

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

CÂMPUS DE ARAÇATUBA - FACULDADE DE ODONTOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA RESTAURADORA

Emerson Yoshio Neres

**Microdureza e rugosidade de lesões de mancha branca
infiltradas e submetidas a diferentes desafios**

Araçatuba-SP 2015

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

CÂMPUS DE ARAÇATUBA - FACULDADE DE ODONTOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA RESTAURADORA

Emerson Yoshio Neres

**Microdureza e rugosidade de lesões de mancha branca
infiltradas e submetidas a diferentes desafios**

Trabalho de Conclusão de Curso como parte dos
requisitos para a obtenção do título de Bacharel
em Odontologia da Faculdade de Odontologia de
Araçatuba, Universidade Estadual Paulista “Júlio
de Mesquita Filho”.

Orientadora: Prof.^a Assistente Dr.^a Ticiane Cestari
Fagundes

Araçatuba-SP 2015

Dedicatória

Dedico este trabalho

Aos meus pais, Gilberto Neres e Marli Shizuko Mitsuda Neres, pelo incentivo, apoio e amor, verdadeiros exemplos de garra e perseverança, foram meu apoio, desde a construção deste sonho até este momento de realização, a eles sou grato eternamente.

À minha irmã Gabriela Mayumi Neres, pelo imenso companheirismo, incentivo e carinho.

À Erika Kyoko Chiba, companheira que amo compartilhar meus momentos. Ao seu lado tenho me sentido amado a cada dia. Obrigado pelo carinho, a paciência e sua incrível capacidade de trazer-me paz e alegria na correria de cada desafio.

Aos queridos professores e Mestres, pelos conhecimentos e pelas orientações que me trouxeram até este momento.

Aos meus grandes e verdadeiros amigos pela amizade, carinho e atenção durante os momentos mais difíceis na realização deste estudo.

Agradecimientos

Agradecimentos Especiais

À minha orientadora Ticiane Cestari Fagundes, a grande responsável pela trajetória acadêmica que tenho seguido, pela sua orientação, ensinamentos transmitidos, paciência, competência e confiança a mim depositada.

À professora Marcelle Danelon por ter acreditado em mim desde o primeiro ano de graduação. Pela confiança, disposição em sempre ajudar, estímulos renovadores e dedicação, minha eterna gratidão.

À professora Maria Lúcia Marçal Mazza Sundefeld pelo apoio, grande incentivo, ensinamentos, confiança, oportunidade de primeiro estágio na Disciplina de Bioestatística, e por ser exemplo de garra e profissionalismo.

Aos professores José Américo de Oliveira e Paulo Roberto Botacin pela amizade, companheirismo e oportunidade de aprendizado.

A todos os meus amigos verdadeiros, pois, parte da minha história deve-se a todos vocês.

Agradecimentos

À UNESP – Universidade Estadual Paulista, pela oportunidade de realizar este curso. À Diretora da Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP, Prof^a. Adj. Ana Maria Pires Soubhia e ao Vice-Diretor Prof. Tit. Wilson Roberto Poi, pelo apoio.

Ao coordenador da Graduação da Faculdade de Odontologia de Araçatuba - UNESP, Prof. Dr. Marcelo Coelho Goiato pelo trabalho, amor e dedicação constantes a graduação.

Aos professores do Departamento de Odontologia Restauradora da Faculdade de Odontologia de Araçatuba - UNESP, Prof. Titular Renato Herman Sundfeld, Prof. Adjunto André Luiz Fraga Briso, Prof. Assistente Ricardo Coelho Okida e , Prof. Dr. Sílvio José Mauro, pela orientação, confiança, incentivo, amizade, por todos os ensinamentos ministrados e ótima convivência.

Aos colegas do Curso do Departamento de Odontologia Restauradora, Ana Carolina, André, Fabio, Janaina, Laura, Lucas, Mariana, Marjorie, Morganna, Rafael Rocha, Rafael Simões, Thaís, Úrsula e Vanessa pela amizade, lealdade e paciência durante esta caminhada. Principalmente àqueles que estiveram mais próximos, tornando-se verdadeiros amigos e companheiros de todas as horas.

Aos funcionários e estimados amigos da Secção Técnica e Administrativa do Departamento de Odontologia Restauradora, Elaine, Nelci e Peterson que estão sempre dispostos a ajudar.

À todos os alunos de pós-graduação do Departamento de Odontopediatria, pela disposição e colaboração com esta pesquisa.

Aos funcionários e estimados amigos da Biblioteca, Izamar, Cláudio, Ana Cláudia, Ivone, Luzia, Maria Cláudia, Júnior, Fernando, Luana, Ana Paula, Luís Cláudio, sempre prontos para ajudar.

Às funcionárias da Diretoria Técnica Administrativa, Isabel e Célia, pela atenção dispensada.

À FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo), pela concessão da bolsa de estudos e auxílio a esta pesquisa.

NERES, E. Y. **Microdureza e rugosidade de lesões de mancha branca infiltradas e submetidas a diferentes desafios**. 2015. 51 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, Araçatuba, 2015.

Resumo

A lesão de mancha branca está relacionada com a perda de mineral do esmalte dentário e caracteriza-se pelo início da manifestação da cárie dentária. O objetivo deste estudo foi avaliar lesões de mancha branca, após aplicação de uma resina infiltrante e submetidos aos seguintes desafios; escovação artificial, ciclagem de pH e envelhecimento artificial acelerado. Foram utilizados 50 discos de dente bovino que foram divididos em 5 grupos de estudo com 10 espécimes em cada: esmalte desmineralizado, simulando lesão de mancha branca (controle negativo - GI), esmalte desmineralizado e infiltrado (GII); esmalte desmineralizado e infiltrado, submetido à escovação (GIII); esmalte desmineralizado e infiltrado, submetido à ciclagem de pH (GIV) e esmalte desmineralizado e infiltrado, submetido ao envelhecimento artificial (EAA) (GV). A metade de cada superfície foi utilizada como seu próprio controle positivo. Após os desafios propostos, os espécimes foram avaliados em relação à microdureza e rugosidade. Os dados foram submetidos ao teste estatístico ANOVA a dois critérios medidas repetidas e ao teste de Tukey para múltiplas comparações ($p \leq 0,05$). Os valores obtidos de microdureza do lado teste apresentaram-se estatisticamente inferiores em relação ao lado controle para todos os grupos. Não houve diferença estatística entre os diferentes grupos do lado controle. Entre os grupos teste, o grupo V, apresentou os maiores valores de microdureza em relação aos grupos I, II, III e IV, com diferença estatisticamente significativa. Os valores obtidos para o grupo II foram estatisticamente semelhantes ao grupo III. O grupo I apresentou diferença estatística para os demais grupos, tendo valores inferiores aos grupos II, III e V. Os menores valores de microdureza foram observados para o grupo IV com diferença estatística em relação aos demais grupos. Após as leituras de rugosidade, notou-se uma diferença estatística comparando-se o lado controle e teste, para todos os grupos. Comparando-se os grupos do lado controle não houve diferença estatística entre eles. Entre os grupos do lado teste, apenas o grupo IV obteve diferença estatisticamente significativa em relação aos demais grupos. O infiltrante resinoso não

foi capaz de restabelecer as propriedades do esmalte hígido, assim como não foi resistente a um novo desafio cariogênico.

Palavras-Chave: lesão de mancha branca, esmalte dentário, resina infiltrante

NERES, E. Y. **Hardness and roughness infiltrated white spot lesions and submitted to different challenges**. 2015. 51 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, Araçatuba, 2013.

Abstract

The white spot lesion is related to the mineral loss from the enamel and is characterized by the occurring of early dental carie. The purpose of this study is to evaluate white spot lesions after application of an resin infiltrant and subject challenges, such as artificial brushing, pH cycling and accelerated artificial aging. Fifty bovine incisors blocks were used and divided into five study groups with 10 specimens each: demineralized enamel, simulating white spot lesion (negative control - GI), demineralized enamel and infiltrated (GII); demineralized enamel and infiltrated subjected to brushing (GIII); demineralized enamel and infiltrated submitted to pH cycling (GIV), and demineralized enamel and infiltrated, subjected to artificial aging (GV). Half of each enamel surface was used as its own positive control. After the various challenges proposed, the specimens were evaluated for microhardness and roughness. Data was submitted to ANOVA and Tukey's test for multiple comparisons ($p \leq 0.05$). The microhardness values obtained from the tests side were statistically lower if compared to the control side for all groups. There was no statistical difference among different groups of control side. In relation test groups, the group V showed the highest microhardness values when compared to the groups I, II, III and IV, with a statistically significant difference. The values obtained for group II were statistically similar to group III. Group I presented statistical difference for the other groups, with lower values compared to groups II, III and V. The lowest microhardness values were observed for the group IV with statistical difference if compared to the other groups. After the roughness measurements, there was a significant statistically difference comparing the control side and test side for all groups. When comparing the control side of the groups there was no statistical difference among them. In relation to test side groups, only the group IV had a significant statistically difference compared to the other groups. The infiltrating resin was not able to reestablish the sound enamel properties, and was not resistant to a new cariogenic challenge.

Keys-word: White spot lesion, enamel, resin infiltrant

Lista de Tabelas e Fluxograma

Lista de Tabelas, quadros e fluxograma

Quadro 1 - Composição do material e Instruções apresentada pelo fabricante	29
Fluxograma 1 – Sequência dos procedimentos realizados	35
Tabela 1 - Médias de microdureza e desvios padrões dos grupos.	38
Tabela 2 - Médias e desvios padrões dos grupos.	38
Gráfico 1 - Representação gráfica das médias de microdureza dos grupos estudados.	39
Gráfico 2 - Representação gráfica das médias de rugosidade dos grupos estudados.	39

Lista de Abreviaturas

Lista de abreviaturas

Des - Desmineralização

EAA - Envelhecimento Artificial Acelerado

Re - Remineralização

Lista de Figuras

Lista de Figuras

Figura 1.A - Furadeira de bancada FGC-16 (Ferrari, São Paulo, SP, Brasil)	28
Figura 1.B - Politriz metalográfica (APL 4, Arotec, Cotia, São Paulo – Brasil)	28
Figura 1.C - Espécimes em polimento	28
Figura 1.D - Cuba de ultra-som (Cristófoli, Campo Mourão, PR, Brasil).....	28
Figura 2 - Amostra em solução de indução de mancha branca	28
Figura 3.A - Máquina utilizada nos testes de escovação simulada	31
Figura 3.B - Amostra sob escovação simulada	31
Figura 4.A - Frascos J - 40 com as soluções	32
Figura 4.B - Imersão dos espécimes	32
Figura 4.C - Espécimes imersos e prontos para entrar na estufa	32
Figura 5 - Câmara de envelhecimento UVB/condensação (Equilam, Diadema, SP, Brasil)	32
Figura 6.A - Microdurômetro Shimadzu HVM-2000 (Shimadzu Corporation, Quioto, Japão)	33
Figura 6.B - Endentação do espécime	33
Figura 7 - Rugosímetro Surftest SJ 401 – Mitutoyo (Mitutoyo American Corporation ..	34

Sumário

Sumário

1. Introdução	20
2. Objetivo	24
3. Materiais e Métodos	26
3.1- Preparo das amostras	27
3.2 - Indução de lesão de mancha branca em esmalte bovino	28
3.3- Grupos de estudo	29
3.4- Desafios propostos	30
3.4.a- Escovação artificial	30
3.4.b- Ciclagem de pH	31
3.4.c- Envelhecimento artificial acelerado	32
3.5- Avaliações superficiais	33
3.5.a- Análise da microdureza superficial	33
3.5.b- Análise da rugosidade superficial	34
4. Resultados	36
5. Discussão	40
6. Conclusão	46
7. Referências	48
8. Anexos	52

Introdução

1. Introdução

A lesão de mancha branca está relacionada com a perda de mineral do esmalte dentário e caracteriza-se pelo início da manifestação da cárie dentária. Esta se apresenta como uma opacidade localizada no esmalte, decorrente de eventos físico-químicos causados por ácidos produzidos pelas bactérias cariogênicas.⁵ O aumento da porosidade no corpo da lesão deixa uma aparência esbranquiçada característica destas lesões. Quando detectada em sua fase inicial, ainda é possível ocorrer remineralização. O profissional tem a possibilidade de atuar no período de pré-patogênese (prevenção de ocorrência) e no período de patogênese (prevenção da evolução).⁹

Para remoção de manchas brancas de cárie costuma-se usar a técnica de microabrasão, que desgasta minimamente a superfície de esmalte afetada. Nesta técnica, o profissional utiliza um agente ácido associado a um agente abrasivo com o objetivo de remover a camada superficial do esmalte que se encontra alterada, expondo uma porção deste tecido sadia e livre de mancha. Este é um método eficaz, porém seu resultado se torna imprevisível, podendo remover total ou parcialmente a mancha branca e desgastar excesso de esmalte sadio.²¹

Atualmente existe uma alternativa promissora para tratamentos minimamente invasivos de lesões de mancha branca, que não se baseia na eliminação de esmalte displásico, mas sim em mascarar a lesão por infiltração no esmalte poroso com uma resina hidrofóbica que tem um índice de refração próximo ao índice de esmalte hígido.²⁰ É um produto inovador que evita o desgaste causado pela microabrasão do esmalte.¹⁶ Tal resina infiltrante tem como objetivo penetrar no corpo poroso da lesão,

pois tem baixa viscosidade. Esse tratamento também tem sido proposto para inibir a desmineralização, pois as vias de difusão para os ácidos cariogênicos são bloqueadas e as lesões são seladas.¹¹ Sendo assim, infiltrante é um produto inovador que permite tratar a cárie em médios estágios, quando ainda é lesão de mancha branca, sem envolver medidas invasivas.¹⁴

O meio bucal está constantemente sofrendo desafios mecânicos e químicos que podem afetar a estrutura dentária ou os materiais restauradores presentes.

A escovação dentária trata-se de um desafio mecânico para prevenção e o controle de doenças bucais tais como: a cárie e a doença periodontal. Porém no esmalte desmineralizado por mancha branca há um desgaste maior durante a escovação se comparado ao esmalte hígido.^{2,12} Tal desgaste também pode ser evidenciado nos materiais restauradores quando submetidos à escovação simulada.¹³

A cavidade bucal também está submetida constantemente às mudanças de pH do meio, que mantém o processo de des-remineralização.⁸ A queda no pH produz desmineralização dentária, enquanto o pH quase neutro de uma placa desprovida de carboidratos promove um período de repouso, ou mesmo de remineralização da superfície dentária. Se os ataques ácidos tornam-se muito frequentes ou têm duração demasiadamente longa em comparação com os períodos de remineralização, o produto final é uma lesão cariosa.⁷ Assim, o processo de cárie é iniciado por uma ligeira dissolução da superfície do esmalte, quando a desmineralização supera a remineralização na ciclagem natural do pH bucal.

O envelhecimento artificial acelerado (EAA) tem sido utilizado com o objetivo de simular o envelhecimento da estrutura dentária ou de materiais restauradores.²⁴ Este tipo de irradiação tem o potencial de foto-oxidação que induz a quebra das ligações

simples ou duplas de carbono.⁴ Estas ligações químicas tem importante função na configuração das cadeias poliméricas presentes na matriz orgânica dos materiais a base de resina; e nos compostos orgânicos presentes na estrutura dentária, tal como as fibras colágenas da dentina humana.²⁴

A literatura é escassa de estudos que avaliem as alterações superficiais da lesão de mancha branca infiltrada e submetida a diferentes desafios.

Objetivos

2. Objetivo

O objetivo deste estudo foi avaliar a superfície de esmalte bovino com lesão de mancha branca artificial infiltrada ou não por um infiltrante resinoso, frente aos desafios de escovação simulada, ciclagem de pH e EAA. As amostras foram submetidas aos seguintes testes: análise da microdureza e rugosidade.

As hipóteses nulas estabelecidas foram:

- Não haverá diferença estatística em relação à microdureza e rugosidade na comparação entre os grupos de esmalte hígido e esmalte modificado.
- Não haverá diferença estatística em relação à microdureza e rugosidade entre os grupos de esmalte hígido.
- Não haverá diferença estatística em relação à microdureza e rugosidade entre os grupos de superfícies de esmalte modificado.

Materiais e Métodos

3. Materiais e Métodos

3.1- Preparo das amostras

Dentes bovinos hígidos foram limpos, desinfetados com timol 0,1% e submetidos ao polimento inicial com pedra-pomes e água. Os dentes foram seccionados, restando apenas 3mm de raiz. Em seguida, foram obtidos discos de esmalte/dentina com 5,7mm de diâmetro, com o auxílio de uma ponta diamantada para corte de vidro (Dinser Ferramentas Diamantadas Ltda., Sacomã, SP, Brasil) montada em furadeira de bancada FGC-16 (Ferrari, São Paulo, SP, Brasil), sob constante irrigação.

Posteriormente, os espécimes obtidos foram fixados em discos acrílicos com cera pegajosa (Kota Ind. e Com. Ltda, São Paulo – Brasil), com a face do esmalte voltada para o disco acrílico a fim de planificar a dentina, para tanto o conjunto espécime/disco foi montado em politriz metalográfica (APL 4, Arotec, Cotia, São Paulo – Brasil), em baixa velocidade e sob irrigação constante a dentina foi desgastada utilizando discos abrasivos de granulação #320 (Buehler, Ltda., Lake Bluff, IL, USA) até atingir espessura de 2,2 mm. Em seguida, os espécimes foram descolados e tiveram as faces invertidas a fim de planificar e polir o esmalte. Com a dentina voltada para o disco acrílico e devidamente fixada com cera pegajosa, foi dado início a planificação e polimento do esmalte. Adaptou-se o conjunto espécime/disco na politriz metalográfica em baixa velocidade e sob irrigação constante o esmalte foi desgastado e polido utilizando discos abrasivos de granulação #400, 600, 800, 1200 até atingir espessura de 1,3mm. O polimento final foi realizado com auxílio de um disco de feltro umedecido

com pasta de diamante de 1 μm durante 3 minutos. Entre um disco e outro, os espécimes foram colocados em uma cuba de ultra-som, para a remoção de resíduos presentes na superfície do esmalte. Os espécimes selecionados para a pesquisa foram submetidos a leitura prévia de microdureza, selecionando as amostras com os valores de microdureza Knoop entre (263 a 395).



Figura 1.A



Figura 1.B



Figura 1.C



Figura 1.D

Figura 1. Obtenção dos espécimes. A: Furadeira de bancada FGC-16 (Ferrari, São Paulo, SP, Brasil), B: Politriz metalográfica (APL 4, Arotec, Cotia, São Paulo – Brasil), C: Espécimes em polimento, D: Cubas de ultra-som utilizadas (Cristófoli, Campo Mourão, PR, Brasil).

3.2- Indução de lesão de mancha branca em esmalte bovino

Os espécimes foram isolados com esmalte cosmético (Risqué – vermelho escarlate, Barueri, São Paulo, Brasil), deixando exposto apenas metade do esmalte, a qual foi induzida a lesão. Após a cobertura com o esmalte cosmético cada espécime foi submerso em 32 ml de uma solução contendo: 13 mmol/l de Nitrato de cálcio tetra-hidratado (Merck, Alemanha), 0,78 mmol/l de Di-hidrogênio fosfato de sódio monohidratado (Merck, Alemanha), 0.03-0.04 μg F/ml de fluoreto de sódio (ThermoOrion padrão de 100 ppm de F, EUA) em 0,05 mol / L de acetato tampão a pH 5,0, durante 24 h a 37 °C.³



Figura 2. Amostra em solução de indução de mancha branca.

Foram utilizados 50 espécimes divididos em 5 grupos de estudo com 10 espécimes em cada: esmalte desmineralizado, simulando mancha branca artificial (GI); esmalte desmineralizado e infiltrado (GII); esmalte desmineralizado e infiltrado, submetido à escovação (GIII); esmalte desmineralizado e infiltrado, submetido à ciclagem de pH (GIV) e esmalte desmineralizado e infiltrado, submetido ao envelhecimento artificial (GV).

Para os grupos II, III, IV e V foi aplicado o infiltrante (Icon, DMG, Alemanha) sobre as lesões artificiais de mancha branca de acordo com o Quadro 1.

Quadro 1 – Composição e instruções do material apresentada pelo fabricante.

Composição:

- Icon - Etch: ácido clorídrico, ácido silício pirogênico, substâncias de reação ativa com a superfície.
- Icon - Dry: 99% etanol.
- Icon - Infiltrant: matriz de resina à base de metacrilatos, iniciadores e aditivos.

Instruções:

- Limpar o dente;
- Aplicar Icon – Etch, esperar por 2 min, lavar com água por 30 s e secar;
- Aplicar Icon – Dry, esperar durante 30 s e secar;
- Aplicar Icon – infiltrant, esperar por 3 min e fotopolimerizar por 40s;
- Aplicar Icon – infiltrant, esperar por 1 min e fotopolimerizar por 40s.

Após a aplicação e fotopolimerização do infiltrante, foi realizado a sequência de polimento com a utilização de discos abrasivos médio, fino e super fino (Sof-Lex, 3M, ESPE).

3.4- Desafios propostos

3.4.a- Escovação artificial

Todos os espécimes foram submetidos a repetidos ciclos de escovação a fim de simular a escovação diária. Para a realização do teste de escovação simulada foi utilizada uma máquina (Elquip Maq Escovação, São Carlos, Brasil) com carga de 150g, que consiste em um motor que produz movimentos de vaivém em dez braços, nos quais foi fixada às cerdas de escovas dentais. Para que os espécimes pudessem ser adaptados na máquina de escovação, os mesmos foram fixados com cera pegajosa (Kota Ind. e Com. Ltda, São Paulo, Brasil) em blocos de acrílico. Dessa maneira, a ação das cerdas da escova dental exerceu atrito sobre a superfície do espécime.

Para a escovação utilizou-se uma solução constituída de dentifrício Colgate Total 12 (Colgate-Palmolive, São Paulo, SP, Brasil) e água destilada na proporção de 1:2 em peso, para isso o dentifrício foi pesado e diluído no interior de um Becker com água destilada, de acordo com a especificação ISO (ISSO 1999). Foram realizados 10.000 ciclos de escovação (aproximadamente 45 minutos), correspondente a 1 ano de escovação diária.²⁴ Em seguida, os espécimes foram lavados e colocados no interior de um aparelho de vibração ultra-sônica (Cristófoli, Campo Mourão, PR, Brasil) por 10

minutos, cujo compartimento central continha água destilada para remover as partículas abrasivas do creme dental.



Figura 3.A

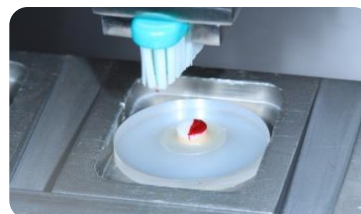


Figura 3.B

Figura 3 Escovação artificial. A: Máquina utilizada nos testes de escovação, B: Amostra sob escovação simulada.

3.4.b- Ciclagem de pH

Para a ciclagem de pH, foram confeccionados bases de acrílico cuja superfície continha espaços para o encaixe de frascos J – 40 cristal (Frasco Acrílico Cristal com Tampa Pressão Natural; altura: 74,8 mm; diâmetro: 31,2 mm; peso: 9,0 g; capacidade: 40 ml; material: Poliestireno standard), uma tampa em acrílico oposta a base também foi confeccionada sendo esta contendo furos no centro do encaixe do J – 40, a fim de permitir a passagem do fio ortodôntico pré conformado em “L”, mantendo assim o espécime em suspensão, para manter a tampa e a base fixas, foram confeccionadas tiras de elástico para envolver o conjunto.

A ciclagem de pH teve 7 dias de duração onde por 5 dias os espécimes foram imersos em 35,5 ml de solução Des por 6 horas, em seguida foram lavados com água deionizada por 30s e secos com guardanapos de papel de folhas duplas (Grand Hotel, Scott). Após secos, os espécimes foram imersos em 17,5 ml de solução Re por 18 horas completando 1 dia de ciclo, passados os 5 dias de ciclo os espécimes foram

lavados e secos e então transferidos e imersos em 17,5 ml de uma nova solução Re permanecendo nesta solução por 48 horas, completando assim o ciclo de 7 dias.

Durante o período de ciclagem, tanto os espécimes em solução, quanto as soluções utilizadas, foram mantidos em estufa a 37°C, devidamente lacrados e identificados.²⁶



Figura 4.A

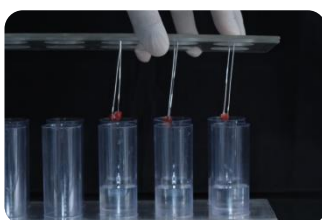


Figura 4.B



Figura 4.C

Figura 4 Ciclagem Des/Re. A: Frascos J - 40 com as soluções, B: Imersão dos espécimes, C: Espécimes imersos e prontos para entrar na estufa.

3.4.c- Envelhecimento Artificial Acelerado

O processo de envelhecimento artificial acelerado será realizado por meio de uma câmara de envelhecimento UVB/condensação (Equilam, Diadema, SP, Brasil), de acordo com ASTM G 53. (American Society for Testing Materials Norma 53). Tal processo consistirá de períodos de alternância de luz ultravioleta (8 horas) e de condensação (4 horas), sob calor ($65 \pm 3^\circ\text{C}$ ou $45 \pm 3^\circ\text{C}$) e 100% de umidade. As amostras serão submetidas a um total de 252 horas do envelhecimento e 168 horas de irradiação UVB com um pico de emissão 313 nm.⁴



Figura 5. Câmara de envelhecimento UVB/condensação (Equilam, Diadema, SP, Brasil)

3.5- Avaliações Superficiais

Após realização dos desafios, as duas metades de cada espécime serão avaliadas em relação à microdureza e rugosidade.

3.5.a- Análise da Microdureza Superficial

Inicialmente todos os discos passaram por uma avaliação da microdureza superficial inicial com o propósito de uma pré-seleção dos espécimes, para tanto foi utilizado o microdurômetro Shimadzu HMV-2000 (Shimadzu Corporation, Quioto, Japão) acoplado a um microcomputador e um software específico para análise das imagens (Cams-Win_new Age Industries/USA), e um penetrador diamantado piramidal tipo Knoop sob uma carga de 25 g por 10 s, com o qual foram realizadas cinco endentações na região central de uma metade da superfície da amostra com distância equidistantes de 100 μ m. Assim, a média aritmética da metade inicial foi calculada.

Após a realização dos desafios, a metade do espécime desafiado passou pela avaliação da microdureza superficial final, bem como foi realizado a avaliação inicial.



Figura 6.A

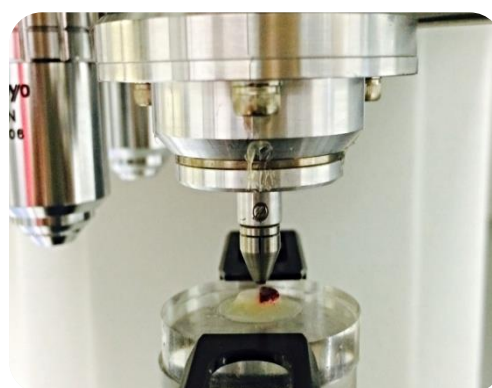


Figura 6.B

Figura 6. Análise de microdureza. A: Microdurômetro Shimadzu HMV-2000 (Shimadzu Corporation, Quioto, Japão), B: Endentação do espécime.

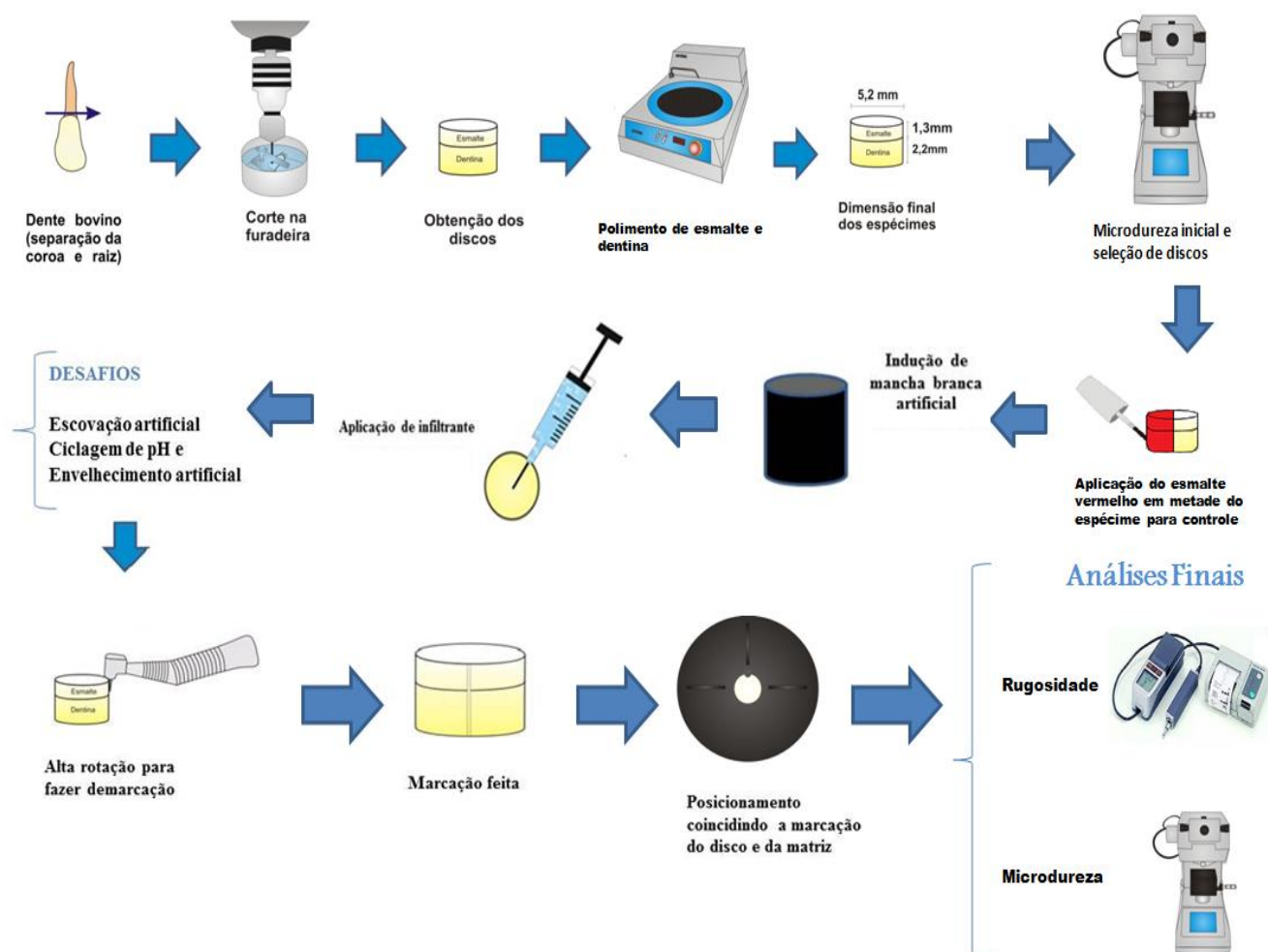
3.5.b- Análise da rugosidade superficial

Para análise da rugosidade de superfície os espécimes foram levados individualmente ao Rugosímetro Surftest SJ 400 – Mitutoyo (Mitutoyo American Corporation). O padrão de rugosidade utilizado será o Ra, o qual representa a média aritmética entre picos e vales registrados. Será utilizado um cut-off de 0,25 mm, necessário para maximizar a filtragem da ondulação superficial, sendo que em cada superfície, serão efetuadas três leituras equidistantes (em cada metade) e a média aritmética será calculada.



Figura 7. Rugosímetro Surftest SJ 400 – Mitutoyo (Mitutoyo American Corporation)

Fluxograma 1: Sequência dos experimentos que foram realizados.



Resultados

4. Resultados

Os dados foram submetidos ao teste estatístico ANOVA dois fatores medidas repetidas e ao teste de Tukey para múltiplas comparações ($p \leq 0,05$).

Os valores obtidos de microdureza do lado teste apresentaram-se estatisticamente inferiores em relação ao lado controle para todos os grupos ($p \leq 0,001$). No entanto, quando houve a comparação entre os diferentes grupos do lado controle, não houve diferença estatística entre os mesmos ($p \leq 0,001$).

Entre os grupos testes, o grupo V (EAA), apresentou os maiores valores de microdureza em relação aos grupos I, II, III e IV, com diferença estatisticamente significativa ($p \leq 0,001$). Os valores obtidos para o grupo II (submetido somente à aplicação do infiltrante), foram semelhantes ao grupo III (escovação), não havendo diferença estatística entre eles ($p = 0,857$). O grupo I (mancha branca artificial) apresentou diferença estatística para os demais grupos, tendo valores inferiores aos grupos II, III e V ($p \leq 0,001$). Os menores valores de microdureza foram observados para o grupo IV (des-re) com diferença estatística em relação aos demais grupos ($p \leq 0,001$).

Após as leituras de rugosidade, notou-se uma diferença estatística comparando-se o lado controle e os diversos tratamentos realizados ($p \leq 0,001$). Porém, na comparação entre os grupos do lado controle não houve diferença estatística entre eles ($p \leq 0,001$). Comparando-se os tipos de tratamentos, apenas o grupo IV (des-re) obteve diferença estatisticamente significativa em relação aos demais grupos ($p \leq 0,001$).

Tabela 1. Médias e desvios-padrões de microdureza dos grupos estudados.

GRUPOS	CONTROLE	TESTE
I	344.998 ($\pm$ 32.747) aA	117.752 ($\pm$ 13.425) cB
II	351.164 ($\pm$ 22.618) aA	228.312 ($\pm$ 15.359) bB
III	341.342 ($\pm$ 20.630) aA	227.216 ($\pm$ 10.856) bB
IV	352.666 ($\pm$ 23.011) aA	30.876 ($\pm$ 3.768) dB
V	344.126 ($\pm$ 14.793) aA	257.324 ($\pm$ 18.965) aB

Letras minúsculas distintas indicam diferenças entre linhas de uma mesma coluna e letras maiúsculas distintas indicam diferenças entre colunas de uma mesma linha.

Tabela 2. Médias e desvios-padrões de rugosidade dos grupos estudados.

GRUPOS	CONTROLE	TESTE
I	0.025 ($\pm$ 0.005) aA	0.051 ($\pm$ 0.026) aB
II	0.025 ($\pm$ 0.07) aA	0.197 ($\pm$ 0.107) aB
III	0.036 ($\pm$ 0.009) aA	0.221 ($\pm$ 0.079) aB
IV	0.032 ($\pm$ 0.015) aA	0.653 ($\pm$ 0.302) bB
V	0.039 ($\pm$ 0.016) aA	0.093 ($\pm$ 0.016) aB

Letras minúsculas distintas indicam diferenças entre linhas de uma mesma coluna e letras maiúsculas distintas indicam diferenças entre colunas de uma mesma linha.

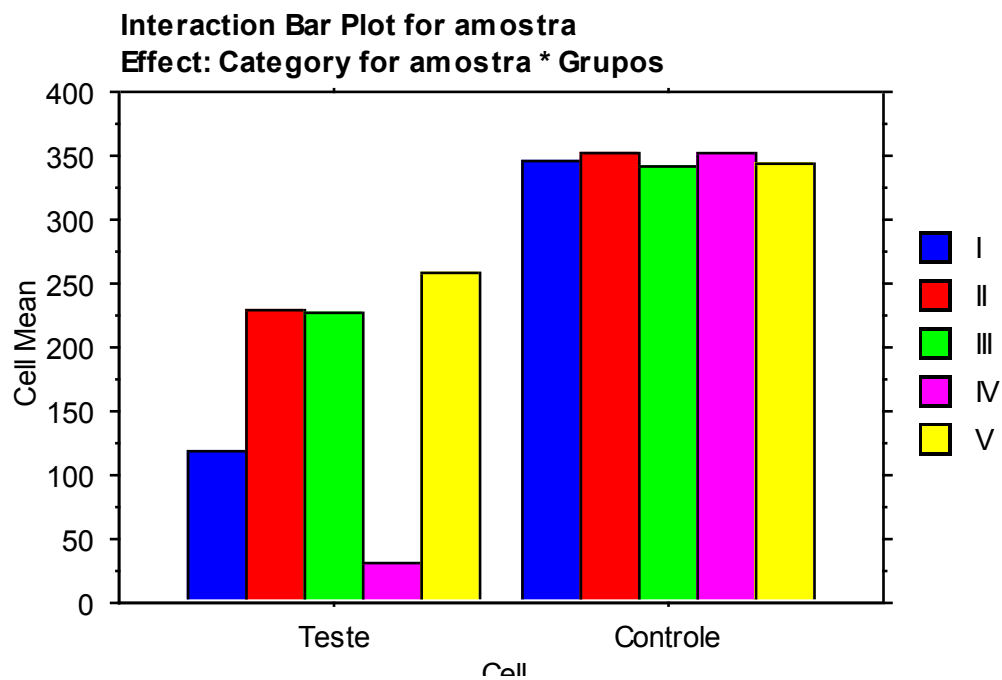


Gráfico 1: Representação gráfica das médias de microdureza dos grupos estudados.

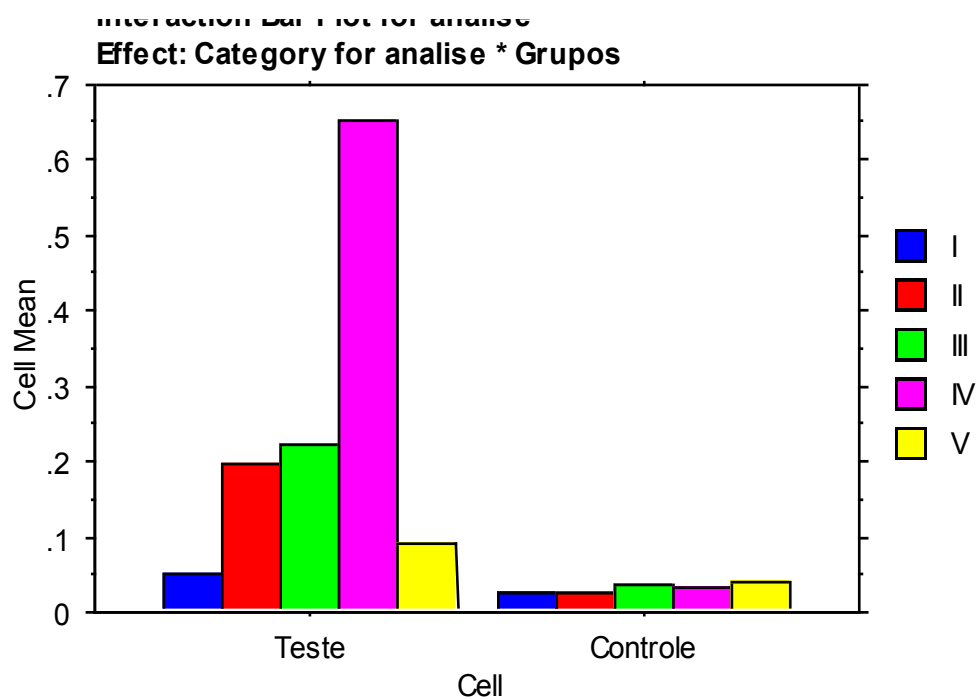


Gráfico 2: Representação gráfica das médias de rugosidade dos grupos estudados.

Discussão

5. Discussão

As mudanças de microdureza e rugosidade em materiais restauradores diretos, e mais especificamente, em materiais a base de resina, tem uma influência direta na longevidade de uma restauração.²⁴ Em esmalte infiltrado por resina infiltrante, as alterações em tais propriedades podem se tornar um problema ao longo do tempo, pois a perda da resistência e o aumento da rugosidade podem desproteger tal superfície e favorecer ao surgimento de novos processos cariogênicos.^{2, 19}

Alguns trabalhos utilizaram as mesmas metodologias empregadas neste estudo; microdureza e rugosidade com a finalidade de se avaliar a superfície do esmalte infiltrado.^{17, 22, 23} À medida em que ocorre a desmineralização do esmalte este se torna mais vulnerável a novos ataques ácidos, portanto, o teste de microdureza Knoop, empregado neste estudo, foi útil para verificar se o infiltrante resinoso conseguiu proteger a estrutura do esmalte desmineralizado através do aumento nos valores de microdureza. Em adição, a leitura de rugosidade superficial é extrema importância, pois sabe-se que uma superfície rugosa é propícia ao acúmulo de placa e favorece o reaparecimento de lesão cariosa sobre a superfície do esmalte.²⁴

No presente estudo, os valores de microdureza foram estatisticamente semelhantes entre os espécimes do grupo controle. Os resultados não mostraram diferenças estatísticas já que os mesmos foram previamente padronizados em relação aos valores de microdureza.^{2, 10}

Em relação aos grupos testes analisados por microdureza, todos tiveram os valores inferiores quando comparados aos grupos controle (lado hígido do espécime). De acordo com outros estudos, os valores de microdureza do esmalte submetido à macha branca artificial e infiltrado por infiltrante foram inferiores ao esmalte hígido.^{17, 22, 23} Esse fato pode estar associado a penetração insuficiente do infiltrante resinoso no corpo da

lesão, deixando algumas regiões porosas do esmalte desprotegidas e propensas à dissolução ácida; assim como, há relatos de que o infiltrante pode contrair-se durante a polimerização do material deixando espaços não infiltrados e contribuindo para a diminuição nos valores de microdureza.^{22, 23}

Na comparação entre os grupos testes, os grupos II, III e V nos quais a resina infiltrante foi aplicada, apresentaram valores consideravelmente maiores de microdureza em relação ao grupo I (mancha branca artificial), demonstrando que o infiltrante resinoso foi capaz de penetrar no corpo da lesão e resistir aos desafios de abrasão mecânica (grupo III) e EAA (V). A matriz orgânica do infiltrante é composta por TEGDMA,^{10, 15, 17, 19, 25} o que confere ao material uma baixa viscosidade, permitindo maior penetração do infiltrante em comparação a outros materiais resinosos como selantes e adesivos.^{6, 15, 18, 23} A presença do infiltrante na subsuperfície da lesão, ainda que muitas vezes parcial, tem ação protetora sobre o esmalte como observado na literatura.²² De acordo com outro estudo, para otimizar a penetração do infiltrante no corpo da lesão, deve ser feita a remoção de excessos do infiltrante utilizando algodão na superfície do esmalte por 5 minutos previamente a fotoativação;¹⁰ entretanto, no presente estudo esta etapa não foi realizada.

Os grupos II e III apresentaram valores muito próximos de microdureza, o que implica dizer que o desafio abrasivo de 10000 ciclos de escovação não foi capaz de remover o infiltrante, como observado em outro estudo em que o infiltrante resistiu até 20000 ciclos após análise em microscopia confocal.²

No grupo IV, em que a ciclagem de pH foi utilizada como desafio, os menores valores de microdureza foram observados; sendo assim, o infiltrante não foi capaz de suportar um novo desafio cariogêneo. Entretanto, Paris e col. (2013)¹⁷, realizaram um estudo no qual compararam a capacidade de proteção do infiltrante através do teste de microdureza Vickers, variando entre uma ou duas aplicações do material e foi

observado um aumento significativo nos valores de microdureza após aplicação de duas camadas do infiltrante mesmo após um novo desafio cariogênico. Em outro estudo, em que se utilizou a microradiografia transversa e microscopia confocal para avaliar a profundidade da lesão de mancha branca e a quantidade de perda mineral adjacente; assim como para mensurar a penetração do infiltrante resinoso no corpo da lesão, e foi concluído que o infiltrante foi capaz de resistir a um novo desafio cariogênico, especialmente em combinação com flúor.¹⁰ A presença de TEGDMA na matriz resinosa do infiltrante confere ao material um baixo módulo de elasticidade e, portanto, menores valores de microdureza quando comparado ao adesivos resinosos, por exemplo, que tem em sua composição o monômero BisGMA com características mecânicas superiores ao TEGDMA.^{19, 23} Além disso, o TEGDMA pode ser liberado a partir de homo ou co-polímero²³, formando uma cadeia polimérica propensa a degradação química, especialmente em ambientes ácidos, o que poderia explicar os valores inferiores de microdureza do grupo IV após a ciclagem de pH. Em contrapartida, em um que estudo comparou a capacidade de proteção entre selantes, adesivos e infiltrante resinoso, com ou sem condicionamento ácido e submetidos à erosão, utilizando a microscopia confocal a laser e a perfilometria, concluiu-se que o infiltrante resinoso foi capaz de proteger a superfície do esmalte após o desafio erosivo, independentemente do condicionamento ácido.⁶

Quanto aos valores de rugosidade, o grupo controle não apresentou diferenças estatísticas entre os grupos, provavelmente pela padronização nos passos de polimento e acabamento dos espécimes, sendo que a mesma padronização foi encontrada em outros estudos.^{2, 22}

O aumento na rugosidade de todos os grupos teste em relação aos do grupo controle, poderia ser justificado pela deficiência do infiltrante em penetrar em todos os prismas de esmalte que foram desmineralizados pela aplicação do ácido clorídrico,

deixando áreas de prismas descobertos.^{1, 23} Yim e col. (2014)²⁸ compararam a eficácia do condicionamento de esmalte entre ácido clorídrico a 15% por 120 segundos e ácido fosfórico a 37% por 5 segundos e, de acordo com os autores, o ácido clorídrico pode produzir fendas e estrias no esmalte o que resultaria em rugosidade.²⁸ Destacam que o uso do ácido fosfórico associado a aplicação mecânica, com o uso do microbrush, resultou em uma maior penetração do infiltrante resinoso como visto através da microscopia confocal a laser.²⁸ Outros trabalhos também utilizaram o ácido fosfórico a 37% por 5 segundos como condicionante de esmalte previamente à aplicação do infiltrante.^{1, 10, 17} Segundo alguns autores, o uso do ácido fosfórico foi adequado para o uso em lesões artificiais, pois elas seriam mais delgadas e mais rasas que as lesões de cárie naturais e facilmente removidas com o seu uso.^{1, 17} Entretanto, um outro trabalho que comparou dois selantes condicionados com ácido fosfórico 37% (nos tempos de 60 ou 120s) a um infiltrante resinoso condicionado com ácido clorídrico a 15% por 120 segundos, verificou que este último alcançou uma maior penetração no corpo da lesão, e associa esse fato ao tipo de condicionante empregado.¹⁸ Sendo assim, o uso do ácido fosfórico pode ser uma alternativa à aplicação do infiltrante.

Entre as leituras de rugosidade dos grupos testes, o grupo (IV) submetido à ciclagem de pH apresentou os maiores valores de rugosidade com diferença estatística para os demais grupos. Sugere-se que tais resultados sejam advindos do aumento na porosidade do infiltrante devido à sua baixa resistência ao desgaste frente ao desafio ácido¹⁷, assim como, pela formação de “ilhas” do infiltrante sobre a superfície do esmalte.¹² Corroborando com o presente estudo, Taher e col. (2012)²² compararam a rugosidade entre infiltrante resinoso e selante, e observaram que os valores de rugosidade do infiltrante foram superiores ao selante, inclusive em relação à lesão de mancha branca.²² Apesar de não haver diferenças estatísticas entre os demais grupos teste, o grupo II apresentou valores de rugosidade superiores ao grupo I (mancha

branca artificial), podendo atribuir esse fato ao não polimento dos espécimes após a aplicação do infiltrante. Em um estudo que fez a comparação entre selante, adesivo, verniz fotopolimerizável e infiltrante resinoso quanto ao polimento ou não após a fotopolimerização dos mesmos, concluiu-se que houve uma pequena diferença para o grupo não polido, que apresentou discreto excesso de material através da análise topográfica em 3D.²⁷

Considerando as limitações de um estudo *in vitro*, novos estudos são necessários para que o material possa ser usado com mais segurança clínica.

Conclusão

6 Conclusão

O infiltrante resinoso não foi capaz de restabelecer as propriedades do esmalte hígido; assim como, não foi resistente a um novo desafio cariogênico. Entretanto, apresentou superioridade em relação à lesão de mancha branca, resistindo aos desafios de abrasão mecânica e envelhecimento artificial acelerado.

Referências

Referências Bibliográficas

- 1- Askar H, Lausch J, Dörfer CE, Meyer-Lueckel H, Paris S. Penetration of micro-filled infiltrant resins into artificial caries lesions. J Dent. 2015 Jul;43(7):832-8.
- 2- Belli R, Rahiotis C, Schubert EW, Baratieri LN, Petschelt A, Lohbauer U. Wear and morphology of infiltrated white spot lesions. J Dent. 2011;39(5):376-85.
- 3- Briso ALF, Gonçalves RS, Costa FB, Gallinari MO, Cintra LTA, Santos PH. Demineralization and Hydrogen Peroxide Penetration in Teeth with Incipient Lesions. Braz Dent J. 2015; 26 (2):135-40.
- 4- Catelan A, Briso ALF, Sundfeld RH, Goiato MC, dos Santos PH. Color stability of sealed composite resin restorative materials after ultraviolet artificial aging and immersion in staining solutions. J Prosthet Dent. 2011;105(4):236-41.
- 5- Conceição EN, Leite CV. Atuação em Dentística. In: Conceição EN et al. Dentística - Saúde e Estética. Porto Alegre: Artmed Editora, 2000.
- 6- De Oliveira GC, Boteon AP, Ionta FQ, Moretto MJ, Honório HM, Wang L, Rios D. In Vitro Effects of Resin Infiltration on Enamel Erosion Inhibition. Operative Dentistry, 2015, 40-2.
- 7- Ericson T & Makinen KK. Saliva: formação, composição, possível função. In: Thylstrup A & Fejerskov O. Tratado de Cariologia. Rio de Janeiro: Cultura Médica, cap. 3, pp. 16-9, 1988.
- 8- Featherstone JD. Modeling the caries-inhibitory effects of dental materials. Dent Mater. 1996;12(3):194-7.
- 9- Garbin CAS, Sundfeld RH, Moimaz SAS, Santos KT. Tratamento restaurador baseado na filosofia de promoção de saúde. Revista APCD. 2007;61(3):213-15.
- 10- Gelani R, Zandona AF, Lippert F, Kamocka MM, Eckert G. In vitro progression of artificial white spot lesions sealed with an infiltrant resin. Oper Dent. 2014 Sep-Oct;39(5):481-8.
- 11- Gray GB, Shellis P. Infiltration of resin into white spot caries-like lesions of enamel: an in vitro study. Eur J Prosthodont Restor Dent. 2002;10(1):27-32.
- 12- Korbmacher-Steiner HM, Schilling AF, Huck LG, Kahl-Nieke B, Amling M. Laboratory evaluation of toothbrush/toothpaste abrasion resistance after smooth enamel surface sealing. Clin Oral Investig. 2013 Apr;17(3):765-74.
- 13- Lee YK, Lu H, Oguri M, Powers JM. Changes in gloss after simulated generalized wear of composite resins. J Prosthet Dent. 2005;94(4):370-6.

- 14-Meyer-Lueckel H, Paris S. Improved resin infiltration of natural caries lesions. *J Dent Res*. 2008; 87 (12):1112-6.
- 15-Min JH, Inaba D, Kwon HK, Chung JH, Kim BI. Evaluation of penetration effect of resin infiltrante using optical coherence tomography. *J Dent*. 2015; Jun; 43 (6): 720-5.
- 16-Paris S, Meyer-Lueckel H, Cölfen H, Kielbassa AM. Resin infiltration of artificial enamel caries lesions with experimental light curing resins. *Dent Mater J*. 2007; 26 (4):582-8.
- 17-Paris S, Schwendicke F, Seddig S, Müller WD, Dörfer C, Meyer-Lueckel H. Microhardness and mineral loss of enamel lesions after infiltration with various resins: influence of infiltrant composition and application frequency in vitro. *J Dent*. 2013 Jun; 41(6):543-8.
- 18-Paris S, Lausch J, Selje T, Dörfer CE, Meyer-Lueckel H. Comparison of sealant and infiltrant penetration into pit and fissure caries lesions in vitro. *J Dent*. 2014 Apr; 42 (4):432-8.
- 19-Rahiotis C, Zinelis S, Eliades G, Eliades T. Setting characteristics of a resin infiltration system for incipient caries treatment. *J Dent*. 2015 Jun; 43 (6):715-9.
- 20-Steinberg S. A paradigm shift in the treatment of caries. *Gen Dent*. 2002;50(4):333-8.
- 21-Sundfeld RH, Croll TP, Briso AL, de Alexandre RS, Sundfeld Neto D. Considerations about enamel microabrasion after 18 years. *Am J Dent*. 2007; 20 (2):67-72.
- 22-Taher NM, Alkhamis HA, Dowaidi SM. The influence of resin infiltration system on enamel microhardness and surface roughness: An in vitro study. *Saudi Dent J*. 2012 Apr; 24 (2):79-84.
- 23-Torres CR, Rosa PC, Ferreira NS, Borges AB. Effect of caries infiltration technique and fluoride therapy on microhardness of enamel carious lesions. *Oper Dent*. 2012 Jul-Aug; 37(4):363-9.
- 24-Turssi CP. Micromorfologia superficial de materiais estéticos submetidos a diferentes processos de degradação. Piracicaba, 2001. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas.

- 25-Ulrich I, Mueller J, Wolgin M, Frank W, Kielbassa AM. Tridimensional surface roughness analysis after resin infiltration of(deproteinized) natural subsurface cariouslesions. Clin Oral Investig. 2015 Jul; 19 (6):1473-83.
- 26- Vieira AE, Delbem AC, Sasaki KT, Rodrigues E, Cury JA, Cunha RF. Fluoride dose response in pH-cycling models using bovine enamel. Caries research 39 (6) (2005): 514-520.
- 27-Yang F, Jan Mueller J, Kielbassa AM. Surface substance loss of subsurface bovine enamel lesions after different steps of the resinous infiltration technique: a 3D topography analysis. Odontology (2012) 100:172–180.
- 28-Yim HK, Min JH, Kwon HK, Kim BI. Modification of surface preatment of white spot lesions to improve the safety and efficacy of resin infiltration. Korean J Orthod. 2014 Jul; 44(4): 195-202.

Anexos

8 Anexo I

Parecer de Aprovação da Comissão de Ética no Uso de Animais da Faculdade de Odontologia do Campus de Araçatuba - UNESP



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"



CAMPUS ARAÇATUBA
FACULDADE DE ODONTOLOGIA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA

CEUA - Comissão de Ética no Uso de Animais
CEUA - Ethics Committee on the Use of Animals

CERTIFICADO

Certificamos que o Projeto de Pesquisa intitulado **"Efeito do uso de infiltrante na microdureza e rugosidade de lesão de mancha branca após diferentes desafios"**, Processo FOA nº 2014-01115, sob responsabilidade de Ticiane Cestari Fagundes apresenta um protocolo experimental de acordo com os Princípios Éticos da Experimentação Animal e sua execução foi aprovada pela CEUA em 27 de Outubro de 2014.

VALIDADE DESTE CERTIFICADO: 20 de Novembro de 2015.

DATA DA SUBMISSÃO DO RELATÓRIO FINAL: até 20 de Dezembro de 2015.

CERTIFICATE

We certify that the study entitled **"The effect of using infiltrating in the microhardness and roughness of the white spot lesion after diferente challenges"**, Protocol FOA nº 2014-01115, under the supervision of Ticiane Cestari Fagundes presents an experimental protocol in accordance with the Ethical Principles of Animal Experimentation and its implementation was approved by CEUA on October 27, 2014.

VALIDITY OF THIS CERTIFICATE: November 20, 2015.

DATE OF SUBMISSION OF THE FINAL REPORT: December 20, 2015.


Profa. Dra. Maria Gisela Laranjeira
Coordenadora da CEUA
CEUA Coordinator

CEUA - Comissão de Ética no Uso de Animais
Faculdade de Odontologia de Araçatuba
Faculdade de Medicina Veterinária de Araçatuba
Rua José Bonifácio, 1193 – Vila Mendonça - CEP: 16015-050 – ARAÇATUBA – SP
Fone (18) 3636-3234 Email CEUA: ceua@foa.unesp.br