

MARÍLIA BIZINOTO SILVA

AVALIAÇÃO DA REMOÇÃO DE ESMALTE SUPERFICIAL, DA CAPACIDADE DE  
MASCARAMENTO DE MANCHAS BRANCAS E DA RESISTÊNCIA À  
PIGMENTAÇÃO EXTRÍNSECA DAS TÉCNICAS DE MICROABRASÃO E  
INFILTRAÇÃO RESINOSA

BRASÍLIA

2014

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

MARÍLIA BIZINOTO SILVA

AVALIAÇÃO DA REMOÇÃO DE ESMALTE SUPERFICIAL, DA CAPACIDADE DE  
MASCARAMENTO DE MANCHAS BRANCAS E DA RESISTÊNCIA À  
PIGMENTAÇÃO EXTRÍNSECA DAS TÉCNICAS DE MICROABRASÃO E  
INFILTRAÇÃO RESINOSA

Dissertação apresentada como requisito  
parcial para obtenção do título de Mestre em  
Ciências da Saúde no Programa de Pós-  
Graduação em Ciências da Saúde da  
Universidade de Brasília.

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Patrícia N. R. Pereira  
Co-Orientador: Prof. Dr. Leandro Augusto Hilgert

BRASÍLIA

2014

*Dedico esta dissertação a Deus, o criador de tudo, pelo dom da vida, por estar ao meu lado sempre me guiando nos seus melhores caminhos.*

*Aos meus pais, Sérgio e Maria, e à minha irmã, Carol, pois sem eles nada disto seria possível, vocês foram e são essenciais;*

*Ao meu marido, Urbano Jr, pelo carinho, companheirismo e compreensão diária durante a realização desta dissertação.*

## AGRADECIMENTOS

A minha orientadora Prof. Dra. **Patrícia Pereira**, educadora ímpar e pessoa exemplar, com valores que me espelho para conduzir a minha vida académica e também pessoal. Obrigada pelos ensinamentos, pela confiança, pelas oportunidades, pela amizade, pela compreensão e pela paciência. É difícil dizer em palavras a honra que sinto por ter convivido com você durante estes dois anos. Sou sua fã de carteirinha.

Ao meu co-orientador e amigo pessoal Prof. Dr. **Leandro Hilgert**, pessoa com um conhecimento intelectual extraordinário. Obrigada pela dedicação que teve com o meu trabalho, pelas horas gastas me auxiliando na execução do projeto e desta dissertação, pela execução da análise estatística, pela correção de artigos e por sempre confiar em me ceder seus equipamentos. Obrigada por estes dois anos de muitas oportunidades. Obrigada também por reforçar em mim valores tão importantes de disciplina, organização e competência.

Aos meus pais, **Sérgio e Maria das Graças**, os maiores e inquestionáveis amores da minha vida. Não há palavras que possam exprimir a minha gratidão a vocês, que muitas vezes renunciaram às próprias vontades em prol da maior herança que vocês poderiam me dar, uma boa educação. Obrigada por sempre terem a palavra que preciso ouvir e conseguirem transformar a distância em presença constante. Vocês são meus exemplos de carácter, honestidade, força e determinação. Amo vocês.

A minha irmã **Carol**, com quem pude aprender grandes valores, ainda pequena, e que levo pra vida toda. Descobri que você será pra sempre a minha metade. Espero um dia poder retribuir toda a sua compreensão em ajudar nossos pais a realizar os meus sonhos.

Ao meu marido, eterno namorado e melhor amigo, **Urbano Jr**, o engenheiro mais dentista que eu conheço! Obrigada por estar todos os dias ao meu lado desde o começo da minha jornada universitária, por me apoiar na escolha pela vida académica e se sentir realizado comigo durante as minhas conquistas.

A minha amiga, companheira de moradia e de mestrado, **Karina**, pelo sorriso constante, pelas conversas diárias, por ensinar que os maiores prazeres da vida encontram-se em pequenas ações do dia a dia, como um café com bolo no final da

tarde, pelas belas músicas tocadas no violão e por me convidar a sentar na rede no seu quarto. Você fez estes 2 anos de mestrado mais leves e prazerosos. Obrigada por tudo!

Aos alunos da iniciação científica **Ana Cláudia Bauer** e **Patrick Lopes**, pela companhia em todo o trabalho realizado em conjunto. Vocês foram os meus braços direito e esquerdo durante toda essa etapa. Obrigada por todo o conhecimento que construímos juntos.

À **Profª Drª Ana Paula Dias Ribeiro** por todo o ensinamento, por transmitir no olhar a paixão pela profissão e por mostrar que a vida pode e precisa ser encarada de forma mais leve e que no final tudo vai dar certo. Você é um exemplo de educadora a ser seguida e que eu almejo um dia ser.

À **Profª Drª Fernanda Cristina Pimentel Garcia** por ser tão solícita e gentil. O sorriso fácil e sincero no rosto ao entrar no laboratório tornava o ambiente de trabalho sempre mais prazeroso. Obrigada por me apresentar a Prof. Ana Carolina Magalhães, sem tê-la conhecido esta pesquisa dificilmente teria acontecido.

À **Profª Drª Soraya Coelho Leal** por todos os ensinamentos e pela disponibilidade. Sempre atenciosa e disposta em fazer o seu melhor, sem tirar o sorriso do rosto.

À **Melissa Castro**, que apesar do pequeno período de convivência no mestrado se mostrou uma pessoa incrível, coração enorme e dentista fanstática. Obrigada por toda a ajuda vídeo-fotográfica na minha dissertação, você a engrandeceu enormemente.

Aos meus **familiares**, avós, tios, tias e primos por toda a torcida que vocês sempre fizeram por mim. Saber que sou motivo de orgulho para vocês me motiva a querer ser cada dia melhor!

Aos meus sogros, **Urbano e Adriana**, por abrirem as portas da casa de vocês e me fazerem sentir em casa quando eu estive longe da minha. O aconchego do lar de vocês foi, sem dúvidas, fundamental durante estes 7 anos que estou em Brasília.

A todos os meus **amigos queridos**, **Karla, Ana Luiza, Larissa, Ana, Laiana, Wladslá, Vanessa, Stefani, Betânia, Kamila, Pedro, Gustavo, Daniel, Rodrigo, João Paulo** que de alguma forma participaram dessa jornada. Obrigada por estarem

sempre presentes na minha vida e por fazerem parte da família que Deus me permitiu escolher.

Ao **Cláudio Pinho, Aline Pinho e toda família Integrato**, por me acolherem tão bem e me proporcionarem um salto exponencial de conhecimento em Odontologia durante este um ano de trabalho em cursos. Que honra foi poder trabalhar com essa Odontologia de excelência que vocês difundem. Tenho uma dívida eterna com vocês.

À técnica de laboratório **Glorinha**, que sempre de prontidão me auxiliou no preparo de soluções que foram necessárias no decorrer da pesquisa.

À aluna de doutorado **Livia Picchi Comar**, da Faculdade de Odontologia de Bauru, na Universidade de São Paulo (USP), pela gentileza com a qual me recebeu em Bauru para me auxiliar a manipular a solução MHDP, sem a qual eu não poderia executar este projeto. Muito obrigada!

À Profª Drª **Ana Carolina Magalhães**, da Faculdade de Odontologia de Bauru, na Universidade de São Paulo (USP), pela acessibilidade, gentileza e auxílio em me ceder sua aluna de doutorado, Livia Picchi Comar, assim como o laboratório da Bioquímica e seus materiais, para que parte da minha pesquisa pudesse ser realizada. Falta-me palavras para agradecer tamanha generosidade. Muito obrigada!

À **Universidade de Brasília**, representada na figura do reitor Ivan Camargo, pela oportunidade de poder dar um passo à frente na minha formação acadêmica

Ao **Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde** da Universidade de Brasília pela oportunidade dada para engrandecer a minha formação.

À secretária da pós-graduação **Edigrês Alves de Sousa** pela sua solicitude em atender e responder a todas as burocracias que envolveram o curso.

À **Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (CAPES)** pela bolsa de mestrado concedida durante a realização da minha pós-graduação.

*“Não busque a perfeição em um mundo  
que atravessa mudanças.  
Em vez disso, aperfeiçoe seu amor.”*

*Mestre Sengstan*

## RESUMO

Este estudo *in vitro* teve como objetivo avaliar (1) a perda de esmalte superficial, (2) a capacidade de mascaramento de lesões de mancha branca (LMB) e (3) a resistência à pigmentação das técnicas de microabrasão e infiltração resinosa. Quarenta e seis coroas de incisivos bovinos foram separadas das raízes, embutidas em resina epóxica deixando a superfície de esmalte vestibular exposta. Cada superfície foi dividida em quatro áreas de tratamento: controle hígido (CO); desmineralização (DE); desmineralização/microabrasão (MA); desmineralização/infiltração resinosa (IR). Os espécimes foram submersos em solução Buskes, (6 dias, pH = 5,0) para induzir LMB. Para a mensuração da perda de esmalte superficial 10 espécimes foram longitudinalmente seccionados, fotografados com auxílio de um microscópio estereoscópico, e a perda de esmalte medida via software (ImageJ, NIH). Para a análise da capacidade de mascaramento das LMB, 36 espécimes foram submetidos à fotografia padronizada, e a cor foi mensurada utilizando o sistema CIELAB. Os valores de  $\Delta E$  foram calculados utilizando CO como referência. Para a análise da resistência pigmentação, os 36 espécimes utilizados para análise de capacidade de mascaramento de LMB foram submersos em 3 soluções diferentes, café, vinho e água destilada (0,5hora/dia, demais 23,5horas/dia em saliva artificial), submetidos à fotografia padronizada e mensuração de cor usando o sistema de cor CIELAB em dois momentos diferentes: 28 dias e após repolimento. Teste de Mann-Whitney foi utilizado para avaliar a perda de esmalte superficial. ANOVA e Tukey foram utilizados para a análise colorimétrica. A perda de esmalte superficial da MA foi significativamente maior comparada à IR ( $171,8 \pm 68,2$  e  $26,7\mu\text{m} \pm 9,6\mu\text{m}$ , respectivamente,  $p < 0,001$ ). A área DE apresentou o maior  $\Delta E$  ( $6,1 \pm 2,5$ ). Não foi observada diferença significativa entre o  $\Delta E$  de IR ( $3,8 \pm 1,8$ ) e MA ( $3,0 \pm 1,6$ ). A análise da pigmentação demonstrou que houve mudança de cor após a submersão em café e vinho para áreas DE e MA. Após o repolimento todos os grupos apresentaram redução significativa da diferença de cor. As técnicas de IR e MA têm capacidade semelhante em mascarar LMB. IR remove menos esmalte superficial em comparação com MA. A pigmentação é capaz de promover a mudança de cor em todos os tratamentos e o repolimento é capaz de reduzir o manchamento extrínseco.

**Palavras-chave:** microabrasão de esmalte; desmineralização dentária; infiltração de cárie; cárie dentária; Odontologia estética.

## ABSTRACT

This *in vitro* study aimed to (1) measure surface enamel loss, (2) evaluate the ability of microabrasion and resin infiltration techniques to mask white spot lesions (WSL) and (3) evaluate the pigmentation resistance of microabrasion and resin infiltration techniques. Forty-six bovine incisor crowns were separated from the roots, and embedded in epoxy resin leaving the buccal enamel surface exposed. Each surface was then divided into four symmetrical rectangles for the experiment in order: intact enamel (control, CO); demineralized only (DE); demineralized and treated with microabrasion (MA); demineralized and treated with resin infiltration (RI). The specimens were immersed for 6 days in Buskes' solution (pH = 5.0) to induce WSL. For measurement of surface enamel loss, 10 specimens were sectioned through the center, photographed using a stereomicroscope, and the loss of enamel measured via software (ImageJ, NIH). For analysis of WSL masking ability, 36 specimens were subjected to standardized photography, and color was measured using the CIELAB color system.  $\Delta E$  values were calculated using CO as reference. For analysis of pigmentation resistance, the 36 specimens used for WSL masking ability analysis were submerged in 3 different solutions, coffee, wine and distilled water (0.5hour/day, remaining 23.5hour/day in artificial saliva), subjected to standardized photography and performed color measurement using the CIELAB color system in 2 different times: 28 days and after repolishing. Mann-Whitney test was used to evaluate surface enamel loss. ANOVA and Turkey tests were used for the colorimetric analysis. Surface enamel loss of MA was significantly greater than RI ( $171.8 \pm 26.7\mu\text{m}$  and  $68.2 \pm 9.6\mu\text{m}$ , respectively,  $p < 0.001$ ). The DE area showed the highest  $\Delta E$  ( $6.1 \pm 2.5$ ). No significant difference was observed between  $\Delta E$  of RI ( $3.8 \pm 1.8$ ) and MA ( $3.0 \pm 1.6$ ). The results showed that there was a color change after the staining challenge in coffee and wine for DE and MA areas. After repolishing all groups presented significant staining reduction. RI and MA techniques have similar ability in masking WSL. RI removes less enamel compared to MA. Staining is able to promote color change in both treatments areas. Repolishing is capable to reduce extrinsic staining.

**Keywords:** enamel microabrasion; tooth demineralization; caries infiltration; dental caries; dental esthetics.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Esquema representativo do preparo das amostras com respectivas áreas de tratamento.....	33
Figura 2 – Preparação dos espécimes para receber os tratamentos de microabrasão e infiltração resinosa.....	34
Figura 3 – Sequência de tratamento de microabrasão com Whiteness RM, FGM.....	35
Figura 4 – Sequência de tratamento de infiltração resinosa com Icon, DMG.....	36
Figura 5 – Esquema representativo da divisão dos espécimes para os respectivos tratamentos de imersão em solução corante e mensuração de desgaste superficial.....	37
Figura 6 – Espécime embutido em resina epóxica e seccionado longitudinalmente para análise em microscópio estereoscópico.....	37
Figura 7 – Sequência de polimento com discos abrasivos Sof-lex série laranja.....	38
Figura 8 – Imagem representativa do esquema de pigmentação. A, espécimes submersos em solução corante (café, vinho e água destilada, respectivamente) por 30 minutos diários. B, C e D, após o tempo de pigmentação os espécimes eram armazenados em saliva artificial por 23h30min.....	39
Figura 9 – Análise da imagem de um espécime seccionado longitudinalmente obtida em microscópio estereoscópico.....	41
Figura 10 – A e B, posicionamento da máquina fotográfica com auxílio de um braço articulável para execução de fotografias. C, regulagem padrão da máquina fotográfica para obter fotografias padronizadas.....	42
Figura 11 – Mensuração de cor para obtenção dos valores de L*, a* e b* no Photoshop.....	43
Figura 12 – Pigmentação em vinho. A, baseline. B, 28 dias. C, repolimento. As quatro áreas (grupos), de cima para baixo são: MA, CO, DE e IR.....	49
Figura 13 – Pigmentação em café. A, baseline. B, 28 dias. C, repolimento. As quatro áreas (grupos), de cima para baixo são: MA, CO, DE e IR.....	49

Figura 14 – Pigmentação em água destilada. A, baseline. B, 28 dias. C, repolimento.  
As quatro áreas (grupos), de cima para baixo são: MA, CO, DE e  
IR.....50

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Média (Desvio-Padrão) e agrupamentos estatísticos sobre a remoção de esmalte superficial de ambas as técnicas testadas.....	48
Tabela 2 - Média (Desvio-Padrão) e agrupamento estatístico de L*, a*, b* do sistema CIELAB e valores de $\Delta E$ de acordo com os grupos.....	49
Tabela 3 - Valores de $\Delta E$ (Desvio-Padrão) e grupamentos estatísticos referentes ao baseline, pigmentação após 28 dias e após o repolimento.....	50

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CO – Controle hígido

DE - Desmineralizado

DES/RE – Desmineralização/Remineralização

IR – Infiltração Resinosa

LMB – Lesão de mancha branca

MA – Microabrasão

$\Delta E$  – Diferença de cor

L\* - Luminosidade

a\* - Grau de saturação da cor no eixo verde-vermelho

b\* - Grau de saturação da cor no eixo azul-amarelo

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>17</b>
<b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>20</b>
2.1 LESÕES CARIOSAS INCIPIENTES.....	20
2.2 MICROABRASÃO .....	22
2.3 INFILTRAÇÃO RESINOSA.....	25
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	<b>31</b>
<b>4. MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>33</b>
4.1 PREPARAÇÃO DOS ESPÉCIMES.....	33
4.2 TRATAMENTOS EXPERIMENTAIS .....	34
4.3 EMBUTIMENTO DOS ESPÉCIMES EM RESINA EPÓXICA .....	38
4.4 POLIMENTO .....	38
4.5 PIGMENTAÇÃO POR IMERSÃO EM SOLUÇÕES CORANTES .....	39
4.6 REPOLIMENTO.....	40
4.7 ANÁLISE DA REMOÇÃO DE ESMALTE SUPERFICIAL.....	40
4.8 ANÁLISE DA CAPACIDADE DE MASCARAMENTO DE LESÕES DE MANCHA BRANCA.....	41
4.9 ANÁLISE DA PIGMENTAÇÃO POR IMERSÃO EM SOLUÇÃO CORANTE .....	43
4.10 ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	44
<b>5. RESULTADOS</b> .....	<b>46</b>
5.1 REMOÇÃO DE ESMALTE SUPERFICIAL.....	46
5.2 CAPACIDADE DE MASCARAMENTO DE LMB .....	46
5.3 PIGMENTAÇÃO .....	47
<b>6. DISCUSSÃO</b> .....	<b>52</b>
<b>7. CONCLUSÃO</b> .....	<b>59</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>61</b>
<b>APÊNDICE A – ARTIGO SUBMETIDO À PUBLICAÇÃO</b> .....	<b>65</b>

# Introdução

## 1. INTRODUÇÃO

Nos dias atuais a cárie dentária ainda é a doença mais prevalente que afeta o meio bucal e responsável por grande número de perdas dentárias. Ela é iniciada a partir do acúmulo de biofilme bacteriano sobre tecidos duros, mas possui etiologia multifatorial (1-2).

A metabolização do biofilme pela microbiota cariogênica faz com que haja oscilações do pH no meio oral, levando a um desequilíbrio no processo de desmineralização e remineralização (DES/RE) a favor da desmineralização (1). Dessa forma, ocorrerá o início da formação de lesões de cárie, caracterizando-se por uma perda mineral subsuperficial, com aparente manutenção da integridade da camada superficial (3). Haverá aumento no espaço intercrystalino, permitindo que o corpo da lesão seja preenchido por água e/ou ar, modificando clinicamente a cor do elemento dentário para um aspecto esbranquiçado. Sendo assim, as lesões incipientes de cárie também podem ser chamadas de lesão de mancha branca (LMB). Este fenômeno ocorre em decorrência da diferença entre o índice de refração do ar e da água em comparação ao esmalte, sendo eles de 1,0; 1,33 e 1,62; respectivamente (1-2,4).

Quando estas LMB encontram-se na superfície vestibular de dentes anteriores podem representar um problema estético que afeta significativa quantidade de pessoas, especialmente adultos jovens. O desenvolvimento dessas lesões encontra-se usualmente associado ao uso de aparelhos ortodônticos fixos comumente utilizados nessa faixa etária (5). Levantamentos epidemiológicos demonstram que os índices de LMB após o uso de aparelhos ortodônticos variam de 30% a 70% dos pacientes, afetando principalmente os dentes anteriores superiores (6).

Na tentativa de solucionar este inconveniente estético que acomete o paciente estão disponíveis diversas possibilidades de tratamento, entre os quais encontram-se: a remineralização induzida por mudanças de hábito de higiene oral e dieta associadas ao uso de fluoretos; a técnica da microabrasão; a realização de procedimentos restauradores; e mais recentemente, a infiltração resinosa (7).

A remineralização é um procedimento não-invasivo e o mais indicado para a reversão do processo cariioso e inativação da lesão (6). A simples remoção dos braquetes ortodônticos nas superfícies vestibulares facilita a higienização, normalmente sendo capaz de inibir a progressão da lesão (1). Quando bastante

pequenas, as LMB podem ter reposição mineral em quase toda a sua extensão, o que, associado a abrasão diária advinda da escovação, devolve um aspecto ótico de esmalte sadio (8).

LMB maiores podem ter reposição mineral limitada à região mais superficial, mantendo o corpo subsuperficial da lesão poroso, continuando a promover um aspecto esbranquiçado à lesão. Durante a fase de reposição mineral o dente pode incorporar pigmentos, o que leva ao aparecimento de manchas acastanhadas.

Para o tratamento estético dessas lesões pode ser utilizada a técnica da microabrasão, na qual um desgaste superficial químico-mecânico, através da associação entre um ácido e um agente abrasivo, remove parte do esmalte afetado (9). Tal técnica é efetiva em lesões não profundas e pode ser considerada invasiva, já que desgasta considerável espessura de esmalte (aproximadamente 200 $\mu$ m) (10-11). A realização de preparos cavitários e restaurações em resina composta, conhecida por macroabrasão, também apresenta resultados estéticos satisfatórios, porém, às custas de maior desgaste de tecido dentário (7).

Mais recentemente, a infiltração resinosa surgiu como alternativa ao tratamento estético das LMB. Em superfícies vestibulares ela visa preencher as porosidades subsuperficiais com uma resina infiltrante que possui índice de refração de aproximadamente 1,52, mais próximo ao do esmalte sadio (1,62) quando comparado à água (1,33) e ao ar (1,0) (4). Assim, a diferença entre esmalte hígido e infiltrado torna-se pequena, clinicamente aceitável e, muitas vezes, visualmente imperceptível (12). Esta técnica é considerada micro-invasiva, visto que o ácido que condiciona a superfície remove cerca de 30 a 40 $\mu$ m (13).

O tratamento de LMB visa proporcionar uma melhora estética aos dentes e, dessa forma, deve haver preocupação quanto à estabilidade de cor promovida pelos tratamentos das LMB, visto que os dentes são, diariamente, submetidos ao contato com soluções pigmentadoras (12). Perante o exposto, é de fundamental importância a comparação direta entre as técnicas de microabrasão e infiltração resinosa no que concerne a quantidade de remoção superficial de esmalte afetado, a capacidade de mascaramento de lesões de mancha branca e a resistência à pigmentação de ambas as técnicas para que a escolha do tratamento possa atender aos atuais conceitos da filosofia da Odontologia Minimamente Invasiva.

# **Fundamentação Teórica**

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 LESÕES CARIOSAS INCIPIENTES

A cárie dentária, ainda hoje, é doença mais prevalente no meio bucal e a principal responsável por dores e perdas dentárias. Primariamente, pode-se dizer que ela é originada por meio da dissolução dos tecidos dentários através de ácidos produzidos na metabolização do biofilme bacteriano. Estes ácidos se difundem através do esmalte e da dentina, dissolvendo tecido mineralizado (2). Entretanto, para que isso aconteça, é necessário que inúmeros fatores associados levem a ocorrência deste processo, tais como: dieta do hospedeiro, microbiota, saliva, composição mineral dentária (1-2), higiene oral, fatores socioeconômicos e comportamentais (14).

Microscopicamente, as lesões iniciais de cárie são formadas por uma camada superficial aparentemente intacta e mineralizada de aproximadamente 50µm e com o corpo subsuperficial desmineralizado e poroso (2). As lesões iniciais de cárie em esmalte podem ser consideradas quase que exclusivamente um processo químico, já que o esmalte é um tecido acelular (15). Estruturalmente, o esmalte é formado basicamente por de cristais de hidroxiapatita,  $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$ , que, de acordo com a sua organização, formam os prismas de esmalte. Os ácidos oriundos da metabolização do biofilme bacteriano iniciam a dissolução mineral na periferia dos prismas de esmalte e, caso o desafio ácido perdure, haverá dissolução dos prismas como um todo. Dessa forma são criados poros no esmalte, propiciando a formação de zonas nas lesões de cárie, sendo a maior delas o corpo da lesão, responsável por 25 a 50% do total da lesão (15).

Clinicamente, após duas semanas de acúmulo de biofilme bacteriano é possível detectar, após a secagem do esmalte, o primeiro sinal da presença de cárie dentária, a lesão de mancha branca (1,4). Após um período de três ou quatro semanas a LMB passa a ser detectada clinicamente mesmo na ausência da secagem do esmalte (1,5). Quando diagnosticada precocemente, a progressão da lesão pode ser interrompida pela reversão das condições ecológicas que levaram a lesão a se desenvolver (1). Medidas de promoção de saúde oral e acesso a fluoretos são os métodos mais comumente utilizados para a obtenção de uma condição ecológica

compatível com saúde, com predomínio de momentos de remineralização em relação aos momentos de desmineralização, promovendo, assim, um equilíbrio do ciclo DES/RE (2,5).

Através do controle do processo DES/RE, em associação à abrasão cotidiana propiciada pela escovação, algumas lesões de mancha branca ativas, normalmente opacas e rugosas, regridem para um estágio inativo, no qual recuperam o brilho e a lisura. Porém, em um considerável número de casos a coloração e o aspecto do esmalte hígido não são possíveis de serem recuperados (8,16), deixando “cicatrices” da atividade cariiosa.

O aspecto esbranquiçado por muitas vezes observado em lesões de cárie deve-se ao efeito ótico do índice de refração, diferente entre esmalte sadio (1,62) e esmalte afetado pela cárie, que possui o corpo subsuperficial da lesão preenchido por ar ou água, que possuem índices de refração de 1,0 e 1,33, respectivamente (18-20).

LMB são comumente encontradas em pacientes que fizeram uso de aparelhos ortodônticos fixos, dificultando a higienização ao redor dos braquetes e favorecendo acúmulo de placa bacteriana (5-6,8,20-21). Outras condições comuns que também podem levar ao aparecimento de LMB são hábitos de higiene oral deficientes, dieta rica em carboidratos fermentáveis e hipofunção de glândulas salivares (18).

Sem dúvida, o procedimento não-invasivo de remineralização é o mais indicado para a reversão do processo carioso e inativação da lesão. Lesões cariosas pequenas têm um melhor prognóstico de reestabelecimento da aparência ótica de esmalte sadio (6). Além disso, LMB mais desenvolvidas possuem remineralização limitada à região mais superficial do esmalte e durante a fase de reposição mineral pode ocorrer incorporação de pigmentos oriundos da dieta, o que leva ao aparecimento de manchas amarronzadas/acastanhadas (21). Um estudo de Artun et al. (20) realizou acompanhamento de 6 pacientes por um período de 3 anos após a remoção de aparelhos ortodônticos, e foi possível observar uma diminuição no acúmulo de placa bacteriana e diminuição no aspecto esbranquiçado da LMB para uma opacidade difusa. Entretanto, segundo os autores, os resultados alcançados devem-se mais ao desgaste proporcionado pela abrasão superficial do que à reincorporação de minerais pela lesão.

Os resultados dos tratamentos não-invasivos de lesões de cárie incipientes não são previsíveis a longo prazo do ponto de vista funcional e estético, pois são facilmente alterados com o desequilíbrio do processo DES/RE, devendo iniciar o mais

cedo possível e ter acompanhamento constante a fim de evitar a progressão das lesões, sendo paciente-dependente na obtenção de bons resultados (4). É fundamental que os cirurgiões-dentistas realizem acompanhamentos periódicos dos pacientes e conheçam as possibilidades de tratamento disponíveis, uma vez que, apesar de todos os esforços, é improvável que esta intercorrência seja eliminada do dia-a-dia dos clínicos (6).

## 2.2 MICROABRASÃO

A técnica de microabrasão foi descrita pela primeira vez após a utilização de ácido clorídrico em baixa concentração em associação com abrasivo. Posteriormente, McCloskey (22) reintroduziu o uso de um ácido com pedra-pomes a fim de reproduzir a técnica utilizada anteriormente e, dois anos mais tarde, a técnica foi batizada de microabrasão por Croll (9).

Indicada inicialmente para tratar dentes acometidos por fluorose, esta técnica alcançou bons resultados estéticos (23). Atualmente, também pode ser indicada para tratamentos de lesões de mancha branca pós-ortodôntia, hipoplasias de esmalte localizadas e hipoplasias idiopáticas que estejam limitadas a camadas superficiais do esmalte. Casos de amelogenese imperfeita ou malformações de esmalte profundas não abrangem as indicações da técnica (10); assim como lesões incipientes de cárie que estejam ativas, uma vez que a cavitação possa ser eminente (23) e; em pacientes que não possuem selamento labial passivo, pois o esmalte pode estar excessivamente desidratado, evidenciando a LMB. Além disso, esta técnica não deve ser indicada quando o manchamento restringe-se à dentina, como é o caso da dentinogênese imperfeita ou manchamentos por tetraciclina (24).

Segundo Croll (9), a técnica ideal de microabrasão deve incluir um ácido de baixa concentração, para segurança dos tecidos bucais; um abrasivo com dureza alta para facilitar a remoção de esmalte quando associado ao ácido de baixa concentração; um veículo gelatinoso que seja solúvel em água para facilitar a aplicação e lavagem do mesmo; e, por fim, a aplicação do produto deve ser feita com instrumento rotatório de baixa velocidade com pressão suave.

Em casos de manchas intrínsecas mais acentuadas alguns autores sugerem realizar remoção do esmalte dental afetado através do uso de pontas diamantadas de granulação fina na área de interesse terapêutico para em seguida realizar a técnica de microabrasão convencional (24-25).

Inúmeras combinações entre diferentes tipos de ácidos (hidroclorídrico, fosfórico, cítrico e nítrico) em diferentes concentrações e diferentes agentes abrasivos (pedra-pomes, óxido de alumínio e carbeto de silício) foram utilizadas em estudos laboratoriais até encontrar fórmulas que pudessem ser testadas *in vivo* (9) e, por fim, comercializadas. Dentre as fórmulas comerciais disponíveis destacam-se: ácido hidroclorídrico 18% associado a pedra-pomes, ácido hidroclorídrico 6,6% ou 10% associado a carbeto de silício e ácido fosfórico 37% associado a pedra-pomes de granulação extra-fina (24).

Muitos autores consideram a técnica de microabrasão um método conservador (10,23-24,26), de fácil execução, seguro e rápido (10,23,27-28). Entretanto, o sucesso obtido por esta técnica está diretamente relacionado a alguns fatores como a profundidade do defeito de esmalte (28-29), de forma que defeitos mais profundos normalmente serão mascarados apenas após a realização de tratamento restaurador (28); tipo de ácido e sua respectiva concentração e o tipo e granulação das partículas abrasivas (29); técnica empregada para executar o procedimento e a quantidade de aplicações realizadas (11,23). Assim, o desgaste gerado pela técnica pode variar de 25 a 200 $\mu$ m (24).

De modo geral, o ácido fosfórico provoca um desgaste menos agressivo e com padrões seletivos (dissolução homogênea do esmalte interprismático), enquanto o ácido clorídrico provoca um desgaste da superfície de esmalte como um todo (28-29).

A execução clínica da técnica consiste na aplicação do produto na superfície do dente livre de placa bacteriana, fricção sobre o dente pelo tempo recomendado pelo fabricante seguida de lavagem abundante com água. A fricção do produto pode ser feita manualmente com auxílio de uma espátula contida na embalagem do produto ou com auxílio de um motor em baixa rotação e taça de borracha com pressão suave. A repetição do procedimento deve atender a necessidade de cada caso, não excedendo as recomendações do fabricante (9,23,30).

Após a realização da técnica, alguns autores recomendam o polimento do esmalte, seja com pontas específicas (22) seja com pastas de polimento aplicadas através de discos de feltro (23-24), seguidos da aplicação de flúor-gel a fim de

potencializar a remineralização do esmalte (10,24,27) e reduzir a sensibilidade pós-operatória (22).

Em alguns pacientes é recomendada a realização de clareamento dental após a microabrasão, visto que há uma redução na espessura do esmalte dental, ressaltando uma tonalidade mais escura ou amarelada do dente uma vez que o esmalte se torna menos espesso, evidenciando a cor do substrato dentinário (11,24,26).

Um estudo de Murphy et al., avaliou a capacidade de mascaramento das LMB em pacientes após o uso de aparelhos ortodônticos com a técnica de microabrasão. Os tratamentos foram realizados com um intervalo mínimo de 3 meses após a remoção dos aparelhos ortodônticos a fim de facilitar o equilíbrio do processo DES/RE. Alguns pacientes foram eliminados do estudo após este período pois a remineralização ocorrida durante 3 meses foi capaz de mascarar as lesões de mancha branca. Nos demais pacientes foi realizado o tratamento e posterior acompanhamento por 3 anos e, ao final do estudo, foram obtidas taxas de sucesso de 83% de redução do tamanho total das LMB (21).

Algumas pesquisas (24,29). demonstram também que os dentes submetidos à microabrasão possuem uma superfície mais lisa, brilhante e com uma camada livre de prismas de esmalte. Dessa forma, é possível que dentes submetidos à microabrasão tornem-se mais resistentes a novos desafios cariogênicos, visto que a superfície de esmalte mais lisa, também conhecida como superfície de vidro, não favorece o acúmulo de biofilme bacteriano

O estudo de Fragoso et al. (28) a respeito das propriedades físicas (microdureza e rugosidade) do esmalte após a microabrasão, polimento e armazenamento em saliva demonstrou aumento na microdureza do esmalte após a realização do procedimento de microabrasão. Entretanto, após o armazenamento dos espécimes de dentes bovinos em saliva artificial por 24 horas e 7 dias não houve diferença na dureza do esmalte dental. Quanto à rugosidade gerada no esmalte os resultados demonstraram que houve uma diminuição na rugosidade superficial, em comparação com o baseline, após o polimento com pastas diamantada e profilática apenas nos grupos de tratamento com Opalustre e Whiteness RM. Entretanto, ao analisar a superfície de esmalte em microscopia eletrônica de varredura verificou-se que diferentes padrões de desgaste foram obtidos em cada um dos três produtos de microabrasão utilizados, sendo que o produto Whiteness RM apresentou superfície

consideravelmente irregular com discretas regiões de dissolução do esmalte interprismático.

No que diz respeito a manutenção de cor do substrato dentário, alguns trabalhos clínicos fizeram acompanhamento a curto e a longo prazo para avaliar a manutenção da melhoria estética obtida, com resultados positivos em todos acompanhamentos (24,27,31). Entretanto, como a técnica de microabrasão atua removendo esmalte afetado em detrimento da alteração ou mascaramento das manchas presentes nos dentes é lógico imaginar que os resultados tendem a serem permanentes.

### 2.3 INFILTRAÇÃO RESINOSA

A infiltração resinosa é uma técnica de tratamento de lesões cariosas que preenche uma lacuna entre procedimentos não invasivos e invasivos dentro dos conceitos da Odontologia Minimamente Invasiva (7,12). Comparada à remineralização o tratamento de infiltração resinosa oferece algumas vantagens como: preencher as porosidades da lesão, mesmo quando estas forem profundas, e alcançar resultados estéticos favoráveis de imediato (18). Além disso, a técnica visa diminuir ou até mesmo paralisar as LMB.

O desenvolvimento da técnica de infiltração resinosa surgiu como alternativa para o tratamento de lesões de cárie interproximais não-cavidadas através do preenchimento das porosidades subsuperficiais do esmalte. O preenchimento destas porosidades é realizado com uma resina fotopolimerizável de baixa viscosidade realizada a partir da erosão da camada superficial aparentemente intacta com subsequente penetração da resina infiltrante no corpo subsuperficial da lesão através de forças de capilaridade (4).

Como efeito colateral positivo, a infiltração resinosa mostrou-se capaz de camuflar LMB com resultados estéticos superiores quando comparados à remineralização por aplicação de fluoretos (4). Isso é possível pois o infiltrante resinoso possui índice de refração de aproximadamente 1,52, mais próximo ao do esmalte (1,62) do que água (1,33) e ar (1,0) (4). Por consequência, a diferença de cor

entre esmalte hígido e infiltrado torna-se pequena, muitas vezes clinicamente aceitável e visualmente imperceptível.

Para a execução clínica da técnica de IR em lesões interproximais é recomendado o uso de isolamento absoluto para que adequada retração gengival e controle da umidade sejam alcançados. A utilização de aplicadores específicos está disponível, fazendo com que mínima separação dentária seja necessária (38). Para o tratamento de lesões vestibulares o formato do aplicador difere do utilizado em lesões interproximais, não necessitando a realização de separação dentária, entretanto, o uso de isolamento do campo operatório também é indispensável. Após o término da infiltração é recomendada a realização de polimento da superfície infiltrada com borrachas e escovas a fim de promover lisura superficial à região que foi submetida ao tratamento ácido (7).

O controle das lesões de cárie com a técnica da infiltração resinosa se demonstra mais eficaz em lesões ativas quando comparadas às lesões inativas. Isso ocorre devido a maior porosidade da superfície em lesões ativas, facilitando a penetração do infiltrante e o preenchimento do corpo da lesão (32). A atuação do ácido que prepara o esmalte afetado para receber o infiltrante remove aproximadamente 30 a 40µm, o que pode fazer com que esta técnica seja considerada micro-invasiva (13).

Diferentemente da aplicação de selantes, que criam apenas uma barreira superficial em esmalte, a infiltração resinosa cria uma barreira de difusão no interior do esmalte, visando preencher espaços vazios (33). Comparado aos adesivos dentinários, os infiltrantes foram otimizados para uma penetração rápida no corpo da lesão, devido sua viscosidade ser inferior quando comparada aos adesivos, com alta tensão superficial e baixos ângulos de contato com a superfície (34).

Segundo Hyun-Kyung et al. (35), a utilização do ácido clorídrico 15% por 2 minutos é suficiente para que se remova a camada superficial praticamente intacta. A remoção da camada superficial propiciada pelo ácido fosfórico 30-40% é cerca de 50% menor quando comparada ao ácido clorídrico 15%. Quando a lesão cariosa encontra-se inativa pode ser necessária a reaplicação do ácido clorídrico para romper a barreira da camada superficial, que pode ter incorporado minerais no processo de remineralização.

O infiltrante resinoso Icon (DMG, Hamburgo, Alemanha) é uma resina que possui como principal monômero o TEGDMA. A adição de Bis-GMA à sua composição visava aumentar a microdureza das lesões infiltradas e diminuir a contração de

polimerização do infiltrante. Porém esse efeito não foi alcançado, possivelmente devido a sua maior viscosidade, o que diminui o coeficiente de penetração do infiltrante (36).

A utilização do etanol para desidratar a lesão após a lavagem do ácido visa aumentar o poder de penetração do infiltrante no interior da lesão, devido a remoção de moléculas de água das porosidades do esmalte (37). Entretanto, a adição de solventes do tipo etanol na formulação da resina infiltrante não aumentou o seu poder de penetração no interior da lesão, como também não aumentou a dureza ou resistência a desmineralização do infiltrante. Contrariamente ao previsto, a adição de solventes ao infiltrante resinoso fez com que aumentasse as porosidades no interior da lesão, diminuindo a dureza e aumentando o desgaste e a rugosidade do infiltrante, favorecendo a sorção de água e, por consequência, enfraquecendo a resina presente no corpo da lesão (36).

Um estudo realizado por Meyer-Lueckel et al. (38) demonstrou que a aplicação do infiltrante por um período de 3 minutos permite a penetração por centenas de micrômetros no interior da lesão. Em contrapartida, a aplicação do infiltrante por um período de 5 minutos não demonstrou maiores taxas de penetração quando comparada ao tempo de aplicação de 3 minutos. Uma segunda aplicação do material tem como finalidade compensar o estresse de polimerização gerado e preencher as porosidades ainda remanescentes (36).

Estudos clínicos randomizados comprovam a eficácia da técnica de infiltração resinosa para tratamento de lesões interproximais, em dentes decíduos e permanentes e LMB vestibulares (39-42). Relatos de casos clínicos também evidenciam a eficácia da técnica de infiltração resinosa para o tratamento de dentes acometidos por fluorose e hipoplasia.

Em um estudo com desenho experimental do tipo “split-mouth” em dentes decíduos comparou-se a eficácia da infiltração resinosa associada ao uso de verniz fluoretado (grupo experimental) e verniz fluoretado (grupo controle). Após um ano observou-se radiograficamente a progressão de 23% das lesões para o grupo experimental e 62% do grupo controle. Em contrapartida, a análise clínica demonstrou um avanço das lesões em 31% no grupo experimental e 67% no grupo controle (39).

Em lesões proximais em dentes permanentes, também em estudo randomizado do tipo “split-mouth”, comparou-se o grupo controle, no qual foram feitas instruções de higiene oral, acesso à fluoretos e orientação dietética, com o grupo experimental,

no qual foi realizado o tratamento por meio da infiltração resinosa. Os resultados obtidos após 18 meses através da técnica de subtração radiográfica digital revelaram um progresso de 7% das lesões para o grupo experimental e 37% para o grupo controle (40). Após 36 meses uma nova análise dos resultados foi realizada, apontando que 4% do grupo experimental apresentou progresso da lesão cariosa versus 42% do grupo controle, sendo que um paciente do grupo controle foi encaminhado para realizar tratamento restaurador visto a progressão da lesão até o terço médio da dentina (41).

Outro estudo clínico avaliou a melhoria estética de dentes anteriores acometidos por LMB durante o tratamento ortodôntico. Os resultados obtidos a partir da análise pela escala análoga visual mostraram um sucesso do grupo experimental, submetidos à infiltração resinosa, de 67,7% comparado ao grupo controle, nenhum tratamento, de 5,2% logo após o tratamento. Após 8 semanas os resultados foram de 65,9% e 9,2% para os grupos experimental e controle, respectivamente (42).

Frente a novos desafios acidogênicos as lesões infiltradas apresentam menores taxas de progressão da lesão quando comparadas a lesões não infiltradas e não submetidas a tratamento remineralizante a base de fluoretos (43). A progressão ocasional de LMB pode ser atribuída a presença de fendas no corpo da infiltração resinosa, que pode ocorrer devido a contração de polimerização, evaporação incompleta do solvente e a não-polimerização da camada mais superficial devido a presença de oxigênio. Todos esses fatores podem ser evitados com aplicações repetidas do infiltrante (3).

Um trabalho realizado de Schmidlin et al. (44) avaliou o potencial protetor de adesivos convencionais, infiltrante resinoso e a associação de ambos os materiais frente a novos desafios ácidos. Imagens de microscopia eletrônica de varredura revelaram que tanto os adesivos dentinários quanto os infiltrantes resinosos protegeram a superfície de esmalte de novos ciclos de desmineralização em ácido láctico. Porém, o adesivo sozinho e a sua associação com os infiltrantes resinosos foram mais efetivos quando comparados ao infiltrante resinoso sozinho. Isso pode ser explicado devido ao fato do adesivo dentinário permitir a formação de uma camada superficial mais homogênea, sugerindo que possa ser benéfico realizar a proteção das lesões infiltradas com uma camada de adesivo dentinário.

O sucesso da infiltração resinosa em LMB também deve-se à associação de propriedades físicas dos infiltrantes e mecânicas da lesão inicial de cárie, como o

ângulo obtuso formado entre a superfície do esmalte e a lesão, permitindo que a erosão provocada pelo ácido clorídrico aconteça nas margens da lesão, proporcionando uma infiltração mais eficiente após a erosão ácida, com melhor efeito de mascaramento das mesmas (45).

Deve-se evidenciar que materiais resinosos apresentam uma camada superficial que tem sua polimerização inibida na presença de oxigênio, tornando a superfície resinosa mais susceptível a manchamentos. Dessa forma, a etapa de fotopolimerização precisa ser cuidadosamente realizada. Preferencialmente, a última fotopolimerização deve ocorrer na presença de uma barreira de consistência gelatinosa ou ser seguida de adequado polimento para remoção dessa camada superficial não polimerizada (45).

Apesar da realização de adequada fotopolimerização e polimento, sabe-se que materiais resinosos são susceptíveis à pigmentação ao entrar em contato com agentes corantes presentes na dieta do indivíduo (19). Alguns estudos recentes têm demonstrado a resistência à pigmentação da infiltração resinosa na presença de algumas substâncias com potencial corante (12,19). Após um período de 4 e 8 semanas, em ordem decrescente, vinho, café e saliva apresentaram algum nível de pigmentação (19). Da mesma forma, um estudo conduzido por Borges et al. (19) demonstrou que a imersão de espécimes tratados por infiltração resinosa em vinho, café e água destilada resultou em significativa alteração de cor para as duas primeiras substâncias em comparação com a terceira e, apesar do repolimento minimizar o manchamento, os espécimes submersos em vinho e café ainda apresentaram taxa de pigmentação superiores à água destilada. No estudo de Rey e colaboradores (12) foi comparado o potencial de pigmentação do infiltrante resinoso Icon e diversos agentes adesivos em submersão de vinho, café e chá. Frente a todos os materiais testados o Icon apresentou o maior índice de pigmentação, sendo que o café foi o responsável pelos maiores índices, seguido pelo vinho e chá.

O objetivo da infiltração resinosa é alcançar resultados estéticos imediatos e duradouros, envolvendo mínimos desgastes de estrutura dentária. Entretanto, é necessário ter conhecimento do comportamento deste material frente a desafios diários de alimentos ricos em corantes presentes na dieta dos indivíduos para que os resultados estéticos obtidos não sejam comprometidos a longo prazo (12).

**Objetivos**

### 3. OBJETIVOS

O presente estudo teve como objetivos:

1. Mensurar a remoção de esmalte superficial promovida pelas técnicas de microabrasão e infiltração resinosa;
2. Avaliar a capacidade de mascaramento de manchas brancas das superfícies tratadas pelas técnicas de microabrasão e infiltração resinosa;
3. Avaliar a resistência à pigmentação das técnicas de microabrasão, infiltração resinosa e da área desmineralizada não tratada.

E as hipóteses nulas testadas foram:

1. Não há diferença entre a remoção de esmalte superficial promovida pelas técnicas de microabrasão e infiltração resinosa;
2. Não há diferença na capacidade de mascaramento de lesões de mancha branca das superfícies tratadas pelas técnicas de microabrasão e infiltração resinosa;
3. Não há diferença na pigmentação entre as superfícies tratadas por microabrasão, infiltração resinosa e da área desmineralizada não tratada.

# **Materiais e Métodos**

## 4. MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 PREPARAÇÃO DOS ESPÉCIMES

Foram obtidos 46 incisivos centrais e laterais da segunda dentição de carcaças bovinas após o abate dos animais para manejo agropecuário em frigorífico devidamente registrado. Após a extração esses dentes foram armazenados em solução de timol 0,1% por uma semana até a completa remoção dos ligamentos periodontais e polpa dentária, a fim de possibilitar a separação entre coroa e raiz.

A separação entre coroa e raiz foi realizada com discos diamantados. As coroas dentais foram planificadas apenas na superfície de esmalte e demarcadas para serem desgastadas a fim de obter espécimes planos com medidas de 12x7mm. Os 46 espécimes foram incluídos com cera pegajosa em bases de resina epóxica e, em seguida, polidos sob água corrente com lixas granulação #600 e #1200, respectivamente, por um minuto cada.

Após o polimento, cada espécime foi dividido em quatro áreas, de 3x7mm cada, para receber os tratamentos, sendo eles: controle hígido (CO), desmineralização (DE), desmineralização/microabrasão (MA) e desmineralização/infiltração resinosa (IR) (Figura 1).

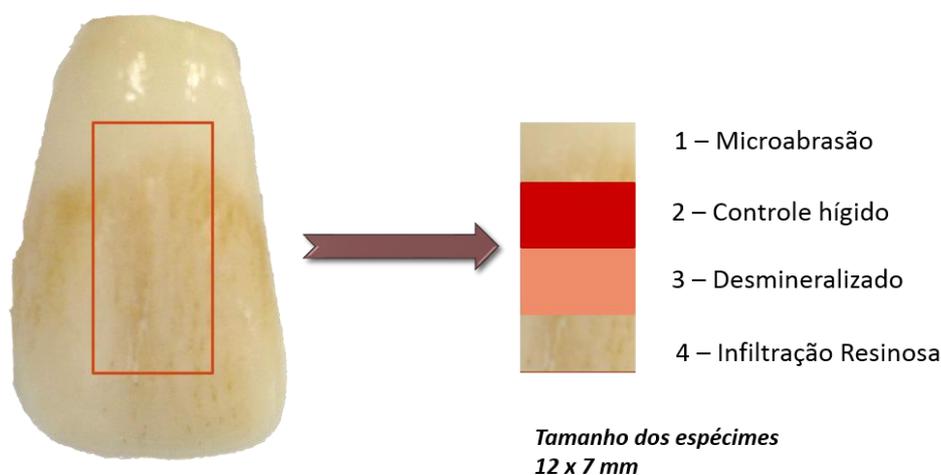


Figura 1 – Esquema representativo do preparo das amostras com respectivas áreas de tratamento.

Cada espécime teve um quarto de sua região central protegido por esmalte de unha cosmético vermelho (área correspondente ao CO) e em seguida foi imerso em 30mL em uma solução desmineralizante contendo 3mM  $\text{CaCl}_2 \times 2\text{H}_2\text{O}$ , 3mM  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ , 50mM ácido láctico, 6 $\mu\text{M}$  metilhidroxidifosfonato e traços de timol, em pH = 5,0 (ajustada com KOH, se necessário) proposta por Buskes et al (Buskes 1985, apud Magalhães et al. (46)) por um período de 6 dias (46) no interior de uma estufa de cultura bacteriológica com temperatura controlada de 37°C em recipiente hermeticamente fechado, para induzir a formação de LMB.

Ao completar o sexto dia, os espécimes foram retirados da solução desmineralizante e lavados abundantemente com água destilada com o objetivo de remover a solução presente na superfície. Novamente os espécimes tiveram mais um quarto de sua área central protegida com esmalte cosmético de cor laranja (área correspondente à DE) para manutenção da área de tratamento de desmineralização livre de qualquer intervenção dos demais tratamentos.

A sequência da preparação dos espécimes pode ser conferida na Figura 2.

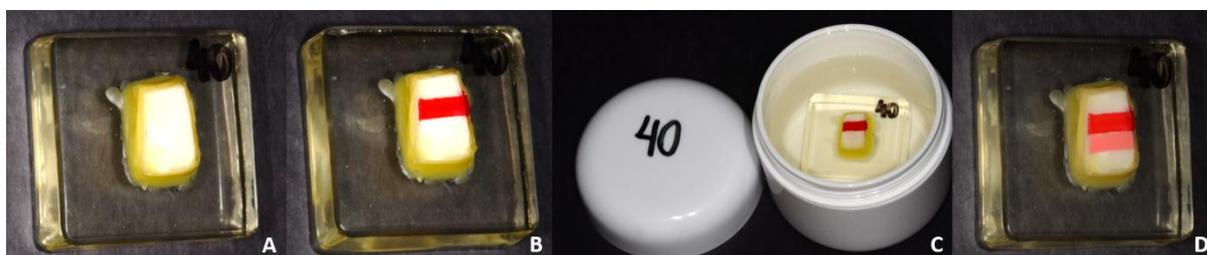


Figura 2 – Preparação dos espécimes para receber os tratamentos de microabrasão e infiltração resinosa. A, espécime fixado com cera pegajosa em base de resina epóxica. B, um quarto da região central protegida com esmalte cosmético de unha. C, espécime submerso em 30 ml de solução desmineralizante de Buskes. D, espécime após o período de 6 dias de desmineralização com mais um quarto da área central protegido por esmalte cosmético de unha.

## 4.2 TRATAMENTOS EXPERIMENTAIS

Em cada extremidade livre do espécime, também correspondente a um quarto da área total do espécime, foram realizados os tratamentos de microabrasão e infiltração resinosa de acordo com as instruções dos fabricantes.

Para a microabrasão foi utilizado o produto Whiteness RM (FGM, Joinville, Brasil), de acordo com as seguintes instruções: aplicação do produto sobre a superfície; fricção com taça de borracha em baixa rotação por 10 segundos sob pressão leve; lavagem abundante; 5 repetições. O tratamento da microabrasão foi realizado pelo mesmo operador para minimizar variações decorrentes da pressão manual usada pelo operador (Figura 3).

Para a realização da infiltração resinosa foi utilizado o infiltrante resinoso Icon sob as seguintes instruções: aplicação do Icon Etch (ácido clorídrico 15%) por 2 minutos; lavagem abundante; secagem; aplicação do Icon Dry (álcool 99%) por 30 segundos; secagem; aplicação do Icon Infiltrant por 3 minutos seguida de remoção de excessos e fotoativação por 40 segundos; nova aplicação do Icon Infiltrant por 1 minuto seguida de remoção de excessos e nova fotoativação por 40 segundos. Nos espécimes utilizados para análise do desgaste superficial, o tratamento foi interrompido após a lavagem do ácido (Figura 4).

Do total de 46 espécimes, 36 foram destinados à realização da pigmentação em soluções corantes e 10 espécimes à mensuração do desgaste de esmalte superficial conforme demonstra a Figura 5.

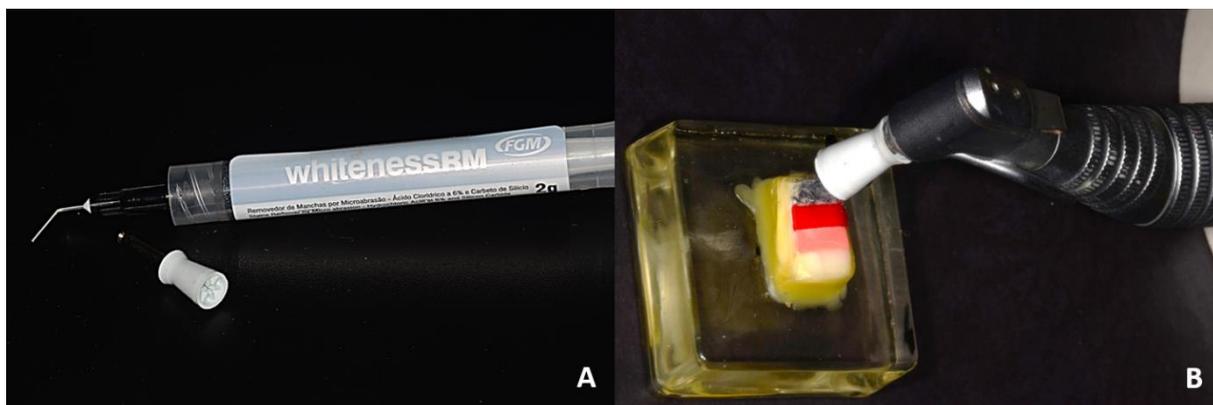


Figura 3 – Sequência de tratamento de microabrasão com Whiteness RM, FGM. A, produto utilizado para microabrasão e taça de borracha. B, Fricção do Whiteness RM em baixa rotação sob leve pressão seguido de lavagem abundantemente com água. O passo B foi repetido por 5 vezes.

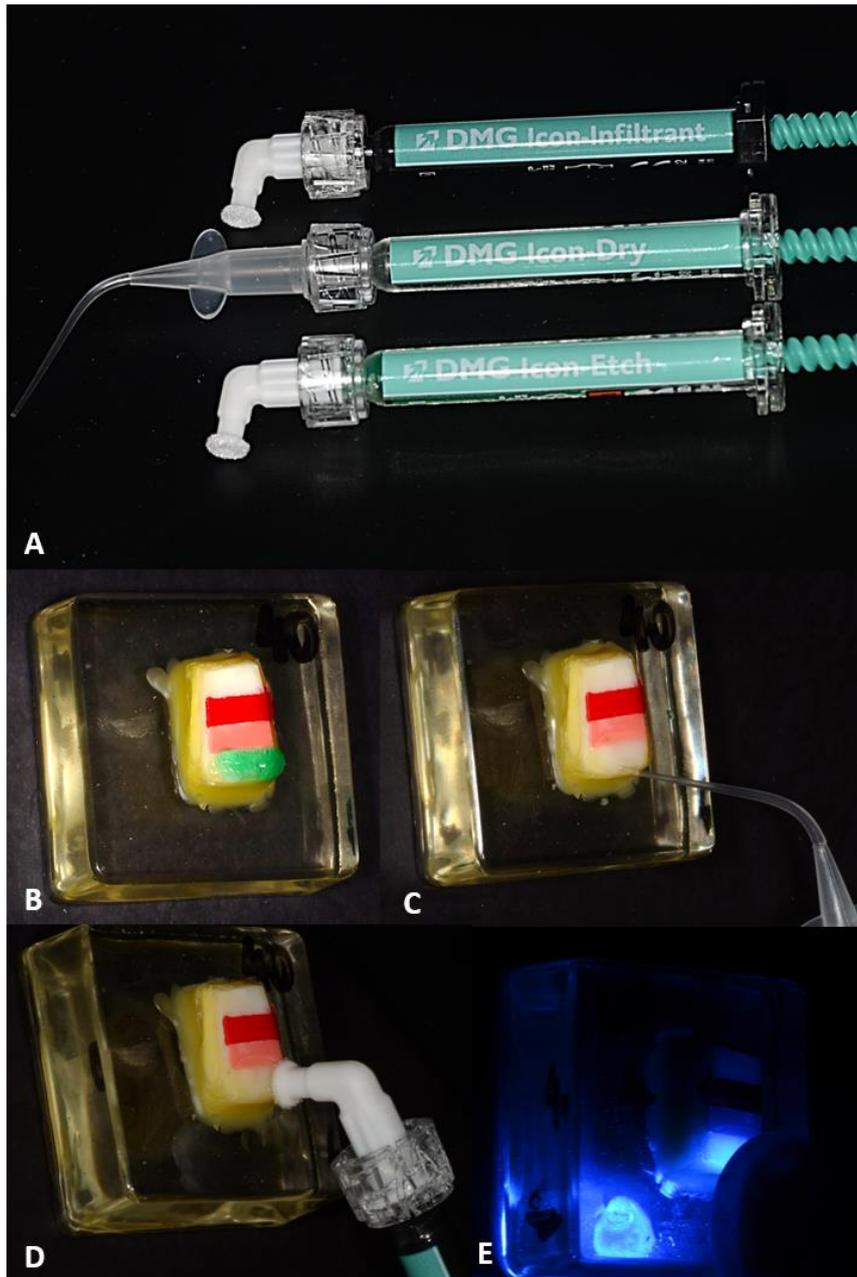


Figura 4 – Sequência de tratamento de infiltração resinosa com Icon, DMG. A, Kit do infiltrante resinoso Icon, DMG. B, aplicação do Icon Etch por 2 minutos seguido de lavagem abundante. C, aplicação do Icon Dry por 30 segundos, seguido de jatos de ar. D, aplicação do Icon Infiltrant por 3 minutos seguido de remoção dos excessos com gaze esterelizada. E, fotopolimerização do Icon Infiltrant por 40 segundos. Os passos D e E foram repetidos novamente, porém a segunda aplicação do Icon Infiltrant deve ser realizada por apenas 1 minuto.

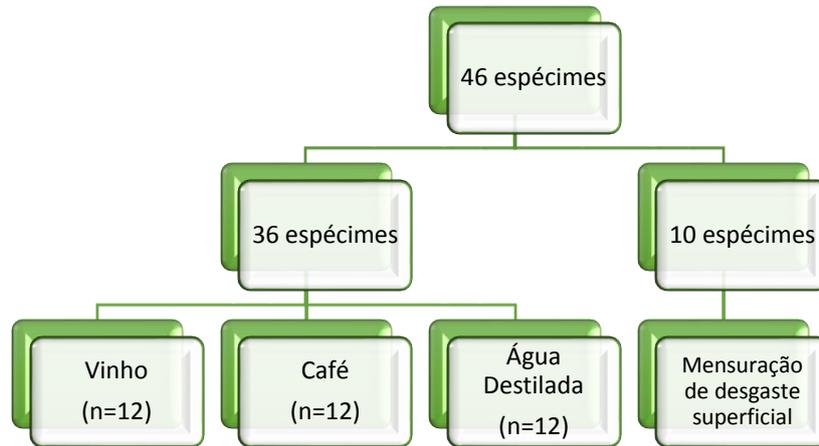


Figura 5 – Esquema representativo da divisão dos espécimes para os respectivos tratamentos de imersão em solução corante e mensuração de desgaste superficial.

#### 4.3 EMBUTIMENTO DOS ESPÉCIMES EM RESINA EPÓXICA

Os 10 espécimes tratados por MA e pelo Icon Etch (ácido clorídrico 15%) do kit de infiltração resinosa destinados a mensuração de desgaste de esmalte superficial foram totalmente embutidos em resina epóxica. Após 24 horas, tempo necessário para a reação de presa final do material, os espécimes foram seccionados longitudinalmente à superfície (direção vestibulo-lingual) em sua porção central com auxílio de discos diamantados, de forma que todas as janelas de tratamento estivessem presentes em um único corte (Figura 6).



Figura 6 – Espécime embutido em resina epóxica e seccionado longitudinalmente para análise em microscópio estereoscópico.

#### 4.4 POLIMENTO

Todos os espécimes foram submetidos ao polimento com sequência de discos abrasivos de óxido de alumínio (Sof-lex, série laranja, 3M ESPE), por 15 segundos por cada disco. A sequência de polimento seguiu a ordem de granulação dos discos, grossa, média, fina e extrafina. O mesmo operador realizou o procedimento em todos os espécimes, para minimizar variações na força empregada (Figura 7). Após o polimento todos os espécimes foram lavados em cuba ultrasônica (Ultrasonic Washer BioFree, Gnatus, Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil) por 5 minutos para remover quaisquer impurezas que estivessem na superfície do espécime. Os discos de Sof-Lex eram utilizados apenas uma vez e em seguida descartados para padronização do potencial de polimento.

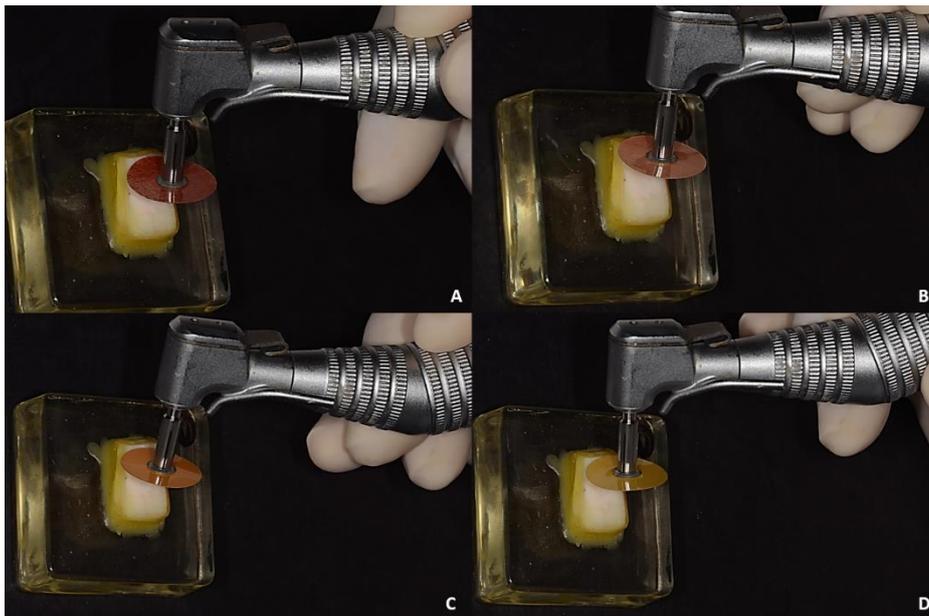


Figura 7 – Sequência de polimento com discos abrasivos Sof-lex série laranja. A, granulação grossa. B, granulação média. C, granulação fina. D, granulação extrafina.

#### 4.5 PIGMENTAÇÃO POR IMERSÃO EM SOLUÇÕES CORANTES

Trinta e seis espécimes foram fotografados para avaliação de cor no baseline e foram igualmente divididos em 3 subgrupos (Figura 7) e armazenados por 28 dias corridos nas seguintes soluções:

- Vinho tinto (Concha y Toro reservado Carmenere)
- Café (Nescafé® - preparado segundo as recomendações do fabricante)
- Água destilada

Cada espécime permaneceu em contato com a solução corante por um período de 30 minutos diários e armazenado durante 23h30min em solução de saliva artificial composta por 0,33g  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ , 0,34g  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ , 1,27 g KCl, 0,16g NaSCN, 0,58g NaCl, 0,17g  $\text{CaCl}_2$ , 0,16g  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , 0,2g uréia, 0,03g glucose, 0,002g ácido ascórbico em 1000ml de água destilada, pH=7 (48) (Figura 8). Todos os espécimes eram lavados diariamente em água destilada após a pigmentação para serem recolocados na saliva artificial.

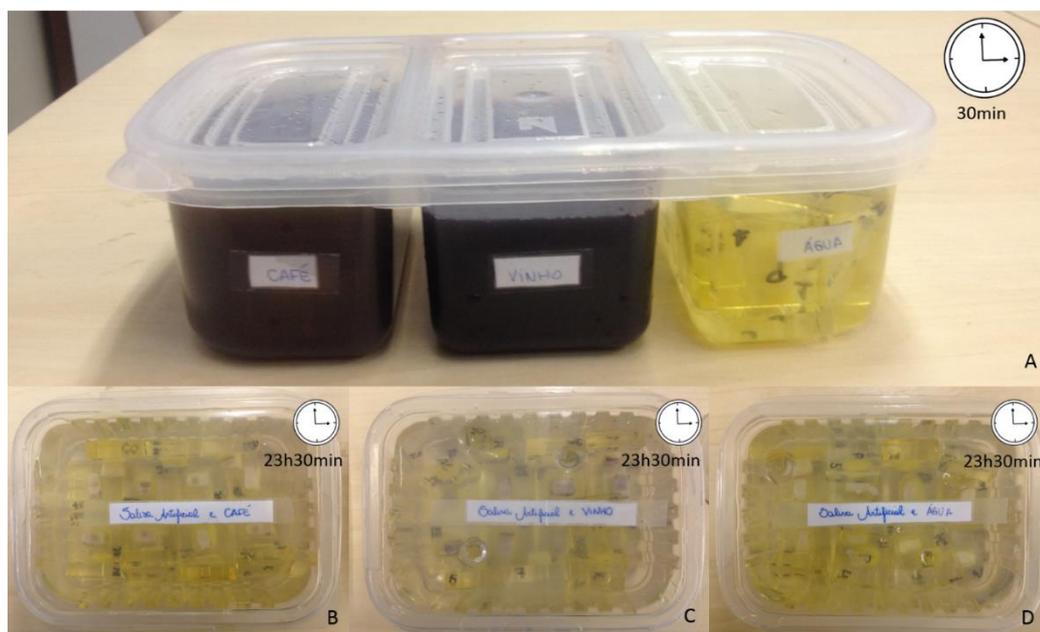


Figura 8 – Imagem representativa do esquema de pigmentação. A, espécimes submersos em solução corante (café, vinho e água destilada, respectivamente) por 30 minutos diários. B, C e D, após o tempo de pigmentação os espécimes eram armazenados em saliva artificial por 23h30min.

A mensuração de cor para todas as soluções corantes foi realizada nos seguintes tempos: baseline, 28 dias e após o repolimento. As soluções corantes e a

saliva artificial foram trocadas a cada 7 dias a fim de evitar proliferação de microrganismos.

#### 4.6 REPOLIMENTO

Todos os espécimes foram submetidos ao repolimento com sequência de discos abrasivos de óxido de alumínio (Sof-lex, série laranja, 3M ESPE) como descrito anteriormente. Após o repolimento todos os espécimes foram lavados para que a aferição de cor final pudesse ser realizada, seguindo os protocolos descritos anteriormente.

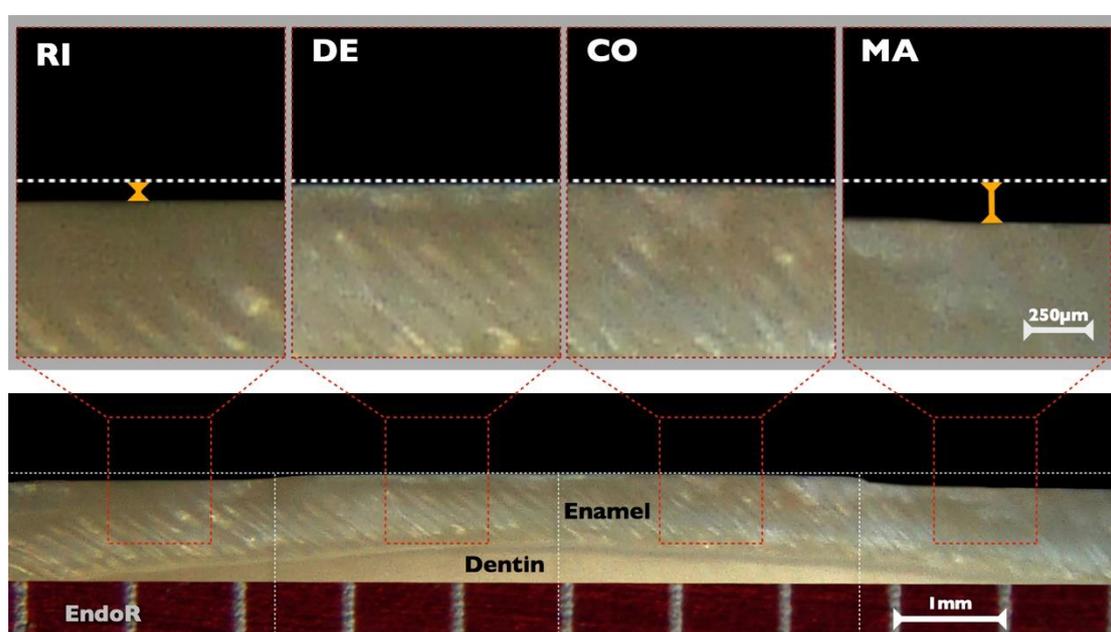
#### 4.7 ANÁLISE DA REMOÇÃO DE ESMALTE SUPERFICIAL

Os espécimes embutidos em resina epóxica e seccionados longitudinalmente à superfície (direção vestibulo-lingual) em sua porção central com auxílio de discos diamantados foram observados em microscópio estereoscópico e fotografados digitalmente (Sony, Dsc-H10) com um aumento de 16,9 vezes. Cada fotografia foi realizada na presença de uma régua endodôntica, utilizada como referência de medida e transferida posteriormente a um software específico para mensuração dos desgastes (ImageJ, NIH).

Sabendo que as áreas de CO e DE não apresentam desgaste superficial de esmalte, e para que a análise pudesse garantir que medidas fidedignas fossem obtidas, uma linha paralela à superfície mais externa do espécime, utilizando as áreas CO e DE como referência, foi criada no Photoshop (Adobe, San Jose, California, EUA).

A imagem gerada pelo Photoshop (Adobe, San Jose, California, EUA) foi analisada pelo software ImageJ (NIH), registrando as medidas obtidas entre a superfície do esmalte e a linha criada no Photoshop para tangenciar as áreas de CO e DE. A exata medição dessas áreas foi possível graças a presença da régua

endodôntica presente na imagem. Cada milímetro da régua endodôntica corresponde a uma quantidade de pixels. Dessa forma, de acordo com a quantidade de pixels presente na região entre a linha criada no Photoshop e a superfície de esmalte de cada uma das áreas de tratamento, é possível obter o desgaste, mensurado em micrômetros, proporcionado por cada tratamento. Cada área de tratamento foi submetida a cinco análises de medida na região central da área de tratamento para, a partir desses dados, gerar a média de desgaste realizado por ambos os tratamentos. (Figura 9).



Enamel = esmalte. Dentin = dentina. EndoR = régua endodôntica. RI = Infiltração resinosa.

Figura 9 – Análise da imagem de um espécime seccionado longitudinalmente obtida em microscópio estereoscópico. A imagem abaixo representa a imagem obtida na presença da régua endodôntica. A imagem acima apresenta a quantidade de esmalte superficial removido (representado pelas linhas laranjas) comparados aos grupos controle e desmineralizado.

#### 4.8 ANÁLISE DA CAPACIDADE DE MASCARAMENTO DAS LESÕES DE MANCHA BRANCA

Fotografias padronizadas foram obtidas através do uso de câmera fotográfica Nikon D7000 (Nikon, Ayutthaya, Ayutthaya, Tailândia), lente Sigma 105mm (Sigma, Fukushima, Tohoku, Japão), flash twin Nikon R1(Nikon, Ayutthaya, Ayutthaya,

Tailândia) e polarizadores cruzados para lente e flash (para reduzir a reflexão especular), com regulagem padrão de abertura f29, velocidade 1/250 e ISO 200. Todas as imagens foram obtidas por um único operador treinado e o controle de cor foi realizado com cartão cinza fotográfico (cartão cinza natural, cinza 18%, Mennon, Lake Forest, Illinois, EUA) (48) (Figura 10).

As imagens foram calibradas utilizando como referência os parâmetros do cartão cinza fotográfico a partir do protocolo descrito por Bengel no software Photoshop CS6 (Adobe, San Jose, California, EUA) (48).

A análise colorimétrica foi realizada pelo sistema CIELAB. Sabe-se que o eixo  $L^*$  representa o grau de luminosidade e varia de 0 (preto) a 100 (branco), o eixo  $a^*$  representa o grau de saturação da cor que varia no espectro verde-vermelho (-60 a +60) e o eixo  $b^*$  representa o grau de saturação da cor que varia no espectro azul-amarelo (-60 a +60).

A mensuração de cor em todos os espécimes foi feita a partir da obtenção de 3 pontos em cada área de tratamento obtendo valores isolados de  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ . A partir da média desses valores pode ser realizada a análise estatística referente a capacidade de mascaramento das LMB (Figura 11). Os valores de  $\Delta L$ ,  $\Delta a$  e  $\Delta b$  foram calculados em relação ao CO e o valor de  $\Delta E$  foi obtido através da fórmula  $\Delta E = (\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2)^{1/2}$ .

A primeira análise de cor, correspondente ao baseline, foi realizada 24 horas após o polimento para permitir que o esmalte estivesse reidratado e não houvesse distorções na cor obtida nas fotografias.



Figura 10 – A e B, posicionamento da máquina fotográfica com auxílio de um braço articulável para execução de fotografias. C, regulagem padrão da máquina fotográfica para obter fotografias padronizadas.

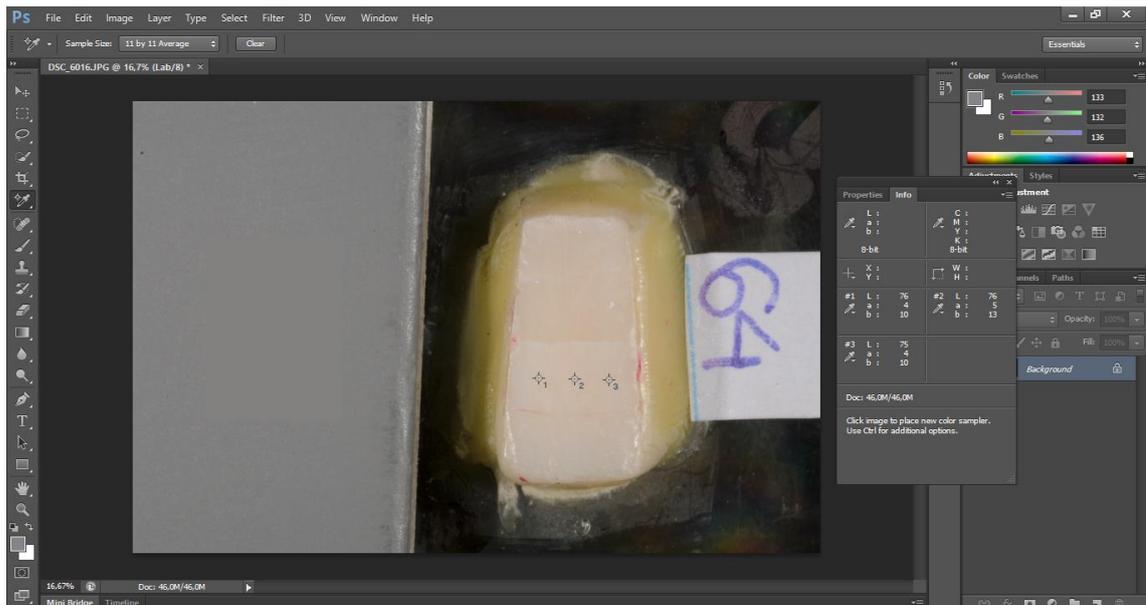


Figura 11 – Mensuração de cor a partir de 3 pontos para obtenção dos valores de L\*, a\* e b\* no Photoshop. Observar a presença do cartão cinza fotográfico utilizado como referência de cor.

#### 4.9 ANÁLISE DA PIGMENTAÇÃO POR IMERSÃO EM SOLUÇÃO CORANTE

Para a análise das alterações de cor sofridas após a imersão em soluções corantes seguiu-se o mesmo protocolo de análise de mascaramento das lesões de mancha branca descrito acima.

As mensurações de cor foram realizadas em três tempos: baseline, 28 dias e 24 horas após o repolimento. Os valores de  $\Delta L$ ,  $\Delta a$  e  $\Delta b$  foram calculados em relação ao CO e o valor de  $\Delta E$  foi obtido através da fórmula  $\Delta E = (\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2)^{1/2}$ .

A análise de cor no terceiro tempo foi realizada após 24 horas da execução do repolimento e teve como finalidade evitar quaisquer distorções de cor causada pela desidratação gerada pelo calor originado do contato dos discos abrasivos com o esmalte.

#### 4.10 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para a perda superficial de esmalte o teste não-paramétrico Mann-Whitney foi utilizado, com um intervalo de confiança de 99,9%, para comparar os grupos de microabrasão e infiltração resinosa ( $p=0,001$ ). A análise colorimétrica foi realizada por ANOVA e pelo teste de Tukey post-hoc, com intervalo de confiança de 95% ( $p=0,05$ ). Todas as análises foram realizadas utilizando o software SPSS 20.0 (IBM, Chicago, Illinois, EUA).

# Resultados

## 5. RESULTADOS

### 5.1 REMOÇÃO DE ESMALTE SUPERFICIAL

Houve diferença estatisticamente significativa entre a remoção de esmalte promovida pela microabrasão ( $171,8 \pm 26,7\mu\text{m}$ ) e a infiltração resinosa ( $68,2 \pm 9,6\mu\text{m}$ ) ( $p < 0,001$ ), conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Média (Desvio-Padrão) e grupamentos estatísticos sobre a remoção de esmalte superficial de ambas as técnicas testadas.

	MA			IR		
Desgaste de esmalte superficial ( $\mu\text{m}$ )	171,8	(26,7)	a	68,2	(9,6)	b

a-b,  $p < 0,001$  (Mann-Whitney)

### 5.2 CAPACIDADE DE MASCARAMENTO DAS LMB

Os parâmetros para avaliar a capacidade de mascaramento das LMB estão apresentados na Tabela 2. Os valores de  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  foram significativamente diferentes entre CO e DE. A área tratada com MA apresentou valor médio de  $L^*$  ( $79,3 \pm 2,0$ ) semelhante ao CO ( $79,6 \pm 2,0$ ). Os valores médios de  $L^*$  ( $78,4 \pm 2,1$ ) e  $b^*$  ( $13,4 \pm 3,1$ ) do grupo IR não foram significativamente diferentes do CO ( $79,6 \pm 2,0$  e  $12,6 \pm 2,3$ , respectivamente).

A área correspondente ao grupo DE apresentou maior  $\Delta E$  ( $6,1 \pm 2,5$ ) quando comparado a ambas técnicas, MA ( $3,0 \pm 1,6$ ) e IR ( $3,8 \pm 1,8$ ), que não foram significativamente diferentes entre si. Tanto a técnica de microabrasão quanto a técnica de infiltração resinosa apresentaram valores de  $\Delta E$  próximos aos limites de aceitabilidade estética estabelecido pela literatura ( $\Delta E = 3,3$  a  $3,7$ ) (4) (50) (51).

Tabela 2 - Média (Desvio-Padrão) e grupamentos estatísticos de L\*, a\*, b\* do sistema CIELAB e valores de  $\Delta E$  de acordo com os grupos.

	CO			DE			MA			IR		
L*	79,6	(1,9)	b	81,7	(2,0)	a	79,3	(2,0)	b	78,4	(2,1)	b
a*	4,8	(1,8)	a	3,6	(1,4)	b	3,3	(1,5)	bc	2,4	(2,0)	c
b*	12,6	(2,3)	a	7,3	(2,0)	c	11,0	(2,2)	b	13,4	(3,1)	a
$\Delta E$	-	-		6,1	(2,5)	a	3,0	(1,6)	b	3,8	(1,8)	b

Letras diferentes indicam diferença estatisticamente significante em cada linha. ANOVA, Tukey,  $p < 0.05$ .

### 5.3 PIGMENTAÇÃO

Quanto à resistência à pigmentação, três variáveis foram analisadas: a diferença entre os grupos de tratamento, as soluções corantes e os intervalos de tempo. Os resultados da interação destes fatores são apresentados na Tabela 3.

No baseline houve diferença estatisticamente significante do grupo DE em relação aos grupos IR e MA, que não apresentam diferença entre si. E nos três grupos, no baseline, não houve diferença entre os pigmentos.

Após o período de 28 dias de pigmentação a área DE apresentou maior susceptibilidade ao manchamento por café em relação aos demais grupos. Quando utilizado o vinho a área DE foi mais pigmentada do que a área IR. As áreas de tratamento de MA e IR comportaram-se de maneira semelhante à pigmentação em café e vinho.

De modo geral, o repolimento possibilitou a redução da alteração de cor para todas as áreas de tratamento pigmentadas por café e vinho em relação ao tempo de 28 dias. Após o repolimento, os valores de  $\Delta E$  apresentaram-se semelhantes ou inferiores ao baseline para todos os grupos e pigmentos.

Imagens representativas da pigmentação dos espécimes podem ser observadas nas Figuras 12 a 14.

Tabela 3 - Valores de  $\Delta E$  (Desvio-Padrão) e grupamentos estatísticos referentes ao baseline, pigmentação após 28 dias e após o repolimento

	Baseline			28 dias			Repolimento		
	Água	Café	Vinho	Água	Café	Vinho	Água	Café	Vinho
DE	5,7 Ba <sup>2</sup> (2,2)	6,1 Ba <sup>1</sup> (2,2)	6,4 Ba <sup>1,2</sup> (2,8)	1,6 Aa <sup>1</sup> (1,0)	14,5 Bc <sup>2</sup> (5,0)	8,9 Bb <sup>2</sup> (3,5)	1,1 Aa <sup>1</sup> (0,7)	8,3 Bb <sup>1</sup> (4,5)	4,0 Aa <sup>1</sup> (1,7)
IR	3,7 Aa <sup>2</sup> (2,0)	3,8 Aa <sup>1</sup> (2,5)	3,9 Aa <sup>1,2</sup> (0,8)	2,0 Aa <sup>1</sup> (0,6)	5,4 Aa <sup>1</sup> (5,1)	5,4 Aa <sup>2</sup> (2,4)	1,5 ABA <sup>1</sup> (0,3)	3,8 Ab <sup>1</sup> (2,6)	3,3 Aab <sup>1</sup> (2,1)
MA	2,7 Aa <sup>1</sup> (0,9)	3,2 Aa <sup>1</sup> (1,3)	3,1 Aa <sup>1</sup> (2,3)	2,1 Aa <sup>1</sup> (0,7)	6,4 Ab <sup>2</sup> (2,6)	7,6 ABb <sup>2</sup> (4,0)	1,9 Ba <sup>1</sup> (0,7)	4,0 Ab <sup>1</sup> (2,7)	2,5 Aab <sup>1</sup> (1,4)

Letras maiúsculas distintas indicam diferenças significativas dentro da coluna (entre os grupos) para um mesmo período de tempo. ANOVA, Tukey,  $p < 0,05$

Letras minúsculas distintas indicam diferenças significativas dentro da linha (entre os pigmentos) para um mesmo período de tempo. ANOVA, Tukey,  $p < 0,05$

Números sobrescritos distintos indicam diferenças significativas entre os períodos de tempo para o mesmo grupo e pigmento. ANOVA, Tukey,  $p < 0,05$

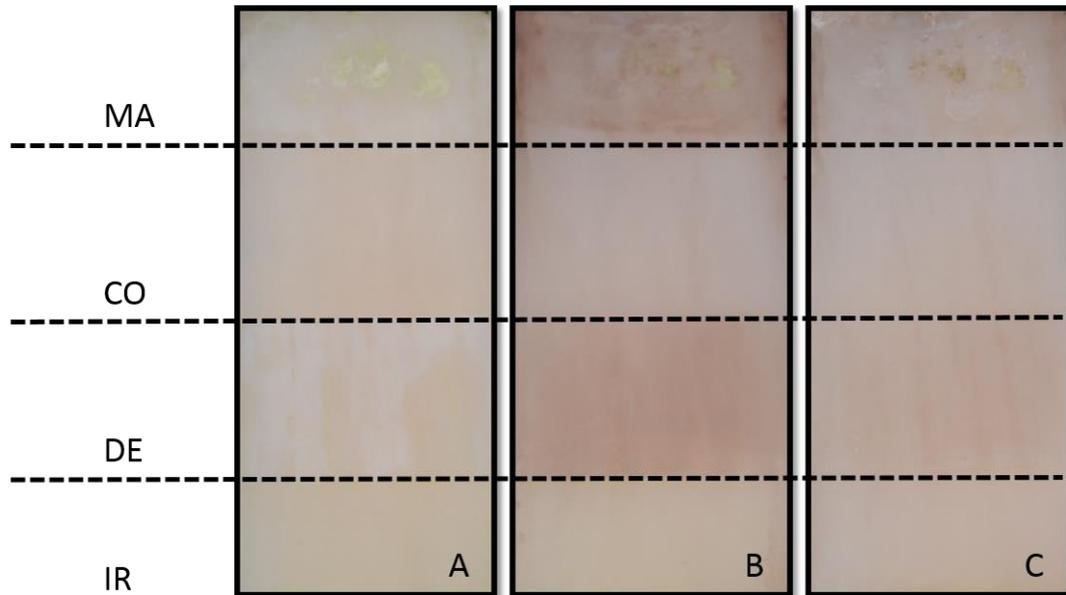


Figura 12 – Pigmentação vinho. A, baseline. B, 28 dias. C, repolimento. As quatro áreas (grupos), de cima para baixo são: MA, CO, DE e IR.

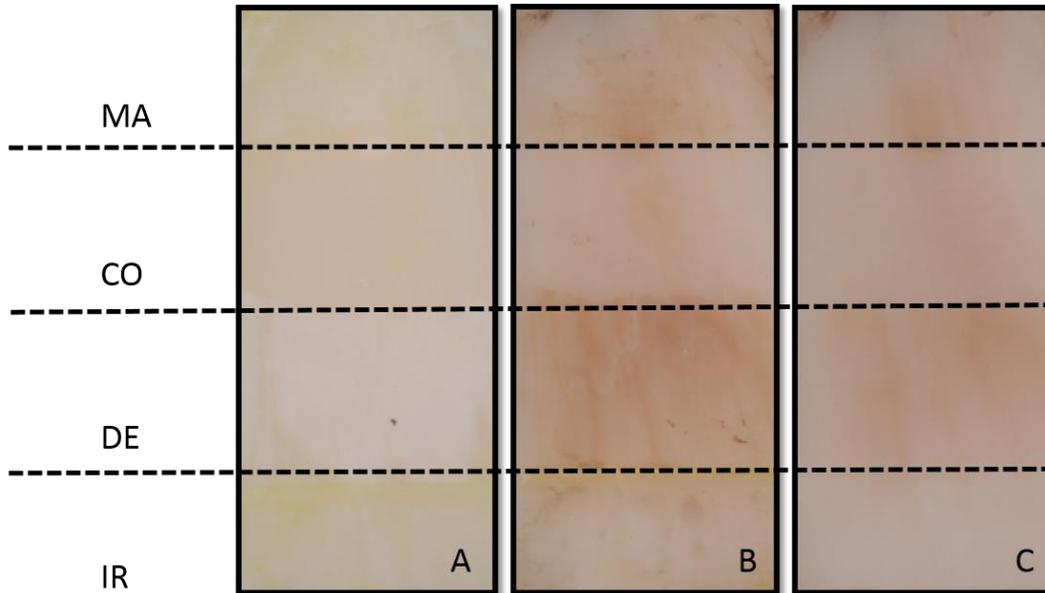


Figura 13 – Pigmentação em café. A, baseline. B, 28 dias. C, repolimento. As quatro áreas (grupos), de cima para baixo são: MA, CO, DE e IR.

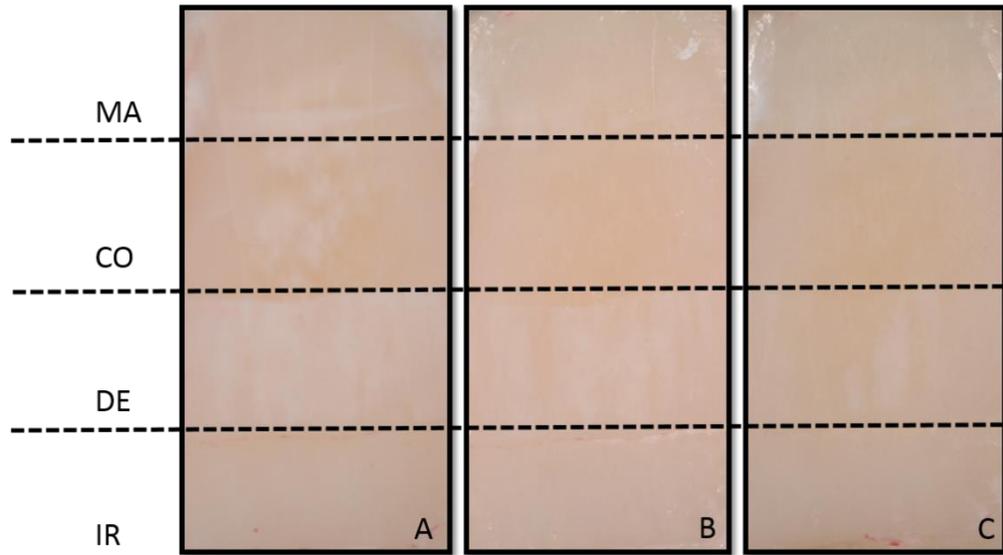


Figura 14 – Pigmentação em água destilada. A, baseline. B, 28 dias. C, repolimento. As quatro áreas (grupos), de cima para baixo são: MA, CO, DE e IR.

**Discussão**

## 6. DISCUSSÃO

Clinicamente, lesões de mancha branca são caracterizadas por desmineralização subsuperficial sem causar erosão ou descontinuidade de superfície (2). No presente trabalho, as lesões de mancha branca foram obtidas através da solução desmineralizante de Buskes, que cria, *in vitro*, lesões de cárie similares às aquelas encontradas clinicamente (46). A continuidade de superfície nas áreas CO e DE observadas nas imagens obtidas no microscópio estereoscópico, assim como as diferenças de cor ( $\Delta E$ ) entre as áreas avaliadas na análise colorimétrica reforçam o pressuposto de que o protocolo utilizado para desmineralização (solução, tempo, pH e temperatura) foram capazes de criar LMB que simulam as condições necessárias para avaliar ambas as técnicas, microabrasão e infiltração resinosa.

Ainda que a utilização de dentes humanos possa garantir resultados que possam ser extrapolados a estudos clínicos, a obtenção de dentes humanos para utilização desta metodologia seria praticamente inviável. A obtenção de quatro áreas de tratamento (CO, DE, MA e IR) em uma mesma superfície requer que o dente tenha maior superfície plana, como apresentado pelos incisivos bovinos, possibilitando, dessa maneira, uma análise intra-espécime, tanto para cor quanto para remoção de esmalte superficial de ambas as técnicas estudadas.

Além disso, a utilização de dentes bovinos possibilita a padronização do tamanho dos dentes, da idade, da cor inicial e do período pós-exodontia. Entretanto, ao optar pela utilização de dentes bovinos é importante saber que eles possuem menor conteúdo mineral e maior porosidade quando comparado ao dente humano (51). O intervalo de desmineralização que simula lesões de mancha branca obtidas *in vivo* em dentes bovinos foi ajustado por Magalhães et al (46). O impacto na diferença de conteúdo mineral entre dente bovino e humano na execução das técnicas ainda não é conhecido, entretanto, espera-se que qualquer interferência que possa existir afete todos os grupos experimentais de maneira similar.

A possibilidade de que haja maior penetração da resina infiltrante em dentes bovinos é maior, visto que as lesões produzidas são mais profundas, possuem superfícies mais uniformes e a desidratação das porosidades e a penetração do infiltrante são mais confiáveis (36).

Para a análise do desgaste de esmalte superficial uma secção de cada espécime foi fotografada com magnificação de 16,9 vezes e alta-resolução. A possibilidade de trabalhar com imagens digitalmente magnificadas permite precisa mensuração do desgaste e, com isso, realizar comparações confiáveis.

A primeira hipótese nula foi rejeitada. A análise dos dados deste estudo permitiu verificar que uma quantidade significativamente maior de perda de esmalte superficial ocorreu no tratamento de microabrasão, cerca de 2,5 vezes maior quando comparado à infiltração resinosa. Esses achados vão ao encontro aos resultados obtidos por outros estudos, e, mesmo que uma comparação direta entre as duas técnicas não tenha sido realizada, todos os trabalhos apontam a microabrasão como uma técnica menos conservadora (10,13,21).

Os valores obtidos a respeito da remoção de esmalte superficial neste trabalho com a técnica de infiltração resinosa foram superiores aos descritos por Meyer-Lueckel et al (13). Presumimos que as diferenças possam ter sido causadas por diferenças na densidade mineral entre os dentes humanos e bovinos, aumentando a erosão da camada aparentemente intacta das LMB causada pelo ácido clorídrico, permitindo que o infiltrante resinoso penetre em maiores profundidades. A comparação entre diferentes estudos sobre a perda de esmalte da superfície promovido pela microabrasão é complexa, uma vez que muitos fatores, tais operador, pressão exercida, aplicação de instrumentos manuais ou rotatórios, tipo de ácido e abrasivo podem ser fonte de vieses relevantes (52). As instruções do fabricante do produto Whiteness RM (FGM, Joinville, Santa Catarina, Brasil) recomendam que o procedimento pode ser repetido por até 15 vezes.

A lógica sobre como a microabrasão e a infiltração resinosa atuam no tratamento estético das LMB ampara os resultados obtidos neste estudo. Enquanto a infiltração resinosa preenche as porosidades subsuperficiais do esmalte com um material resinoso de índice de refração próximo ao esmalte sadio, a microabrasão remove o esmalte desmineralizado e expõe a estrutura de esmalte não-afetado subjacente.

As análises da capacidade de mascaramento de LMB e da pigmentação por imersão em solução corante utilizaram um protocolo fotográfico já descrito na literatura (48). Este é considerado um método confiável e já testado em condições de pesquisa similares (4). A análise colorimétrica das quatro áreas em um único espécime permitiu

comparações reais na diferença de cor, visto que a variabilidade inter-espécime foi descartada.

A segunda hipótese nula não pode ser rejeitada. A diferença de cor ( $\Delta E$ ) obtida para o mascaramento das LMB nas técnicas de microabrasão e infiltração resinosa em relação ao esmalte hígido (CO) não foi diferente, além de ser próxima ao limite de aceitabilidade estética ( $\Delta E = 3,3$  a  $3,7$ ) (4,50,53). Ambas as técnicas reduziram significativamente o valor de  $\Delta E$ , calculado em relação ao esmalte intacto, quando comparado com as zonas de DE. Por isso, é possível sugerir que os dois tratamentos testados foram capazes de mascarar LMB. Entretanto, ao se comparar os eixos de cores do sistema CIELab, apenas a IR promoveu valores no eixo  $b^*$  que não são diferentes em relação ao CO. No eixo  $L^*$ , ligado ao valor e considerado a mais importante dimensão de cor em Odontologia, ambas as técnicas restabeleceram valores semelhantes ao esmalte intacto. Nenhum tratamento foi capaz de restabelecer os valores do eixo  $a^*$ .

No que diz respeito a estabilidade de cor e resistência à pigmentação, Paris et al (4) foram pioneiros em realizar um estudo a respeito da pigmentação de espécimes bovinos submetidos em soluções corantes, utilizando café e vinho. Os resultados mostraram uma diminuição nos valores  $\Delta E$  em relação a área desmineralizada e estabilidade de cor para as LMB infiltradas. Entretanto, as lesões desmineralizadas não infiltradas e submetidas à pigmentação permaneceram com valores de  $\Delta E > 3,7$  (visualmente detectáveis), valores estes maiores que lesões infiltradas, polidas e não polidas, após a pigmentação.

Borges et al. (19) avaliaram a resistência à pigmentação em café, vinho, chá e água destilada em espécimes tratados por infiltração resinosa e Cohen-Carneiro et al. (54) também avaliaram a resistência à pigmentação dos espécimes tratados por infiltração resinosa, porém utilizaram apenas café e vinho. Ambos os estudos demonstraram algum nível de pigmentação em todas as soluções.

Apesar de não ter sua formulação detalhadamente divulgada pelo fabricante, o infiltrante resinoso Icon é uma resina a base do monômero TEGDMA, visto sua menor viscosidade e maior coeficiente de penetração em lesões profundas comparado aos demais monômeros. Entretanto, TEGDMA possui a maior taxa de sorção de água quando comparado aos demais monômeros resinosos (BisGMA e UDMA, em ordem decrescente). Dessa forma ele se torna mais susceptível a maiores taxas de

descoloração, uma vez que os pigmentos podem penetrar na matriz resinosa através de ligação com moléculas de água (12,19).

Ao nosso conhecimento, há apenas um trabalho na literatura (53) que realizou a comparação da resistência à pigmentação de ambas as técnicas, MA e IR, porém utilizando pigmentos diferentes aos utilizados no nosso estudo, chá preto e chá preto associado ao ácido cítrico. Yetkiner et al. (53) também comparou estes resultados à resistência à pigmentação da fluoroterapia. Os resultados encontrados apontam que a microabrasão demonstrou ser menos resistente a pigmentação quando comparada à infiltração resinosa.

Entretanto, trabalhos clínicos que realizaram acompanhamento em pacientes submetidos a microabrasão para tratar alterações de cor em esmalte demonstraram que após 6 meses não houve descoloração nem pigmentação do esmalte, ao contrário, houve uma melhoria na coloração do esmalte a medida que o tempo progredia (31).

A escolha de café e vinho como substâncias corantes deu-se visto o seu frequente consumo no dia a dia. O café tem potencial conhecido para pigmentar tanto a estrutura dentária quanto os materiais resinosos. O vinho, além de possuir alta concentração de pigmentos, possui valor de pH baixo, o que, em associação com o álcool é capaz de promover um amolecimento das cadeias poliméricas das resinas, deixando-as mais susceptíveis à degradação (19,54).

A análise de pigmentação realizada ao baseline nos permitiu observar que os espécimes foram bem distribuídos entre os três agentes pigmentantes utilizados na pesquisa, uma vez que não foi observada diferença estatística entre os grupos.

A terceira hipótese nula foi rejeitada. Ao tempo de 28 dias foi possível observar que a área DE apresentou a maior pigmentação em relação a todos os grupos após a submersão dos espécimes em café e vinho. MA e IR obtiveram valores de pigmentação semelhante para café.

Os resultados encontrados em nosso estudo vão ao encontro dos resultados obtidos por outras pesquisas em relação à pigmentação (4,19,53-54), onde houve algum nível de pigmentação pelo café e vinho em alguns estudos e chá preto e chá preto com ácido cítrico para outro estudo. Para a IR não houve diferença entre os pigmentos ao final dos 28 dias. Para a área de MA o valor de  $\Delta E$  foi superior para a pigmentação em vinho e café em relação à água.

Ao final do processo de pigmentação, o valor de  $\Delta E$  na área DE reduziu em comparação ao tempo baseline apenas no grupo água destilada, fato que pode ser explicado por uma possível remineralização causada pela saliva artificial na qual os espécimes permaneciam armazenados. O valor de  $\Delta E$  na área DE também foi alterado, para os grupos de pigmentação café e vinho, mas para valores superiores em relação ao baseline, possivelmente devido à incorporação de pigmentos.

As áreas submetidas ao tratamento por IR apresentaram o menor  $\Delta E$  em relação à área controle após manutenção em água e saliva artificial por 28 dias e repolimento do que no tempo baseline. Uma possível explicação para essa ocorrência é uma reidratação de regiões desmineralizadas e não completamente preenchidas pelo infiltrante. O maior índice de refração da água em comparação ao ar pode ter colaborado para a redução do valor de  $\Delta E$ .

A obtenção de resultados estéticos satisfatórios no armazenamento em saliva artificial e pigmentação em água no grupo DE deu-se possivelmente às características de LMB formadas. Apesar de utilizar a mesma solução desmineralizante proposta por Paris et al. (4) e Magalhães et al. (46), possivelmente o protocolo de desmineralização de 50 dias utilizado por Paris et al. provocou a formação de lesões mais profundas quando comparado ao protocolo utilizado por Magalhães et al. de 6 dias de desmineralização, adotado para a realização deste trabalho. Dessa forma, as lesões possivelmente mais superficiais criadas no presente estudo foram remineralizadas de forma a reverter quase por completo a LMB criada artificialmente.

O repolimento realizado ao final do processo de pigmentação foi capaz de reduzir os valores de  $\Delta E$  dos espécimes pigmentados de forma a obter valores semelhantes ou iguais aos valores do baseline. Assim, sugere-se que a maior incorporação de pigmentos tenha ocorrido na superfície, passível de fácil remoção.

Ao analisar os resultados de pigmentação obtidos e compará-los a outros estudos presentes na literatura, pode-se sugerir que a susceptibilidade à pigmentação testada em ambas as técnicas baseia-se nos seguintes fatores: (i) o material para microabrasão Whiteness RM proporciona a formação de uma superfície consideravelmente irregular em análise em MEV, apesar de clinicamente apresentar uma superfície lisa e brilhante (28); (ii) a aplicação do ácido clorídrico 6% associado ao carbeta de silício por 5 repetições de 10 segundos cada pode não ser sido o suficiente para remover todas as porosidades do esmalte (53); (iii) o infiltrante resinoso

Icon é uma resina a base de TEGDMA, o que a torna mais susceptível à sorção de água e pigmentos (12).

Uma combinação de resultados estéticos satisfatórios às expensas de pouca estrutura dentária é desejável. A infiltração resinosa tem demonstrado ser uma técnica mais conservadora e, com isso, considerada uma técnica alternativa à microabrasão. Em relação à pigmentação ambas as técnicas se demonstraram susceptíveis à pigmentação, porém mais resistentes à área DE. O repolimento foi capaz de remover as pigmentações extrínsecas das áreas tratadas. Sabe-se que todo estudo *in vitro* possui as suas limitações, entretanto, o presente trabalho ajuda a elucidar o comportamento dos dois tratamentos em condições semelhantes. Novos estudos devem ser realizados a fim de confirmar estes resultados *in vivo* com avaliações a longo prazo.

**Conclusão**

## 7. CONCLUSÃO

A partir da metodologia utilizada para desenvolver este estudo *in vitro* e das suas limitações, é possível concluir que:

- I. A Infiltração Resinosa é mais conservadora na remoção de lesões de mancha branca quando comparada a técnica da Microabrasão;
- II. Ambas as técnicas possuem capacidade de mascaramento de lesões de mancha branca em esmalte com resultados estéticos satisfatórios;
- III. O processo de pigmentação com café e vinho é mais grave nas áreas DE.
- IV. O repolimento das superfícies de tratamento submetidas à pigmentação foi capaz de devolver valores de  $\Delta E$  próximos ou inferiores ao baseline.

## **Bibliografia**

**BIBLIOGRAFIA**

1. Kidd EAM; Fejerskov O. What constitutes dental caries? Histopathology of carious enamel and dentin related to the action of cariogenic biofilms. *J Dent Res.* 2004;83 Spec No C:C35-8.
2. Featherstone JDB. Dental caries: a dynamic disease process. *Aust Dent J.* 2008 Sep;53(3):286-91.
3. Meyer-Lueckel H; Paris S. Progression of artificial enamel caries lesions after infiltration with experimental light curing resins. *Caries Res.* 2008;42(2):117-24.
4. Paris S; Schwendicke F; Keltsch J; Dörfer C; Meyer-Lueckel H. Masking of white spot lesions by resin infiltration in vitro. *J Dent.* 2013 Nov;41 Suppl 5:e28-34.
5. Oogard B. White spot lesions during orthodontic treatment: mechanisms and fluoride preventive aspects. *Semin Orthod* 2008;14:183-193.
6. Heymann GC; Grauer D. A contemporary review of white spot lesions in orthodontics. *J Esthet Restor Dent.* 2013 Apr;25(2):85-95.
7. Hilgert LA; Silva MB; Souza AL; Pereira PNR; Garcia FCP; Leal SC. O tratamento de lesões cariosas incipientes pela técnica da infiltração resinosa. *Revista APCD de Estética.* 2014; 02(1):08-27.
8. Mattousch TJH, van der Veen MH, Zetner A. Caries lesion after orthodontic treatment followed by quantitative light-induced fluorescence: a two years follow-up. *Eur J Orthod.* 2007 Jun;29(3):294-8.
9. Croll TP. Enamel microabrasion: the technique. *Quintessence Int.* 1989 Jun;20(6):395-400.
10. Benbachir N; Ardu S; Krejci I. Indications and limits of the microabrasion technique. *Quintessence Int.* 2007 Nov-Dec;38(10):811-5.
11. Celik EU; Yildiz G; Yazkan B . Comparison of enamel microabrasion with a combined approach to the esthetic management of fluorosed teeth. *Oper Dent.* 2013 Sep-Oct;38(5):E134-43
12. Rey N; Benbachir N; Bortolotto T; Krejci I. Evaluation of the staining potential of a caries infiltrant in comparison to other products. *Dent Mater J.* 2014;33(1):86-91.
13. Meyer-Lueckel H, Paris S, Kielbassa AM. Surface layer erosion of natural caries lesions with phosphoric and hydrochloric acid gels in preparation for resin infiltration. *Caries Res.* 2007;41(3):223-30.
14. P, Shellis. Etiology and Pathogenesis of Caries. "In" Meyer-Lueckel H, Paris S e Ekstrand KR. *Caries Management - Science and Clinical Practice.* 1ªed. Stuttgart : Thieme Medical Publishers, 2013, p. 23-38.
15. Robinson C; Shore RC; Brookes SJ; Strafford S; Wood SR; Kirkham J. The chemistry of enamel caries. *Crit Rev Oral Biol Med.* 2000;11(4):481-95.

16. Oogard B. Prevalence of white spot lesions in 19-year-olds: a study on untreated and orthodontically treated persons 5 years after treatment. . *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1989 Nov;96(5):423-7.
17. Kim S; Kim EY; Jeong TS; Kim JW. The evaluation of resin infiltration for masking labial enamel white spot lesions. *Int J Paediatr Dent*. 2011 Jul;21(4):241-8.
18. Paris S; Meyer-Lueckel H. Masking of labial enamel white spot lesions by resin infiltration – a clinical report. . *Quintessence Int*. 2009 Oct;40(9):713-8.
19. Borges AB; Caneppele TMF; Luz M; Pucci CR; Torres CRG. Color stability of resin used for caries infiltration after exposure to different staining solutions. *Oper Dent*. 2014 Jul-Aug;39(4):433-40.
20. Artun J; Thylstrup A. A 3-year clinical and SEM study of surface changes os carious enamel lesions after inactivation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1989 Apr;95(4):327-33.
21. Murphy TC; Willmot DR; Rodd HD. Managment of postorthodontic demineralized white lesions with microabrasion: a quantitative assessment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2007 Jan;131(1):27-33.
22. Balan B; Uthaiah CM; Narayanan S; Monnappa PM. Microabrasion: An Effective Method for Improvement of Esthetics in Dentistry. *Case Rep Dent*. 2013;2013:951589.
23. Nahsan FPS; Silva LM; Baseggio W; Franco EB; Francisconi PAS; Mondelli RFL; Wang L. Conservative approach for a clinical resolution of enamel white spot lesions. *Quintessence Int*. 2011 May;42(5):423-6.
24. Sundfeld RH; Sundfeld-Neto D; Machado LS; Franco LM; Fagundes TC; Briso ALF. Microabrasion in tooth enamel discoloration defects: three cases with long-term follow-ups. *J Appl Oral Sci*. 2014 Jul-Aug;22(4):347-54.
25. Ardu S; Benbachir N; Stavridakis M; Dietschi D; Krejci I; Feilzer A. A combined chemo-mechanical approach for aesthetic managment of superficial enamel defects. *Br Dent J*. 2009 Feb 28;206(4):205-8.
26. Limeback H; Vieira APGF; Lawrence H. Improving esthetically objectionable human enamel fluorosis with a simple microabrasion technique. *Eur J Oral Sci*. 2006 May;114 Suppl 1:123-6
27. Croll TP; Helpin ML. Enamel microabrasion: a new approach. *J Esthet Dent*. 2000;12(2):64-71.
28. Fragoso LSM; Lima DANL; de Alexandre RS; Bertoldo CES; Aguiar FHB; Lovadino JR. Evaluation of physical properties of enamel after microabrasion, polishing and storage in artificial saliva. *Biomed Mater*. 2011 Jun;6(3):035001.
29. Rodrigues MC; Mondelli RFL; Oliveira GU; Franco EB; Baseggio W; Wang L. Minimal alterations on the enamel surface by microabrasion: in vitro roughness and wear assessments. *J Appl Oral Sci*. 2013 Mar-Apr;21(2):112-7.

30. Croll TP; Cavanaugh RR. Enamel color modification by controlled hydrochloric acid-pumice abrasion. I. Technique and examples. *Quintessence Int.* 1986 Feb;17(2):81-7.
31. Croll TP, Cavanaugh RR. Hydrochloridric acid-pumice enamel surface abrasion for color modification: results after six months. *Quintessence Int.* 1986 Jun;17(6):335-41.
32. Neuhaus KW; Schlafer S; Lussi A; Nyvad B. Infiltration of natural caries lesions in relation to their activity status and acid pretreatment in vitro. *Caries Res.* 2013;47(3):203-10.
33. 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.
34. Wiegand A; Stawarczyk B; Kolakovic M; Hämmerle CHf; Attin T; Schmidlin PR. Adhesive performance of a caries infiltrant on sound and demineralised enamel. *J Dent.* 2011 Feb;39(2):117-21.
35. Hyun-Kyung K; Ho-Keun K; Baek-II K. Modification of surface pre-treatment for resin infiltration to mask natural white spot lesions. *J Dent.* 2014 May;42(5):588-94.
36. Paris S; Schwendicke F; Seddig S; Müller W-D; Dörfer C; Meyer-Lueckel H. Micro-hardness 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.
37. Paris S; Soviero VM; Schuch M; Meyer-Lueckel H. Pretreatment of natural caries lesions affects penetration depth of infiltrants in vitro. *Clin Oral Investig.* 2013 Dec;17(9):2085-9.
38. Meyer-Lueckel H; Chatzidakis A; Naumann M; Dörfer CE; Paris S. Influence of application time on penetration of an infiltrant into natural enamel caries. *J Dent.* 2011 Jul;39(7):465-9.
39. Ekstrand KR; Bakhshandeh A; Martignon S. Treatment of proximal superficial caries lesions on primary molar teeth with resin infiltration and fluoride varnish versus fluoride varnish only: efficacy after 1 year. *Caries Res.* 2010;44(1):41-6.
40. Paris S; Hopfenmuller W; Meyer-Lueckel H. Resin Infiltration of Caries Lesions: an Efficacy Randomized Trial. *J Dent Res.* 2010 Aug;89(8):823-6.
41. Meyer-Lueckel H; Bitter K; Paris S. Randomized controlled clinical trial on proximal caries infiltration: three-year follow-up. *Caries Res.* 2012;46(6):544-8.
42. Senestraro SV; Crowe JJ; Wang M; Vo A; Huang G; Ferracane J ; Covell Jr DA. Minimally invasive resin infiltration of arrested white-spot lesions. *Caries Res.* 2012;46(6):544-8.
43. 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.

44. Schmidlin PR; Sener B; Attin T, Wiegand A. Protection of sound enamel and artificial enamel lesions against demineralisation: caries infiltrant versus adhesive. *J Dent.* 2012 Oct;40(10):851-6.
45. Torres CRG; Borges AB. Color masking of developmental enamel defects: a case series. *Oper Dent.* 2014 Aug 19. [Epub ahead of print]
46. Magalhães AC; Moron BM; Comar LP; Wiegand A; Buchalla W; Buzalaf MAR. Comparison of Cross-Sectional Hardness and Transverse Microradiography of Artificial Carious Enamel Lesions Induced by Different Demineralising Solutions and Gels. *Caries Res.* 2009;43(6):474-83.
47. Ionta FQ; Mendonça FL; Oliveira GC; Alencar CRB; Honório HM; Magalhães AC; Rios D. In vitro assessment of artificial saliva formulations on initial enamel erosion remineralization. *J Dent.* 2014 Feb;42(2):175-9.
48. Bengel WM. Digital photography and the assessment of therapeutic results after bleaching procedures. *J Esthet Restor Dent.* 2003;15 Suppl 1:S21-32.
49. Chu SJ, Trushkowsky RD, Paravina RD. Dental color matching instruments and systems. Review of clinical and research aspects. *J Dent.* 2010;38 Suppl 2:e2-16.
50. Paul S; Peter A; Pietrobon N; Hämmerle. Visual and spectrophotometric shade analysis of human teeth. *J Dent Res.* 2002 Aug;81(8):578-82.
51. Yassen GH; Platt JA; Hata AT. Bovine teeth as a substitute for human teeth in dental research: a review of the literature. *J Oral Sci.* 2011 Sep;53(3):273-82.
52. Dalzell DP; Howes RI; Hubler PM. Microabrasion: effect of time, number of applications, and pressure on enamel loss. *Pediatr Dent.* 1995 May-Jun;17(3):207-11.
53. Yetkiner E; Wegehaupt F; Wiegand A; Attin R; Attin T. Colour improvement and stability of white spot lesions following infiltration, micro-abrasion, or fluoride treatments in vitro. *Eur J Orthod.* 2014 Oct;36(5):595-602.
54. Cohen-Carneiro F; Pascareli AM; Christino MRC; 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.

**APÊNDICE A – ARTIGO SUBMETIDO PARA PUBLICAÇÃO**



**Microabrasion versus resin infiltration: evaluation of surface enamel loss and ability to mask white spot lesions**

Journal:	<i>Journal of Applied Oral Science</i>
Manuscript ID:	Draft
Manuscript Type:	Original Article
Please use keywords available at <a href="http://decs.bvs.br/">http://decs.bvs.br/</a> target="new" > <a href="http://decs.bvs.br/">http://decs.bvs.br/</a> </a> .:	Enamel microabrasion. , Tooth demineralization., Caries Infiltration., Dental Caries., Dental Esthetics.

SCHOLARONE™  
Manuscripts

MANUSCRIPT

**Microabrasion versus resin Infiltration: evaluation of surface enamel loss and ability to mask white spot lesions**

**Abstract**

Objectives: This *in vitro* study aimed to (1) measure surface enamel loss and (2) evaluate the ability of microabrasion and resin infiltration techniques to mask white spot lesions (WSL). Materials and methods: Forty-six bovine incisor crowns were separated from the roots, and embedded in epoxy resin leaving the buccal enamel surface exposed. Each surface was then divided into four symmetrical rectangles for the experiment in order: intact enamel (control, CO); demineralized only (DE); demineralized and treated with microabrasion (MA); demineralized and treated with resin infiltration (RI). The specimens were immersed for 6 days in Buskes' solution (pH = 5.0) to induce WSL. For measurement of surface enamel loss, 10 specimens were sectioned through the center, photographed using a stereomicroscope, and the loss of enamel measured via software (ImageJ, NIH). For analysis of WSL masking ability, 36 specimens were subjected to standardized photography, and color was measured using the CIELAB color system.  $\Delta E$  values were calculated using CO as reference. Mann-Whitney test was used to evaluate surface enamel loss. ANOVA and Turkey tests were used for the colorimetric analysis. Results: Surface enamel loss of MA was significantly greater than RI ( $171.8 \pm 26.7\mu\text{m}$  and  $68.2 \pm 9.6\mu\text{m}$ , respectively,  $p < 0.001$ ). The DE area showed the highest  $\Delta E$  ( $6.1 \pm 2.5$ ). No significant difference was observed between  $\Delta E$  of RI ( $3.8 \pm 1.8$ ) and MA ( $3.0 \pm 1.6$ ). Conclusions: RI and MA techniques have similar ability in masking WSL, however, RI removes less enamel, being more conservative.

**Keywords**

Enamel microabrasion. Tooth demineralization. Caries infiltration. Dental caries. Dental Esthetics.

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60

## Introduction

Incipient enamel carious lesions appear as demineralized areas with increased porosity just below the underlying surface in contact with the bacterial biofilm<sup>10</sup>. Clinically, the demineralized areas appear as white spot lesions (WSL) because the refractive indexes of water (1.33) and air (1.0) are lower than the refractive index of sound enamel (1.62)<sup>5,11,22</sup>. Regardless of its location, incipient carious lesions initially appear as white spot lesions without cavitation. It is only after considerable progress of enamel subsurface demineralization that the surface layer collapses, resulting in cavitation.

When early diagnosed, the lesion progression can be stopped by reversing the ecological conditions that lead to its development. Oral health measures and fluoride therapy are the most common methods used in promoting a balanced demineralization/remineralization process, compatible with oral health and arrest of the lesion progression<sup>7</sup>. Active WSL, which are opaque and rough, can be altered to an inactive stage and, when associated with daily abrasion, can become bright and smooth. However, in a considerable number of cases the appearance of sound enamel is not recovered<sup>15,20</sup>, leaving "scars" of the previous caries activity.

WSL on the buccal surfaces of anterior teeth usually becomes an esthetic problem that affects a significant number of patients. Such lesions are usually associated with the use of fixed orthodontic appliances, occurring mainly in young adults<sup>8</sup>. These lesions can be treated by different methods, such as remineralization through changes in oral hygiene and dietary habits associated with constant exposure to low concentration of fluorides, microabrasion, composite restorations, bleaching, and more recently, resin infiltration<sup>9,11</sup>.

A non-invasive remineralization procedure based on ecological shift is certainly the most cost-effective technique to inhibit caries activity. The removal of orthodontic brackets from the buccal surface facilitates hygiene and this procedure is usually enough to stop lesion progression. Moreover, shallow and active carious WSL have better prognosis to reestablish the optical appearance of sound enamel<sup>9</sup> and thus, may be treated by non-invasive remineralization procedures. However, most WSL have their remineralization limited to the surface layer, and the subsurface lesion body remains porous and filled with water or air, causing the whitish appearance. The enamel may also incorporate pigments during the remineralization that may result in the occurrence of brownish stains<sup>21</sup>.

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60

Microabrasion has been recommended as an esthetic treatment for WSL lesions<sup>18</sup>. In this technique, the association of an acid and an abrasive pumice promotes a chemical-mechanical wear, resulting in the removal of the affected enamel. It is considered a safe, efficient and atraumatic method to remove superficial enamel defects<sup>3</sup>. However, the microabrasion is usually not effective in deep lesions and it might be considered invasive due to the removal by abrasion of a considerable amount of enamel (approximately 200µm)<sup>3,18</sup>. Although considered quite invasive, another option for treating WSL is cavity preparation and restoration with composite resins. Despite the satisfactory esthetic results it removes a significant amount of sound tooth structure, raising the biological costs<sup>23</sup>.

A more novel approach in treating WSL is resin infiltration, which consists in filling the subsurface porosities with a resinous infiltrate with a refractive index of approximately 1.52<sup>23</sup>. The optical difference between sound and infiltrated enamel is reduced and may become clinically unnoticeable. This technique is considered microinvasive because the acid only removes approximately 30 to 40µm of human enamel<sup>18</sup>. *In vitro* studies suggest that resin infiltration are effective in masking WSL<sup>25-26</sup>. Resin infiltration has also been reported effective on masking WSL after orthodontic treatment, carious lesions<sup>22</sup>, fluorosis, and other developmental defects<sup>11,17</sup>.

The aims of this study were to (1) measure the surface enamel loss promoted by the microabrasion and resin infiltration techniques; and to (2) evaluate the ability of microabrasion and resin infiltration techniques in masking WSL. The null hypotheses to be tested were: (1) there would be no difference between surface enamel loss promoted by the microabrasion and the resin infiltration techniques on the esthetic treatment of WSL; and (2) both microabrasion and resin infiltration would be capable of masking WSL and there would be no differences between their color masking effectiveness.

## Materials and methods

### Specimen preparation

Forty-six freshly extracted adult bovine incisors were stored in 0.1% thymol solution for one week. Dental pulp and periodontal ligament were removed and the crown was separated from the root using a low-speed saw with a diamond disk. Enamel labial surfaces were ground flat and sectioned perpendicularly to the flat

1  
2  
3  
4 surface in order to obtain rectangular specimens 12mm long and 7mm wide.  
5 Specimens were attached with sticky wax to an epoxy resin base and polished with  
6 #600 and #1200 abrasive papers under running water, for one minute each.  
7

8  
9 The flat and polished enamel surfaces were divided into four areas of  
10 approximately 3mm x 7mm each, according to the experimental groups: intact enamel  
11 (CO); demineralization only (DE); demineralization and microabrasion (MA); and,  
12 demineralization and resin infiltration (RI).  
13

14  
15 Each specimen had a quarter of its central area protected by a red nail varnish  
16 (CO area) and were immersed in 30mL of a demineralizing solution containing 3 mM  
17  $\text{CaCl}_2 \times 2\text{H}_2\text{O}$ , 3 mM  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ , 50 mM lactic acid and 6 $\mu\text{M}$  methylhydroxydiphosphonate  
18 (MHDP) and traces of thymol, pH = 5.0 (adjusted with KOH) proposed by Buskes et al  
19 (1985) for 6 days<sup>14</sup> in controlled temperature of 37°C inside an incubator for  
20 bacteriological culture to induce WSL.  
21

22  
23 Upon completion of the WSL inducing procedure, specimens were removed  
24 from the Buskes' solution and rinsed with distilled water. Then, another area (DE area)  
25 was covered with orange nail varnish for protecting the demineralized area from any  
26 treatment intervention.  
27  
28  
29

#### 30 31 32 Experimental design

33 The remaining two areas of the specimen were submitted to MA and RI  
34 treatments. For microabrasion, the product Whiteness RM (FGM, Joinville, Santa  
35 Catarina, Brazil) was used. According to manufacturer's instruction, the follow  
36 sequence was applied: (i) application of the product on the surface; (ii) friction with  
37 rubber cup on low speed for 10 seconds under light pressure; (iii) thorough water  
38 rinsing; (iv) 5 repetitions. The MA treatment was performed by the same operator in  
39 order to standardize the pressure applied on the rubber cups.  
40  
41

42 For resin infiltration, Icon (DMG, Hamburg, Germany) was used according to  
43 the follow sequence: (i) application of Icon Etch (15% hydrochloric acid) for 2min; (ii)  
44 thorough water rinsing; (iii) drying; (iv) application of Icon Dry (99% alcohol) for 30sec;  
45 (v) drying; (vi) application of Icon Infiltrate for 3min followed by excess removal and  
46 light-curing for 40sec; (vii) second application Icon Infiltrate for 1min, excess removal  
47 and light-curing for 40sec; (viii) surface polishing. The specimens used to measure the  
48 surface enamel loss were not infiltrated. Only acid etching and rinsing were performed.  
49  
50  
51  
52  
53  
54

#### 55 56 Surface enamel loss analysis

57  
58  
59  
60

1  
2  
3  
4 Ten treated specimens had the nail varnish removed, were embedded in epoxy  
5 resin and sectioned with a low-speed saw with diamond disk perpendicularly to the flat  
6 surface. The sectioning was performed in the specimen center and its orientation  
7 included all four areas. Each section was observed using a stereoscopic microscope  
8 and digitally photographed in high-resolution (Sony, DSC-H10) with a magnification of  
9 16.9x. Each photograph contained an endodontic ruler as a measurement reference,  
10 which was then imported into a specific measuring software (ImageJ, NIH). Since CO  
11 and DE groups presented no enamel wear, a parallel line tangent to the outermost  
12 surface was used as the parameter to measure the amount of surface enamel loss of  
13 MA and RI (Figure 1).  
14  
15  
16  
17  
18  
19

#### 20 21 WSL masking ability analysis

22 After the treatments were performed, specimens were kept in distilled water for  
23 24h for rehydration and the nail varnish was removed. Each of the 36 surfaces was  
24 photographed using a standardized protocol. A Nikon D7000 camera (Nikon,  
25 Ayutthaya, Ayutthaya, Thailand) with Sigma 105mm lens (Sigma, Fukushima, Tohoku,  
26 Japan) and Nikon R1 twin flash (Nikon, Ayutthaya, Ayutthaya, Thailand) with cross-  
27 polarizing filters for lens and flash (to reduce specular reflection) were used. Settings  
28 were: aperture of f29; shutter speed of 1/250s; and image ISO sensitivity of 200. All  
29 images were obtained by one trained operator. In all pictures, a photographic grey card  
30 (Grey card neutral, 18% grey, Mennon, Lake Forest, Illinois, USA) was included for  
31 color reference<sup>4</sup>. A representative image of a photographed specimen is presented in  
32 Figure 2.  
33  
34  
35  
36  
37  
38

39 Images were imported into the Photoshop CS6 (Adobe, San Jose, California,  
40 USA) software and were calibrated using the grey card reference according to Bengel's  
41 protocol<sup>4</sup>. Color was assessed using the CIELAB color system. In this system, the L\*  
42 axis stands for the degree of luminosity, and ranges from 0 (black) to 100 (white); the  
43 a\* axis is the degree of color saturation in the green-red spectrum (-60 to +60) and the  
44 b\* axis is the degree of color saturation in the blue-yellow range (-60 to +60). The color  
45 parameters for each area of the specimen were measured three times. The mean color  
46 from the three measurements of each area of a specimen was used for the statistical  
47 analysis. The  $\Delta L$ ,  $\Delta a$  and  $\Delta b$  were calculated relative to intact enamel area (CO) and  
48  $\Delta E$  were obtained using the formula  $\Delta E = (\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2)^{1/2}$ .  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55

#### 56 Statistical analysis

57  
58  
59  
60

1  
2  
3  
4 For surface enamel loss the nonparametric Mann-Whitney test with a 95%  
5 confidence interval was used to statistically compare the MA and RI groups. For the  
6 color parameters comparison, ANOVA and post hoc Tukey test with a 95% confidence  
7 interval were used. All analyses were performed using SPSS 20.0 (IBM, Chicago,  
8 Illinois, USA)  
9

## 10 11 12 13 14 15 **Results**

### 16 17 18 **Surface enamel loss**

19 Surface enamel loss results are presented in Table 1. There was a statistically  
20 significant difference between the enamel loss promoted by MA ( $171.8 \pm 26.7\mu\text{m}$ ) and  
21 RI ( $68.2 \pm 9.6\mu\text{m}$ ) ( $p < 0.001$ ) treatments.  
22  
23

### 24 25 26 **WSL masking ability**

27 The color parameters to evaluate WSL masking ability are presented in Table 2.  
28 The  $L^*$ ,  $a^*$  and  $b^*$  values were statistically different for CO and DE areas. The areas  
29 treated with MA presented mean value of  $L^*$  that was not significantly different from  
30 CO. Mean values of  $L^*$  and  $b^*$  of the RI group were not significantly different from CO.  
31 The DE area presented a statistically significant higher  $\Delta E$  when compared to both  
32 treatment techniques, MA and RI, that were not significantly different themselves. Both  
33 MA and RI presented  $\Delta E$  values close to the most common esthetic acceptability  
34 thresholds presented in literature ( $\Delta E = 3.3$  to  $3.7$ )<sup>6,25</sup>.  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41

## 42 43 44 45 **Discussion**

46 White spot lesions in clinical conditions are characterized by subsurface  
47 demineralizations that do not cause erosion or surface discontinuity<sup>7</sup>. In the present  
48 study, the artificially induced WSL were obtained by using a Buskes' demineralizing  
49 solution that creates, in an *in vitro* model, lesions with similar features to those that are  
50 clinically found<sup>14</sup>. The surface continuity of the CO and DE areas observed in the  
51 stereomicroscope images, as well as the marked color differences between those  
52 areas in the colorimetric analysis reinforce the assumption that the demineralization  
53 protocol used (solution, time, pH and temperature) in the present study was capable of  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60

creating relevant WSL that could simulate the baseline conditions required for the evaluation of the treatment techniques.

Even though extracted human teeth allow the best possible validity for the findings of such a study, it would be very difficult to obtain human teeth that could be used with the present methodology. The need of the four areas (CO, DE, MA and RI) in a same surface allowing intra-specimen color comparisons between these areas, requires a large flat area provided by bovine incisors. Also, the use of bovine teeth allowed the standardization of teeth size, age, initial color and post-extraction period<sup>27</sup>. However, when one establishes a methodology and interprets the results of artificially induced carious lesions in bovine teeth, it is mandatory to take in account the lower amount of mineral content and higher porosity when compared to human teeth<sup>1</sup>. Time interval of the demineralization procedure was adjusted as suggested by Magalhães et al<sup>14</sup>. The impact of the mineral content differences between human and bovine teeth on the treatment techniques outcomes is unknown. However, it is expected that any interference affects all experimental groups in a similar manner.

For the surface enamel loss analysis, a section of each specimen was photographed under magnification and with high-resolution (Figure 1). Since the two central areas of the specimen (CO and DE) had no surface discontinuity, a parallel line tangent to these surfaces was used as the reference for measuring enamel loss of the MA and RI areas. The possibility of working with magnified digital high-resolution pictures and the fact that both treatment techniques were evaluated in the same image allowed a precise measurement and a reliable comparison. The considerable number of specimens tested (10) and the low coefficient of variation of approximately 15% support the chosen method.

For the colorimetric analysis of masking ability, a digital SLR camera based protocol was used. Highly standardized pictures were taken using photographic grey card as color reference for calibration and measurement of the CIELAB values in computer software. The reliability of this method has been tested and used in similar research conditions<sup>23</sup>. The colorimetric evaluation of all four areas of a specimen in a single picture allowed a reliable comparison of color differences, since inter-specimen variability was avoided (Figure 2).

The first null hypothesis was rejected. A significant larger surface enamel loss occurred in the MA than in the RI area. Microabrasion promoted approximately 2.5x more surface enamel loss than infiltration. These findings are in agreement with results

1  
2  
3  
4 from other studies that, despite no direct comparison between techniques was  
5 performed, already suggested that microabrasion was less conservative<sup>3,16,18</sup>.

6  
7 In the present study the values of surface enamel loss using the RI technique  
8 were higher than those reported by Paris et al<sup>16</sup>. This result might be caused by  
9 differences between human and bovine teeth, that are known to present less mineral  
10 density enhancing the erosion caused by the hydrochloric acid. A comparison of  
11 different studies of surface enamel loss promoted by microabrasion is difficult since  
12 many factors such operator, exerted pressure, application using manual or rotary  
13 instruments, type of acid and abrasive may be source of relevant biases. In this  
14 present study, the five applications of the microabrasion protocol were established  
15 based on a pilot study that assessed the esthetic outcome (data not shown). The  
16 manufacturers' instructions suggest that the procedure could be repeated up to 15  
17 times.  
18

19  
20 The second null hypothesis was partially accepted. The color differences ( $\Delta E$ )  
21 of MA and RI techniques to intact enamel were not different and were close to the most  
22 accepted thresholds of esthetic acceptability ( $\Delta E = 3.3$  to  $3.7$ ). Both treatment  
23 techniques significantly reduced  $\Delta E$  to intact enamel when compared to the DE areas.  
24 Therefore, it is possible to suggest that the two tested treatments were capable of  
25 masking WSL. However, when comparing the individual color axis of the CIELAB  
26 system, only RI promoted values in the  $b^*$  axis that were not different to CO. In the  $L^*$   
27 axis, that is linked to value and is considered the most important dimension of color in  
28 dentistry, MA and RI could reestablish values similar to the intact enamel. No treatment  
29 could reestablish the  $a^*$  axis values.  
30

31  
32 The color analysis was performed 24h after the treatments. The apparent  
33 success of the techniques needs to be tested in longer-term studies. The resin  
34 infiltration technique is based on the infiltration of a low-viscosity resin. Color stability  
35 and staining susceptibility are questions that need to be raised when a new protocol is  
36 suggested. An in vivo study presented successful color stability results of the resin  
37 infiltration up to six months after treatment. Regarding staining, recent in vitro studies  
38 have shown that, after immersion in coffee and wine solutions, there was significant  
39 change in the color of infiltrated specimens, minimized after repolishing them<sup>5,23</sup>. In  
40 other study, staining of microabraded surfaces was higher than of resin infiltrated  
41 surfaces<sup>20</sup>. More studies, specially well-designed clinical trials, are required to elucidate  
42 the long-term efficacy of microabrasion and resin infiltration techniques.  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60

Also, an evidence-based extension of the indication of microabrasion and resin infiltration to other clinical conditions such as fluorotic enamel and other developmental defects require more scientific confirmation. Successful case reports are encouraging on this direction<sup>13,17,26</sup>.

The mechanism through which microabrasion and resin infiltration mask WSL support the outcomes of this study. While resin infiltration fills the porous subsurface enamel with a resinous material, microabrasion removes the demineralized enamel and exposes an underlying sound structure. When searching for esthetic treatments, a combination of good visual results and low biological costs is desirable. The novel resin infiltration technique seems to be a promising conservative alternative to microabrasion. Further studies should confirm these findings in clinical settings with long-term evaluations.

#### Conclusion

Despite this *in vitro* study's limitations, it is possible to conclude that the resin infiltration technique is more conservative on the masking WSL when compared to the microabrasion technique. Both techniques are capable of masking enamel WSL with satisfactory results.

#### Acknowledgements

The authors are grateful to CAPES and CNPq/ProIC/UnB for the financial support for the MSc and undergraduate students involved in this research; to DMG for providing the resin infiltration material; and to Prof. Ana Carolina Magalhães and Livia Picchi Comar for providing the demineralizing solution.

## References

1. Amaechi BT, Higham SM, Edgar WM. Factors affecting the development of carious lesions in bovine teeth in vitro. *Arch Oral Biol.* 1998;43(8):619-28.
2. Attal JP, Atlan A, Denis M, Vennat E, Tirlet G. White spots on enamel: treatment protocol by superficial or deep infiltration (part 2). *Int Orthod Mar.* 2014;12(1):1-31.
3. Benbachir N, Ardu S, Krejci I. Indications and limits of the microabrasion technique. *Quintessence Int.* 2007;38:811-815.
4. Bengel WM. Digital photography and the assessment of therapeutic results after bleaching procedures. *J Esthet Restor Dent.* 2003;15 Suppl1:S21-32.
5. Borges AB, Caneppele TMF, Luz M, Puoci CR, Torres CRG. Color stability of resin used for caries infiltration after exposure to different staining solutions. *Oper Dent.* 2014;39(4):433-40.
6. Chu SJ, Trushkowsky RD, Paravina RD. Dental color matching instruments and systems. Review of clinical and research aspects. *J Dent.* 2010;38 Suppl 2:e2-16.
7. Featherstone JD. Dental caries: a dynamic disease process. *Aust Dent J.* 2008;53(3):286-91.
8. Hammad SM, El Banna M, El Zayat I, Mohsen MA. Effect of resin infiltration on white spot lesions after debonding orthodontic brackets. *Am J Dent.* 2012;25(1):3-8.
9. Heymann GC, Grauer D. A contemporary review of white spot lesions in orthodontics. *J Esthet Restor Dent.* 2013;25(2):85-95.
10. Kidd EA, Fejerskov O. What constitutes dental caries? Histopathology of carious enamel and dentin related to the action of cariogenic biofilms. *J Dent Res.* 2004;83:Spec No C:C35-8.
11. Kim S, Kim EY, Jeong TS, Kim JW. The evaluation of resin infiltration for masking labial enamel white spot lesions. *Int J Paediatr Dent.* 2011;21(4):241-8.
12. Knösel M, Eckstein A, Helms HJ. Durability of esthetic improvement following Icon resin infiltration of multibracket-induced white spot lesions compared with no therapy over 6 months: A single-center, split-mouth, randomized clinical trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2013;144:86-96.

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60

13. Limeback H, Vieira APGF, Lawrence H. Improving esthetically objectionable human enamel fluorosis with a simple microabrasion technique. *Eur J Oral Sci.* 2006;114 (Suppl. 1): 123–126.
14. Magalhães AC, Moron BM, Comar LP, Wiegand A, Buchalla W, Buzalaf MAR. Comparison of Cross-Sectional Hardness and Transverse Microradiography of Artificial Carious Enamel Lesions Induced by Different Demineralising Solutions and Gels. *Caries Res.* 2009;43:474-483.
15. Mattousch TJH, van der Veen MH, Zeiner A. Caries lesions after orthodontic treatment followed by quantitative light-induced fluorescence: a 2 years follow-up. *Eur J Orthod.* 2007;29(3):294-8.
16. Meyer-Lueckel H, Paris S, Kielbassa AM. Surface layer erosion of natural caries lesions with phosphoric and hydrochloric acid gels in preparation for resin infiltration. *Caries Res.* 2007;41(3):223-30.
17. Muñoz MA, Arana-Gordillo LA, Gomes GM, Gomes OM, Bombarda NH, Reis A, et al. Alternative esthetic management of fluorosis and hypoplasia stains: blending effect obtained with resin infiltration techniques. *J Esthet Restor Dent.* 2013;25(1):32-9.
18. Murphy TC, Willmot DR, Rodd HD. (2007) Management of postorthodontic demineralized white lesions with microabrasion: a quantitative assessment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007;131(1):27-33.
19. Neuhaus KW, Graf M, Lussi A, Katsaros C. Late infiltration of post-orthodontic white spot lesions. *J Orofac Orthop.* 2010;71(6):442-7.
20. Ogaard B. Prevalence of white spot lesions in 18-year-olds: a study on untreated and orthodontically treated persons 5 years after treatment. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1989;Vol.96(5):423-427.
21. Ogaard B. White spot lesions during orthodontic treatment: mechanisms and fluoride preventive aspects. *Semin Orthod.* 2008;14:183-193.
22. Paris S, Meyer-Lueckel H. Masking of labial enamel white spot lesions by resin infiltration – a clinical report. *Quintessence Int.* 2009;40:713–718
23. Paris S, Schwendloke F, Keltsch J, Dörfer C, Meyer-Lueckel H. Masking of white spot lesions by resin infiltration in vitro. *J Dent Nov.* 2013;41(Suppl 5):e28-34.
24. Torres CRG, Borges AB, Torres LMS, Gomes IS, Oliveira RS. Effect of caries infiltration technique and fluoride therapy on the colour masking of white spot lesions. *J Dent.* 2011;39(3):202-7.

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60

25. Paul S, Peter A, Pietrobon N, Hämmerle. Visual and spectrophotometric shade analysis of human teeth. *J Dent Res.* 2002;81(8):578-582.
26. Tirlet G, Chabouls HF, Attal JP. Infiltration, a new therapy for masking enamel spot lesions: a 19 months follow-up case series. *Eur J Esthet Dent.* 2013;8(2):180-90.
27. Yassen GH, Platt JA, Hara, AT. Bovine teeth as substitute for human teeth in dental research: a review of literature. *J Oral Sci.* 2011;53(3):273-82.
28. Yetkiner E, Wegehaupt F, Wiegand A, Attin R, Attin T. Colour Improvement and stability of white spot lesions following infiltration, micro-abrasion, or fluoride treatments in vitro. *Eur J Orthod.* 2014;36(5):595-602.

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60

### Tables

Table 1 - Mean (SD) and statistical grouping of surface enamel loss of the two tested techniques.

	MA			RI		
Enamel Wear ( $\mu\text{m}$ )	171.8	(26.7)	a	68.2	(9.6)	b

a-b,  $p < 0.001$  (Mann-Whitney)

Table 2 - Mean (SD) and statistical grouping of CIELAB  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  and  $\Delta E$  values according to groups.

	CO		DE		MA		RI	
$L^*$	79.6	(1.9) b	81.7	(2.0) a	79.3	(2.0) b	78.4	(2.1) b
$a^*$	4.8	(1.8) a	3.6	(1.4) b	3.3	(1.5) bc	2.4	(2.0) c
$b^*$	12.6	(2.3) a	7.3	(2.0) c	1.0	(2.2) b	13.4	(3.1) a
$\Delta E$	-	-	6.1	(2.5) a	3.0	(1.6) b	3.8	(1.8) b

Different letters indicate a statistically significant difference in each row. ANOVA, Tukey,  $p < 0.05$ .

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60

### Legends

Figure 1 - Image of a sectioned specimen used for the surface enamel loss analysis. The magnified areas above depict surface enamel loss of the treated areas (RI and MA) as compared to the control and DE groups represented by the orange line. (EndoR = endodontic ruler).

Figure 2 - Representative image of the four areas of a specimen used for the colorimetric analysis (A, microabrasion; B, intact enamel; C, demineralized; and D, resin infiltration). The gray stripe is the photographic gray card used as color reference.

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60

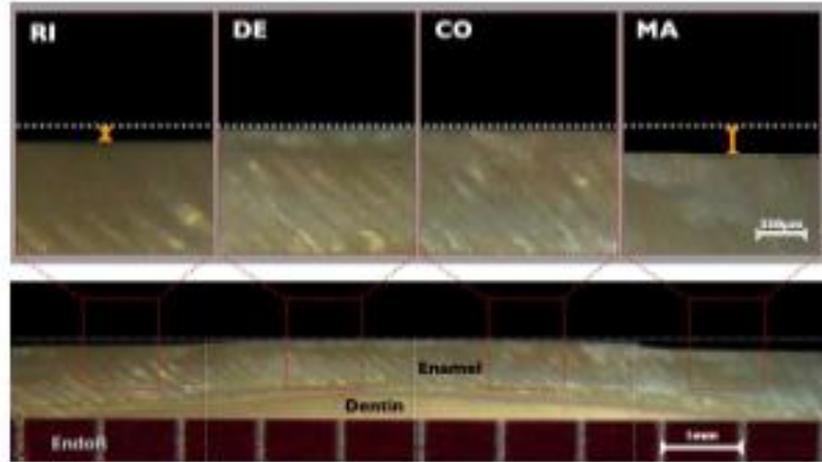


Figure 1 - Image of a sectioned specimen used for the surface enamel loss analysis. The magnified areas above depict surface enamel loss of the treated areas (RI and MA) as compared to the control and DE groups represented by the orange line. (EndoR = endodontic ruler).  
199x112mm (300 x 300 DPI)

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60

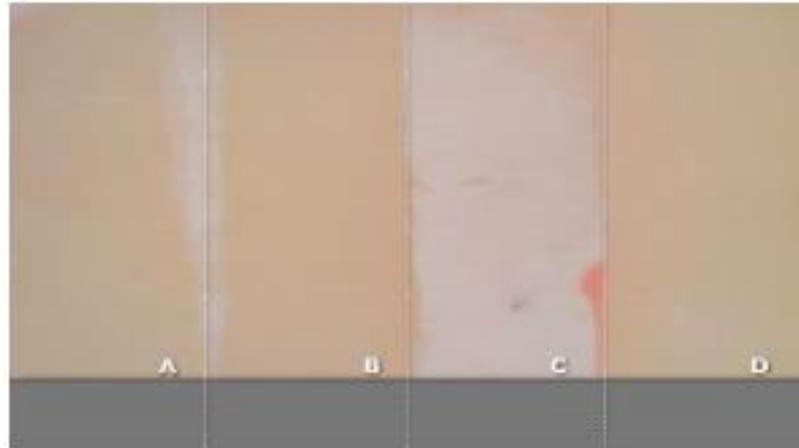


Figure 2 - Representative image of the four areas of a specimen used for the colorimetric analysis (A, microabrasion; B, intact enamel; C, demineralized; and D, resin infiltration). The gray stripe is the photographic gray card used as color reference.  
199x112mm (300 x 300 DPI)

	MA	RI
Enamel Wear ( $\mu\text{m}$ )	171.8 (28.7) a	68.2 (9.6) b

a-b, p<0.001 (Mann-Whitney)

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48

For Review Only

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60

	CO		DE		MA		RI					
L*	79.6	(1.9)	b	81.7	(2.0)	a	79.3	(2.0)	b	78.4	(2.1)	b
a*	4.8	(1.8)	a	3.6	(1.4)	b	3.3	(1.5)	bc	2.4	(2.0)	c
b*	12.6	(2.3)	a	7.3	(2.0)	c	1.0	(2.2)	b	13.4	(3.1)	a
$\Delta E$	-	-		6.1	(2.5)	a	3.0	(1.6)	b	3.8	(1.8)	b

Different letters indicate a statistically significant difference in each row. ANOVA, Tukey,  $p < 0.05$ .

For Review Only