UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE RIBEIRÃO PRETO

LIZETE KARLA FILGUEIRAS DE SOUZA

**EFEITO DE SISTEMAS ELÉTRICOS DE ESCOVAÇÃO SOBRE A SUPERFÍCIE DO
ESMALTE E DO CEMENTO HÍGIDOS E DESMINERALIZADOS:
ESTUDO *IN VITRO***

Ribeirão Preto
2019

LIZETE KARLA FILGUEIRAS DE SOUZA

**EFEITO DE SISTEMAS ELÉTRICOS DE ESCOVAÇÃO SOBRE A SUPERFÍCIE DO
ESMALTE E DO CEMENTO HÍGIDOS E DESMINERALIZADOS:
ESTUDO *IN VITRO***

Tese de Doutorado apresentada à Faculdade de Odontologia
de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo para a
obtenção do título de Doutor em Ciências.

Programa: Odontopediatria.

Área de Concentração: Odontopediatria.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Regina Guenka Palma-Dibb

Co-Orientador: Prof. Dr. Paulo Nelson-Filho

Ribeirão Preto

2019

AUTORIZAÇÃO PARA REPRODUÇÃO

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

LIZETE KARLA FILGUEIRAS DE SOUZA

FICHA CATALOGRÁFICA

Souza, Lizete Karla Filgueiras

Efeito de sistemas elétricos de escovação sobre a superfície do esmalte e do cimento hígidos e desmineralizados: Estudo *in vitro*. Ribeirão Preto, 2019.

85p.: il.; 30cm

Tese de Doutorado apresentada à Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (FORP-USP) – Área de concentração: Odontopediatria.

Orientador: Profa. Dra. Regina Guenka Palma-Dibb.

Co-orientadora: Prof. Dr. Paulo Nelson-Filho

1. Escovação Dentária 2. Desgaste Dentário 3. Esmalte Dentário 4. Cimento.
5. Microscopia.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Souza, LKF. **Efeito de sistemas elétricos de escovação sobre a superfície do esmalte e do cimento hígidos e desmineralizados: Estudo *in vitro*.**

Tese de Doutorado apresentada à Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de Doutor em Ciências.

Programa: Odontopediatria.

Área de Concentração: Odontopediatria.

Data da defesa: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof(a). Dr(a).: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof(a). Dr(a).: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof(a). Dr(a).: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Profa. Dra. Regina Guenka Palma-Dibb - Orientadora e Presidente da Banca Examinadora

Assinatura: _____

DADOS CURRICULARES

LIZETE KARLA FILGUEIRAS DE SOUZA

- Nascimento** 25 de outubro de 1984 – Manaus/AM
- Filiação** Osvaldo Marcos de Souza Filho
Vera Lúcia Pires Filgueiras de Souza
- 2002/2006** Curso de Graduação em Odontologia.
Faculdade de Odontologia - Universidade Federal do Amazonas (FAO/UFAM).
- 2005/2006** Iniciação Científica – Projeto de pesquisa intitulado “Avaliação da microdureza da resina composta frente à influência da cor em diferentes intensidades de luz halógena e LED” (bolsa CNPq).
Orientadora: Prof^a. Dr^a. Maria Fulgência Costa Lima Bandeira.
Faculdade de Odontologia - Universidade Federal do Amazonas (FAO/UFAM).
- 2009/2011** Curso de Especialização em Dentística.
Monografia Intitulada: “Faceta direta em resina composta”.
Orientadora: Prof^a. Dr^a. Patrícia Pinto Lopes.
Faculdade de Odontologia - Universidade Federal do Amazonas (FAO/UFAM).
- 2013/2015** Curso de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas, nível Mestrado.
Dissertação Intitulada “Temporalidade antimicrobiana *in vivo* e *in vitro* do cimento de ionômero de vidro enriquecido com clorexidina”.
Orientador: Prof. Dr. Alex Tadeu Martins
Co-orientadora: Prof^a. Dr^a. Juliana Rico Pires.
Universidade de Barretos (UNIFEB/SP).
- 2010/2019** Docente das Disciplinas: Dentística e Clínica Integrada.
Faculdade do Amazonas (IAES-AM).
- 2016/2019** Curso de Pós-Graduação em Odontopediatria, nível Doutorado (DINTER).
Tese intitulada: “Efeito de sistemas elétricos de escovação sobre a superfície do esmalte e do cimento hígidos e desmineralizados: Estudo *in vitro*”.
Orientadora: Prof^a. Dr^a. Regina Guenka Palma-Dibb.
Co-Orientador: Prof. Dr. Paulo Nelson-Filho.
Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto (FORP/USP).

Dedicalórias

DEDICATÓRIAS

À minha mãe, **Vera Lúcia Pires Filgueiras de Souza**, e ao meu pai, **Oswaldo Marcos de Souza**, pela dedicação e abnegação, por serem meus exemplos de vida, sempre apoiando minhas escolhas e por terem tanto orgulho de mim. Amo vocês!

Às minhas irmãs, **Rosa Jaqueline Filgueiras de Souza** e **Lúcia Tatiana Filgueiras de Souza**, e ao meu lindo sobrinho e afilhado **Marcos Henrique Souza Lima**, agradeço pelo carinho e amizade incondicional, sempre torcendo para que tudo desse certo na minha vida. Amo vocês infinitamente!

Ao meu noivo, **Luiz Fernando Gaynett**, que sempre me incentivou, apoiou e, o melhor de tudo, cobrou para que eu continuasse e concluísse mais esta etapa de nossas vidas que vamos construindo juntos. Te amo!

Agradecimentos Especiais

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

A **Deus** e aos **Espíritos de Luz**, que me guiam e me protegem. Por me apoiarem nos momentos de alegrias e tristezas; e me suprirem em todas as minhas necessidades.

À minha orientadora, **Profa. Dra. Regina Guenka Palma Dibb**, a quem muito admiro, pois é um exemplo de dedicação, competência, inteligência e honestidade. Sempre esteve presente para ensinar e orientar. Professora, muito obrigada!

Ao **Prof. Dr. Paulo Nelson Filho**, meu co-orientador, pela receptividade, educação, disposição para ensinar e pelas palavras de carinho e incentivo que me fizeram persistir. Tenho muito orgulho de conhecê-lo!

À **Dra. Juliana Jendiroba Faraoni**, por ter me acolhido de braços abertos, pela confiança, apoio, incentivo e amizade. Ju, agradeço por todos os ensinamentos, orientação, alegria, generosidade e pelo jeito tranquilo de lidar com os problemas, buscando sempre a melhor solução. Levar-te-ei para sempre no meu coração, minha amiga!

À **Faculdade de Odontologia – IAES**, em especial aos gestores, **Profa. Dra. Zobélia Maria de Souza Lopes**, **Prof. Dr. Alberto Tadeu do Nascimento Borges** e **Prof. Luã Lopes Borges**, pelos conselhos, orientações, oportunidades oferecidas a mim e fazer com que me tornasse uma pessoa mais humana e profissional. Muito obrigada!

Agradecimientos

AGRADECIMENTOS

À Universidade de São Paulo, na pessoa do atual Reitor, **Prof. Dr. Vahan Agopyan** e do Vice-Reitor, **Prof. Dr. Antônio Carlos Hernandes**.

À Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, na pessoa da atual Diretora, **Profa. Dra. Lea Assed Bezerra da Silva**, e do Vice-Diretor, **Prof. Dr. Arthur Belém Novaes Júnior**.

À Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Odontopediatria da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, na pessoa da Coordenadora, **Profa. Dra. Raquel Assed Bezerra Segato**, e da Vice-Coordenadora **Profa. Dra. Lea Assed Bezerra da Silva**.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação de Odontopediatria da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo: **Profa. Dra. Lea Assed Bezerra da Silva**, **Profa. Dra. Raquel Assed Bezerra Segato**, **Prof. Dr. Paulo Nelson Filho**, **Profa. Dra. Aldevina Campos de Freitas**, **Profa. Dra. Alexandra Mussolino de Queiroz**, **Profa. Dra. Andiará de Rossi Daldegan**, **Prof. Dr. Fabrício Kitazono de Carvalho**, **Profa. Dra. Maria Cristina Borsatto**, **Profa. Dra. Kranya Victoria Díaz Serrano**, **Prof. Dr. Alberto Consolaro**, **Prof. Dr. Fábio Lourenço Romano**, **Prof. Dr. José Tarcísio Lima Ferreira**, **Prof. Dr. Adilson Thomazinho**, **Profa. Dra. Mírian Aiko Nakane Matsumoto** e **Profa. Dra. Maria Bernadete Sasso Stuani** pelos ensinamentos, orientações, privilégio em poder conhecê-los e desenvolvimento do DINTER Faculdade de Odontologia-IAES/ FORP-USP, por terem enfrentado distância e diferenças regionais para partilhar conosco os conhecimentos, experiências e nos motivar para pesquisa e extensão.

À **Profa. Dra. Érika Calvano Küchler**, pelos momentos de aprendizagem e convivência harmoniosa.

À Profa. Dra. Lea Assed Bezerra da Silva e ao **Prof. Dr. Alberto Tadeu do Nascimento Borges**, por ter aproximado e acreditado no DINTER Faculdade de Odontologia-IAES/ FORP-USP. Ao **Prof. Dr. Alberto Tadeu do Nascimento Borges**, por ter feito toda diferença no Norte do nosso País.

Aos professores membros da banca do meu exame de qualificação, **Prof. Dr. Eudes Cunha** e Profa. Dra. **Érika Calvano Küchler**.

Aos **professores** que estarão presentes na minha defesa de tese de doutorado.

Aos **pós-graduandos do Programa de Pós-Graduação em Odontopediatria** do DINTER Faculdade de Odontologia-IAES/ FORP-USP, pelo companheirismo constante e convivência agradável.

À **Família Carvalho e Silva: Dona Noêmia, Seu José Victor, Raphael, Lívia, Rafael, Eduardo, Renata, Geraldo, Arthur e Raphinha**, pelo companheirismo, amizade e disponibilidade em ajudar sempre que precisei. Serei eternamente grata, muito obrigada!

Agradeço especialmente ao meu amigo de um coração enorme, colega de viagem e confidente, **Raphael Carvalho e Silva**, pela sua ajuda, competência, respeito e amizade. Rapha, não tenho palavras para agradecer tudo o que você fez por mim!

Às amigas **Shelyn Akari Yamakami** e a **Laís Lopes Machado Matos**, pelos momentos divertidos, risadas e amizade. Obrigada!

À Família do Módulo de Saúde da Família Dr. Silas Oliveira Santos, representada pela **Diretora Francineth Máximo Rodrigues**, por estarem acompanhando esta jornada, protegendo e me fortalecendo com suas orações.

Aos meus queridos amigos que a profissão me presenteou **Lilian Leite, Maria da Conceição, Thalita, André, Tadeu, Wellington, Goreth, Lidiane Fernandes, Keithanny Silva e Jackson Anjos**, por estarem sempre perto, incentivando-me. Com vocês aprendi o verdadeiro valor do espírito de trabalho em equipe e amadureci muito como profissional. Com certeza a vida é mais leve com vocês ao meu lado.

À **Micheli Cristina Leite Rovanholo**, Secretária do Programa de Pós Graduação em Odontopediatria, e aos **demais funcionários** pela enorme disponibilidade para ajudar sempre.

A todos os **funcionários da Faculdade do Amazonas-IAES** pela competência e dedicação.

Ao leitor que se dedica a ler esta obra, pelo interesse e possibilidade de disseminação de trabalho realizado.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

Souza, LKF. **Efeito de sistemas elétricos de escovação sobre a superfície do esmalte e do cimento hígidos e desmineralizados: Estudo *in vitro***. [tese]. Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2019.

O objetivo deste estudo foi avaliar, *in vitro*, o efeito de diferentes sistemas de escovação elétrica (ultrassônica, sônica, oscilatória/rotatória e iônica) sobre a superfície do esmalte e do cimento hígidos e com superfície desmineralizada, em dentes permanentes de bovinos, em comparação à escovação manual. Foram utilizados 50 fragmentos de esmalte/cimento da região da junção cimento/esmalte de incisivos bovinos, divididos em 3 áreas: controle, superfície do esmalte/cimento hígida e superfície de esmalte/cimento desmineralizada, sendo o esmalte e o cimento analisados separadamente. Em seguida, os espécimes foram aleatoriamente divididos em 5 grupos ($n=10/\text{grupo}$), os quais foram submetidos aos diferentes sistemas de escovação: Grupo A – Escovação Manual - controle (Curaprox - Curagen AG - Swiss Premium Oral Care); Grupo B – Escova elétrica sônica (Sonicare Philips); Grupo C – Escova elétrica oscilatória/rotatória (Oral – B Professional Care Triump 5000 with SmartGuide); Grupo D – Escova elétrica iônica (HyG Ornato Long Life, S.L.) e Grupo E - Escova elétrica ultrassônica (MEGASONEX – Goldspire Group Ltd.). Os espécimes hígidos e desmineralizados foram analisados em microscópio confocal a laser quanto à rugosidade e desgaste da superfície, nos momentos pré e pós-escovação. Os dados obtidos foram analisados pelos testes de Kruskal-Wallis, Anova 2-way e Tukey, com nível de significância de 5%. De acordo com os resultados obtidos observou-se que nenhum dos sistemas de escovação avaliados (manual, sônica, oscilatória/rotatória, iônica e ultrassônica) causou alterações significativas de desgaste no esmalte dentário ($p>0,05$). Enquanto, para o cimento o fator Sistemas de escovação apresentou desgaste com semelhança estatística entre eles e em relação ao fator Superfície, observou-se que a superfície desmineralizada apresentou um desgaste maior que a hígida ($p<0,05$). Na análise da interação dos fatores, houve diferença estatística significativa entre as superfícies para a escova manual, tendo maior desgaste a escovação da superfície desmineralizada ($p<0,05$). Não houve diferença entre as escovas nas diferentes superfícies analisadas ($p>0,05$). Para a rugosidade, o fator Sistemas de escovação apresentou rugosidade superficial semelhante em todos os grupos. Em relação ao fator Substrato, a superfície desmineralizada apresentou menor rugosidade que a hígida com diferença estatística significativa. Contudo, no substrato desmineralizado constatou-se que os grupos manual, sônica e ultrassônica promoveram uma superfície mais lisa, apresentando diferença estatística entre rugosidade superficial inicial e após escovação. Na comparação entre o tipo de escova e a superfície, ocorreu diferença estatística significativa apenas na comparação entre as superfícies para escova sônica, em que superfície desmineralizada apresentou menor rugosidade que a escovada não desmineralizada. Assim, concluiu-se que os sistemas de escovação dentária (manual, sônica, elétrica, iônica e ultrassônica) testados apresentam o mesmo comportamento em relação às alterações no esmalte dentário independente do substrato analisado (desmineralizado ou hígido). Entretanto, para o cimento desmineralizado/escovado a escovação manual, sônica e ultrassônica promoveu uma superfície mais lisa, além de ter apresentado maior desgaste superficial. Ainda para o cimento, houve maior desgaste superficial quando o substrato se apresentou desmineralizado.

Palavras-Chave: Escovação Dentária. Desgaste Dentário. Esmalte Dentário. Cimento. Microscopia.

ABSTRACT

Souza, LKF. **Brushing effect of electric system on the surface of the enamel and of the healthy cement and demineralized: Study in vitro.** [tese]. Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2019.

The objective of this study was to evaluate the effect of different systems of electric brushing *in vitro* (ultrasonic, sonic, electric, oscillatory/rotatory and ionic) on the surface of the enamel/healthy cement and with demineralized surface. 50 fragments of enamel/cement of the area of the junction cement/enamel of incisive bovine were used, which were divided in 3 areas: control, surface of the enamel/healthy cement and surface of enamel/demineralized cement, being the enamel and the cement analyzed separately. Soon after, the specimens were randomly divided in 5 groups (n=10) which were submitted to different systems of brushing: group A - Manual brushing- control (Curaprox - Curagen AG - Swiss Oral Premium Care); group B - Sonic electric brush (Sonicare Philips); group C - Oscillatory/rotatory electric brush (Oral - B Professional Care Triump 5000 with SmartGuide); group D - Ionic electric brush (HyG Ornato Long Life, S.L.) and group E – Ultrasonic electric brush (MEGASONEX - Goldspire Group Ltd.). The healthy and demineralized specimens were analyzed in laser confocal microscope as to the rugosity and wear of the surface in pre and post brushing moments. The obtained data were analyzed by the methods of Kruskal-Wallis, Anova 2-way and Tukey with significance level of 5%. In agreement with the obtained results it was observed that none of the systems of dental brushing evaluated (Manual, Sonic, Oscillatory/Rotatory, Ionic and Ultrasonic) caused significant wear alterations in the dental enamel. While for the cement, the factor Brushing Systems presented wear with statistical similarity among them and in relation to the factor Surface, it was observed that the demineralized surface presented a larger wear than the healthy ($p < 0,05$). In the analysis of the interaction of the factors, there was significant statistical differences among the surfaces for the manual brush, having larger wear in the brushing of the demineralized surface ($p < 0,05$). There was no difference among the brushes in the different analyzed surfaces ($p > 0,05$). For rugosity, the factor Brushing Systems presented similar superficial rugosity in all the groups. In relation to the factor Substratum, the demineralized surface presented smaller rugosity than the healthy with significant statistical difference. However, in the demineralized substratum was verified that the manual, sonic and ultrasonic groups promoted a flatter surface, presenting statistical difference among initial superficial rugosity and after brushing. In the comparison between the brush type and the surface, significant statistical difference happened just in the comparison among the surfaces for sonic brush, in that demineralized surface presented smaller rugosity than the non-demineralized brushed. Thus, it was ended that the dental brushing systems (manual, sonic, electric, ionic and ultrasonic) tested present the same behavior in relation to the alterations in the independent dental enamel of the analyzed substratum (demineralized or healthy). However, for the demineralized/brushed cement the manual, sonic and ultrasonic brushing promoted a flatter surface, besides having presented larger superficial wear. Still for the cement, there was larger superficial wear when the substratum came demineralized.

Key words: Dental brushing. Dental wear. Dental Enamel. Cement. Microscopy.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Representação esquemática da metodologia utilizada na obtenção das amostras. A. Dente incisivo bovino. B. Máquina de corte de precisão (Isomet 1000, Buehler). C. Espécime obtido a partir da secção na junção amelocementária dos incisivos bovinos. D. Representação esquemática das dimensões do espécime.....	46
Figura 2. Representação esquemática da metodologia utilizada para impermeabilização dos espécimes.....	47
Figura 3. Espécimes posicionados paralelamente à mesa do Microscópio Confocal a Laser (LEXT OLS4000 [®] , Olympus, Tokyo, Japão).....	47
Figura 4. Representação esquemática da metodologia utilizada para divisão da superfície do espécime.....	49
Figura 5. Máquina de escovação.....	50
Figura 6. Imagem adquirida para análise final da superfície: área controle e área abrasionada após remoção da resina composta (216X de aumento). A. Esmalte - área controle e área abrasionada. B. Cimento - área controle e área abrasionada.....	51
Figura 7. Imagem adquirida para análise final da superfície: área desmineralizada/abrasionada e área controle após remoção da resina composta (216X de aumento). A. Esmalte - área desmineralizada/abrasionada e área controle. B. Cimento - área desmineralizada/abrasionada e área controle.....	51
Figura 8. Representação gráfica das medias do perfil de desgaste (μm) do esmalte apresentado pelas escovas (M - manual; S - sônica; E - elétrica oscilatória/rotatória; I – iônica e U – ultrassônica) e pelas áreas escovadas (Substrato: DE – Área após desmineralização/escovação; E - Área hígida após escovação).....	58
Figura 9. Degrau formado entre a superfície escovada e ou desmineralizada (AE) e a área controle (AC). A. Degrau aparente da área controle com a superfície desmineralizada (antes da escovação); B. Degrau formado entre esmalte desmineralizado e escovado e o hígido; C. Degrau formado entre o esmalte hígido escovado e a área controle.....	59

Figura 10. Representação gráfica das médias do perfil de desgaste (μm) do cimento abrasionado com diferentes escovas (M - manual; S - sônica; E - elétrica oscilatória/rotatória; I – iônica e U – ultrassônica) nas diferentes áreas (Substrato: DE – Área após desmineralização/escovação; E - Área hígida após escovação)..... 61

Figura 11. Degrau formado entre a superfície escovada e ou desmineralizada (AE) e a área controle (AC). A. Degrau aparente da área controle com a superfície desmineralizada (antes da escovação); B. Degrau formado entre cimento desmineralizado/escovado e o hígido; C. Degrau formado entre o cimento hígido escovado e a área controle..... 61

Figura 12. Superfície do esmalte. A. Superfície do esmalte hígido. B. Superfície do esmalte após a desmineralização inicial; C. Superfície do esmalte hígido após escovação (superfície ligeiramente mais lisa que a inicial); D. Superfície do esmalte após a desmineralização e escovação (superfície com bastante irregularidade)..... 63

Figura 13. Superfície de cimento. A. Superfície do cimento hígido. B. Superfície do cimento após a desmineralização inicial; C. Superfície do cimento hígido após escovação (superfície ligeiramente mais lisa que a inicial); D. Superfície do cimento após a desmineralização e escovação (superfície bem mais lisa que inicialmente)..... 65

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Média e desvio padrão da rugosidade superficial (μm) nos diferentes momentos e diferentes sistemas de escovação para superfície hígida.....	57
Tabela 2. Média e desvio padrão da rugosidade superficial (μm) nos diferentes momentos e diferentes sistemas de escovação para superfície desmineralizada.....	57
Tabela 3. Média e desvio padrão da rugosidade superficial (μm) nas diferentes superfícies e diferentes sistemas de escovação.....	58
Tabela 4. Média e desvio padrão do perfil de desgaste (μm) dos diferentes grupos e áreas estudadas.....	59
Tabela 5. Média e desvio padrão da rugosidade superficial (μm) do cimento nos diferentes momentos e diferentes sistemas de escovação para superfície hígida.....	59
Tabela 6. Média e desvio padrão da rugosidade superficial (μm) do cimento nos diferentes momentos e diferentes sistemas de escovação para superfície desmineralizada.....	60
Tabela 7. Média e desvio padrão da rugosidade superficial (μm) nas diferentes superfícies e diferentes sistemas de escovação.....	60
Tabela 8. Média e desvio padrão (μm) do perfil de desgaste do cimento para os diferentes grupos estudados e situações.....	62

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	33
2. PROPOSIÇÃO	39
2.1 Geral	41
2.2 Específico	41
3. MATERIAL E MÉTODOS	43
3.1 Delineamento Experimental	45
3.2 Obtenção dos Espécimes	45
3.3 Impermeabilização dos Espécimes	46
3.4 Captura da imagem inicial	47
3.5 Indução da desmineralização	48
3.6 Abrasão dos Espécimes	49
3.7 Análises realizadas	50
3.8 Análise dos dados	53
4. RESULTADOS	55
4.1 Esmalte	57
4.1.1 Rugosidade Superficial	57
4.1.2 Perfil de desgaste	58
4.2 Cimento	59
4.2.1 Rugosidade Superficial	59
4.2.2 Perfil de Desgaste	60
4.3 Análise Morfológica	62
5. DISCUSSÃO	67
6. CONCLUSÃO	73
REFERÊNCIAS	77

1. Introdução

1. INTRODUÇÃO

Ao longo das últimas décadas, o declínio da prevalência de cárie dentária na população mundial tem sido acompanhado por um notável aumento da incidência de lesões cervicais não cariosas, como, principalmente, erosão, abrasão e atrição, que levam a uma perda irreversível da estrutura dentária (Abbate et al., 2014; Sadaf e Ahmad, 2014; Sabrah et al., 2018; Teixeira et al., 2018). O desgaste dentário causado por essas lesões é um processo multifatorial (Torres et al., 2010; Van der Weijden et al., 2011; Sadaf e Ahmad, 2014; Scatena et al., 2014; Kulkarni et al., 2016; Yang et al., 2016; Teixeira et al., 2018) e acumulativo durante toda a vida do indivíduo, que envolve diferentes fatores químicos e físicos/mecânicos inter-relacionados (Wiegand et al., 2006b; Kumar et al., 2015a; Kulkarni et al., 2016; Yoshizaki et al., 2017; Teixeira et al., 2018).

Para o fator mecânico, destaca-se o efeito abrasivo ocasionado pela escovação dentária (Addy e Hunter, 2003; Grippo et al., 2004; Wiegand et al., 2006b; Wiegand et al., 2013; Wiegand e Schlueter, 2014; AlShehab et al., 2018). As superfícies vestibulares dos dentes são mais propensas à abrasão devido à escovação excessiva (Grippo et al., 2004; Bartlett e Shah, 2006). Vários estudos têm mostrado que diferentes variáveis influenciam na capacidade abrasiva da escova de dente. Estas variáveis incluem técnica, força, duração, frequência da escovação, tipo de escova - em particular a rigidez e forma da extremidade das cerdas (Wiegand et al., 2006a; Wiegand et al., 2006b; Kumar et al., 2014; Kumar et al., 2015b; Mullan et al., 2017) e abrasividade do dentífrico (Hooper et al., 2003; Wiegand and Schlueter, 2014; Mullan et al., 2017), a qual é considerada um fator etiológico na recessão gengival e no desgaste dentário, conforme relatado por vários estudos (Dababneh et al., 1999; Addy and Hunter, 2003; Addy, 2005; Bizhang et al., 2016).

O controle do biofilme por meios mecânicos é o método mais comumente usado para a manutenção da saúde bucal, sendo a escova de dente o instrumento mais utilizado para este fim (Ghassemi et al., 2014; Jenkins et al., 2017). Desde a invenção até os dias atuais, as escovas de dente vêm sendo continuamente aperfeiçoadas para melhorar a eficácia durante o processo de escovação (Mandal et al., 2017; Tilliss e Carey, 2018). Há evidências de sua existência que remontem à antiguidade, sendo que na "Idade Moderna", em 1938, as cerdas de nylon foram usadas para substituir os pelos de javali. No entanto, com avanços contínuos tecnológicos e com resultados de pesquisas houve a introdução de escovas de dente elétrica

com uma variedade de movimentos acionados por uma fonte de energia, tendo as primeiras escovas motorizadas ação de ida e volta (Scutt e Swann, 1975; Menon e Ramamurthy, 2014).

O desenvolvimento subsequente proporcionou diferentes movimentos, como: sistemas rotatórios, oscilatórios, sônicos, ultrassônicos e iônicos (Kiche et al., 2002; Heanue et al., 2003; Robinson et al., 2005; Wiegand et al., 2006a;b; Wiegand et al., 2013). Com esse avanço na tecnologia das escovas elétricas, a sua segurança foi claramente estabelecida, tendo atualmente uma variação com relação ao tamanho e configuração da cabeça da escova, mais compacta; mecanismo de ação, velocidade e design geral (Wiegand et al., 2006a; Deacon et al., 2010; Bizhang et al., 2017).

As escovas elétricas reduzem a força, o tempo de escovação e a incidência de sangramento gengival. Além disso, proporcionam bolsas periodontias mais rasas e removem o biofilme dentário mais eficientemente que a escovação manual (Heanue et al., 2003; Deacon et al., 2010; Hovliaras et al., 2015; Re et al., 2015; Ikeda et al., 2016; Kurtz et al., 2016; Davidovich et al., 2017; de Jager et al., 2017; Erbe et al., 2018; Kaizer et al., 2018). A eficácia do uso de escovas dentais para melhora significativa da higiene bucal foi comprovada por Nikolaev et al., (2016) e Ferraz et al., (2015). Entretanto podem ocasionar danos clinicamente relevantes aos tecidos mineralizados e tecidos moles (Boyd, 1997; Boyd et al., 1997; He et al., 2001; Robinson, 2011; Van der Weijden et al., 2011.; Fukumoto et al., 2014; Graetz et al., 2017).

Além disso, têm sido bem recebidas por profissionais e amplamente aceitas pelos pacientes, principalmente ortodônticos e com deficiências (Warren et al., 2000; Silvestrini et al., 2010; Re et al., 2015; Ikeda et al., 2016; Saruttichart et al., 2017). Em pacientes ortodônticos, constataram que as escovas motorizadas são mais eficientes na realização de um nível adequado de remoção de biofilme ou melhora na saúde gengival (Mazzoleni et al., em 2014). Resultados benéficos na manutenção da saúde bucal também foram observados em pacientes com incapacidades neuromusculares (Ikeda et al., 2016).

A remoção mecânica do biofilme com escova de dente manual continua a ser o principal método de manter a higiene bucal para a maioria da população. Visto que a maior divulgação da mídia associada à redução de preço tem tornado as escovas elétricas cada vez mais acessíveis, observando-se um expressivo aumento do emprego dos diferentes sistemas. No entanto, ainda não foram avaliados os efeitos dos novos mecanismos de escovação elétrica sobre o esmalte/cimento desmineralizado, presente em pacientes com alta atividade de cárie e presença de manchas brancas ativas.

A hipótese do estudo é que os sistemas de escovação com movimentos sônicos, ultrassônicos, oscilatórios/rotatórios e iônicos não apresentarão o mesmo comportamento, quando comparados à escovação manual, no esmalte e no cimento hígidos e desmineralizados.

2. *Proposição*

2. PROPOSIÇÃO

2.1 Geral

Avaliar, *in vitro*, o efeito de diferentes sistemas de escovação elétrica (ultrassônica, sônica, oscilatória/rotatória e iônica) sobre a superfície do esmalte e do cimento hígidos e com superfície desmineralizada, em dentes permanentes de bovinos, em comparação à escovação manual.

2.2 Específico

Avaliar *in vitro*, por meio de microscopia confocal a laser, a rugosidade superficial, o perfil de desgaste da superfície e a morfologia superficial do esmalte hígido e com lesão desmineralizada, após utilização de diferentes sistemas de escovação elétrica.

Avaliar *in vitro*, por meio de microscopia confocal a laser, a rugosidade superficial, o perfil de desgaste da superfície e a morfologia superficial do cimento hígido e com lesão desmineralizada, após utilização de diferentes sistemas de escovação elétrica.

3. Material e Métodos

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Delineamento Experimental

O presente trabalho consistiu em um estudo *in vitro*, fatorial 5 X 2, tendo como fatores de estudo os “Sistemas de escovação” em 5 níveis: ultrassônica, sônica, oscilatória/rotatória, iônica e manual; e “Substrato” em 2 níveis: hígido e desmineralizado. As unidades experimentais foram 50 fragmentos de esmalte/cimento próximo à junção amelocementária (JCE) de incisivos bovinos, divididos aleatoriamente em 5 grupos (n=10 espécimes/grupo). As superfícies de esmalte e cimento, adjacentes à JCE, foram analisadas separadamente.

O estudo foi realizado de acordo com um delineamento em blocos completos casualizados. As variáveis de resposta quantitativa foram o perfil de desgaste (μm) e a rugosidade superficial (μm), enquanto que a qualitativa foi a análise topográfica, empregando microscopia confocal a laser (morfológica).

3.2 Obtenção dos Espécimes

Para a obtenção dos espécimes, foram selecionados 50 incisivos bovinos íntegros (Figura 1A) armazenados, previamente, em solução de formol a 10%, com pH 7,0. Os dentes com presença de trincas, manchas hipoplásicas ou acentuado desgaste foram descartados. Após limpeza adequada dos espécimes, os incisivos bovinos foram fixados com cera para escultura (Asfer Indústria Química Ltda., São Paulo, Brasil) em uma placa de acrílico e levados, posteriormente, a uma máquina de corte de precisão (Isomet 1000, Buehler, Lake Bluff, USA) (Figura 1B) para separar a coroa da raiz com um disco diamantado #7015 (KG Sorensen, São Paulo, Brasil) refrigerado por água. A secção foi realizada 2,0mm acima e 2,0mm abaixo da JCE, para obter espécimes da região cervical dos incisivos bovinos com dimensões 4 x 4 x 2mm (Figuras 1C e 1D).

Figura 1. Representação esquemática da metodologia utilizada para obtenção dos espécimes. A. Dente incisivo bovino. B. Máquina de corte de precisão (Isomet 1000, Buehler). C. Espécime obtido a partir da secção na junção amelocementária dos incisivos bovinos. D. Representação esquemática das dimensões do espécime.

3.3 Impermeabilização dos Espécimes

Para o processo de impermeabilização dos espécimes foi utilizada resina composta (RC) (Filtek™ Z350 XT, 3M ESPE Dental Products, St. Paul, MN, USA) na cor A1 e sem a aplicação de sistema adesivo (Amaechi e Higham, 2001). Este procedimento foi cuidadosamente realizado acomodando as porções de RC sobre as faces do fragmento com auxílio de uma espátula de inserção (Suprafill nº1, Duflex, SSWhite, Inglaterra). Confeccionou-se uma matriz para padronizar o formato do compósito ao redor do espécime em todas as amostras. A fotopolimerização ocorreu por meio do fotopolimerizador Poly Wireless (Kavo Kerr Group, Joinville, SC, Brasil – 1100mW/cm²), por 20 segundos.

A impermeabilização foi realizada com o intuito de proteger todas as faces do fragmento com compósito, exceto a superfície a ser analisada, a qual foi posicionada da forma mais plana possível. Os espécimes foram imersos em água deionizada sob ação do ultrassom, por 10 minutos, para lavagem e remoção de resíduos. Os espécimes foram armazenados em 100% de umidade relativa a 37°C, até o início do experimento (Figura 2).

Figura 2. Representação esquemática da metodologia utilizada para impermeabilização dos espécimes.

3.4 Captura da imagem inicial

As imagens iniciais foram obtidas com os espécimes posicionados paralelamente à mesa do Microscópio Confocal a Laser (LEXT OLS4000[®], Olympus, Tokyo, Japão), com auxílio de paralelômetro (Figura 3). Durante a captura das imagens, tomou-se o cuidado de realizá-la na mesma região, para posterior comparação.

Figura 3. Espécimes posicionados paralelamente à mesa do Microscópio Confocal a Laser (LEXT OLS4000[®], Olympus, Tokyo, Japão).

Foram capturadas imagens/análises em três momentos: após a impermeabilização com RC, após a desmineralização e após a escovação. A análise da rugosidade foi efetuada em relação à área sem escovação (área de referência). As imagens foram obtidas no aumento de 216X e, em cada imagem, foi analisada a rugosidade de superfície, com objetiva de 10x, bem como análise morfológica da superfície.

A leitura da rugosidade, em μm , foi efetuada em uma área de aproximadamente $0,5\text{mm}^2$, nas diferentes regiões estudadas.

Para o perfil de desgaste foram obtidas imagens englobando as duas áreas (controle/escovada) e 10 leituras em duas áreas diferentes (comparação da área controle com a área apenas escovada e comparação da área controle com a área desmineralizada e escovada de cada espécime, estabelecendo a região hígida - controle - como referência).

3.5 Indução da desmineralização

A superfície do espécime foi dividida em três terços (Figura 4). Inicialmente, foi induzida a desmineralização em um dos terços, sendo os 2/3 restantes recobertos com uma fina camada de RC (Filtek™ Z350 XT, 3M ESPE Dental Products, St. Paul, MN, USA), a qual foi fotopolimerizada por 20 segundos, na potência de $1100\text{mW}/\text{cm}^2$. Para indução da lesão da desmineralização, os espécimes foram imersos em uma solução desmineralizante com nitrato de cálcio (Queiroz et al., 2008), contendo 1,28mM cálcio, 0,74mM fosfato, $0,03\mu\text{g}$ Flúor/mL, por 48 horas para o esmalte, e 21 horas para o cimento, como determinado em estudo piloto prévio.

Figura 4. Representação esquemática da metodologia utilizada para divisão da superfície do espécime.

Posteriormente, destacou-se a porção de RC com auxílio de uma lâmina de bisturi. Em seguida, uma nova camada de RC foi inserida, recobrindo apenas o terço central, deixando as demais regiões expostas (1/3 de esmalte/cimento hígido e 1/3 de esmalte/cimento desmineralizado).

3.6 Abrasão dos Espécimes

Após a indução a desmineralização, os espécimes foram submetidos à escovação manual ou com os diferentes sistemas elétricos, conforme a distribuição aleatória abaixo (n=10):

- **Grupo A** – Escovação manual - controle (Curaprox - Curagen AG - Swiss Premium Oral Care, Kriens, Suíça), com força de 200g.
- **Grupo B** – Escova elétrica sônica (Sonicare, Philips, Amsterdam, Holanda), no modo clean, com força de 10g.
- **Grupo C** – Escova elétrica oscilatória/rotatória (Oral-B Professional Care Triumph 5000 with SmartGuide, Kronberg, Alemanha), no modo daily clean, com força de 200g.
- **Grupo D** – Escova iônica (HyG Ornato Long Life, S.L., Barcelona, Espanha), utilizada de acordo com as instruções do fabricante.
- **Grupo E** – Escova elétrica ultrassônica (MEGASONEX - Goldspire Group, Ltd., Hong Kong), com força de 10g.

O desgaste abrasivo foi realizado em uma máquina de escovação (Biopdi Científica, São Carlos, São Paulo) que simula a técnica horizontal, permitindo regular e padronizar a força de aplicação (Figura 5). Os espécimes foram posicionados paralelamente às cerdas das escovas de dente em uma superfície plana.

Figura 5. Máquina de escovação (Biopdi Científica, São Carlos, São Paulo).

Uma solução (slurry) obtida pela mistura de dentifrício (Colgate Total 12, Colgate-Palmolive Indústria e Comércio Ltda – São Bernardo do Campo – SP, Brasil) e água destilada na proporção 1:1 em peso foi injetada lateralmente ao espécime, durante os movimentos de escovação. Esta solução foi preparada 20 minutos antes do seu uso e aplicada em todos os grupos 0,5mL da mistura, a cada 3 minutos.

O tempo de escovação foi de 15 minutos, a fim de simular o contato de 10 segundos por superfície dentária, durante duas vezes ao dia num período de 45 dias, considerando apenas o processo de escovação a 37°C ($\pm 0,5^{\circ}\text{C}$) (Hernandez-Gaton et al., 2018).

3.7 Análises Realizadas

Após a exposição dos espécimes aos diferentes sistemas de escovação, a RC foi destacada expondo a região utilizada como área referência (terço central - esmalte/cimento hígidos sem escovação). Outras imagens foram adquiridas após o armazenamento dos espécimes em 100% de umidade relativa à 37°C, por meio do Microscópio Confocal a Laser (LEXT OLS4000®, Olympus, Tokyo, Japão) englobando as áreas controle e escovadas (Figuras 6A e 6B) e áreas controle e desmineralizadas/escovadas (Figuras 7A e 7B).

Figura 6. Imagem adquirida para análise final da superfície: área controle e área abrasionada após remoção da resina composta (216X de aumento). A. Esmalte - área controle e área abrasionada. B. Cimento - área controle e área abrasionada.

Figura 7. Imagem adquirida para análise final da superfície: área desmineralizada/abrasionada e área controle após remoção da resina composta (216X de aumento). A. Esmalte - área desmineralizada/abrasionada e área controle. B. Cimento - área desmineralizada/abrasionada e área controle.

A rugosidade superficial e o perfil de desgaste dos espécimes foram avaliados em relação às áreas desmineralizadas/escovadas e híidas/escovadas, do mesmo modo descrito anteriormente. A análise morfológica foi realizada individualmente por área e comparada em relação à topografia das diferentes superfícies.

3.8 Análise dos dados

Os dados obtidos foram analisados quanto à sua normalidade e homogeneidade. Na rugosidade superficial, os dados não apresentaram distribuição normal e, assim, empregou-se o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis. Como o perfil de desgaste apresentou distribuição normal e homogênea, foi empregado o teste de ANOVA a dois fatores.

Para a **análise da rugosidade superficial** foram comparadas as médias inicial e final, para determinar se a escovação promoveu alteração na textura superficial. Para esta comparação utilizou-se o método de Kruskal-Wallis. Para comparar o efeito das diferentes escovas em relação à morfologia superficial, foi realizada a diferença entre a rugosidade final e inicial. Valores negativos significam que a superfície tornou-se mais lisa, enquanto que valores positivos indicam que a superfície tornou-se mais rugosa.

Para o **perfil de desgaste** utilizou-se a análise de variância de dois fatores com repetições e o teste de Tukey para diferenciação das médias.

O nível de significância adotado para todas as análises foi 5%.

Para a **análise morfológica** realizou-se uma avaliação qualitativa das imagens obtidas.

4. Resultados

4. RESULTADOS

4.1 Esmalte

4.1.1 Rugosidade Superficial

Na rugosidade superficial, pode-se observar que no substrato hígido todos os grupos apresentaram semelhança estatística entre a rugosidade superficial inicial e final ($p>0,05$) (Tabela 2).

Tabela 1. Média e desvio padrão da rugosidade superficial (μm) nos diferentes momentos e diferentes sistemas de escovação para superfície hígida.

Grupos	Rugosidade Inicial	Rugosidade após Escovação
Manual	$1,29 \pm 0,60$ a	$1,43 \pm 0,58$ a
Sônica	$1,57 \pm 0,81$ a	$1,41 \pm 0,51$ a
Oscilatória/Rotatória	$1,98 \pm 1,11$ a	$1,55 \pm 0,47$ a
Iônica	$1,45 \pm 0,63$ a	$1,38 \pm 0,15$ a
Ultrassônica	$1,77 \pm 0,77$ a	$1,61 \pm 0,41$ a

*Comparação na linha - mesma letra representa similaridade estatística.

Na superfície desmineralizada observou que todos os grupos apresentaram semelhança estatística entre a rugosidade superficial inicial e final ($p>0,05$) (Tabela 3).

Tabela 2. Média e desvio padrão da rugosidade superficial (μm) nos diferentes momentos e diferentes sistemas de escovação para superfície desmineralizada.

Grupos	Rugosidade após Desmineralização	Rugosidade após Desmineralização/Escovação
Manual	$1,25 \pm 0,42$ a	$1,29 \pm 0,52$ a
Sônica	$1,32 \pm 0,39$ a	$1,43 \pm 0,50$ a
Oscilatória/Rotatória	$1,29 \pm 0,35$ a	$1,47 \pm 0,64$ a
Iônica	$1,49 \pm 0,45$ a	$1,38 \pm 0,39$ a
Ultrassônica	$1,32 \pm 0,47$ a	$1,30 \pm 0,35$ a

*Comparação na linha - mesma letra representa similaridade estatística.

Na comparação entre o tipo de escova e o substrato observou-se que não houve diferença estatisticamente significativa entre eles ($p>0,05$) (Tabela 4).

Tabela 3. Média e desvio padrão da rugosidade superficial (μm) nas diferentes superfícies e diferentes sistemas de escovação.

Grupos	Após Escovação	Após Escovação
	Desmineralizado - Escovado	Escovado
Manual	$0,04 \pm 0,63$ a	$0,14 \pm 0,51$ a
Sônica	$0,11 \pm 0,62$ a	$-0,16 \pm 1,02$ a
Oscilatória/Rotatória	$0,18 \pm 0,50$ a	$-0,43 \pm 1,36$ a
Iônica	$-0,11 \pm 0,41$ a	$-0,08 \pm 0,62$ a
Ultrassônica	$-0,02 \pm 0,59$ a	$-0,17 \pm 0,82$ a

*Mesma letra representa similaridade estatística.

4.1.2 Perfil Desgaste

Na análise dos dados pode-se observar que para o fator *Sistemas de escovação* todos os grupos apresentaram desgaste em função do processo de escovação e apresentaram semelhança estatística entre eles ($p > 0,05$). Em relação ao fator *Substrato*, observou-se que ambos foram estatisticamente semelhantes entre si ($p > 0,05$), ou seja, a superfície desmineralizada sofreu o mesmo padrão de desgaste da superfície hígida (Figuras 8 e 9).

Figura 8. Representação gráfica das médias do perfil de desgaste (μm) do esmalte apresentado pelas escovas (M - manual; S - sônica; E - elétrica oscilatória/rotatória; I - iônica e U - ultrassônica) e pelas áreas escovadas (Substrato: DE - Área após desmineralização/escovação; E - Área hígida após escovação).

Figura 9. Degrau formado entre a superfície escovada e/ou desmineralizada (AE) e a área controle (AC). A. Degrau aparente da área controle com a superfície desmineralizada (antes da escovação); B. Degrau formado entre esmalte desmineralizado e escovado e o hígido; C. Degrau formado entre o esmalte hígido escovado e a área controle.

Na análise da interação dos fatores observou-se que não ocorreu diferença estatística entre os grupos nas diferentes regiões ($p>0,05$) e nem entre as diferentes áreas ($p>0,05$) (Tabela 1).

Tabela 4. Média e desvio padrão do perfil de desgaste (μm) dos diferentes grupos e áreas estudadas.

Grupos	Após Desmineralização/Escovação	Após Escovação
Manual	$2,42 \pm 0,97$ a	$2,28 \pm 0,89$ a
Sônica	$2,37 \pm 0,40$ a	$2,34 \pm 0,71$ a
Oscilatória/Rotatória	$2,13 \pm 0,83$ a	$2,28 \pm 0,70$ a
Iônica	$2,29 \pm 0,57$ a	$2,43 \pm 0,51$ a
Ultrassônica	$2,28 \pm 0,73$ a	$2,67 \pm 1,37$ a

*Mesma letra representa similaridade estatística.

4.2 Cimento

4.2.1 Rugosidade Superficial

Para a rugosidade, observou-se que para o fator *Sistemas de escovação*, todos os grupos apresentaram rugosidade superficial semelhante ($p>0,05$). Em relação ao fator *Substrato*, observou-se que a superfície desmineralizada apresentou menor rugosidade que a hígida apresentando diferença estatística significativa ($p<0,05$) (Tabela 6).

Tabela 5. Média e desvio padrão da rugosidade superficial (μm) do cimento nos diferentes momentos e diferentes sistemas de escovação para superfície hígida.

Grupos	Rugosidade Inicial	Rugosidade após Escovação
Manual	$2,33 \pm 1,19$ a	$1,06 \pm 0,21$ b
Sônica	$2,33 \pm 1,19$ a	$1,03 \pm 0,16$ b
Oscilatória/Rotatória	$1,85 \pm 1,86$ a	$1,22 \pm 0,34$ b
Iônica	$1,66 \pm 0,78$ a	$1,11 \pm 0,29$ b
Ultrassônica	$1,36 \pm 0,50$ a	$1,09 \pm 0,31$ a

*Mesma letra representa similaridade estatística.

Tabela 6. Média e desvio padrão da rugosidade superficial (μm) do cimento nos diferentes momentos e diferentes sistemas de escovação para superfície desmineralizada.

Grupos	Rugosidade após Desmineralização	Rugosidade após Desmineralização/Escovação
Manual	$1,80 \pm 0,89$ a	$1,30 \pm 0,26$ b
Sônica	$1,55 \pm 0,45$ a	$1,28 \pm 0,32$ b
Oscilatória/Rotatória	$1,62 \pm 0,42$ a	$1,60 \pm 0,70$ a
Iônica	$1,35 \pm 0,34$ a	$1,11 \pm 0,29$ a
Ultrassônica	$1,72 \pm 0,61$ a	$1,16 \pm 0,35$ b

* Mesma letra representa similaridade estatística (interação dos fatores).

Na comparação entre o tipo de escova e a superfície, observou-se que houve diferença estatística significativa apenas na comparação entre as superfícies para escova sônica, em que superfície desmineralizada apresentou menor rugosidade que a escovada não desmineralizada ($p < 0,05$) (Tabela 8).

Tabela 7. Média e desvio padrão da rugosidade superficial (μm) nas diferentes superfícies e diferentes sistemas de escovação.

Grupos	Após Escovação	Após Escovação
	Desmineralizado - Escovado	Escovado
Manual	$-0,50 \pm 0,93$ aA	$-1,27 \pm 1,11$ aA
Sônica	$-0,27 \pm 0,43$ aA	$-1,30 \pm 1,21$ aB
Oscilatória/Rotatória	$-0,02 \pm 0,62$ aA	$-0,63 \pm 1,61$ aA
Iônica	$-0,45 \pm 0,35$ aA	$-0,73 \pm 1,36$ aA
Ultrassônica	$-0,57 \pm 0,48$ aA	$-0,26 \pm 0,47$ aA

*Comparação na linha (maiúscula) - mesma letra representa similaridade estatística.

*Comparação na coluna (minúscula) - mesma letra representa similaridade estatística.

4.2.2 Perfil desgaste

Na análise dos dados, pode-se observar que para o fator *Sistemas de escovação* todos os grupos apresentaram desgaste em função do processo de escovação e semelhança estatística entre eles ($p > 0,05$). Em relação ao fator *Superfície*, notou-se que a superfície desmineralizada mostrou um desgaste maior que a hígida, com diferença estatística ($p < 0,05$) (Figuras 10 e 11).

Figura 10. Representação gráfica das médias do perfil de desgaste (μm) do cimento abrasionado com diferentes escovas (M - manual; S - sônica; E - elétrica oscilatória/rotatória; I - iônica e U - ultrassônica) nas diferentes áreas (Substrato: DE - Área após desmineralização/escovação; E - Área hígida após escovação).

Figura 11. Degrau formado entre a superfície escovada e ou desmineralizada (AE) e a área controle (AC). A. Degrau aparente da área controle com a superfície desmineralizada (antes da escovação); B. Degrau formado entre cimento desmineralizado/escovado e o hígido; C. Degrau formado entre o cimento hígido escovado e a área controle.

Na análise da interação dos fatores, observou-se que houve diferença estatística significativa entre as superfícies para a escova manual, tendo maior desgaste a escovação da superfície desmineralizada ($p < 0,05$). Não houve diferença entre as escovas nas diferentes superfícies analisadas ($p > 0,05$) (Tabela 5).

Tabela 8. Média e desvio padrão (μm) do perfil de desgaste do cimento para os diferentes grupos estudados e situações..

Grupos	Após Desmineralização/Escovação	Após Escovação
Manual	$2,65 \pm 0,73$ a A	$2,01 \pm 0,73$ a B
Sônica	$2,25 \pm 0,65$ a A	$1,84 \pm 0,32$ a A
Oscilatória/Rotatória	$2,55 \pm 0,82$ a A	$2,16 \pm 0,41$ a A
Iônica	$2,49 \pm 0,71$ a A	$2,32 \pm 0,51$ a A
Ultrassônica	$2,30 \pm 0,60$ a A	$2,36 \pm 0,55$ a A

*Comparação na linha (maiúscula) - mesma letra representa similaridade estatística.

*Comparação na coluna (minúscula) - mesma letra representa similaridade estatística.

4.3 Análise morfológica

Na análise em microscopia e das imagens obtidas, observa-se que no esmalte (Figura 12s A, B, C e D) ocorreu tênue alteração da textura superficial. Sendo mais evidente na superfície desmineralizada (Figuras 12 B e D). Por sua vez, no cimento observou-se que a superfície ficou mais lisa após o processo de escovação, independente da superfície estar desmineralizada ou não (Figuras 13 A, B, C e D).

Figura 12. Superfície do esmalte. A. Superfície do esmalte hígido. B. Superfície do esmalte após a desmineralização inicial; C. Superfície do esmalte hígido após escovação (superfície ligeiramente mais lisa que a inicial); D. Superfície do esmalte após a desmineralização e escovação (superfície com bastante irregularidade).

5. Discussão

5. DISCUSSÃO

Apesar dos avanços tecnológicos atuais, aplicados à manutenção da saúde bucal, a desmineralização dos tecidos dentais mineralizados, especialmente o esmalte e a dentina, ainda é um problema crescente (Abou Neel et al., 2016). A lesão de mancha branca constitui a primeira manifestação clínica da doença cárie e se apresenta como uma opacidade localizada no esmalte, decorrente de eventos físico-químicos causados por ácidos produzidos pelas bactérias cariogênicas (Roveri et al., 2009; Cohen-Carneiro et al., 2014; Subramaniam et al., 2014; Enax e Epple, 2018) que, se não tratada, pode evoluir para cavitação (Papadimitriou et al., 2016; Schwendicke et al., 2016; Balhaddad et al., 2018; Leitão et al., 2018). A escovação dentária constitui-se em um procedimento mecânico diário, para controle do biofilme dentário cariogênico (Hovliaras et al. 2015; de Jager et al., 2017) que pode, no entanto, ocasionar desgaste nos tecidos dentais mineralizados (Ganss et al., 2009). Assim, no presente estudo avaliou-se *in vitro* o efeito de cinco sistemas de escovação (manual, sônica, oscilatória/rotatória, iônica e ultrassônica) na superfície do esmalte e do cimento hígidos e desmineralizados, com relação ao perfil de desgaste e à rugosidade superficial.

Nos estudos de Wiegand et al. (2013), Wiegand e Schlueter (2014) e AlShehab et al. (2018) observou-se que após a escovação elétrica ou manual, a estrutura dentária pode apresentar desgaste por abrasão. Nesse sentido, os resultados do presente estudo são concordantes com os trabalhos da literatura, pois todas as escovas promoveram desgaste do esmalte e do cimento, sendo esse mais acentuado no cimento. Esse fato provavelmente ocorreu devido ao uso do dentífrico abrasivo, dos diferentes movimentos realizados em todos os sistemas de escovação e da força aplicada durante o processo de escovação, em todos os grupos experimentais.

Em relação à escovação manual no esmalte e no cimento, os resultados do presente estudo corroboraram com Wiegand et al. (2013) que observaram maior abrasão e erosão na dentina radicular e esmalte com uso de escova manual quando comparada com o grupo de escova sônica. Contudo, Bizhang et al. (2017) concluíram que as escovas manuais são significativamente menos abrasivas, quando comparadas às elétricas, que executam maior quantidade de movimentos abrasivos num mesmo período de tempo.

A força de escovação é um fator importante para o desenvolvimento de desgaste (Heasman et al, 2015). A perda de esmalte pode ser induzida quando desafiado com ácido sob uma força de escovação similar de 2,5N (Wiegand et al., 2006b). Forças de escovação de

0,9N (Wiegand et al, 2013), 1,7N (Weijden et al., 1995), 2,0N (Bizhang et al., 2017), 2,5N (Teixeira et al., 2005), 3N (Janusz et al., 2008; Bizhang et al., 2016) ou 4N (Choi et al., 2012) foram relatadas em usuários de escovas elétricas. Para escovas manuais, as forças de escovação variaram de 1,6 a 3,23N (Van der Weijden et al., 1996; Wiegand et al, 2013), sugerindo que cada modelo de escova de dentes tem um perfil específico para a força de escovação. No presente trabalho, a força de escovação variou de 0,1N (igual a 10g) a 2N (igual a 200g) e o mesmo dentífrico fluoretado foi utilizado em todas as amostras. O período de escovação foi realizado de acordo trabalho prévio (Hernandez-Gaton et al., 2018), no qual o tempo de escovação foi de 15 minutos para simular o contato de 10 segundos por superfície dentária, durante duas vezes ao dia num período de 45 dias, considerando apenas o processo de escovação.

O dentífrico usado no presente estudo apresenta baixa abrasividade e foi misturado com água destilada em uma proporção de 1:1, antes da aplicação nos espécimes (Schemehorn et al., 2011), com a intenção de promover menor efeito sobre a superfície analisada.

Além da força aplicada, foram executados movimentos horizontais na máquina de escovação para simular a técnica mais difundida entre crianças e adultos (Sharma et al., 2012; da Cas et al., 2013; Heasman et al, 2015). Para a condição *in vivo*, não há diferença na remoção do biofilme por escova manual ou elétrica (Fjeld et al., 2018; Neelima et al., 2017; Jansiriwattana e Teparat-Burana, 2018), apesar das escovas dentais testadas diferirem no design das cabeças, como observado no presente estudo.

O design da cabeça da escova e o arranjo das cerdas podem influenciar a abrasividade do dentífrico (Bizhang et al., 2017) e produzir níveis variados de desgaste (Knezevic et al., 2010). Nesse estudo, todas as escovas dentais tinham cerdas macias e paralelas, dispostas em tufo, os quais diferiam em relação ao número, configuração e comprimento (forma plana versus ondulada). No entanto, nenhum dos sistemas de escovação dentária (manual, sônica, oscilatória/rotatória, iônica e ultrassônica) testados causaram alterações significativas de rugosidade no esmalte dentário, em concordância com o trabalho de Hernandez-Gatón et al. (2018).

Quanto à influência da rigidez do filamento da escova, no esmalte desmineralizado e hígido, Bizhang et al. (2016) e AlShehab et al. (2018) observaram que as escovas dentais com cerdas macias apresentaram maior rugosidade superficial quando comparadas com as de cerdas duras. Resultados similares foram constatados por Kumar et al. (2015b), que concluíram existir maior abrasão no esmalte com cerdas macias ao adicionar o dentífrico à escovação, o que pode causar um impacto na recomendação da escova de dente para o

paciente. Porém, indiscutivelmente, outras e mais aprofundadas pesquisas se fazem necessárias para tal afirmação.

No presente estudo, observou-se que todas as escovas promoveram desgaste da superfície, com comportamento semelhante, independente da condição do substrato dental (desmineralizado ou não). São poucos estudos que realizaram a análise do desgaste ocasionado pelo processo de escovação em esmalte desmineralizado (lesão de cárie induzida), simulando uma lesão de cárie em estágio inicial. Contudo, em estudo prévio Hernandez-Gaton et al. (2018), empregando dentes de humanos *ex vivo*, concluíram que a escova oscilatória/rotatória promoveu maior desgaste que a escova sônica. A divergência com relação aos resultados do presente estudo provavelmente se deve ao tipo de substrato empregado nos dois estudos. Nesse trabalho foram utilizados dentes bovinos, os quais possuem espessura de esmalte maior que o dente humano, além de apresentarem diferença estrutural (Ortiz-Ruiz et al., 2018), apesar de apresentarem resultados comparáveis entre eles (Soares et al., 2016). No entanto, estudos corroboram com os resultados dessa pesquisa, mostrando que apenas a característica flexibilidade das cerdas das escovas de dente não é suficiente para realizarem diferenças significativas na abrasão do esmalte humano amolecido (Voronets et al., 2008; Kumar et al., 2015b). Constatou-se também na literatura que a escovação elétrica com escova sônica não é efetiva na remoção de manchas extrínsecas (Haruyama et al., 2018; van der Sluijs et al., 2018), ou seja, o desgaste superficial que o processo de escovação dental proporciona é baixo como observado no presente estudo.

Por outro lado, no cimento ocorreu um desgaste muito superior para a superfície desmineralizada, havendo diferença de comportamento entre as escovas estudadas. A escovação realizada no cimento desmineralizado resultou em uma área mais lisa, presumivelmente, decorrente da presença de colágeno colapsado sobre a superfície após a desmineralização. O que pode impossibilitar as cerdas atuarem diretamente sobre a superfície mineralizada. No entanto, Mullan et al. (2017) relataram que houve um aumento na rugosidade superficial radicular independente da força de escovação e dentífrico utilizado. Para minimizar o desgaste nessa região, é aconselhável o uso de dentífricos com baixo índice de abrasividade (Buedel et al., 2018; Sabrah et al., 2018).

A diferença de comportamento dos substratos ocorre, principalmente, devido à distinta composição e estrutura, uma vez que esmalte é altamente mineralizado e que o processo de desmineralização atua de maneira distinta que o cimento. Sendo o cimento mais

afetado pelo processo de desmineralização, o desgaste na JCE ocorre de forma mais intensa (He et al., 2011).

Contudo, para o cimento no fator escova, todos os grupos apresentaram mesmo comportamento na rugosidade, porém a área desmineralizada apresentou menor rugosidade que a área hígida, provavelmente devido ao processo de desmineralização promover uma superfície mais regular e consequentemente, refletir no processo de escovação. Os grupos manual, sônica e ultrassônica promoveram superfície mais lisa no substrato desmineralizado/escovado.

Diante de todas essas informações, deve-se levar em consideração as diferenças no padrão de desgaste superficial para os diferentes sistemas de escovação observados na superfície do esmalte/cimento hígido e desmineralizado em estudos *in vitro*. Apesar do estudo *in vitro* simular ao máximo a condição clínica, existem limitações principalmente referentes aos fatores biológicos do paciente, torna-se necessário a realização de estudos *in situ* e *in vivo* para conhecer melhor o processo abrasivo causado pelas escovas de dente.

6. Conclusão

6. CONCLUSÃO

Com base nos resultados do presente estudo pode-se concluir que:

- Os sistemas de escovação dentária (manual, sônica, elétrica, iônica e ultrassônica) testados apresentam similar comportamento em relação às alterações no esmalte dentário independente do substrato analisado (desmineralizado ou hígido);
- A escovação manual, sônica e ultrassônica promoveu uma superfície mais lisa para o cimento desmineralizado/escovado;
- O cimento apresentou maior desgaste superficial quando o substrato se apresentou desmineralizado;
- A escovação manual no cimento desmineralizado/escovado apresentou maior desgaste superficial.

Referências

REFERÊNCIAS

- Abbate GM, Levrini L, Caria MP. Salivary pH after a glucose rinse: effect of a new mucoadhesive spray (Cariex) based on sodium bicarbonate and xylitol. *J Clin Dent* 2014; 25(4):71-5.
- Abou Neel EA, Aljabo A, Strange A, Ibrahim S, Coathup M, Young AM, Bozec L, Mudera V. Demineralization-remineralization dynamics in teeth and bone. *Int J Nanomedicine* 2016 Sep 19;11:4743-63.
- Addy M, Hunter ML. Can tooth brushing damage your health? Effects on oral and dental tissues. *Int Dent J* 2003; 53 Suppl 3:177-86. Review.
- Addy M. Tooth brushing, tooth wear and dentine hypersensitivity--are they associated? *Int Dent J* 2005; 55(4Suppl 1): 261-67.
- AlShehab AH, AlHazoom AA, Alowa MH, AlAli HA, Abdulmohsen AA, Farooq I. Effect of bristle stiffness of manual toothbrushes on normal and demineralized human enamel-An in vitro profilometric study. *Int J Dent Hyg* 2018 May; 16(2):e128-32.
- Amaechi BT, Higham SM. In vitro remineralisation of eroded enamel lesions by saliva. *J Dent* 2001 Jul; 29(5):371-6.
- Balhaddad AA, Kansara AA, Hidan D, Weir MD, Xu HHK, Melo MAS. Toward dental caries: Exploring nanoparticle-based platforms and calcium phosphate compounds for dental restorative materials. *Bioact Mater*. 2018 Dec 18;4(1):43-55.
- Bartlett DW, Shah P. A critical review of non-carious cervical (wear) lesions and the role of abfraction, erosion, and abrasion. *J Dent Res* 2006; 85:306–12.
- Bizhang M, Riemer K, Arnold WH, Domin J, Zimmer S. Influence of Bristle Stiffness of Manual Toothbrushes on Eroded and Sound Human Dentin--An In Vitro Study. *PLoS One* 2016 Apr 12; 11(4):e0153250.
- Bizhang M, Schmidt I, Chun YP, Arnold WH, Zimmer S. Toothbrush abrasivity in a long-term simulation on human dentin depends on brushing mode and bristle arrangement. *PLoS One* 2017 Feb 21; 12(2):e0172060.
- Boyd RL. Clinical and laboratory evaluation of powered electric toothbrushes: review of the literature. *J Clinical Dentistry* 1997; 8:67-71.
- Boyd RL, McLey L, Zahradnik R. Clinical and laboratory evaluation of powered electric toothbrushes: in vivo determination of average force for use of manual and powered toothbrushes. *J Clin Dent* 1997; 8:72–75.
- Buedel S, Lippert F, Zero DT, Eckert GJ, Hara AT. Impact of dentifrice abrasivity and remineralization time on erosive tooth wear in vitro. *Am J Dent*. 2018 Feb;31(1):29-33.
- Choi S, Park KH, Cheong Y, Moon SW, Park YG, Park HK. Potential effects of tooth-brushing on human dentin wear following exposure to acidic soft drinks. *J Microsc* 2012; 247(2):176-85.

Cohen-Carneiro F, Pascareli AM, Christino MR, Vale HF, Pontes DG. Color stability of carious incipient lesions located in enamel and treated with resin infiltration or remineralization. *Int J Paediatr Dent* 2014 Jul; 24(4):277-85.

da Cas NV, Ruat GR, Bueno RP, Pachaly R, Pozzobon RT. Effect of whitening toothpaste on superficial roughness of composite resin. *Gen Dent* 2013; 61(4):e8-11.

Dababneh RH, Khouri AT, Addy M. Dentine hypersensitivity-an enigma. A review of terminology, mechanisms, aetiology and management? *Br Dent J* 1999; 187:606-11.

Davidovich E, Ccahuana-Vasquez RA, Timm H, Grender J, Cunningham P, Zini A. Randomised clinical study of plaque removal efficacy of a power toothbrush in a paediatric population. *Int J Paediatr Dent* 2017 Nov; 27(6):558-67.

de Jager M, Rmaile A, Darch O, Bikker JW. The Effectiveness of Manual versus High-Frequency, High-Amplitude Sonic Powered Toothbrushes for Oral Health: A Meta-Analysis. *J Clin Dent* 2017 Mar; 28(1 Spec No A):A13-28.

Deacon SA, Glenny AM, Deery C, Robinson PG, Heanue M, Walmsley AD et al. Different powered toothbrushes for plaque control and gingival health. *The Cochrane database of systematic reviews* 2010: CD004971

Enax J, Epple M. Synthetic Hydroxyapatite as a Biomimetic Oral Care Agent. *Oral Health Prev Dent* 2018; 16(1):7-19.

Erbe C, Klees V, Ferrari-Peron P, Ccahuana-Vasquez RA, Timm H, Grender J, Cunningham P, Adam R, Farrell S, Wehrbein H. A comparative assessment of plaque removal and toothbrushing compliance between a manual and an interactive power toothbrush among adolescents: a single-center, single-blind randomized controlled trial. *BMC Oral Health* 2018 Aug 3;18(1):130.

Ferraz NK, Tataounoff J, Nogueira LC, Ramos-Jorge J, Ramos-Jorge ML, Pinheiro ML. Mechanical control of biofilm in children with cerebral palsy: a randomized clinical trial. *Int J Paediatr Dent* 2015 May; 25(3):213-20.

Fjeld KG, Eide H, Mowe M, Sandvik L, Willumsen T. A 1-year follow-up of a randomized clinical trial with focus on manual and electric toothbrushes' effect on dental hygiene in nursing homes. *Acta Odontol Scand* 2018 May; 76(4):257-61.

Fukumoto Y, Horibe M, Inagaki Y, Oishi K, Tamaki N, Ito HO, Nagata T. Association of gingival recession and other factors with the presence of dentin hypersensitivity. *Odontology* 2014 Jan; 102(1):42-9.

Ganss C, Hardt M, Blazek D, Klimek J, Schlueter N. Effects of toothbrushing force on the mineral content and demineralized organic matrix of eroded dentine. *Eur J Oral Sci* 2009 Jun; 117(3):255-60.

Ghassemi A, Vorwerk L, Hooper W, Patel V, Milleman JL, Milleman KR. Comparative plaque removal efficacy of two new powered toothbrushes and a manual toothbrush. *J Clin Dent* 2014; 25(2):1-5.

- Graetz C, Plaumann A, Heinevetter N, Sälzer S, Bielfeldt J, Dörfer CE. Bristle splaying and its effect on pre-existing gingival recession-a 12-month randomized controlled trial. *Clin Oral Investig* 2017 Jul; 21(6):1989-95.
- Grippio JO, Simring M, Schreiner S. Attrition, abrasion, corrosion and abfraction revisited: a new perspective on tooth surface lesions. *J Am Dent Assoc* 2004; 135:1109–18.
- Haruyama A, Kameyama A, Ono T, Baba Y, Sugiyama T, Sugiyama S, Takahashi T. Combined effects of electric toothbrushing and dentifrice on artificial stain removal: An in vitro study. *J Clin Exp Dent* 2018 Mar 1; 10(3):200-5.
- He LH, Xu Y, Purton DG. In vitro demineralisation of the cervical region of human teeth. *Arch Oral Biol* 2011 May; 56(5):512-9.
- He T, Carpinello L, Baker R, Knippenberg S, Das A, Winston L et al. Safety of three toothbrushes. *American J Dentistry* 2001; 14:123-6
- Heanue M, Deacon SA, Deery C, Robinson PG, Walmsley AD, Worthington HV et al. Manual versus powered tooth-brushing for oral health. *The Cochrane database of systematic reviews* 2003: CD002281
- Heasman PA, Holliday R, Bryant A, Preshaw PM. Evidence for the occurrence of gingival recession and non-carious cervical lesions as a consequence of traumatic toothbrushing. *J Clin Periodontol* 2015 Apr; 42 Suppl 16:S237-55.
- Hernandé-Gatón P, Palma-Dibb RG, Silva LABD, Faraoni JJ, de Queiroz AM, Lucisano MP, Silva RABD, Nelson Filho P. Effect of ultrasonic, sonic and rotating-oscillating powered toothbrushing systems on surface roughness and wear of white spot lesions and sound enamel: An in vitro study. *Am J Dent* 2018 Apr; 31(2):76-80.
- Hooper S, West NX, Pickles MJ, Joiner A, Newcombe RG, Addy M. Investigation of erosion and abrasion on enamel and dentine: a model in situ using toothpastes of different abrasivity. *J Clin Periodontol* 2003; 30(9):802-8.
- Hovliaras C, Gatzemeyer J, Jimenez E, Panagakos FS. Dental hygienists'evaluation of the usability research study of the Colgate ProClinical A1500 electric toothbrush. *J Clin Dent* 2015; 26(1):13-6.
- Ikeda T, Yoshizawa K, Takahashi K, Ishida C, Komai K, Kobayashi K, Sugiura S. Effectiveness of electric toothbrushing in patients with neuromuscular disability: A randomized observer-blind crossover trial. *Spec Care Dentist* 2016 Jan; 36(1):13-7.
- Jansiriwattana W, Teparat-Burana T. Laboratory Investigation Comparing Plaque Removal Efficacy of Two Novel-Design Toothbrushes with Different Brushing Techniques. *Dent J (Basel)* 2018 Apr 7; 6(2). pii: E8.
- Janusz K, Nelson B, Bartizek RD, Walters PA, Biesbrock AR. Impact of a novel power toothbrush with SmartGuide technology on brushing pressure and thoroughness. *J Contemp Dent Pract* 2008; 9(7):1–8.

Jenkins W, Souza S, Ward M, Defenbaugh J, Milleman KR, Milleman JL. Na Evaluation of Plaque and Gingivitis Reduction Following Home Use of Sonicare FlexCare Platinum with Premium Plaque Control Brush Head and a Manual Toothbrush. *J Clin Dent* 2017 Mar; 28(1 Spec No A): A7-12.

Kaizer ROF, Alves PHM, Tereza GPG, Dalben GDS, Neppelenbroek KH, Soares S, Almeida ALPF. Comparative Analysis of the Efficacy of Dental Plaque Removal Between Manual and Powered Toothbrushes in Individuals With Syndactyly. *J Craniofac Surg*. 2018 Jun 25. doi: 10.1097/SCS.0000000000004774. [Epub ahead of print] PubMed PMID: 29944557.

Kiche MS, Fayle SA, Curzon ME. A clinical trial comparing the effectiveness of a three-headed versus a conventional toothbrush for oral hygiene in children. *Eur J Paediatr Dent* 2002; 3:33-8.

Knezevic A, Nyamaa I, Tarle Z, Kunzelmann KH. In vitro assessment of human dentin wear resulting from toothbrushing. *J Calif Dent Assoc* 2010 Feb; 38(2):109-13.

Kulkarni P, Anand A, Bansal A, Jain A, Tiwari U, Agrawal S. Erosive effects of pediatric liquid medicinal syrups on primary enamel: An in vitro comparative study. *Indian J Dent* 2016 Sep; 7(3):131-3.

Kumar S, Kumari M, Acharya S, Prasad R. Comparison of surface abrasion produced on the enamel surface by a standard dentifrice using three diferente toothbrush bristle designs: A profilometric in vitro study. *J Conserv Dent* 2014 Jul; 17(4):369-73.

Kumar S, Kumar A, Debnath N, Kumar A, K Badiyani B, Basak D, S A Ali M, B Ismail M. Prevalence and risk factors for non-carious cervical lesions in children attending special needs schools in India. *J Oral Sci* 2015 Mar; 57(1):37-43. (a)

Kumar S, Kumar Singh S, Gupta A, Roy S, Sareen M, Khajuria S. A Profilometric Study to Assess the Role of Toothbrush and Toothpaste in Abrasion Process. *J Dent (Shiraz)* 2015 Sep; 16(3 Suppl):267-73. (b)

Kurtz B, Reise M, Klukowska M, Grender JM, Timm H, Sigusch BW. A randomized clinical trial comparing plaque removal efficacy of an oscillating-rotating power toothbrush to a manual toothbrush by multiple examiners. *Int J Dent Hyg* 2016 Nov; 14(4):278-83.

Leitão TJ, Cury JA, Tenuta LMA. Kinetics of calcium binding to dental biofilm bacteria. *PLoS One*. 2018 Jan 31;13.

Mandal A, Singh DK, Siddiqui H, Das D, Dey AK. New dimensions in mechanical plaque control: An overview. *Indian Journal of Dental Sciences* 2017; 9(2):133.

Mazzoleni S, Bonaldo G, Pontarolo E, Zuccon A, De Francesco M, Stellini E. Experimental assessment of oral hygiene achieved by children wearing rapid palatal expanders, comparing manual and electric toothbrushes. *Int J Dent Hyg* 2014 Aug; 12(3):187-92.

Menon L, Ramamurthy J. New vistas in plaque control. *IOSR J Dent Med Sci* 2014; 13:64-8.

Mullan F, Paraskar S, Bartlett DW, Olley RC. Effects of tooth-brushing force with a desensitising dentifrice on dentine tubule patency and surface roughness. *J Dent* 2017 May; 60:50-5.

Neelima M, Chandrashekar BR, Goel S, Sushma R, Srilatha Y. "Is powered toothbrush better than manual toothbrush in removing dental plaque?" – A crossover randomized double-blind study among differently abled, India. *J Indian Soc Periodontol* 2017 Mar-Apr; 21(2):138-43.

Nikolaev AI, Ginali NV, Tsepov LM, Shashmurina VR. [Analysis of the efficacy and safety of electric toothbrushes Oral-B with oscillating-rotating technology in «Healthy smile» program]. *Stomatologiia (Mosk)* 2016; 95(3):17-22.

Ortiz-Ruiz AJ, Teruel-Fernández JD, Alcolea-Rubio LA, Hernández-Fernández A, Martínez-Beneyto Y, Gispert-Guirado F. Structural differences in enamel and dentin in human, bovine, porcine, and ovine teeth. *Ann Anat* 2018 Jul; 218:7-17.

Papadimitriou K, Alegría Á, Bron PA, de Angelis M, Gobetti M, Kleerebezem M, Lemos JA, Linares DM, Ross P, Stanton C, Turroni F, van Sinderen D, Varmanen P, Ventura M, Zúñiga M, Tsakalidou E, Kok J. Stress Physiology of Lactic Acid Bacteria. *Microbiol Mol Biol Rev.* 2016 Jul 27;80(3):837-90.

Queiroz CS, Hara AT, Paes Leme AF, Cury JA. pH-cycling models to evaluate the effect of low fluoride dentifrice on enamel de- and remineralization. *Braz Dent J* 2008; 19(1):21-7.

Re D, Augusti G, Battaglia D, Gianni AB, Augusti D. Is a new sonic toothbrush more effective in plaque removal than a manual toothbrush? *Eur J Paediatr Dent* 2015 Mar;16(1):13-8.

Robinson PG, Deacon SA, Deery C, Heanue M, Walmsley AD, Worthington HV et al. Manual versus powered tooth-brushing for oral health. *The Cochrane database of systematic reviews* 2005: CD002281.

Robinson PG. The safety of oscillating-rotating powered toothbrushes. *Evid Based Dent* 2011; 12(3):69.

Roveri N, Battistella E, Bianchi CL, Foltran I, Foresti E, Iafisco M, et al. Surface enamel remineralization: biomimetic apatite nanocrystals and fluoride ions different effects. *Journal of Nanomaterials* (2009).

Sabrah AH, Turssi CP, Lippert F, Eckert GJ, Kelly AB, Hara AT. 3D-Image analysis of the impact of toothpaste abrasivity on the progression of simulated non-carious cervical lesions. *J Dent* 2018 Jun; 73:14-18.

Sadaf D, Ahmad Z. Role of Brushing and Occlusal Forces in Non-Carious Cervical Lesions (NCCL). *Int J Biomed Sci* 2014 Dec; 10(4):265-8.

Saruttichart T, Chantarawatit PO, Leevailoj C, Thanyasrisung P, Pitiphat W, Matangkasombut O. Effectiveness of a motionless ultrasonic toothbrush in reducing plaque and gingival inflammation in patients with fixed orthodontic appliances. *Angle Orthod* 2017 Mar; 87(2):279-85.

Scatena C, Galafassi D, Gomes-Silva JM, Borsatto MC, Serra MC. In vitro erosive effect of pediatric medicines on deciduous tooth enamel. *Braz Dent J* 2014 Jan-Feb; 25(1):22-7.

Schemehorn BR, Moore MH, Putt MS. Abrasion, polishing, and stain removal characteristics of various commercial dentifrices in vitro. *J Clin Dent* 2011; 22(1):11-8.

Schwendicke F, Frencken JE, Bjørndal L, Maltz M, Manton DJ, Ricketts D, Van Landuyt K, Banerjee A, Campus G, Doméjean S, Fontana M, Leal S, Lo E, Machiulskiene V, Schulte A, Splieth C, Zandona AF, Innes NP. Managing Carious Lesions: Consensus Recommendations on Carious Tissue Removal. *Adv Dent Res*. 2016 May;28(2):58-67.

Scutt JS, Swann CJ. The first mechanical toothbrush? *Br Dent J* 1975; 4:139-52

Sharma S, Yeluri R, Jain AA, Munshi AK. Effect of toothbrush grip on plaque removal during manual toothbrushing in children. *J Oral Sci* 2012; 54(2):183–90.

Silvestrini Biavati A, Gastaldo L, Dessì M, Silvestrini Biavati F, Migliorati M. Manual orthodontic vs. oscillating-rotating electric toothbrush in orthodontic patients: a randomised clinical trial. *Eur J Paediatr Dent* 2010; 11:200-02.

Soares FZ, Follak A, da Rosa LS, Montagner AF, Lenzi TL, Rocha RO. Bovine tooth is a substitute for human tooth on bond strength studies: A systematic review and meta-analysis of in vitro studies. *Dent Mater* 2016 Nov; 32(11): 1385-93.

Subramaniam P, Girish Babu KL, Lakhotia D. Evaluation of penetration depth of a commercially available resin infiltrate into artificially created enamel lesions: An in vitro study. *J Conserv Dent* 2014 Mar;17(2):146-9.

Teixeira DNR, Zeola LF, Machado AC, Gomes RR, Souza PG, Mendes DC, Soares PV. Relationship between noncarious cervical lesions, cervical dentin hypersensitivity, gingival recession, and associated risk factors: A cross-sectional study. *J Dent* 2018 Sep; 76:93-7.

Teixeira EC, Thompson JL, Piascik JR, Thompson JY. In vitro toothbrush-dentifrice abrasion of two restorative composites. *J Esthet Restor Dent* 2005; 17(3):172–180; discussion 181–72.

Tilliss T, Carey CM. Insufficient Evidence within a Systematic Review and Meta-Analysis of Powered Toothbrushes over Manual Toothbrushes for Soft Tissue Health During Orthodontic Treatment. *J Evid Based Dent Pract* 2018 Jun; 18(2):176-77.

Torres CP, Chinelatti MA, Gomes-Silva JM, Rizóli FA, Oliveira MA, Palma-Dibb RG, Borsatto MC. Surface and subsurface erosion of primary enamel by acid beverages over time. *Braz Dent J* 2010; 21(4):337-45.

van der Sluijs E, Slot DE, Hennequin-Hoenderdos NL, van der Weijden GA. Dry brushing: Does it improve plaque removal? A secondary analysis. *Int J Dent Hyg* 2018 Nov; 16(4):519-26.

Van der Weijden FA, Timmerman MF, Snoek IM, Reijerse E, Van der Velden U. Toothbrushing duration and plaque removing efficacy of electric toothbrushes. *Am J Dent* 1996; 9 Spec No:S31–36. Epub 1996/07/01.

Van der Weijden FA, Campbell SL, Dörfer CE, González-Cabezas C, Slot DE. Safety of oscillating-rotating powered brushes compared to manual toothbrushes: a systematic review. *J Periodontol* 2011; 82(1):5-24.

- Voronets J, Jaeggi T, Buergin W, Lussi A. Controlled toothbrush abrasion of softened human enamel. *Caries Res* 2008; 42(4):286–90.
- Warren PR, Ray TS, Cugini M, Chater BV. A practice-based study of a power toothbrush: assessment of effectiveness and acceptance. *J Am Dent Assoc* 2000; 131(3):389-94.
- Weijden van der GA, Timmerman MF, Reijerse E, Snoek CM, van der Velden U. Comparison of 2 electric toothbrushes in plaque-removing ability. Professional and supervised brushing. *J Clin Periodontol* 1995; 22(8):648–52.
- Wiegand A, Begic M, Attin T. In vitro evaluation of abrasion of eroded enamel by different manual, power and sonic toothbrushes. *Caries Res* 2006; 40:60–5. (a)
- Wiegand A, Lemmrich F, Attin T. Influence of rotating-oscillating, sonic and ultrasonic action of power toothbrushes on abrasion of sound and eroded dentine. *J Periodontal Res* 2006; 41(3):221-7. (b)
- Wiegand A, Burkhard JP, Eggmann F, Attin T. Brushing force of manual and sonic toothbrushes affects dental hard tissue abrasion. *Clin Oral Investig* 2013 Apr; 17(3):815-22.
- Wiegand A, Schlueter N. The role of oral hygiene: does toothbrushing harm? *Monogr Oral Sci* 2014; 25:215-9.
- Yang J, Cai D, Wang F, He D, Ma L, Jin Y, Que K. Non-carious cervical lesions (NCCLs) in a random sampling community population and the association of NCCLs with occlusal wear. *J Oral Rehabil* 2016 Dec; 43(12):960-66.
- Yoshizaki KT, Francisconi-Dos-Rios LF, Sobral MA, Aranha AC, Mendes FM, Scaramucci T. Clinical features and factors associated with non-carious cervical lesions and dentin hypersensitivity. *J Oral Rehabil* 2017 Feb; 44(2):112-18.