices. **Odontol Revy**, v. 17, p. 109-120, 1966.
- BORGES, A. B. *et al.* Erosion protection by calcium lactate/sodium fluoride rinses under different salivary flows in vitro. **Caries Research**, v. 48, n. 3, p. 193-199, 2014.
- BUZALAF, M. A. R. *et al.* Prevention and Control of Dental Erosion: Patient Self-Care. *In*: AMAECHI, B.T. (ed) **Dental Erosion and Its Clinical Management**, Cham: Springer, 2015. p. 133–150.
- ECCLES, J. D. Tooth surface loss from abrasion, attrition and erosion. **Dental Update**, v. 9, n. 7, p. 373, 1982.
- EISENBURGER, M. *et al.* Comparative study of wear of enamel induced by alternating and simultaneous combinations of abrasion and erosion in vitro. **Caries Research**, v. 37, n. 6, p. 450-455, 2003.
- HARA, A. T. *et al.* Interplay between fluoride and abrasivity of dentifrices on dental erosion—abrasion. **Journal of Dentistry**, v. 37, n. 10, p. 781-785, 2009.
- HARA, A. T. *et al.* The effect of human saliva substitutes in an erosion—abrasion cycling model. **European Journal of Oral Sciences**, v. 116, n. 6, p. 552-556, 2008.

HARA, A. T.; ZERO, D. T. The Potential of Saliva in Protecting against Dental Erosion. **Monographs in Oral Science**, v. 25, p. 197-205, 2014.

HARTE, D. B.; MANLY, R. S. Effect of toothbrush variables on wear of dentin produced by four abrasives. **Journal of Dental Research**, v. 54, n. 5, p. 993-998, 1975.

HELLYER, P.H. The older dental patient who cares? **British Dental Journal**, v. 211, n. 3, p. 109-111, Aug. 2011.

ISO 11609: 2017. **Dentistry - Dentifrices - Requeriments, test methods and marking**. International Organisation for Standardization, Switzerland. 2017. Disponível em: <https://www.iso.org/standard/70956.html>. Acesso em: 11 set. 2019.

ISO 8627: 1987. **Dentistry, stiffness of the tufted area of toothbrushes**. International Organisation for Standardization, Switzerland. 1987. Disponível em: <https://www.iso.org/standard/15961.html>. Acesso em: 11 set. 2019.

ISSO 22254: 2005. **Dentistry: Manual toothbrushes, resistance of tufted portion to deflection**. International Organization for Standardization, Switzerland. 2005. Disponível em: <https://www.iso.org/standard/36171.html>. Acesso em: 11 set. 2019.

JAEGGI, T.; LUSI, A. Toothbrush abrasion of erosively altered enamel after intraoral exposure to saliva: an in situ study. **Caries Research**, v. 33, n. 6, p. 455-461, 1999.

KON, M. *et al.* Effects of occlusal and brushing forces on wear of composite resins. **Dental Materials Journal**, v. 25, n. 1, p. 183-194, 2006.

LAGERWEIJ, M. D. *et al.* Prevention of erosion and abrasion by a high fluoride concentration gel applied at high frequencies. **Caries Research**, v. 40, n. 2, p. 148-153, 2006.

LIPPERT, F. *et al.* Interaction between toothpaste abrasivity and toothbrush filament stiffness on the development of erosive/abrasive lesions in vitro. **International Dental Journal**, v. 67, n. 6, p. 344-350, 2017.

LUSI, A. *et al.* The role of diet in the aetiology of dental erosion. **Caries Research**, v. 38, p. 34-44, 2004.

LUSI, A. *et al.* Toothbrushing after an erosive attack: will waiting avoid tooth wear? **European Journal of Oral Sciences**, v. 122, n. 5, p. 353-359, 2014.

MAFLA, A. C. *et al.* Prevalence and extrinsic risk factors for dental erosion in adolescents. **Journal of Clinical Pediatric Dentistry**, v. 41, n. 2, p. 102-111, 2017.

MAGALHAES, A. C. *et al.* Use of dentifrices to prevent erosive tooth wear: harmful or helpful? **Brazilian Oral research**, v. 28, p. 1-6, 2014.

- MANLY, R. S. *et al.* A method for measurement of abrasion of dentin by toothbrush and dentifrice. **Journal of Dental Research**, v. 44, n. 3, p. 533-540, 1965.
- MANLY, R. S.; FOSTER, D. H. Improvement in method for measurement of abrasion of dentin by toothbrush and dentifrice. **Journal of Dental Research**, v. 45, n. 6, p. 1822-1822, 1966.
- MULLAN, F. *et al.* Measurement uncertainty associated with chromatic confocal profilometry for 3D surface texture characterization of natural human enamel. **Dental Materials**, v. 33, n. 6, p. e273-e281, 2017.
- MYLONAS, P. *et al.* In vitro evaluation of the early erosive lesion in polished and natural human enamel. **Dental Materials**, v. 34, n. 9, p. 1391-1400, 2018.
- NASSAR, H. M. *et al.* Dentifrice fluoride and abrasivity interplay on artificial caries lesions. **Caries Research**, v. 48, n. 6, p. 557-565, 2014.
- O'TOOLE, S. *et al.* Timing of dietary acid intake and erosive tooth wear: A case-control study. **Journal of Dentistry**, v. 56, p. 99-104, 2017.
- PARRY, J. *et al.* Control of brushing variables for the in vitro assessment of toothpaste abrasivity using a novel laboratory model. **Journal of Dentistry**, v. 36, n. 2, p. 117-124, 2008.
- RAWLS, H. R. *et al.* A mathematical model for predicting toothbrush stiffness. **Dental Materials**, v. 6, n. 2, p. 111-117, 1990.
- SCHLUETER, N. *et al.* Methods for the measurement and characterization of erosion in enamel and dentine. **Caries Research**, v. 45, p. 13-23, 2011.
- SCHLUETER, N.; TVEIT, A. B. Prevalence of erosive tooth wear in risk groups. **Monographs in Oral Science**, v. 25, p. 74-98, 2014.
- SHELLIS, R. P.; ADDY, M. The Interactions between Attrition, Abrasion and Erosion in Tooth Wear. **Monographs in Oral Science**, v. 25, p. 32-45, 2014.
- TECHE, F. V. *et al.* Differences in abrasion capacity of four soft toothbrushes. **International Journal of Dental Hygiene**, v. 9, n. 4, p. 274-278, 2011.
- VAN'T SPIJKER, A. *et al.* Prevalence of tooth wear in adults. **International Journal Prosthodont**, v. 22, n. 1, p. 35-42, 2009.
- VÖLK, W. *et al.* On the Etiology of Wedge-Shaped Defects. **Dtsch Zahnärztl Z**, v. 42, p. 499-504, 1987.
- VOLPE, A. R. *et al.* A long term clinical study evaluating the effect of two dentifrices on oral tissues. **Journal of Periodontology**, v. 46, n. 2, p. 113-118, 1975.
- VORONETS, J. *et al.* Controlled toothbrush abrasion of softened human enamel. **Caries Research**, v. 42, n. 4, p. 286-290, 2008.

VORONETS, J.; LUSSI, A. Thickness of softened human enamel removed by toothbrush abrasion: an in vitro study. **Clinical Oral Investigations**, v. 14, n. 3, p. 251-256, 2010.

WIEGAND, A. *et al.* Abrasion of eroded dentin caused by toothpaste slurries of different abrasivity and toothbrushes of different filament diameter. **Journal of Dentistry**, v. 37, n. 6, p. 480-484, 2009.

WIEGAND, A. *et al.* Brushing force of manual and sonic toothbrushes affects dental hard tissue abrasion. **Clinical Oral Investigations**, v. 17, n. 3, p. 815-822, 2013.

WIEGAND, A. *et al.* Impact of brushing force on abrasion of acid-softened and sound enamel. **Archives of Oral Biology**, v. 52, n. 11, p. 1043-1047, 2007.

WIEGAND, A. *et al.* Impact of toothpaste slurry abrasivity and toothbrush filament stiffness on abrasion of eroded enamel—an in vitro study. **Acta Odontologica Scandinavica**, v. 66, n. 4, p. 231-235, 2008.

WIEGAND, A. *et al.* In vitro evaluation of abrasion of eroded enamel by different manual, power and sonic toothbrushes. **Caries Research**, v. 40, n. 1, p. 60-65, 2006.

WINTERFELD, T. *et al.* Toothbrushing and flossing behaviour in young adults a video observation. **Clinical Oral Investigations**, v. 19, p. 815-859, 2015.