

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU EM ODONTOLOGIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: DENTÍSTICA RESTAURADORA**

EDGAR ALEXANDER LOPEZ LOPEZ

**AVALIAÇÃO DA APLICAÇÃO SÔNICA DE RESINA INFILTRANTE EM
ESMALTE DENTÁRIO SUBMETIDO A PROCESSO DE DESMINERALIZAÇÃO**

**PONTA GROSSA
2016**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU EM ODONTOLOGIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: DENTÍSTICA RESTAURADORA**

EDGAR ALEXANDER LOPEZ LOPEZ

**AVALIAÇÃO DA APLICAÇÃO SÔNICA DE RESINA INFILTRANTE EM
ESMALTE DENTÁRIO SUBMETIDO A PROCESSO DE DESMINERALIZAÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação *Stricto sensu* em Odontologia da Universidade Estadual de Ponta Grossa como requisito parcial para obtenção do título de Mestre na Universidade Estadual de Ponta Grossa, no Curso de Mestrado em Odontologia – Área de Concentração Dentística Restauradora.

Orientadora: Profa. Dr^a. Osnara Maria Mongrueel Gomes

Co-Orientadora: Profa. Dr^a. Giovana Mongrueel Gomes

**PONTA GROSSA
2016**

Ficha Catalográfica
Elaborada pelo Setor de Tratamento da Informação BICEN/UEPG

L864 Lopez, Edgar Alexander Lopez
 Avaliação da aplicação sônica de resina
 infiltrante em esmalte dentário submetido
 a processo de desmineralização/ Edgar
 Alexander Lopez Lopez. Ponta Grossa, 2016.
 76f.

 Dissertação (Mestrado em Odontologia -
 Área de Concentração: Dentística
 Restauradora), Universidade Estadual de
 Ponta Grossa.

 Orientadora: Prof^a Dr^a Osnara Maria
 MongrueL Gomes.

 Coorientadora: Prof^a Dr^a Giovana
 MongrueL Gomes.

 1.Esmalte dentário. 2.Cárie dentária.
 3.Resina composta. 4.Ultrassom. 5.Ácido
 Clorídrico. I.Gomes, Osnara Maria
 MongrueL. II. Gomes, Giovana MongrueL.
 III. Universidade Estadual de Ponta
 Grossa. Mestrado em Odontologia. IV. T.

CDD: 617.6

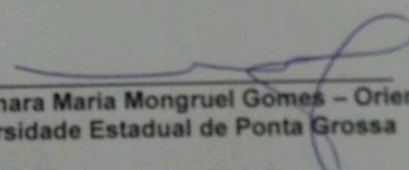
TERMO DE APROVAÇÃO

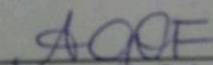
EDGAR ALEXANDER LOPEZ LOPEZ

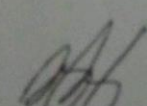
AVALIAÇÃO DA APLICAÇÃO SÔNICA DE RESINA INFILTRANTE EM ESMALTE DENTÁRIO SUBMETIDO A PROCESSO DE DESMINERALIZAÇÃO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação Stricto sensu em Odontologia da Universidade Estadual de Ponta Grossa como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre na Universidade Estadual de Ponta Grossa, no Curso de Mestrado em Odontologia – Área de Concentração em Dentística Restauradora.

Ponta Grossa, 02 de março de 2016


Profa. Dra. Osnara Maria Mongruel Gomes – Orientadora
Universidade Estadual de Ponta Grossa


Profa. Dra. Ana Paula Gebert de Oliveira Franco
Universidade Tecnológica Federal do Paraná


Profa. Dra. Bruna Fortes Bittencourt Cunha
Universidade Estadual de Ponta Grossa

DADOS CURRICULARES
Edgar Alexander Lopez Lopez

NASCIMENTO	26. 05. 1980	San Juan de Pasto - Colombia
FILIAÇÃO		Marianita de Jesus Lopez Lazo Edgar Edmundo Lopez Riascos
1998 – 2004		Curso de graduação pela Universidade Colégio Odontológico Colombiano – Bogotá, Colombia
2010 – 2011		Curso de Especialista em Gerencia da Saúde Pública pela Universidade CES de Medellin– Universidade Mariana de Pasto, Colombia
2012		Curso de Aperfeiçoamento em Dentística pela Universidade Santiago de Cali – Pasto, Colombia
2012 – 2013		Curso de Especialista em Dentística pela Universidade Hispanoguarani– Asuncion, Paraguay
2014 – Andamento		Curso de Pós-graduação em Odontologia. Área de concentração em Dentística Restauradora. Nível Mestrado. Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG) Ponta Grossa – PR, Brasil

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

Primeiramente a Deus e a Virgem Santíssima por serem guias em minha vida, sempre aberto a caminhos de sucessos, alguns momentos com dificuldades mais não fiquei sozinho porque pelas suas mãos procurei as melhores decisões.

Minha mãe, Marianita sempre comigo com seu apoio incondicional e sacrifício, sempre com um sorriso apesar das dificuldades, procurando me ajudar a obter os sonhos como profissional.

Para minha segunda mãe, Tia Martha Alicia Lopez, com seu carinho desde criança sempre junto com minha mãe me levando em meu primeiro dia de jardim de infância até a formação como odontólogo. Mais agora que não pode estar presente, de coração eu sei que esta sempre ao meu lado.

Meu Pai, Edgar Lopez que em vida me ensinou o valor da humildade, saber escutar, saber reconhecer os erros, saber sempre falar obrigado e, ter pensamento positivo e sempre olhar para frente sem importar os obstáculos, falando que tudo é possível com perseverança, pai obrigado abençoa-me do céu.

Meu irmão, Gabriel Esteban Lopez por falar com certeza uma coisa “as melhores coisas da vida tem tempo” obrigado por seu apoio positivo de sempre impulsionar-me para o sucesso.

Minha amiga, minha namorada, foram dois anos onde com alegrias e tristezas, onde muitas coisas mudaram, mais se que você com seu silêncio sempre ficou atenta ao que acontecia à distância. Você me apoiou anteriormente e agora eu sei que também, você Sofia Zamora minha “nena linda” como eu te falo, muito obrigado.

Professora Osnara Maria Mongruel Gomes, obrigado por ser uma mãe para mim no Brasil, sempre atenta apesar de suas responsabilidades e à disposição para comigo. Sinal de ser humano com valores de humildade, por seus ensinamentos como professora e também como amiga, você é um bom exemplo de como ser um orientador.

Professor João Carlos Gomes, obrigado por abrir as portas do Brasil, de Ponta Grossa, da UEPG e ser a pessoa que em vida Deus apresentou em meu caminho e poder dizer que um sonho a mais foi cumprido com sua ajuda, ode ser mestre.

Obrigado Professora Giovana Mongruel Gomes, por sua disposição como co-orientadora do projeto da pesquisa e atenção com o trabalho, por ter os booms valores de sus pais e por sempre ter um sorriso para dar sempre um impulso para sus orientados e que tudo vai sempre dar certo.

Professor e também amigo, John Alexis Dominguez, obrigado por confiar em minha pessoa para postular como discente de mestrado na UEPG, obrigado por me receber em seu apartamento em Ponta Grossa e poder ser seu companheiro em trabalhos de pesquisa.

Camilo Andres Pulido, obrigado por sempre estar atento as minhas duvidas e pelo seu tempo disponível, como tem que ser um cientista com as características de curiosidade, observador e, resposta as inúmeras questões, eu aprendi muito com você, obrigado por sua companhia nos últimos dias de minha pesquisa. Desejo muito sucesso em sua vida profissional.

Ao C-Labmu e seus técnicos pela oportunidade da realização dos testes laboratoriais.

A Universidade Federal do Paraná, por permitira realização dos estudos laboratoriais, obrigado Professor Edvaldo Trindade da UFPR e ao Técnico Israel Bini também da UFPR por sua disposição no trabalho de pesquisa.

Companheiros Brasileiros de turma, obrigado por sua hospitalidade, companheiros latinos Andres Cartagena, Camilo Pulido, Andres Davila, Luis Balladares, Andres Montenegro, Felipe Gutierrez, Jorge Bermudez, Juan Galvis, Luisa Alegria, Cindy Perez, Paula Vargas, Leydi Herrera obrigado por sua irmandade e união nos bons e maus momentos.

Ao Programa de Pós-graduação em Odontologia da Universidade Estadual de Ponta Grossa, na pessoa de sua coordenadora Profa. Dra. Denise Stadler Wambier.

A Universidade Estadual de Ponta Grossa, na pessoa do seu reitor Prof. Dr. Carlos Luciano Vargas, pela oportunidade de cursar o Curso de Mestrado em Odontologia.

RESUMO

LOPEZ LOPEZ, E.A. **Avaliação da aplicação sônica de resina infiltrante em esmalte dentário submetido a processo de desmineralização** (Dissertação – Mestrado em Odontologia – Área de concentração em Dentística Restauradora) – Ponta Grossa; Universidade Estadual de Ponta Grossa; 2016.

O objetivo desta pesquisa foi avaliar a aplicação sônica de resina infiltrante em esmalte dentário submetido a processo de desmineralização. Foram utilizados 48 dentes molares humanos, sendo delimitada uma área nas superfícies vestibular (V) e lingual (L), e induzidas a uma lesão de mancha branca com gel de ácido desmineralizante. Posteriormente, os dentes foram divididos em 6 grupos de acordo com a técnica de aplicação e condicionamento: AC - ácido clorídrico (AC) 15%; ACAF - ácido clorídrico (AC) 15% + (AF) ácido fosfórico 37%; ACU - ácido clorídrico (AC) 15% + aplicação de ondas ultrassônicas (U); ACS - AC + aplicação de ondas sônicas (S); ACAFS - AC + AF + aplicação de ondas Sônicas e ACAFU - AC + AF + aplicação de ondas Ultrassônicas, sendo $n=24$ para o teste de resistência de união (RU) e $n=24$ para avaliação da profundidade de penetração (PP). Anteriormente ao processo dos protocolos de infiltração, para o ensaio de PP as coroas foram condicionadas com AC por 120 s, aplicando o protocolo de infiltração segundo o fabricante da resina Icon® (DMG) e submetidos à lavagem com água por 60 s. As coroas foram então coradas com isotiocianato de tetrametilrhodaminaetanólica 0,1%, submersas durante 12 h a 37°C e em seguida foi feito os protocolos de infiltração descritos anteriormente sem aplicação de AC, somente condicionado com AF nos grupos correspondentes, após infiltração as coroas foram cortadas na junção cimento-esmalte e no sentido L e V, obtendo fatias de $1\text{mm} \pm 0,1\text{mm}$ de espessura. Essas fatias foram degradadas com peróxido de hidrogênio a 30% por 12 horas a 37°C para branquear os fluoros do corante que não penetrou. A seguir foi feita lavagem por 60 s com água deionizada e aplicada fluorescência sódica para obtenção das imagens em Microscopia Confocal Laser; em seguida, as mensurações da PP em micrometros (μm) foram realizadas. Para o ensaio de RU (MPa), foi feito teste de microcisalhamento a uma velocidade de 0,5 mm/min. Os dados obtidos de PP e RU foram submetidos a ANOVA dois fatores (técnica de aplicação vs condicionamento) e Tukey ($\alpha= 0,05$). Para RU, a interação entre os fatores, bem como os fatores principais não foram significativos ($p>0,05$). Para PP, a interação dupla também não foi significativa; porém os fatores principais técnica de aplicação ($p<0,001$) e condicionamento ($p=0,003$) foram significantes. Em relação

à técnica de aplicação, os menores resultados de PP foram encontrados para a aplicação convencional (manual), e os maiores para as ondas U, enquanto que a onda S teve resultado intermediário. Em relação ao condicionamento, a aplicação prévia de AF apresentou resultados superiores à aplicação isolada do AC. Concluiu-se que a aplicação sônica e ultrassônica associada aos condicionamentos ácidos não apresentaram diferenças na resistência de união ; mas aumentaram a infiltração de resina de baixo peso molecular; sendo que os melhores resultados foram encontrados quando o ácido fosfórico foi usado apos aplicação do ácido clorídrico, e quando a resina infiltrante foi aplicada por meio de ondas ultrassônicas.

Palavras-chave: Esmalte dentário, Cárie dentária, Resina composta, Ultrassom, Ácido Clorídrico, Ácido Fosfórico.

ABSTRACT

LOPEZ LOPEZ, E.A. **Evaluation of sonic application of infiltrant resin on dental enamel subject to demineralization process** (Dissertação – Mestrado em Odontologia – Área de concentração em Dentística Restauradora) –Ponta Grossa;Universidade Estadual de Ponta Grossa; 2016.

The aim of this study was to evaluate the sonic application of infiltrating resin on dental enamel subjected to demineralization process. Forty-eight human molar teeth were used, being defined an area on the buccal (V) and lingual (L) surfaces, and induced to a white spot lesion with gel demineralizing acid. Thereafter, the teeth were divided into 6 groups according to the application technique and conditioning: AC - hydrochloric acid (AC) 15%; AF + AC - phosphoric acid (AF) 37% + AC; ACU - AC + applying ultrasonic (U) waves; ACS - AC + applying sonic (S) waves; AFACS - AF + AC + and S waves and AFACU - AF + AC + U waves, where n = 24 for bond strength test (BS) and n = 24 for evaluation of penetration depth (PP). Prior to the process of infiltration protocols, for PP test the crowns were etched with AC for 120 s, applying the infiltration protocol according to the manufacturers of Icon® resin (DMG) and subjected to washing with water for 60 s. The crowns were then stained with 0.1% tetrametilrhodaminaetanólica isothiocyanate of submerged for 12 h at 37 °C, and then the infiltration protocols previously described were made without application of AC; AF was only conditioned to the corresponding groups, after infiltration the crowns were cut in cemented-enamel junction and in the U and V directions obtaining slices of 1 mm ± 0.1 mm thickness, and the slices were subject to hydrogen peroxide at 30% for 12 h at 37 °C to bleach the dye flours not penetrated, washing was done by 60 s with water and applied ionized sodium fluorescence to obtain the images in Microscopy Confocal Laser; then the measurements of PP in microns (µm) were performed. To test the BS (MPa), the microshear test was made at a speed of 0.5 mm/min. Data from PP and BS were analyzed by two-way ANOVA (application technique vs conditioning) and Tukey ($\alpha = 0.05$). For BS, the cross-product interaction, as well as the main factors were not significant ($p > 0.05$). For PP, again the cross-product interaction was not significant; but the main factors application technique ($p < 0.001$) and conditioning ($p = 0.003$) were. With regard to application technique, the worst results of PP were found for conventional application (manual), and the highest for U waves, while the S waves had intermediate result. In relation to conditioning, the prior application of AF showed superior results for isolated application of AC. It was concluded that the

sonic and ultrasonic application associated with acids conditioning did not show improved on the adhesion; but improved the infiltration of low molecular weight resin; and the best results were found when phosphoric acid was used previously to hydrochloric acid, and when the infiltrating resin was applied by means of ultrasonic waves.

Key-words: Dental enamel, Dental Caries, Composite Resins, Ultrasonic, Hydrochloric Acid, Phosphoric Acid.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Preparos dos dentes para submissão ao gel desmineralizante.....	39
Figura 2	Desenvolvimento do gel desmineralizante.....	40
Figura 3	Mancha branca desenvolvida.....	40
Figura 4	Imagem ao Microscópio eletrônico de varredura (MEV): esmalte sadio e lesão de esmalte.....	41
Figura 5	Preparo das amostras para microscopia confocal laser com o primeiro corante Rodamina B.....	43
Figura 6	Protocolo de infiltração (manual) com ácido clorídrico 15%.....	47
Figura 7	Protocolo de infiltração com ácido clorídrico 15% e dispositivo com ondas ultrassônica.....	48
Figura 8	Protocolo de infiltração com ácido clorídrico 15% e dispositivo com ondas sônica.....	49
Figura 9	Protocolo de infiltração (manual) com ácido clorídrico 15% mais ácido fosfórico 37%.....	50
Figura 10	Protocolo de infiltração com ácido clorídrico 15% mais ácido fosfórico 37% e dispositivo com ondas sônica.....	51
Figura 11	Protocolo de infiltração com ácido clorídrico 15% mais ácido fosfórico 37% com ondas ultrassônica.....	52
Figura 12	Ensaio de microcislamento para avaliação da resistência de união.....	54
Figura 13	Mensuração para profundidade de penetração.....	56
Figura 14	Preparo das amostras para Microscopia Confocal Laser com o segundo corante Fluoresceína Sódica.....	57
Figura 15	Imagens com Microscopia Confocal Laser.....	58
Figura 16	Imagens com Microscopia Confocal Laser.....	59
Fluxograma 1	Distribuição das metodologias de acordo com os grupos de estudo.....	53
Gráfico 1	Profundidade de lesão e profundidade de penetração.....	62

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1	Grupo de estudo e protocolo de aplicação.....	43
Quadro 2	Materiais utilizado no estudo, composição, fabricante e lote.....	45
Tabela 1	Media e desvio padrão de resistência de união (MPa) Para as três técnicas de aplicação (manual, sônica e ultrassônica) para incorporação de resina infiltrativa e com dois protocolos de condicionamento (AC e AC + AF).....	61
Tabela 2	Porcentagem (%) dos padrões de fratura encontrados Para cada grupo experimental*.....	62
Tabela 3	Valores de porcentagem de penetração (%) com seus respectivos Desvios padrões para as diferentes condições experimentais.....	63

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AL	Área da lesão
AC	Ácido clorídrico
AF	Ácido fosfórico
ACU	Ácido clorídrico com aplicações ultrassônicas
ACS	Ácido clorídrico com aplicações sônicas
ACAFS	Ácido clorídrico mais ácido fosfórico com aplicações sônicas
ACAFU	Ácido clorídrico mais ácido fosfórico com aplicações ultrassônicas
BDH	Banco de Dentes Humanos
Bis-GMA	Bisfenol A-Glicidil Metacrilato
CLSM	Microscopia Confocal Laser
COEP	Comissão de Ética em Pesquisa
CP	Coeficiente de Penetração
DAPI	Marcador fluorescente
g	Gramas(s)
GFP	Proteína verde fluorescente
h	Hora(s)
HCL	Ácido clorídrico
ICDAS	Sistema Internacional de detecção e diagnóstico de cáries
KHz	Kilohertz(s)
LC	Largura da cavidade
L	Litro(s)
LED	Light emitting diode/ Diodo emitido por luz
LDmax	Distância da lesão máxima
LMB	Lesão de mancha branca
M	Molar(s)
MEV	Microscopia Eletrônica de Varredura
Min	Minuto(s)

mL	Mililitro(s)
mm	Milímetro(s)
MPa	Megapascal(is)
mW/cm ²	miliwatts por centímetro(s) quadrado
n	Número amostral
N	Newton
U	Ondas ultrassônicas
PDmax	Profundidade da lesão máxima
pH	Potencial de Hidrogênio Iônico
PL	Profundidade da lesão
PP	Profundidade de penetração
PVC	Policloreto de vinila
RPM	Rotações por minuto
RU	Resistência de união
S	Ondas sônicas
UEPG	Universidade Estadual de Ponta Grossa
UV	Radiação ultravioleta
μm	Micrômetro(s)
μM	Micromolar

LISTA DE SÍMBOLOS

=	Igual
+	Mais
±	Mais ou menos
<	Menor
%	Porcento
&	E
X	Aumento de lente óptica
α	Alfa (nível de significância)
°C	Grau(s) Celsius
nº	Número
P	Significância estatística
®	Registrado
s	Segundo
™	Marca Registrada

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	18
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	21
3. PROPOSIÇÃO.....	36
3.1. Proposição Geral.....	36
3.2. Proposições Específicas.....	36
4. MATERIAL E MÉTODO.....	38
4.1. Seleção dos dentes.....	38
4.2. Desenvolvimento da lesão de mancha branca.....	38
4.3. Preparo das amostras.....	41
4.4. Ensaio de Microcisolhamento.....	53
4.5. Microscopia Confocal Laser.....	55
4.6. Análise Estatística.....	60
5. RESULTADOS.....	61
6. DISCUSSÃO.....	64
7. CONCLUSÕES.....	67
REFERÊNCIAS.....	68
ANEXO A Parecer da Comissão de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Estadual de Ponta Grossa.....	71
ANEXO B Termo de Doação do Banco de Dentes da Universidade Estadual de Ponta Grossa	72

1. INTRODUÇÃO

Um dos desafios na Odontologia restauradora estética é proporcionar alternativa de tratamento não invasivo para lesões na superfície do esmalte dental e lesões de mancha branca (LMB), diagnosticadas de acordo com a classificação do ICDAS (Sistema Internacional de Detecção e Diagnóstico de Cáries) como Código 2 N (Pitts¹ 2004). As manchas brancas são o sinal da existência de uma desmineralização que pode ou não evoluir para uma lesão de cárie envolvendo a dentina ou diferentes substratos dentários. Essas manchas ocorrem quando as bactérias patogênicas penetram na camada do esmalte e produzem ácidos orgânicos, eliminando do esmalte certa quantidade de íons cálcio e fosfato, que podem ou não serem remineralizado (Paris et al.² 2006). (Chapman et al.³ 2010) citam em uma revisão de literatura grandes variações, de 2% a 97%, para a prevalência de manchas brancas associadas à tratamento com ortodontia.

Uma opção de tratamento destas lesões é a técnica de microabrasão descrita por Croll em 1998, a qual consiste em uma remoção seletiva utilizando uma associação de um agente erosivo (principalmente ácidos clorídrico ou fosfórico) com um agente abrasivo (pedra pomes ou carbeto de silício), aplicada com auxílio de baixa rotação ou espátula; no entanto, estudos *in vitro*, como os de (Paic et al.⁴ 2008), (Herrera et al.⁵ 2013), demonstraram que esta técnica apresenta perda da estrutura do esmalte e aumento da sua rugosidade. Uma alternativa menos invasiva é a infiltração de resina de baixo peso molecular (altamente fluída) que penetra no tecido desmineralizado, sem a necessidade da realização de uma cavidade, devido ao uso prévio de ácido clorídrico (HCl) 15% em gel, o qual cria uma porosidade no corpo da lesão permitindo, assim, a infiltração da resina.

Tem sido de grande interesse para diferentes pesquisadores estudar o mecanismo de ação e efeitos que podem obter o procedimento de infiltração de resinas na estrutura dental afetada. (Paris et al.⁶ 2007) avaliaram o coeficiente de

penetração (CP) modificando a composição dessas resinas, a fim de obter uma maior penetração e observaram que as resinas experimentais que não apresentavam Bis-GMA obtiveram melhor desempenho. Uma técnica de infiltração de resina fotoativada Icon® (DMG) de baixa viscosidade tem sido constantemente estudada, sendo que (Subramaniam et al.⁷ 2014) avaliaram o protocolo do fabricante com excelentes resultados quando aplicada clinicamente; porém, (Shivanna e Shivakumar⁸ 2011) concluíram que para obter resultados aceitáveis uma modificação em relação ao tempo de tratamento era necessário.

É importante reconhecer a satisfação dos pacientes com este tratamento, pois de acordo com o estudo de (Tirlet et al.⁹ 2013), o tratamento é aceitável. Porém, em determinado momento, o clínico terá que realizar algum procedimento restaurador/ adesivo estético após a realização de uma infiltração falando da parte estética . (Chay et al.¹⁰ 2014) avaliaram os valores de resistência de união da resina composta no esmalte hipomineralizado procurando melhorar o desempenho de tratamentos anteriores com diferentes técnicas e estratégias com resinas infiltrativas, comparando o esmalte sadio com o esmalte infiltrado, sendo que este apresentou diminuição dos valores de resistência de união.

Como é conhecido para se obter infiltração da resina à superfície do esmalte há a necessidade da realização de um condicionamento do esmalte cuja finalidade é a remoção da camada hipermineralizada, utilizando ácido clorídrico 15% por 2 min, de acordo com estudos feitos (Yim et al.¹¹ 2014), porém sem condicionamento da superfície, aumentando apenas o tempo de aplicação esse pode apresentar uma superfície erosionada com impurezas sobre as porosidades dificultando a infiltração da resina (Meyer-Lueckel e Paris¹² 2008),(Paris et al.⁶ 2007). Estratégias para melhorar as propriedades físicas dos materiais dentais para uso clínico têm sido avaliadas, sendo uma dessas estratégias a incorporação de ondas sônicas e ultrassônicas (Cuadros-Sanchez et al.¹³ 2014), sendo essa lacuna um desafio para futuros trabalhos. A forma de aplicação do sistema de infiltração da resina pode influenciar diretamente na qualidade de penetração, sendo a aplicação vigorosa manual capaz de aumentar a resistência de união

(RU), devido ao aumento na evaporação do solvente e também a uma maior penetração da resina infiltrante no substrato do esmalte, uma vez que a aplicação segundo as recomendações do fabricante produz uma difusão limitada em esmalte desmineralizado (Hashimoto et al.¹⁴ 2002). Com o intuito de padronizar esta aplicação, estudos recentes demonstraram que a utilização de um dispositivo sônico, com uma frequência ao redor de 170 Hz, pode melhorar a RU de sistemas adesivos à dentina (Mena-Serrano et al.¹⁵ 2014), (Cuadros-Sanchez et al.¹³ 2014). Os instrumentos sônicos vêm sendo também usados em diferentes fases do tratamento endodôntico (Herrera et al.⁵ 2013). Já os dispositivos ultrassônicos apresentam frequência entre 24000 e 30000 Hz através de um transdutor, utilizando pastilhas cerâmicas transmitem vibração mecânica na mesma frequência. Quando estas ondas ultrassônicas são submetidas a uma matéria em estado líquido tem um efeito sobre a quantidade de bolhas e sua implosão. As frequências mais baixas produzem menos bolhas e liberam mais energia, em contraste frequências mais altas geram mais bolhas de menor tamanho produzindo uma menor liberação de energia (Albu et al.¹⁶ 2004).

Na literatura contemporânea não há estudos sobre aplicação de resina infiltrante, ou seja, resina de baixo peso molecular, utilizando algum tipo de dispositivo sônico ou ultrassônico em esmalte dental procurando melhorar sua infiltração.

Desta forma, o objetivo deste estudo foi avaliar a profundidade de penetração em esmalte dentário utilizando a técnica da infiltração de resina de baixo peso molecular modificando *in vitro* as estratégias de aplicação, incorporando ondas sônicas e ultrassônicas e seus efeitos sobre a resistência de união da resina composta ao esmalte dentário.

2. REVISÃO DE LITERATURA

(Meyer-Lueckel e Paris¹⁷ 2008) avaliaram o efeito do coeficiente de penetração (PC), a composição do infiltrante e os tempos de aplicação na progressão do selamento de lesão de cáries de esmalte. As resinas experimentais foram preparadas a partir dos monômeros de Bis-GMA e TEGDMA, utilizando etanol como solvente, variando a porcentagem destes. Quarenta incisivos bovinos foram preparados com lixas de papel abrasivo # 1200 até 4000, sendo realizadas 4 demarcações de 6 x 4mm com esmalte de unha (A,B,C,D). Os espécimes foram armazenados em 5L em solução desmineralizante com um pH de 5,0 a 37°C por 50 dias. Em seguida, estas lesões artificiais foram condicionadas com ácido fosfórico 37% durante 5 s, sendo que uma lesão serviu como controle não ocorrendo tratamento (A) onde foi realizada a lavagem por 30 s, secada em imersão em etanol (100%) e com ar por 30 s. Doze resinas experimentais de baixo peso molecular foram utilizadas e como controle o adesivo Excite. As lesões foram infiltradas com uma das doze resinas experimentais, as quais foram modificadas em sua composição com Bis-GMA, TEGDMA mais o solvente etanol ou com adesivo. Os materiais foram infiltrados em lesões condicionadas deixando penetrar nos seguintes tempos: 10 s(B), 22 s(C) e 40 s(D). Posteriormente, as resinas foram fotopolimerizadas por 60 s. Os espécimes foram então cortados perpendicularmente a sua superfície resultando em duas metades para realização do teste com CLSM (microscopia confocal laser) e TMR (micro radiografia transversal). Concluíram que os materiais resinosos experimentais não apresentaram uma penetração completa com o uso de adesivo e, o coeficiente de penetração foi indiferente nos tempos de aplicação da resina infiltrante.

(Meyer-Lueckel e Paris¹² 2008) compararam a capacidade de penetração (CP) de resina infiltrante e sistema adesivo em molares e pré-molares com lesão de mancha branca. Os dentes foram limpos e armazenados em timol 0,1% até serem utilizados. Os espécimes foram submetidos a o exame radiográfico

padronizado, as extensões das lesões observadas por um único examinador. As raízes dos dentes foram removidas, e as coroas cortadas perpendicularmente à superfície através das lesões de cárie, obtendo-se duas metades. Em seguida, as amostras foram classificadas em extensão, sendo que as lesões prolongadas até a dentina foram excluídas (C4). Os demais grupos (C1 n=15; C2 n=28 e C3 n=21) foram tratados com resina infiltrante ou sistema adesivo. Posteriormente, as superfícies cortadas foram cobertas com esmalte para unha, deixando a lesão de mancha branca para ser tratada com gel de ácido clorídrico 15% por 2 min. Após a aplicação este foi lavado com água por 30 s, imersos em etanol puro por 30 s e secos por 60 s. As resinas infiltrantes foram deixadas para penetrar nas lesões durante 5 min e foram fotopolimerizadas durante 60 s. As amostras foram preparadas para teste com TRM e CLSM. Concluindo que o sistema infiltrante tem diferencia significativa frente a sistemas adesivos de infiltração.

(Kantovitz et al.¹⁸ 2010) realizaram uma revisão da literatura sobre os efeitos de infiltrantes e selantes na inibição da desmineralização do esmalte dentário, por meio da Biblioteca Cochrane, Embase, PubMed e Web of Science (ISI) para artigos publicados entre janeiro de 1970 e setembro de 2008, com termos da pesquisa “cárie artificial” ou “tratamento de cárie” ou “lesão de cárie” ou “lesão de mancha branca” ou “desmineralização do esmalte” ou “cáries naturais em esmalte e selante” ou “infiltração de resina”. Os critérios de inclusão foram os estudos que produziram lesões de esmalte não cavidades artificialmente antes da aplicação do selante em *in vivo* ou *in vitro*. Foram excluídos estudos que não tinham produzido lesões de esmalte não cavidades artificialmente antes da aplicação do selante. Os autores relatam que 81% das lesões de esmalte não cavidades aparecem em crianças de 5 anos e 96% das lesões são chamadas manchas brancas, onde tal superfície é 10 a 50 vezes mais porosa do que o esmalte poroso. Em pacientes com boas práticas de higiene oral e exposto ao flúor regularmente, o esmalte poroso pode se remineralizar e tornar-se mais resistente à dissolução do que o esmalte hígido; no entanto, para pacientes não usuários a estas práticas, essas não são realmente eficientes. Assim os dentistas

são aconselhados a realizar práticas preventivas para lesões de esmalte não cavitadas, sendo uma opção a infiltração da resina de baixa viscosidade. Os autores realizaram uma seleção de artigos onde classificaram em estudo *in vitro*, *in vivo*, estudo de ensaio clínico, estudo em animal, observando também solução desmineralizante para produzir lesões de mancha branca ou lesões cavitadas como seu pH, tempo, materiais usados e um nível de evidência, que foi classificada assim: grau A - lesão de cáries proximais não cavitadas (lesão de mancha branca) naturalmente começou antes da aplicação de material em estudos *in vivo*; grau B - lesão artificial e natural não cavitadas do esmalte (lesão de mancha branca) produzidos antes da aplicação de material em estudos *in vitro*; grau C - não descreve completamente a metodologia utilizada e / ou não procedeu a análise estatística. Entretanto, observaram que a desmineralização da superfície de esmalte em lesões de mancha branca, deve ser realizada para desenvolver uma camada livre de ácidos superficiais que podem evitar a infiltração da resina de baixa viscosidade e, fixar os ácidos dentro dos canais prismáticos da lesão provocando uma continuidade da cárie iniciada embaixo da resina.

(Meyer-Lueckel e Paris¹⁹ 2010) investigaram a influência do etanol adicionado em resina de baixa viscosidade para maior infiltração e coeficiente de penetração (PC). Utilizaram 64 molares e pré-molares humanos extraídos, mostrando a presença de lesões de mancha branca não ativa em faces proximais. As lesões foram condicionadas por 2 min usando: um gel experimental de ácido hidroclorídrico 15%; gel com ácido clorídrico 15%; glicerol 19%; dióxido de silício altamente disperso 8% e azul de metileno 0,01% em solução aquosa (Charit Farmácia). Após a secagem os dentes foram corados com solução etanólica de urfiocionato de tetrametilrodamina 0,1% (TRITC, Sigma Aldrich, Steinheim, Germânia- NY) durante 12 h. Cada um dos quatros infiltrantes experimentais diferindo da composição (PC63, PC185, PC204, PC391) tiveram o PC avaliado. Foram aplicados em lesões de esmalte por 5 min, fotopolimerizados por 60 s e armazenados a 37°C. Os dentes foram seccionados perpendicularmente às superfícies da lesão obtendo amostras de 1 mm de espessura, após foram lixados

com lixas abrasivas de # 1400 até 4000 para serem fixados em suporte. Para identificação das estruturas porosas, estas foram imersas em solução de etanol 50 % por 3 min e lavadas por 10 s em água deionizada para serem submetidas ao teste de CLSM. Para a análise estatística foi mensurado a distância da lesão (LD) e a profundidade da lesão (PD) sendo definido a partir da superfície para o ponto mais profundo de fluorescência vermelha e verde, respectivamente. Obtiveram como resultado que PC63 penetrou apenas superficialmente. A penetração mais profunda foi encontrada para materiais PC185 e PC391, mas parte das lesões especialmente as profundas não foram completamente infiltradas em todos os casos. O PC204 penetrou quase completamente as lesões em todos os casos, a mediana de LD max foi 548 μm para todas as lesões avaliadas, os valores não diferiram significativamente entre os materiais testados.

(Paris et al.²⁰ 2011) avaliaram o comportamento da penetração de um infiltrante em lesões de cáries proximais de molares e pré-molares. Dois observadores examinaram e classificaram os dentes com códigos ICDAS 2,3,4 e 5. Foram selecionados 20 pré-molares, os quais foram embebidos em resina acrílica simulando um ponto de contato entre dente e dente, infiltrados com Icon® (DMG) de acordo com a instrução do fabricante. Três cortes perpendiculares a superfície dos dentes de 0,5 a 1 mm de espessura foram realizados, marcados com substância fluorescente para serem analisados no CLSM. Foram observadas, profundidade da lesão (PL), área do esmalte desmineralizado (AEdes), profundidade da cavidade (PC), largura da cavidade (LC) e a área da cavidade (AC). As estruturas porosas foram demarcadas de verde e as estruturas infiltradas foram demarcadas de vermelho. A profundidade média de esmalte foi 961 μm , sendo que em todos os grupos as superfícies de esmalte foram profundamente infiltradas. As lesões infiltradas de acordo com os códigos ICDAS não tiveram diferença significativa ($p > 0,05$). Em imagens microscópicas a profundidade, largura e área da cavidade aumentaram de acordo o código ICDAS em 3,4 e 5. As porcentagens de 92%, 59%, 50% não mostraram penetração completa da cavidade com resina. Concluiu-se que as superfícies de lesões

porosas puderam ser profundamente infiltradas com o produto testado.

(Meyer-Lueckel et al.²¹ 2011) compararam as profundidades de penetração de uma resina infiltrante em lesões de esmalte dental, após vários tempos de aplicação. Utilizaram 80 molares e pré-molares humanos extraídos, excluindo os dentes com perda de brilho ou opacidade em esmalte. Os dentes com lesões proximais não cavitadas foram selecionados (n=15) para este estudo. As lesões foram condicionadas por 2 min com ácido clorídrico 15% e, em seguida, lavadas e secas. Foram coradas com solução etanólica 0,1% durante 12 horas, infiltradas com Icon® (DMG) por 0,5; 1; 3 e 5 minutos com um tempo de fotopolimerização de 60 s. Os dentes foram seccionados perpendicularmente as superfícies da lesão para obter amostras de 1mm de espessura. Os cortes foram lixados com papel abrasivo para serem levados ao teste CLSM para medir profundidade de penetração (PD) e distância de profundidade (LD). A análise estatística foi feita para observar PD máxima maior a 400 mm, e a porcentagem de penetração foi calculada como $PD/LD \text{ Máxima} \times 100$. Estes valores foram descritos e comparados para todas as profundidades da lesão com um nível de significância de 5% para todos os testes e subgrupos. Obteve-se que a penetração superficial pode ser observada depois de 0,5 min e 1 min à aplicação, e a penetração quase completa do infiltrante pode ser observada depois de 3 min e 5 min de aplicação. As profundidades máximas de lesão (LDmax) foram 479 mm (355 mm- 651 mm) para todas as lesões avaliadas. Os valores não diferiram significativamente entre as lesões dos quatro subgrupos ($p = 0,907$; teste de Kruskal-Wallis). Concluiu-se que não houve diferença significativa em relação a LDmax entre os quatro grupos infiltrantes.

(Martignon et al.²² 2012) realizaram um acompanhamento clínico randomizado de 36 meses de lesões de mancha branca interproximal infiltradas. Estas foram divididas nos seguintes grupos: G1: Icon®(DMG); G2: Sistema Adesivo Prime&Bond® NT (Dentsply) e G3: Placebo. Neste estudo, os

pesquisadores demonstraram que as superfícies infiltradas tanto no G1 como no G2 tiveram redução quanto à progressão da cárie quando comparados com G3. No entanto, não houve diferença estatisticamente significativa entre a eficácia do infiltrante (68%) e do sistema adesivo (60%) no controle da lesão cariosa.

(Neuhaus et al.²³ 2013) avaliaram o método da infiltração em lesões de esmalte ativas e inativas variando acondicionamento das superfícies, seja com ácido clorídrico 15% ou ácido fosfórico 35%. Foram utilizados 104 dentes pré-molares e molares extraídos armazenados em solução de cloramina 1%. Os dentes escolhidos mostraram lesões de mancha branca iniciais sobre a superfície proximal. Os espécimes foram fotografados, e a lesão de esmalte foi avaliada por quatro examinadores de forma independente, onde marcaram como ativas uma superfície áspera e, como inativas uma superfície lisa brilhante. Foi feito um corte perpendicular sobre as amostras para obter duas metades, aplicou-se esmalte de unha para proteger o esmalte dental intacto deixando uma janela sobre as lesões de esmalte. As amostras foram escolhidas aleatoriamente para um dos dois processos do condicionamento por 120 s e em seguida, foram lavadas por 30 s e dessecadas em etanol por 30 s. A resina de baixa viscosidade (Icon®) foi infiltrada por 3 min e fotopolimerizada por 40 s. Foi feito um polimento por meio de uma politriz nas amostras até 100 µm para observar as estruturas porosas tais como lesões nano infiltradas ficando em etanol 50% e fluorescência de sódio durante 3 min. Foram levadas ao teste com CLSM sendo detectadas emissões de fluorescência 501-544 e 597-651 nm. As medições de distância foram descritas como profundidade média (LDav) e profundidade máxima LD (LDmax). Deste modo a profundidade de penetração (PD) do infiltrante foi avaliada como PDmax e PDmin. Análise estatística foi feita com modelo paramétrico ANOVA, sendo o nível de significância estabelecido em 0,05 para todos os testes. Obteve-se como resultado que as distâncias de infiltrações não apresentaram diferença significativa quando foram tratadas com ácido fosfórico ou ácido clorídrico, as lesões ativas foram mais profundas que as lesões inativas. As lesões inativas condicionadas com ácido fosfórico resultaram em esmalte com suficientes poros abertos para

permitir infiltração no corpo da lesão até cerca de 300µm em 60% das lesões, mas PDmax% foi significativamente menor em lesões inativas.

(Soviero et al.²⁴ 2013) avaliaram em um estudo *ex vivo* a penetração de um infiltrante em lesões de cáries proximais em molares decíduos após diferentes tempos de aplicação. Foram escolhidas aleatoriamente 34 crianças, submetidas ao uso de resina infiltrante em tempos de aplicação de 1, 3 ou 5 min, depois da exfoliação com um n=60 para lesões de cárie. Os dentes foram seccionados perpendicularmente a sua superfície e avaliados mediante microscópio de luz polarizada quanto: profundidade das lesões (LD); área das lesões (LA); distância de penetração (PD) e área de penetração (PA). A análise estatística foi realizada usando um teste ANOVA com nível de significância de $p>0,05$. Não houve diferença em relação LD ou LA entre os três tempos de aplicação, entretanto em PD e PA o infiltrante conseguiu penetrar em tempo de 1 min mais não teve significância entre os grupos. Concluíram que cáries proximais em molares decíduos podem ser infiltradas *in vivo* a um nível semelhante, como observado anteriormente *in vitro*. Além disso, a aplicação de 1 min da resina infiltrante elevou a PD e ocorreu homogeneidade semelhante aos observados com mais vezes de aplicação até 5 min.

(Paris et al.²⁵ 2013) avaliaram a influência de uma resina infiltrante sobre lesões de esmalte após a sua aplicação na microdureza do esmalte e na progressão das lesões artificiais. Utilizaram 50 dentes incisivos bovinos produzindo 100 amostras de esmalte. Após o corte, foram embebidos em tubos de PVC com resina acrílica deixando a face do esmalte exposta para serem lixadas com papel abrasivo. Foram delimitadas três áreas, sendo o restante impermeabilizado com esmalte de unha e, em seguida submetido ao ensaio de microdureza e perda de minerais, antes de serem expostas a um agente ácido acético de pH 9,95 a 37°C por 50 dias. Após exposição do ácido as amostras foram divididas em 5 grupos (n=20), de acordo com a composição do infiltrante aplicado: G1 - resina com TEGDMA; G2 - resina com Bis-GMA; G3 - solvente com etanol; G4 - solvente sem etanol e G5 –material infiltrante comercial Icon®

(DMG). Após esta aplicação foi realizado um segundo ensaio de microdureza e perda de minerais. Obteve-se como resultado, que a infiltração da resina aumentou os valores de microdureza e a progressão das lesões diminuiu em comparação com as lesões não infiltradas. Concluíram que a resina infiltrada melhorou significativamente a microdureza do esmalte e a resistência à desmineralização do esmalte das lesões.

(Araujo et al.²⁶ 2013) avaliaram as propriedades quando foi manipulada uma resina experimental em comparação com a resina comercial Icon® (DMG). Foram estabelecidos os seguintes grupos: G1 (TEGDMA 100%); G2 (TEGDMA 80%, etanol 20%); G3 (TEGDMA 80%, 20% de MAHE); G4 (75% de TEGDMA, BisEMA 25%); G5 (TEGDMA 60%, 20% BisEMA, etanol 20%); G6 (TEGDMA 60%, 20% BisEMA, HEMA 20%); G7 (TEGDMA 75%, UDMA 25%); G8 (TEGDMA 60%, 20% UDMA, etanol 20%); G9 (TEGDMA 60%, 20% UDMA, HEMA 20%) e Icon® (DMG). Dez amostras foram constituídas por cada grupo para os seguintes testes (n = 10): grau de conversão (DC), módulo de elasticidade (EE), dureza de Knoop (KH), e razão de amolecimento (SR). A penetração do infiltrante foi avaliada utilizando microscopia confocal laser (CLSM). Os dados foram submetidos à ANOVA dois fatores e Tukey (5%). Os dados comparando materiais experimentais foram analisados utilizando análise de variância e teste de Dunnett (5%). Concluíram que a adição de monômeros hidrófobos e solventes em misturas TEGDMA afetou o DC, EE, e KH. O UDMA adicionado ao TEGDMA resultou num aumento em DC, EE, e KH. No geral, solventes adicionados a misturas de monômeros resultaram na diminuição das propriedades. A adição de monômeros hidrófobos e solventes em misturas TEGDMA não melhorou a profundidade de penetração dos infiltrantes.

(Gelani et al.²⁷ 2013) avaliaram a impregnação de uma resina infiltrante em lesões de manchas brancas artificiais. Os autores utilizaram dentes bovinos (n=252) cortados ao nível do terço cervical. As amostras foram lixadas na superfície do estudo (vestibular) com papel abrasivo de # 500, 1200, e 4000. Em seguida, foi realizado o teste de microdureza inicial com carga de 50g por um

tempo de 15 s com ponta Knoop (2100 HT, Wilson Instruments, Norwood, MA, EUA). Para o preparo das lesões de esmalte artificial (manchas brancas) foi deixada livre uma janela de aproximadamente de 5 x 3 mm, sendo o restante da superfície de esmalte impermeabilizado com esmalte de unha. O desmineralizante usado foi a base de hidroxietilcelulose, um gel ácido com um pH de 5,0 controlado com ácido láctico de 0.05M, por 4 semanas. Foram divididos em 6 subgrupos (n=42): Grupo 1 - controle positivo foi aplicado NaF2% (fluoreto de sódio) por 4 minutos; para os grupos 2,3,4,5 e 6 foi aplicado um corante de fluoruro vermelho antes da infiltração, sendo condicionada a superfície de esmalte com ácido fosfórico 37% por 5 s e permaneceram por 12 horas em uma solução etanólica 0,1% e Rodamina B com a finalidade de desidratação do esmalte bovino; Grupo 2 - aplicada resina infiltrativa em lesão de esmalte por 5 min e fotopolimerizada por 60 s e para branquear o fluoruro vermelho foram deixados em peróxido de hidrogênio 30 % por 12 horas a 37°C; Grupo 3 - tratado igual ao grupo 2 e, em seguida aplicado NaF 2% por 4 min; Grupo 4 - grupo negativo sem nenhum tratamento; Grupo 5 - tratado igual ao G2 mas foi exposto a saliva artificial antes de infiltração por 5 s e o Grupo 6 - tratado igual ao G5 mas antes da infiltração foi aplicado NaF2%. Os espécimes foram testados com microscopia confocal e radiografia transversa. Não houve diferença significativa entre os G2 e G3 ou G5 e G6 na capacidade de inibição da progressão da lesão. A penetração da resina foi significativamente maior no G2 ($p=0,0041$) que no G3 sem alguma significância estatística entre os grupos. Concluiu-se que a aplicação de flúor pode ajudar na inibição de pequenas manchas brancas e que o contato com a saliva como contaminante pode ser contraindicada com uso de flúor tópico.

(Yim et al.¹¹ 2014) avaliaram a aplicação de ácido fosfórico (H_3PO_4 37%) como uma alternativa para pré-tratamento à infiltração da resina de baixo peso molecular e os diferentes efeitos da penetração. Setenta molares e pré-molares foram escolhidos com manchas brancas naturais não cavidades com predileção nas regiões proximais, armazenados a 4°C até serem usados. As raízes dos dentes foram cortadas e um corte perpendicular a superfície foi realizado e

examinada usando um microscópio estereoscópico com aumento de 12,5 X. Foram excluídas as amostras com esmalte cavitado, sendo as amostras com lesões que chegaram até a metade do esmalte escolhidas, sendo 30 dentes incluídos e seccionados obtendo um total de sessenta amostras. Estas amostras em sua superfície de corte foram impermeabilizadas com esmalte de unha, as outras 40 amostras foram distribuídas, sendo em 20 amostras avaliada as espessuras das camadas de superfícies retiradas e nas outras 20 amostras avaliado os efeitos da penetração depois dos diferentes métodos de pré-tratamento da superfície do esmalte, ou seja, ácido fosfórico (H_3PO_4 37%) e ácido hidroclorídrico (HCL15%). Os cortes foram feitos e lixados com papel abrasivo # 1200 observados por meio de CLSM. Ao fazer a infiltração dos dentes, estes eram submersos em solução de peróxido de hidrogênio 30% para branquear o fluoruro verde por 1 hora a 37°C. Foram lavadas por 30 s, depois submersas em solução etanólica de Rodamina B 0,1% durante 12 horas a 37°C e foi feita a infiltração com Icon® (DMG) de acordo com o fabricante. Os dentes foram cortados e as superfícies lixadas com papel abrasivo # 1200 – 4000 sendo avaliada a profundidade da lesão (PL) e profundidade da infiltração (PI) e os parâmetros para CLSM foram os mesmos que as amostras anteriores. Obtendo como resultado, as espessuras da lesão do esmalte tiveram diferença significativa entre os grupos, maior com HCL 15% por 120s ($36 \pm 7,62$) e menor H_3PO_4 37% ($13 \pm 2,76$) ($p < 0.05$). A porcentagem da infiltração foi similar nos grupos do estudo: HCL 15% = $74 \pm 17,58$ (PL); $71 \pm 22,31$ (PI) e H_3PO_4 37% = $76 \pm 21,51$ (PL); $78 \pm 18,29$ (PI) ($p < 0.05$). Concluíram que a aplicação do ácido fosfórico por 30s retirou menos camada superficial que com aplicação do ácido hidroclorídrico por 120s, obtendo resultados similares na penetração da resina infiltrante.

(Chay et al.¹⁰ 2014) avaliaram se o efeito da infiltração da resina pode melhorar a adesão da resina composta com pré-tratamento utilizando hipoclorito de sódio (NaClO) em esmalte hipermineralizado. Foram utilizados 152 dentes molares decíduos com lesão de esmalte hipermineralizado, armazenados em um recipiente úmido à temperatura ambiente. Em seguida, foi realizada uma seleção

dos dentes com esmalte sadio visualmente sem alterações de cor e esmalte hipermineralizado com cor amarelo e marrom, com 2 mm comprometido da superfície oclusal do esmalte sadio e esmalte afetado. Os dentes foram seccionados perpendicularmente ao plano oclusal para obter amostras que foram lixadas com papel abrasivo para obtenção de uma superfície plana. Após este preparo as amostras foram lavadas em ultrassom. Os espécimes foram divididos em dois grupos: branco cremoso (BC) ou amarelo marrom (AM). Para o procedimento da infiltração 105 amostras de esmalte compostas por 21 amostras de esmalte sadio e 84 com esmalte hipermineralizado: Grupo 1 (n=21) esmalte normal; Grupo 2 (n=21) esmalte hipomineralizado (11 BC e 10 AM); Grupo 3 (n=21) esmalte hipomineralizado (11 BC e 10 AM); Grupo 4 (n=21) esmalte hipomineralizado (11 BC e 10 AM) e Grupo 5 (n=21) esmalte hipomineralizado (10 BC e 11 AM). Os 5 grupos foram tratados com ácido fosfórico 35% usando adesivo Clearfil™ SE Bond, mais nos grupos 3,4 e 5 foi aplicada resina de baixo peso molecular Icon® (DMG). Nos grupos 4,5 antes da aplicação da resina infiltrante foi tratado com NaCLO 5,25%. Os grupos foram testados por meio microcisalhamento e foi avaliado o tipo de fratura: adesiva, mista e coesiva. A análise estatística foi análise de variância (ANOVA) com uma significância de $p \leq 0.05$ e Teste de Tukey. Obtendo como resultado no teste de microcisalhamento (MPa) entre média e desvio padrão: Grupo 1 = $29,03 \pm 6,75$; Grupo 4 = $25,81 \pm 8,87$ dados mais próximos ao esmalte normal, entretanto os dados dos grupos restantes ficaram com os seguintes resultados (MPa): Grupo 2 = $22,05 \pm 5,14$; Grupo 3 = $19,36 \pm 8,43$ e Grupo 5 = $24,61 \pm 7,82$, não apresentando diferença estatisticamente. Concluíram que os valores de resistência de união foram mais altos quando o esmalte hipermineralizado foi primeiramente tratado com o sistema de oxidação seguido por infiltração da resina para obter maior adesão com resina composta.

(Paris et al.²⁸ 2014) avaliaram a penetração de um infiltrante e um selador indicado para lesões de cáries de fissura. As fissuras dos dentes humanos extraídos foram classificadas de acordo com o Sistema de Detecção e Avaliação

de Cárie Internacional (ICDAS, códigos: 0, 1, 2). Dentro de cada código ICDAS. Dez dentes foram condicionados com ácido fosfórico 37% durante 60s e, posteriormente selados (Helioseal/IvoclarVivadent) ou condicionado com ácido clorídrico 15% durante 120s e posteriormente infiltrado com resina infiltrantelcon® (DMG). Além disso, dez dentes com ICDAS- código 2 foram condicionados com ácido fosfórico 37% por 120 s e infiltrados (Soft-Etch-infiltração). As amostras foram cortadas perpendicularmente a sua superfície, polidas e imagens microscópicas confocal a laser foram obtidas. Profundidades da lesão (LDmax) e profundidades de penetração (PDmax) foram medidas e, o percentual de penetração foi calculada como $PP_{max} = PD_{max} / LD_{max} \times 100$. Obtendo resultados para LDmax médias de 1192µm (805 µm-1512µm), para PDmax foi significativamente maior para as amostras tratadas com resina de infiltração 41% (30%-78%) em comparação com Soft-Etch infiltração 11% (0%-21%) onde PDmax não diferiram significativamente entre os grupos ICDAS 0 e 1. Concluíram que o selante de fissura, quando aplicado após condicionamento com ácido fosfórico penetrou apenas superficialmente em lesões de cárie não cavitadas e, a penetração de um infiltrante foi superior após condicionamento com ácido clorídrico 15%.

(Subramaniam et al.⁷ 2014) avaliaram quanto pode infiltrar uma resina comercial como a resina de baixa viscosidade Icon® (DMG) em lesões de esmalte tipo mancha branca. Foram utilizados 20 pré-molares, os quais permaneceram em solução de timol até serem utilizados. Os espécimes foram impermeabilizados com um esmalte para unha, deixando isenta uma janela na face vestibular de 4x4mm, as quais foram submetidas a uma substância desmineralizante com pH ácido de 4,4 durante 4 dias para desenvolverem uma lesão de esmalte tipo mancha branca. Em seguida, as lesões foram infiltradas com a resina de baixa viscosidade Icon® (DMG) sendo realizado condicionamento com ácido clorídrico 15% (Icon-etch) por 2 min de forma ativa com uma microescova, lavado por 30 s. As lesões foram dessecadas com aplicação de etanol (Icon-Dry) por 30 s e secas a ar. A resina de baixa viscosidade foi infiltrada deixando permanecer nas lesões

por 3 min, sendo aplicada de forma ativa com microescova e fotopolimerizada por 40 s. Este procedimento da infiltração foi repetido mais uma vez. As amostras foram submergidas em corante por 24 h a 37°. Foi feito um corte ao longo do plano lingual e levado ao microscópio estereoscópico com aumento de 80X para observar o tipo de penetração da resina de baixa viscosidade em lesões de esmalte. Encontraram uma profundidade máxima de penetração dos materiais infiltrantes de $6,06 \pm 3,32$ mm e, a profundidade mínima de penetração foi de $1,96 \pm 1,00$ mm. Concluiu-se que este material pode ser uma alternativa indolor e eficaz para tratamento de lesões de mancha branca.

(Lausch et al.²⁹ 2015) compararam as profundidades de penetração de um infiltrante após diferentes procedimentos de pré-tratamento, utilizando 15% de gel de HCl (ácido clorídrico). Com uma amostra de molares e pré-molares extraídos (n=140) e com lesões ativas não cavitadas ICDAS 2: superfície cor mate, foram divididos nos seguintes grupos: Grupo1- Etch+inf; Grupo2- Etch_{NB}+inf; Grupo3- Etch_{OB}+inf; Grupo4- Etch_{OB}+inf_{OB}; Grupo5- Etch_{FB}+inf; Grupo6- Etch_{MB120}+inf e Grupo7- Etch_{MB30}+inf, onde Etch significa condicionamento ácido e inf significa infiltrante, usando diferentes tipos de escova para aplicação do ácido e do infiltrante (escova plana[FB], escova oscilante[OB], escovação com abrasão tipo pedra pomes [MB], normal[NB], sem aplicação da escova) e diferentes tempos de aplicação de ácidos para o grupo 6 por 120 s e grupo 7 por 30 s. As imagens foram realizadas com CLSM (microscopia confocal laser), mensurando profundidade da lesão e profundidade da penetração. A análise estatística foi realizada com teste de Shapiro Wilk com um nível de significância de 5%. Concluíram que o grupo onde foi feito a aplicação do ácido clorídrico misturado com pedra pomes obteve maiores resultados para profundidade máxima da lesão sendo significativamente diferente comparado com o grupo controle.

(Oliveira et al.³⁰ 2015) avaliaram o efeito da aplicação de uma resina tipo infiltrativa previamente no esmalte erosionado e a influência do esmalte

condicionado com ácidos previamente à infiltração. Foram selecionadas 48 amostras de esmalte e divididos em 4 grupos experimentais :selante de fósula e fissura Pit& Fissure (Ultradent); HeliocelClear (Self-Etching adhesive); adesivo convencional Tetric N-Bond (Ivoclar-Vivadent) e Resina infiltrativa Icon® (DMG). A análise estatística foi realizada com teste de Shapiro-Wilk. Para iniciar o protocolo do infiltrante, o processo erosivo foi feito com HCl (ácido clorídrico), 0.01 M com pH 2,3 (17,6 mL) imersos por 5 dias a 37°C. Duas amostras adicionais foram usadas para ilustrar a penetração dos materiais à base de resina, por meio de microscopia confocal laser (CLSM). Para o ensaio com perfilômetro, antes do tratamento foi feito as marcas de referência usando um bisturi, para posicionamento exato da ponta ótica. Após, foram realizadas cinco leituras sobre a superfície das amostras, com distâncias pré-determinadas. Em seguida, foram cobertas essas marcas de referências com esmalte de unha para realização dos protocolos de infiltração com os materiais experimentais. Posteriormente, o esmalte de unha foi retirado para novamente ser submetido as análises com o perfilômetro na mesma área onde ficaram as referências e levadas ao ciclo erosivo. As amostras infiltradas foram preparadas para estudo com CLSM. Observou-se que a maior profundidade foi encontrada com resina infiltrativa, mas sem diferença significativa com o adesivo Heliocel Clear com condicionamento ácido do esmalte. O grupo com adesivo convencional Tetric N-Bond com o condicionamento do esmalte apresentou ausência de material na superfície do esmalte e não teve diferença significativa. Entretanto, o grupo com resina infiltrante Icon® (DMG) mostrou menor propagação das lesões do esmalte com perda de material após condicionamento do esmalte. Pode-se concluir que o infiltrante aplicado com ou sem esmalte condicionado foi capaz de penetrar e proteger o esmalte da erosão dental. Outros materiais à base de resina, exceto adesivos convencionais de dois passos, foram capazes de penetrar e inibir a progressão de lesões erosivas apenas quando aplicados depois de condicionamento do esmalte. No entanto, especialmente no caso de infiltrante, este foi o primeiro passo para avaliar a capacidade do infiltrante para prevenir a progressão da erosão.

(Askar et al.³¹ 2015) avaliaram a penetração de nove diferentes resinas infiltrantes experimentais com diferentes tipos de carga em lesões artificiais de esmalte. Foram utilizados 90 incisivos bovinos sendo 180 espécimes de esmalte (6mm x 4mm x 4mm). As amostras foram embebidas em cilindros de resina acrílica deixando a superfície vestibular exposta para polimento com papel de carburo de silício # 500, 1200, 2500 e 4000. Depois foram feitas duas linhas com esmalte para unha deixando três janelas para realização de lesões de cáries artificiais. Em seguida, foram submergidas em 5L de solução desmineralizante por 200 dias monitorando o pH diariamente. Após a desmineralização somente duas lesões foram tratadas com ácido fosfórico 37% por 5 s deixando uma lesão como controle. Foram lavadas por 30 s, secadas com seringa tríplice por 30 s, submergidas em etanol 0,1% por 12 h, depois foram secadas por 30 s para serem submetidas à infiltração. As resinas experimentais foram adicionadas duas cargas orgânicas (CO) com 83%; (CO) 42% de peso e diferentes tamanhos das partículas e um material de preenchimento de vidro inorgânico (EV) com 0,7% de peso adicionado ao mecanismo da resina de infiltração. O infiltrante de controle (Icon®) foi misturado com qualquer das três resinas experimentais, aplicando em nove amostras sobre as lesões de esmalte feitas anteriormente com uma *microbrush* por um tempo de 5 ou 10 s e fotopolimerizadas por 40 s com lâmpada Bluephase (Ivoclar Vivadent). As amostras foram preparadas para teste com (CLSM) avaliando profundidade de lesões (PL) e profundidade de penetração (PP) destas resinas com preenchimento. Os estudos estatísticos foram analisados com ANOVA dois critérios com um nível de significância de 5% para todas as amostras. Obtendo-se como resultado que entre os grupos não houve diferenças significativas em relação PL de amostras não tratadas ou controle ($p > 0.05$ ANOVA). Para os testes da resina com tempo de 10s aumentou significativamente (PP) comparando com 5 s de tempo ($p < 0,01$ teste-t emparelhado) em relação os tempos da resina sem preenchimento. O infiltrante mostrou significativamente maior PP tanto para (CO83%) e (EV0,7%) mais não foi significativo para preenchimento (CO42%).

2. PROPOSIÇÃO

3.1 Proposição geral

O objetivo desta pesquisa foi avaliar a aplicação sônica de resina infiltrante em esmalte dentário submetido a processo de desmineralização nos valores de resistência de união e profundidade de penetração.

3.2 Proposição específica

- Avaliar a profundidade de penetração com microscopia confocal laser em dentes submetidos à técnica da resina infiltrativa de baixo peso molecular incorporando condicionamento com ácido fosfórico 37%.
- Avaliar a profundidade de penetração com microscopia confocal laser em dentes submetidos à técnica da resina infiltrativa de baixo peso molecular aplicando a resina com um dispositivo ultrassônico.
- Avaliar a profundidade de penetração com microscopia confocal laser em dentes submetidos à técnica da resina infiltrativa de baixo peso molecular aplicando a resina com um dispositivo sônico.
- Avaliar a resistência de união ao microcissalhamento em dentes submetidos à técnica da resina infiltrativa de baixo peso molecular incorporando ácido fosfórico 37%.

- Avaliar a resistência de união ao microcisalhamento em dentes submetidos à técnica da resina infiltrativa de baixo peso molecular aplicando a resina com um dispositivo ultrassônico.
- Avaliar a resistência de união ao microcisalhamento em dentes submetidos à técnica da resina infiltrativa de baixo peso molecular aplicando a resina com um dispositivo sônico.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Seleção dos Dentes

A realização de toda a parte experimental deste trabalho foi aprovada por meio do parecer 1.336.687 pela Comissão de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Estadual de Ponta Grossa (COEP – UEPG). Para a realização desta pesquisa, foram selecionados 48 terceiros molares humanos permanentes, obtidos por meio do Banco de Dentes Humanos (BDH) da UEPG (Anexos A e B). Previamente ao estudo os dentes foram limpos com curetas periodontais (Duflex, SS White, Rio de Janeiro, RJ, Brasil) e armazenados em água destilada à temperatura ambiente. Os dentes selecionados para o presente estudo obedeceram aos seguintes critérios de inclusão: ausência de lesões de cárie; de manchas brancas hipoplásicas; de trincas ou alterações estruturais e de restaurações.

4.2 Desenvolvimento da Lesão de Mancha Branca

Em cada dente foi demarcada com uma fita adesiva uma janela de 4 mm x 4 mm na superfície vestibular e lingual aferida por meio de paquímetro, sendo o restante e as demais superfícies protegidas com esmalte para unha. Em seguida, foi realizada uma radiografia periapical inicial digital (Imax Mural modelo 70 Kv 180CM com um tempo de exposição de 0,5s e distancia do objetivo 15cm) para observação do esmalte sadio antes dos dentes serem submetidos ao gel desmineralizante (Figura 1).

Posteriormente, foi desenvolvido um gel de ácido desmineralizante, a uma taxa de 140 g / L de hidroxietilcelulose (HEC) com um pH de 5,0, ajustando com 0,05 M de ácido láctico, hidrolisando-o por agitação durante 30 min sendo incubados durante 24 horas a 37°C±1°C (Figura 2). Os dentes foram mantidos hidratados em um segundo recipiente, onde foi vertida a substância desmineralizante, resultando desta forma em um líquido mais leve na forma de gel que foi deixado na estufa a 37°C durante quatro semanas. Após este período foi

realizada uma radiografia periapical final digital com as mesmas especificações citadas anteriormente, para observar a presença ou ausência de algum tipo de lesão cavitada (Figura 3), em consequência da exposição ao gel desmineralizante (Gelani et al.²⁷ 2013).

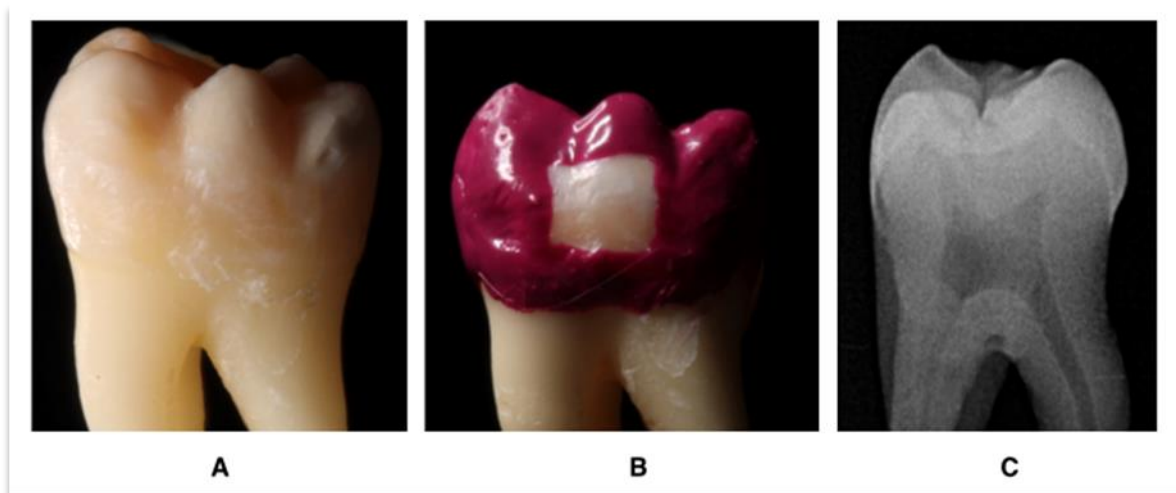


Figura 1. Preparo dos dentes para submissão ao gel desmineralizante: A- Molar permanente com esmalte sadio; B - Delimitação da área de trabalho com esmalte para unha (face vestibular) e C - Radiografia periapical inicial.

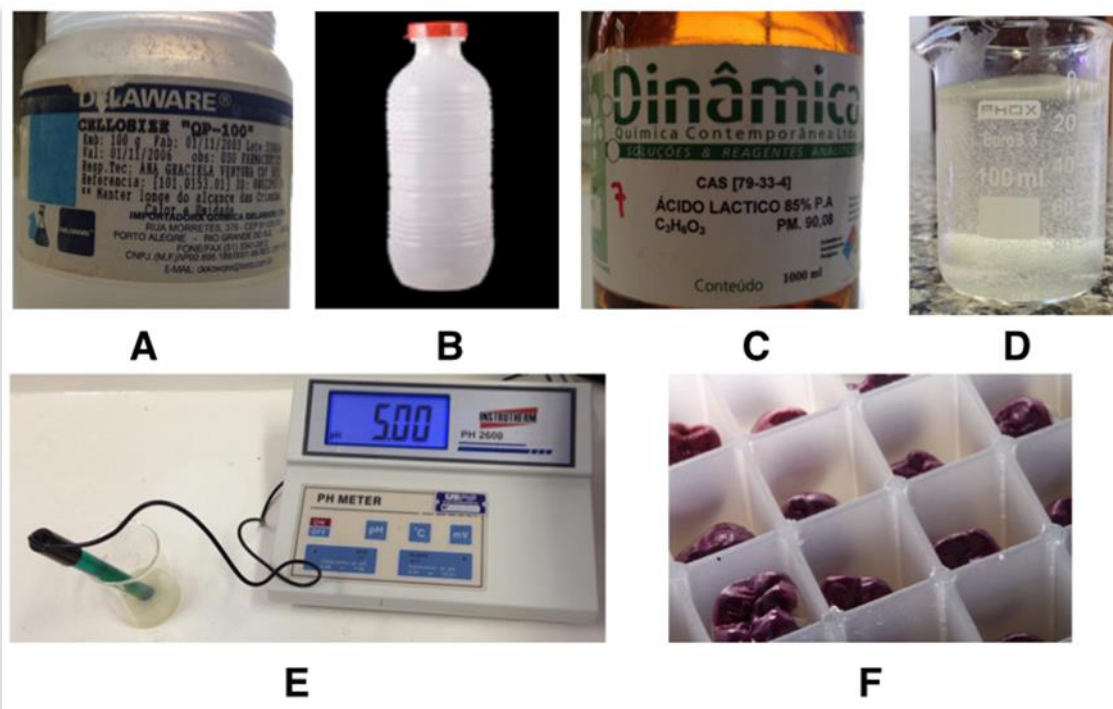


Figura 2. Desenvolvimento do gel desmineralizante: A-Cellosize “QP 100”; B -Água ultra pura; C-Ácido láctico 85% P.A.; D- Aspecto do gel desmineralizante desenvolvido; E- Monitoramento por meio de pH metro (pH 5,0) e F-Incorporação do gel desmineralizante e armazenamento dos dentes por 4 semanas a 37°C.

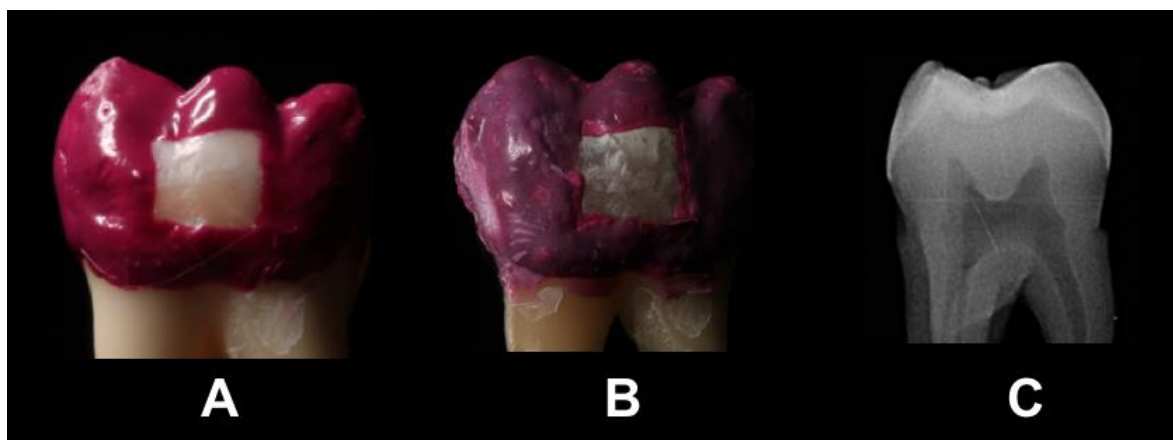


Figura 3. Mancha branca desenvolvida: A – Dente com esmalte sadio; B –Lesão artificial de mancha branca e C – Radiografia periapical após exposição ao gel desmineralizante.

Também com a finalidade observacional (ilustrativa) da mudança na estrutura superficial do esmalte, amostras foram levadas para microscopia eletrônica de varredura por efeito de campo (MEV) (MIRA3 LM; Tescan, Warrendale, PA, EUA). Foi utilizado uma tensão de aceleração de elétrons de 10kV e ampliação das imagens em 2,00Kx, 1,00Kx, 7,00Kx (Figura 4).

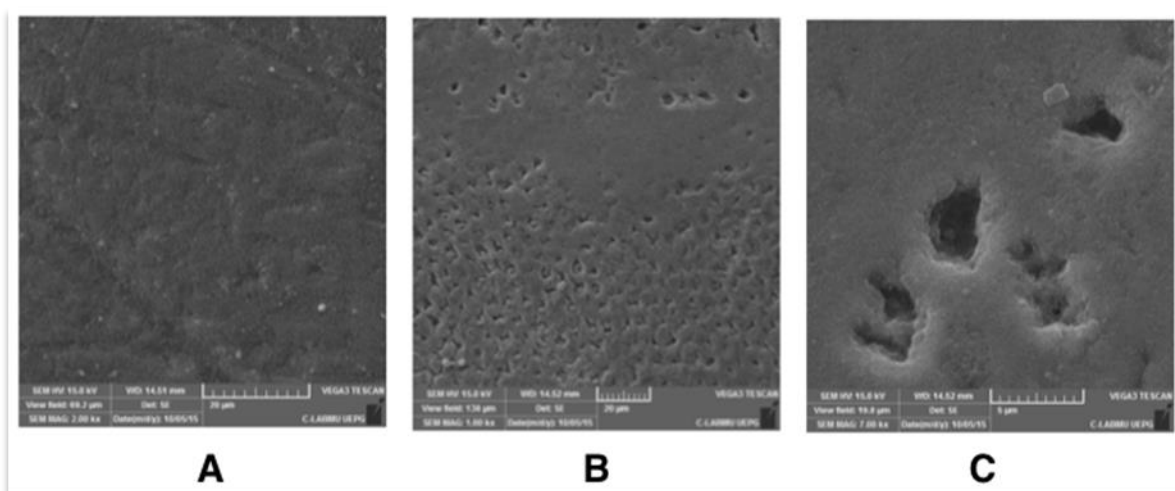


Figura 4. Imagem ao Microscópio eletrônico de varredura (MEV) esmalte sadio e lesão de esmalte: A- Esmalte sadio (2,00Kx); B - Lesão de esmalte (mancha branca)(1,00Kx) e C - Porosidade do esmalte(7,00Kx).

4.3 Preparo das amostras

Após a obtenção da lesão artificial de mancha branca descrita anteriormente, antes dos protocolos de infiltração, especificamente para as amostras submetidas ao ensaio CLSM estes foram condicionados com ácido clorídrico 15% por 120 s, aplicando o protocolo de infiltração segundo o fabricante da resina Icon® (DMG) e submetidos à lavagem com água por 60 s. As coroas foram coradas com o primer corante de contraste isotiocianato de tetrametilrhodaminaetanólica 0,1% (TRITC,

Sigma Aldrich, Steinheim, Alemanha) submersas durante 12 h a 37°C (Figura 5)(Paris et al.³² 2009), (Meyer-Lueckel e Paris¹⁹ 2010). Em seguida, para cada teste foi feita uma distribuição de aleatorização sistemática simples, por meio do Software Biostat 5.0 (Tefe, Amazonas, Brasil) em seis grupos de estudo para o teste de resistência de união e coeficiente de penetração. Os dentes por meio de um disco diamantado montado em uma máquina de corte ISOMET 1000 (Buehler, Lake Bluff, IL, EUA) sob refrigeração com água constante tiveram suas coroas cortadas na junção cimento-esmalte, as quais foram cortadas longitudinalmente de mesial à distal para obtenção de duas superfícies, ou seja, lingual e vestibular para os grupos de aplicação sônica e ultrassônica. Todas as coroas foram mantidas sob uma tela amarela tipo UV para prevenir a polimerização no momento da realização do protocolo de infiltração da resina exposta à luz natural. Os grupos foram divididos da seguinte maneira: Grupo (AC) ácido clorídrico 15%; Grupo (AF+AC) ácido fosfórico 37% + ácido clorídrico 15%; Grupo (AC + aplicação de ondas ultrassônica[superfícies L]); Grupo (AC+ aplicação de ondas sônicas [superfícies V]); Grupo (AF + AC + aplicação de ondas ultrassônicas[superfícies V]) e Grupo (AF + AC + ondas sônicas [superfícies L]).

No Quadro 1 está descrito o protocolo de aplicação de cada grupo de estudo. O Quadro 2 descreve os materiais utilizados no estudo, composição, fabricante e lote para aplicação da resina infiltrante, cuja sequência encontra-se demonstrada por meio das Figuras 6 a 11.



Figura 5.Preparo das amostras para microscopia confocal laser com o primeiro corante **Rodamina B**: A e B - Lesão de mancha branca condicionada com ácido clorídrico 15% por 120 s; C -.Etanol puro para misturar com Rodamina B; D - Mistura com Rodamina B 0,1%; E - Armazenamento das amostras por 12 horas.

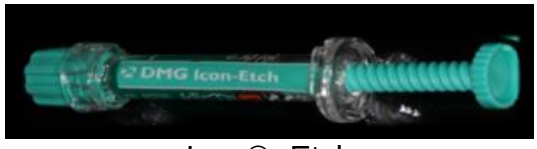
Quadro 1. Grupos de estudo e protocolo de aplicação

GRUPOS DE ESTUDO	PROTOCOLO DE APLICAÇÃO
Grupo AC	Condicionamento na área delimitada do dente com ácido clorídrico (HCL) 15% durante 2 min Lavado e secado por 30 s Aplicação de etanol 30 s Aplicação da resina infiltrante por 3 min Fotopolimerização por 40s - LED 1500mW/cm ² RadiiPlus(SDI)
Grupo AF+AC	Condicionamento na área delimitada do dente com ácido fosfórico (H ₃ PO ₄) 37% durante 15 s Lavado e secado por 30 s Aplicação de HCL 15% durante 2 min Lavado e secado por 30 s Aplicação de etanol 30 s Aplicação da resina infiltrante por 3 min

	Fotopolimerização por 40s-LED 1500mW/cm ² Radii-Plus(SDI)
Grupo AC + aplicação ultrassônica	Condicionamento na área delimitada do dente com HCL 15% durante 2min Lavado e secado por 30s Aplicação de etanol 30s Aplicação da resina infiltrante com vibração por 3min Fotopolimerização por 40s-LED 1500 mW/cm ² Radii-Plus (SDI)
Grupo AC + aplicação sônica	Condicionamento na área delimitada do dente com HCL 15% durante 2 min Lavado e secado por 30 s Aplicação de etanol 30 s Aplicação da resina infiltrante com vibração por 3 min Fotopolimerização por 40s-LED 1500 mW/cm ² Radii-Plus (SDI)
Grupo AF+AC + aplicação ultrassônica	Condicionamento na área delimitada do dente com H ₃ PO ₄ 37% durante 15 s Lavado e secado por 30 s Aplicação de HCL 15% durante 2 min Lavado e secado por 30 s Aplicação de etanol 30 s Aplicação da resina infiltrante com vibração por 3 min Fotopolimerização por 40s-LED 1500mW/cm ² Radii- Plus(SDI)
Grupo AF+AC + aplicação sônica	Condicionamento na área delimitada do dente com H ₃ PO ₄ 37% durante 15 s Lavado e secado por 30 s

	Aplicação de HCL 15% durante 2 min Lavado e secado por 30 s Aplicação de etanol 30 s Aplicação da resina infiltrante com vibração por 3 min Fotopolimerização por 40s-LED 1500mW/cm² Radii-Plus(SDI)
--	--

Quadro 2. Materiais utilizados no estudo, composição, fabricante e lote

Materiais	Composição*	Fabricante	Lote
 Icon® -Infiltrant	TEGDMA, iniciador – aditivos	DMG do Brasil, Piratuba, SP, Brasil	# 632178
 Icon® -Etch	HCL 15% (ácido clorídrico) salicílico, pirogênico, substância de reação com a superfície	DMG do Brasil, Piratuba, SP, Brasil	# 632178
 Icon® - Dry	99% etanol	DMG do Brasil, Piratuba, SP, Brasil	# 632178
 Condac 37%	H ₃ PO ₄ 37%(ácido fosfórico) espessante, corante, água deionizada	FGM, Joinville, SC, Brasil	# 080814

Sistema Adesivo Adper™ Single Bond 2 	Bis-GMA, HEMA, dimetacrilatos, etanol, água, fotoiniciador, copolímero dimetacrilato, ácido poliacrílico e ácido itacônico	3M ESPE, St. Paul, MN, EUA	# 512002
Resina Composta Filtek™ Z350 XT 	Bis-GMA, Bis-EMA, UDMA, TEGDMA	3M ESPE, St. Paul, MN, EUA	# 455416

*De acordo com o fabricante

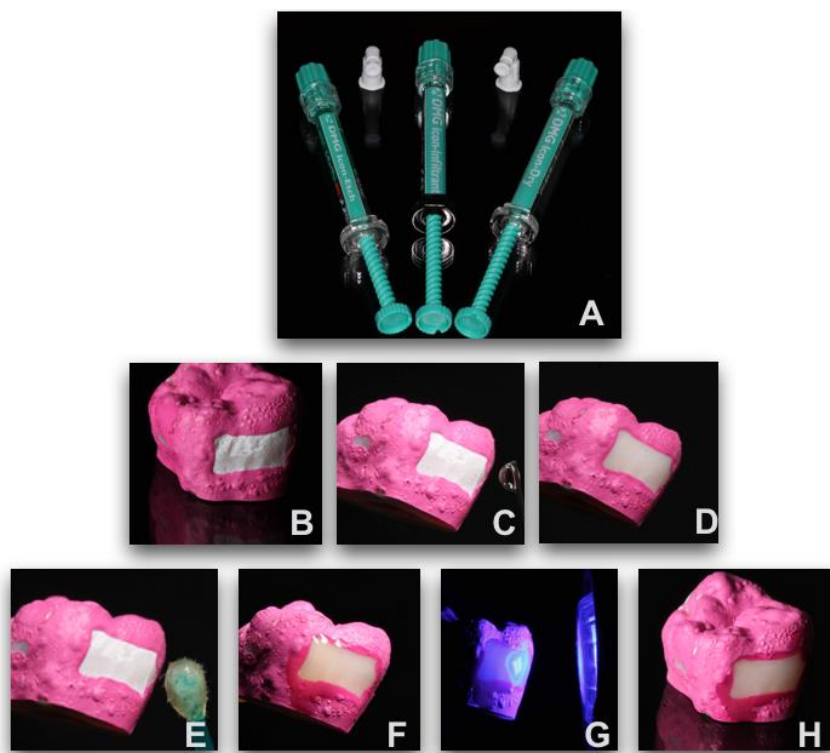


Figura 6. Protocolo de infiltração (manual) com ácido clorídrico 15%: A-Icon® (Icon®-Infiltrant, Icon®-Etch, Icon®-Dry); B- Lesão artificial de mancha branca condicionada; C- Aplicação do etanol por 30 s; D- Aparência do esmalte após desidratação com etanol; E - Aplicação da resina de baixo peso molecular Icon® (DMG); F - Resina infiltrante por 3 min; G - Fotopolimerização por 40s, com intensidade de luz de 1.500mV/cm² LED Radii Plus (SDI) e H - Lesão de mancha branca infiltrada.

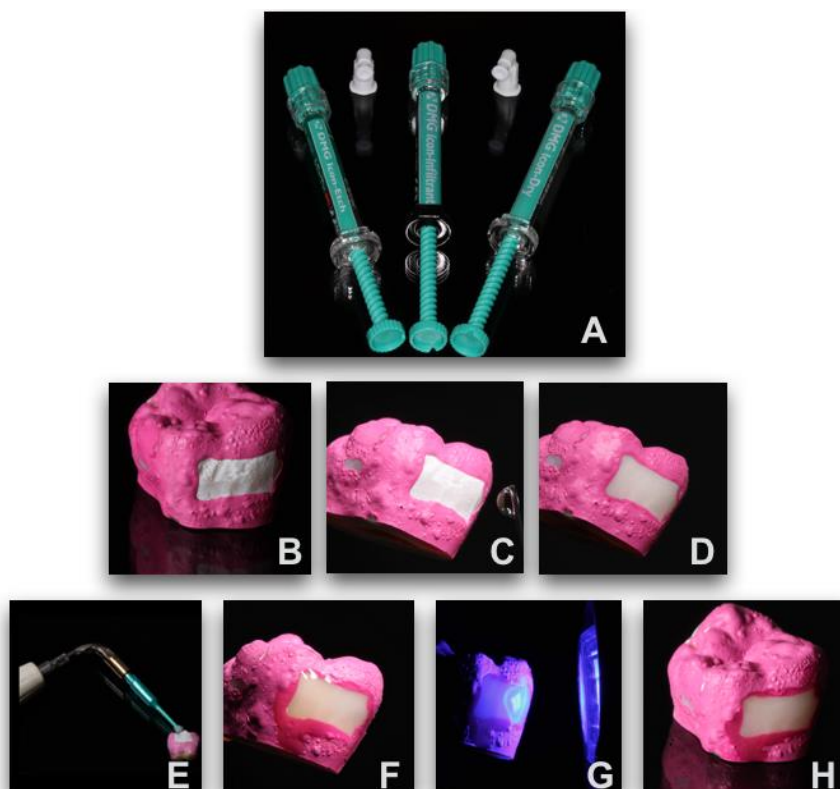


Figura 7. Protocolo de infiltração com ácido clorídrico 15% e dispositivo de ondas ultrassônica: A- Icon®DMG (Icon®-Infiltrant, Icon®-Etch, Icon®-Dry); B -. Lesão artificial demancha branca condicionada; C - Aplicação do etanol por 30 s; D - Aparência do esmalte após desidratação com etanol; E e F -Aplicação da resina de baixo peso molecular Icon® (DMG) com ondas ultrassônicas por 2 min; G - Fotopolimerização por 40s com intensidade de luz de 1.500mV/cm² LED Radii Plus (SDI) e H - Lesão de mancha branca infiltrada.

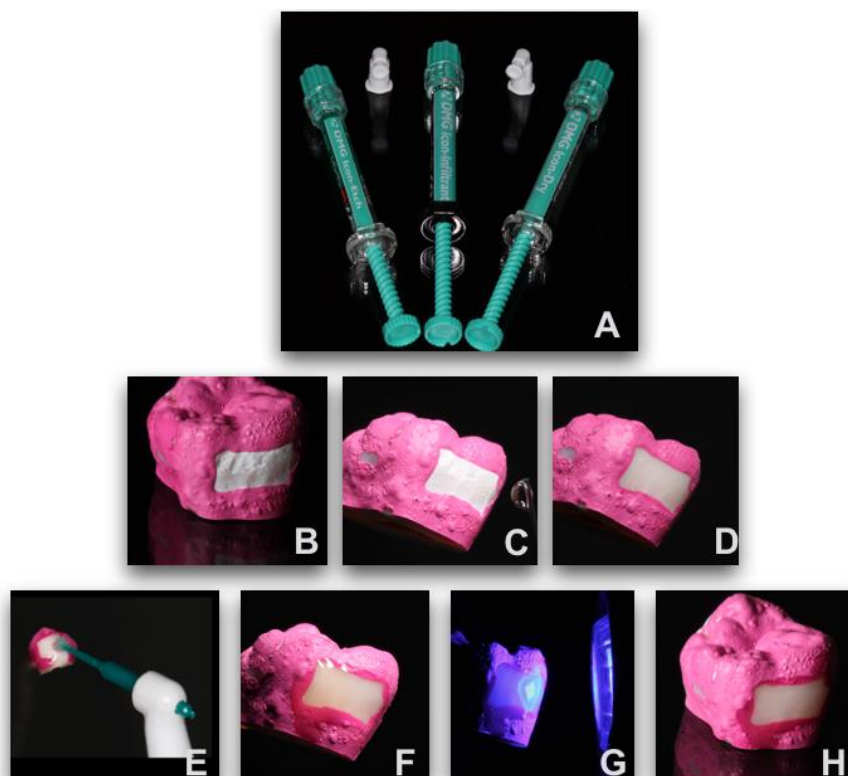


Figura 8. Protocolo de infiltração com ácido clorídrico 15% e dispositivo com ondas sônica:

A-Icon®DMG(Icon®-Infiltrant, Icon®-Etch,Icon®-Dry); B - Lesão artificial de mancha branca condicionada; C - Aplicação do etanol por 30 s; D -Aparência do esmalte após desidratação com etanol; E e F -Aplicação da resina de baixo peso molecular Icon®-Infiltrant com onda sônica por 2 min; G - Fotopolimerização por 40scom intensidade de luz de 1.500mV/cm² LED Radii Plus (SDI) e H - Lesão de mancha branca infiltrada.

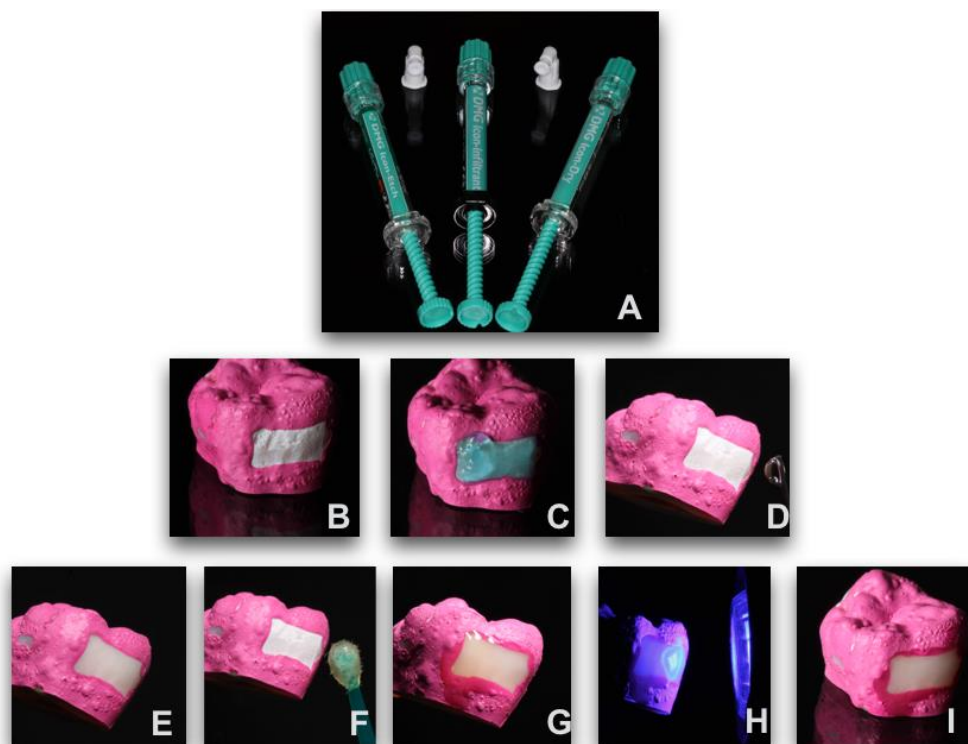


Figura 9. Protocolo de infiltração (manual) com ácido clorídrico 15% mais ácido fosfórico 37%:

A - Ico®DMG (Icon®-Infiltrant, Icon®-Etch, Icon®-Dry); B - Lesão artificial de mancha branca condicionada; C - Aplicação do ácido fosfórico 37% por 15 s; D - Aplicação do etanol por 30 s; E- Aparência do esmalte após desidratação com etanol; F - Aplicação da resina de baixo peso molecular Icon® (DMG); G - Aplicação da resina infiltrante por 3 min; H - Fotopolimerização por 40 s com intensidade de luz de 1.500mV/cm² LED Radium Plus (SDI) e I - Lesão de mancha branca infiltrada.

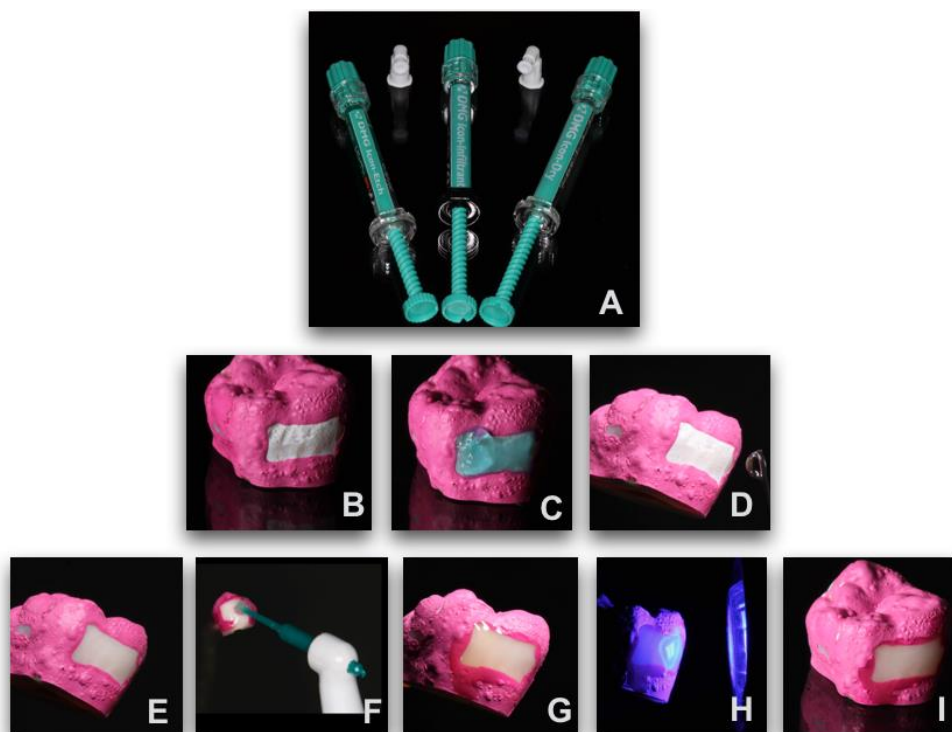


Figura 10. Protocolo de infiltração com ácido clorídrico 15% mais ácido fosfórico 37% e dispositivo de ondas sônica: A -Icon® DMG(Icon®-Infiltrant, Icon®-Etch,Icon®-Dry); B - Lesão artificial de mancha branca condicionada; C - Aplicação do ácido fosfórico 37% por 15 s; D - Aplicação do etanol por 30s; E- Aparência do esmalte apos desidratação com etanol; F e G - Aplicação da resina de baixo peso molecular Icon® Infiltrant com ondas sônicas (Smar Sonic device®) por 2min; H - Fotopolimerização por 40 s com intensidade de luz de 1.500mV/cm² LED Radii Plus (SDI) e I - Lesão de mancha branca infiltrada.

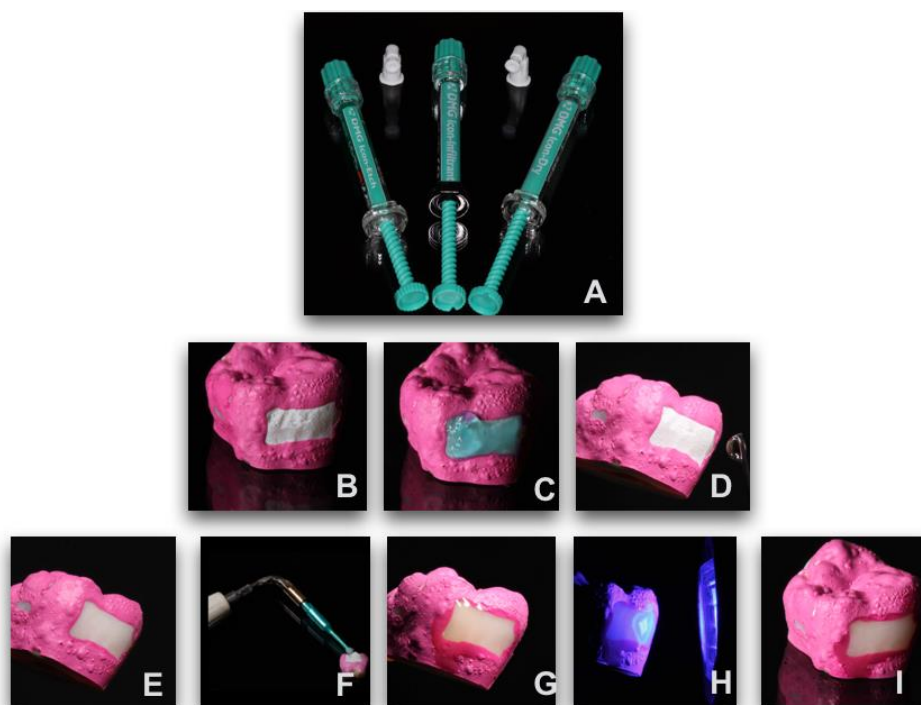
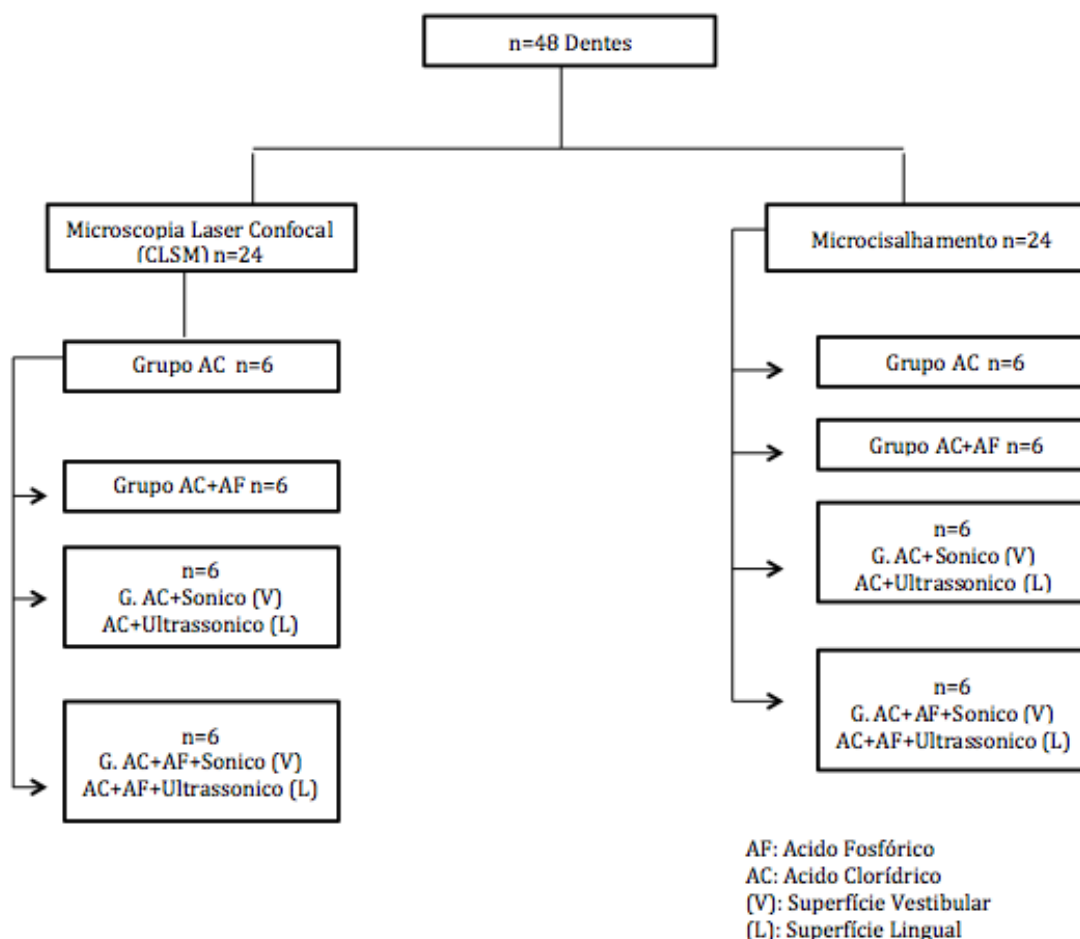


Figura 11. Protocolo de infiltração com ácido clorídrico 15% mais ácido fosfórico 37% com dispositivo de ondas ultrassônica: A -Icon®DMG(Icon®-Infiltrant, Icon®-Etch, Icon®-Dry); B - Lesão artificial de mancha branca condicionada; C - Aplicação do ácido fosfórico 37% por 15 s; D - Aplicação do etanol por 30 s; E -Aparência do esmalte após desidratação com etanol; F e G - Aplicação da resina de baixo peso molecular Icon® (DMG) com ondas ultrassônicas dos 2min; H - Fotopolimerização por 40 s com intensidade de luz de 1.500mV/cm² LED Raddi Plus (SDI) e I - Lesão de mancha branca infiltrada.

Após os protocolos de infiltração da resina infiltrante, os espécimes foram divididos aleatoriamente em duas metodologias: avaliação da resistência de união (RU) por meio do teste de microcisolamento (n=24) e de profundidade de penetração (PP) da resina infiltrante por meio de Microscopia Confocal Laser (n=24), demonstrado no Fluxograma 1.



Fluxograma 1. Distribuição das metodologias de acordo com os grupos de estudo

4.4. Ensaio de microcissalhamento

Vinte e quatro coroas foram selecionadas aleatoriamente depois da infiltração da resina dos diferentes grupos experimentais. Em seguida, foram incluídas em tubos de PVC (Tigre, São Paulo, SP, Brasil) usando resina acrílica (Resina Acrílica VIPI Flash, VIPI, Pirassununga, SP, Brasil), manipulada segundo a indicação do fabricante, para posterior fixação dos tubos *tygon*. As superfícies

do esmalte dental foram condicionadas com ácido fosfórico 37% por 30 s, lavado por 30 s e seco também por 30 s. Em seguida, foi realizada a aplicação do sistema adesivo Adper™ Single Bond 2 (3M ESPE, St. Paul, MN, EUA) de acordo com as indicações do fabricante. Tubos *tygon* com 1 mm de altura e 0,7 mm de diâmetro (Tygon® Medical Tubing, Saint Gobain, Akron, OH, EUA) foram utilizados para preenchimento com resina composta FilteK™ Z350 XT (3M ESPE, St. Paul, MN, EUA), sobre uma placa de vidro e depois de observar ausência de bolhas, foram colocados na superfície de esmalte (2 *tygon* por superfície de esmalte) e fotopolimerizadas por 40 s com um aparelho LED (RadiiCal, SDI, Victoria, Austrália), com intervalo de comprimento de onda de 440 - 480 nm e com intensidade de luz de 1200 mW/cm², a qual foi periodicamente monitorada por meio de um radiômetro (Radiômetro Led - Kondortech, Kondortech Equip. Odontológicos. LTDA - São Carlos, SP, Brasil) (Loguercio et al.³³ 2015), (Munoz et al.³⁴ 2015). O teste foi realizado em uma Máquina de Ensaio Universal (Kratos Dinamômetros, São Paulo, SP, Brasil), onde os corpos de prova (cp) foram dispostos perpendicularmente à célula de carga, por meio de um fio ortodôntico com espessura de 0,017 x 0,025 mm próximo na interface adesiva (*Tygon* – esmalte), a uma velocidade de 0,5 mm/min até que a fratura ocorresse ou o deslocamento da resina aderida ao espécime. A força requerida para a falha foi calculada em Newton, dividindo-a pela área de adesão, resultando em valores de resistência de união expressos em Megapascal (MPa).

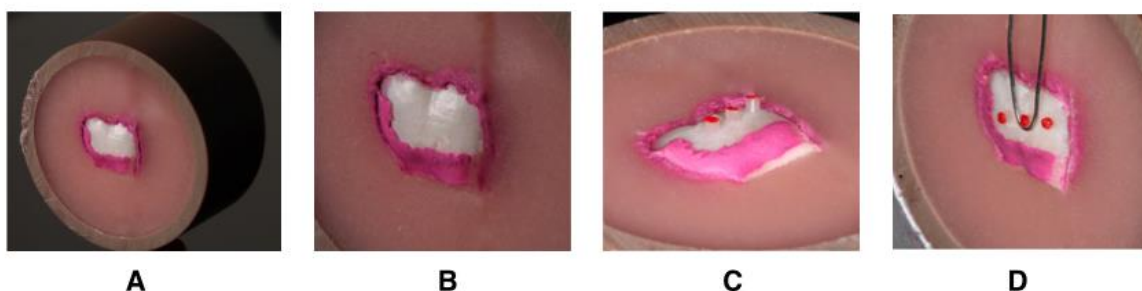


Figura 12.Ensaio de microcisalhamento para avaliação da resistência de união: A e B - Inclusão das amostras em tubo PVC; C - Preenchimento do *tygon* e D - Ensaio de microcisalhamento, fio entrelaçado em torno do *tygon* e disposto o mais próximo possível da interface esmalte/resina.

Após o teste de microcissalhamento, para classificação dos padrões de fratura, num aumento de 50X, foi utilizada uma Lupa Estereoscópica STEMI 2000-C (Carl Zeiss, Alemanha) acoplada a uma câmera AxioCamERc 5s (Carl Zeiss, Alemanha) sendo os padrões de fratura classificados como:

Tipo 1: falha adesiva na interface adesivo-esmalte;

Tipo 2: falha coesiva em esmalte, se a falha ocorrer exclusivamente no esmalte.

Tipo 3: falha mista (envolve dois tipos de fratura ao mesmo tempo).

4.5 Microscopia Confocal Laser

Após os protocolos de infiltração da resina infiltrante, as coroas para avaliação do grau de penetração foram seccionadas longitudinalmente em relação ao seu longo eixo, no sentido vestibular a lingual, com 300 rpm com auxílio de um disco diamantado montado em uma máquina de corte ISOMET 1000 (Buehler, Lake Bluff, IL, EUA) sob refrigeração com água constante para obter fatias com uma espessura de $1\text{ mm} \pm 0,1\text{ mm}$, verificadas com paquímetro digital de precisão de 0,1 mm (Digimatic Caliper, Mitutoyo, Tóquio, Japão). As fatias foram armazenados em solução de peróxido de hidrogênio 30% durante 12 h a 37°C, para branquear todo o fluoruro vermelho que não chegou a penetrar. Posteriormente, as amostras foram lavadas exaustivamente com água deionizada e lixadas com papel abrasivo 1200, 2400, 4000 com fim de obter cortes limpos para observação ao microscópio confocal (CSLM) (NikonA1RSiMP, NIKON, Tóquio, Japão) do Laboratório de Biologia Celular, da Universidade Federal de Paraná (Curitiba - Brasil), de acordo com os grupos de estudo citados anteriormente. Para visualizar as estruturas dos poros da porção não infiltrada das lesões, as fatias lixadas foram imersas em solução de etanol a 50% contendo 100 μM de fluoresceína sódica (Sigma Aldrich, St. Louis, MO, EUA) durante 3 min,

posteriormente, as amostras foram lavadas exaustivamente com água deionizada por 1 minuto, (Paris et al.³² 2009) (Figura 14).

Subseqüentemente, foram visualizadas com um microscópio confocal laser utilizando objetivas de 20X, imersas em óleo (com abertura numérica de 0,75). Para o GFP (Proteínas Fluorescentes e Bioluminiscentes) foi utilizado laser 488nm para excitação e filtro de intervalo ("bandpass") de 500-550nm e para o DAPI (Proteínas Fluorescentes e Bioluminiscentes) foi utilizado laser 405 nm para excitação e filtro de intervalo ("bandpass") de 425-475nm. O programa Imaging Software NisElements 4.20 (NIKON,Tóquio, Japão) foi utilizado para a visualização das imagens e produção de animações em 3D pelo uso das fatias óticas (*Z slices*), (Gelani et al.²⁷ 2013), (Askar et al.³¹ 2015), As imagens foram encaminhadas para software imagem J 1.47 para macBook conseguindo fazer as mensurações da profundidade de penetração (PP) fazendo uma calibração em pixels de imagem para converter em micrômetros (μm) do material de resina infiltrado, analisando os três pontos mais representativos mensurando primeiramente lesões do esmalte, ficando em cor verde, após foi mensurado a profundidade de infiltração de resina ficando em cor vermelho, para depois fazer uma proporção das medições obtendo dados da profundidade de penetração em porcentagem (Figuras 13).

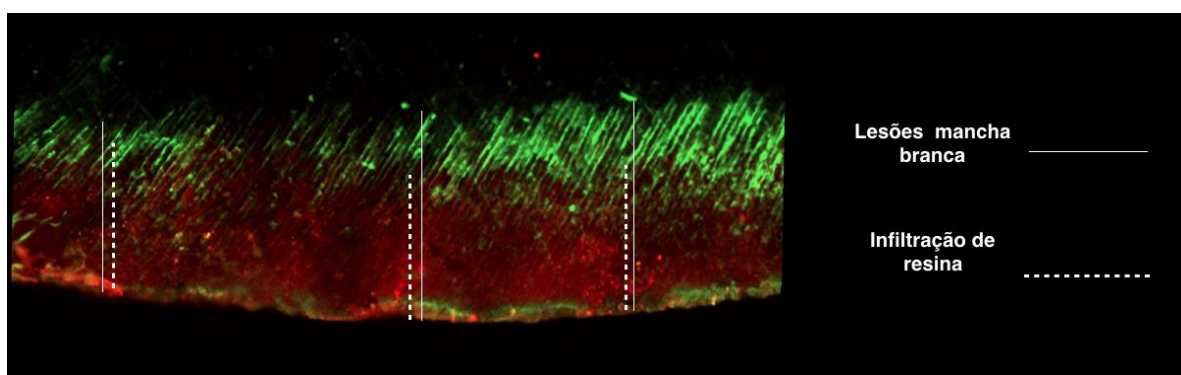


Figura 13. Mensuração para profundidade de penetração

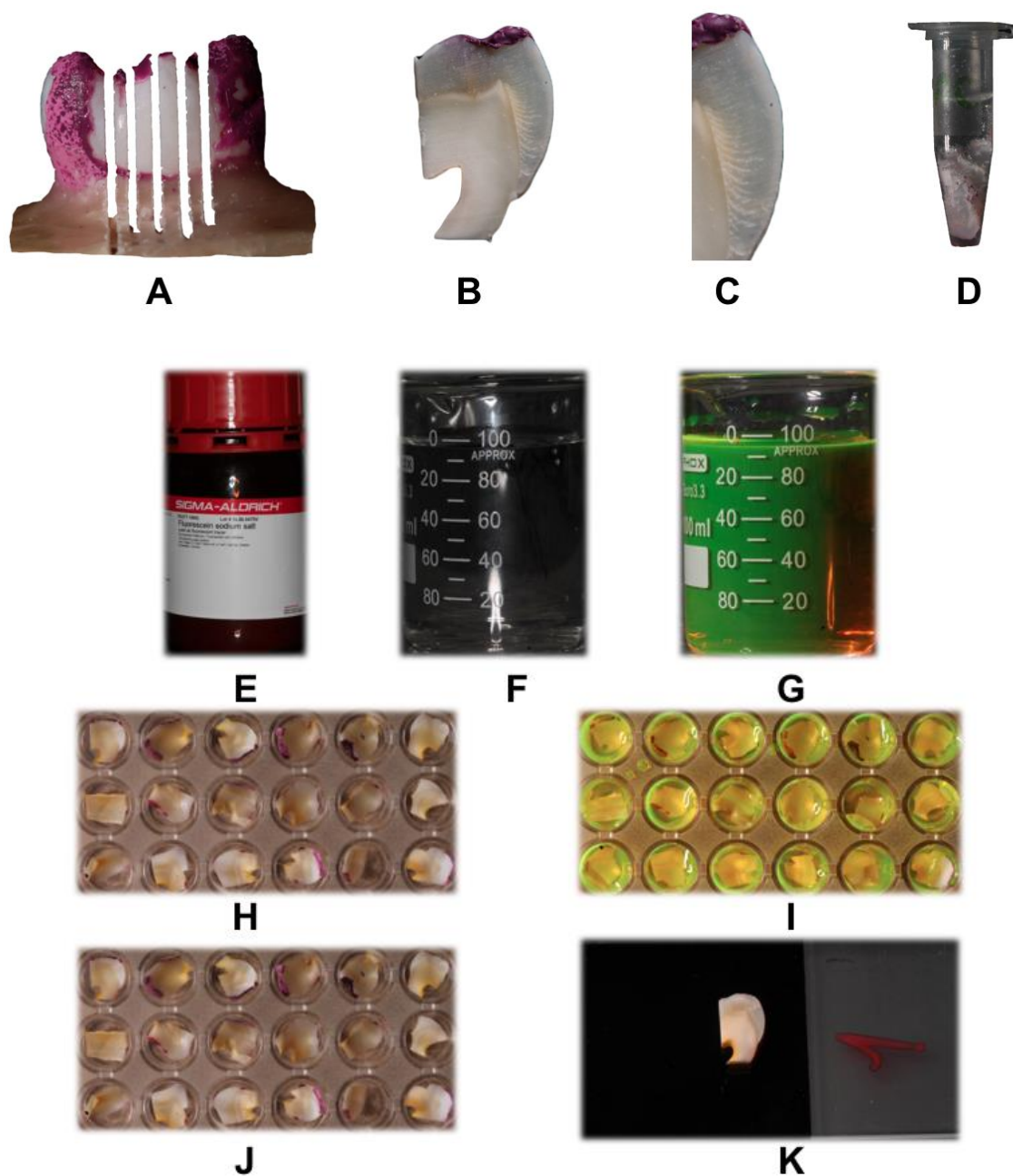


Figura 14. Preparo das amostras para Microscopia Confocal Laser com o segundo corante fluoresceína sódica: A - Corte perpendicular; B - Fatia de 1mm de espessura; C - Região para análise em Microscópio Confocal Laser; D - Espécimes armazenados em peróxido 30% por 12 horas; E - Fluoresceína sódica; F - Álcool 50%; G - Solução de álcool e fluorescência sódica; H e I - Imersão das amostras na solução de álcool e fluoresceína sódica por 10 min; J - Lavagem das amostras por 3 min em água deionizada e K - Amostras em porta lâmina

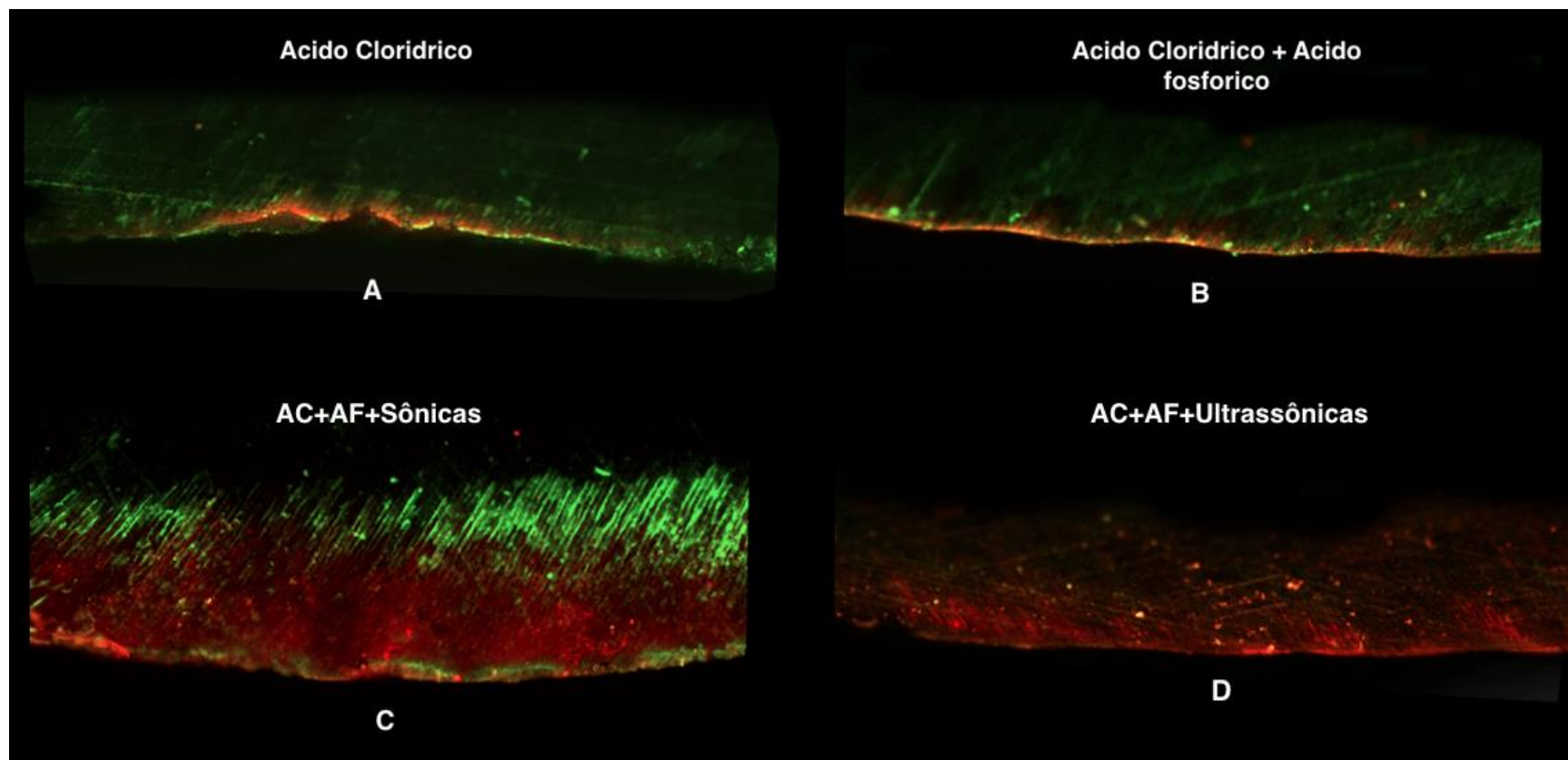


Figura 15. Imagens com Microscopia Confocal Laser: A - Infiltração de resina com ácido clorídrico B - Infiltração de resina com ácido clorídrico mais ácido fosfórico C - Infiltração de resina com ácido clorídrico mais ácido fosfórico com ondas sônicas D - Infiltração de resina com ácido clorídrico mais ácido fosfórico com ondas ultrassônicas.

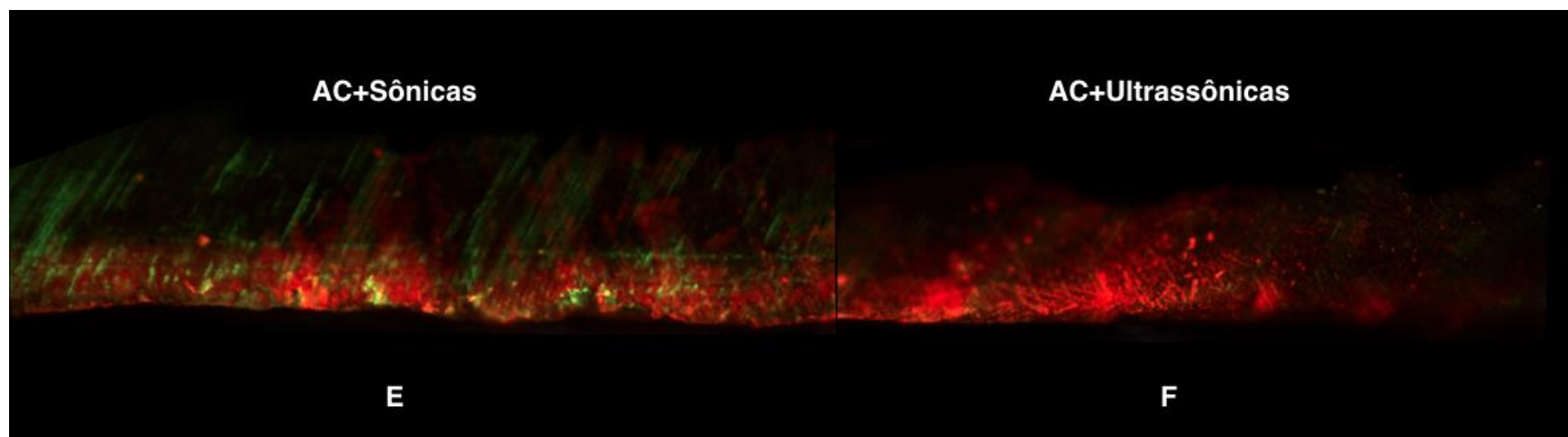


Figura 16. Imagens com Microscopia Confocal Laser: E - Infiltração de resina com ácido clorídrico com ondas sônicas F - Infiltração de resina com ácido clorídrico com ondas ultrassônicas.

4.6 Análise estatística

Os dados de resistência de união (MPa) e de profundidade de penetração (%) foram submetidos à análise de variância (ANOVA) de dois fatores (técnica de aplicação vs condicionamento) e pós teste de Tukey ($p= 0,05$).

5 RESULTADOS

5.1 Microcissalhamento

Os valores médios e desvios padrões de resistência de união (MPa) para as diferentes condições experimentais estão dispostos na Tabela 1. A interação entre os fatores (técnica de aplicação vs condicionamento), bem como os fatores principais não foram significativos ($p > 0,05$).

Tabela 1 - Média e desvio padrão de resistência de união (MPa) para as três técnicas de aplicação (manual, sônica e ultrassônica) para incorporação de resina infiltrativa e com dois protocolos de condicionamento (ácido clorídrico e ácido fosfórico + ácido clorídrico)

TÉCNICA DE APLICAÇÃO	CONDICIONAMENTO	
	Ácido clorídrico	Ácido Clorídrico + Fosfórico
Manual	22,57 ± 6,17 a	25,10 ± 8,10 a
Sônica	21,63 ± 6,35 a	19,61 ± 7,54 a
Ultrassônica	23,44 ± 6,25 a	24,28 ± 5,81 a

Letras semelhantes não denotam diferenças significativas ($p > 0,05$).

A Tabela 2 mostra a porcentagem de padrões de fratura encontrados em cada condição experimental. Obtendo porcentagem maiores para tipo de fratura coesiva, em os grupos experimentais AC, AC + Sônica, AC + AF + Sônica, AC + AF + Ultrassônica.

Tabela 2 - Porcentagem (%) dos padrões de fratura encontrados para cada grupo experimental

TÉCNICA DE APLICAÇÃO	CONDICIONAMENTO	
	Ácido clorídrico	Ácido clorídrico + fosfórico
Manual	16,6/ 50,0/ 33,4	33,4/ 16,6/ 50,0
Sônica	0/ 83,4/ 16,6	16,6/ 50,0/ 33,4
Ultrassônica	16,6/16,6/ 66,8	16,6/ 50,0 / 33,4

* adesiva/coesiva/mista

5.2 Profundidade de penetração

A profundidade da lesão (μm), bem como a profundidade de penetração (μm) da resina infiltrante para cada condição experimental pode ser visualizada no Gráfico 1.

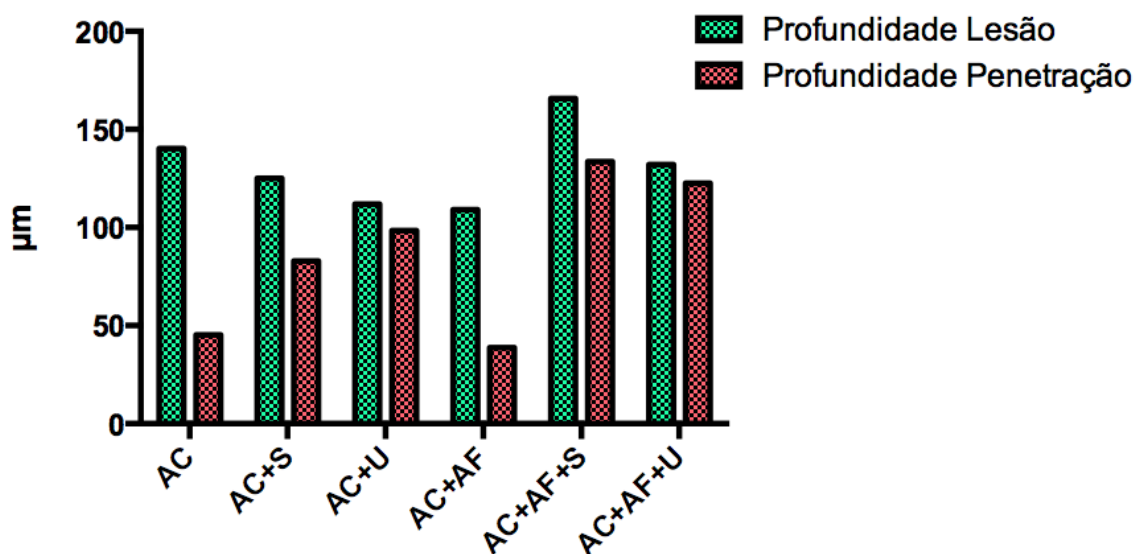


Gráfico 1 - Profundidade de lesão e profundidade de penetração AC: Ácido clorídrico; AC+S: Ácido clorídrico mais ondas sônicas; AC+U: Ácido clorídrico mais ondas ultrassônicas; AC+AF: Ácido clorídrico mais Ácido fosfórico; AC+AF+S: Ácido clorídrico mais Ácido Fosfórico mais ondas sônicas e AC+AF+U: Ácido clorídrico mais Ácido fosfórico mais ondas ultrassônicas.

Os valores de porcentagem de penetração (%) com seus respectivos desvios padrões para as diferentes condições experimentais estão demonstrados na Tabela 3. A interação dupla (técnica de aplicação vs condicionamento) não foi significativa ($p = 0,429$). Os fatores principais técnica de aplicação ($p < 0,001$) e condicionamento ($p = 0,003$) apresentaram diferenças estatisticamente significantes.

Em relação à técnica de aplicação, a técnica manual apresentou resultados estatisticamente inferiores à aplicação sônica ($p < 0,001$), e a sônica resultados estatisticamente inferiores à aplicação ultrassônica ($p = 0,01$). Em relação ao condicionamento, a aplicação prévia de ácido fosfórico apresentou resultados estatisticamente superiores à aplicação isolada do ácido clorídrico ($p = 0,003$) (Tabela 3).

Tabela 3 - Valores de porcentagem de penetração (%) com seus respectivos desvios padrões para as diferentes condições experimentais

TÉCNICA DE APLICAÇÃO	CONDICIONAMENTO		FATOR PRINCIPAL
	Ácido clorídrico	Ácido clorídrico + fosfórico	
Manual	28,0 ± 9,3	34,5 ± 7,7	31,3 ± 8,7 a
Sônica	66,8 ± 13,4	84,2 ± 8,9	75,5 ± 14,1 b
Ultrassônica	84,1 ± 10,1	94,1 ± 5,3	89,1 ± 9,2 c
FATOR PRINCIPAL	59,6 ± 26,3 A	71,1 ± 27,8 B	

Letras diferentes denotam diferenças significativas ($p < 0,05$).

6. DISCUSSÃO

Apesar das limitações deste estudo *in vitro* os resultados deste estudo para o teste de resistência de união demonstraram que as diferentes técnicas manual, sônica e ultrassônica de infiltração de resina infiltrante de baixo peso molecular sobre o esmalte dental com manchas brancas (cáries artificiais) por meio do teste de microcisalhamento não obteve diferenças significativas; por tanto a hipótese nula foi rejeitada. Desta forma, o protocolo de infiltração por meio de dispositivo com ondas sônica ou ultrassônica foi estudado variando o condicionamento da superfície de esmalte com ácido clorídrico 15% e ácido fosfórico 37% para obtenção de alguma diferença entre os protocolos de aplicação da resina infiltrante. (Loguercio et al.³³ 2015) avaliaram a resistência de união de resina composta com aplicação manual de forma ativa vigorosa e inativa de diferentes tipos de adesivos sobre a superfície de esmalte obtendo valores não significativos para a técnica de aplicação manual, sendo os maiores valores encontrados com a aplicação ativa. No presente estudo, os maiores valores foram encontrados quando utilizado o dispositivo de ondas ultrassônica, da mesma forma não apresentaram valores significativos quando do uso apenas das técnicas manuais para resistência de união.

Alguns tipos de lesões sobre esmalte são pesquisadas por diferentes autores, desenvolvidas como lesão do esmalte tipo mancha branca (cárie artificial), obtendo-se valores que não representam significância estatística. A partir desta situação é que avaliamos a resistência de união com base nos protocolos existentes como realizados por (Chay et al.¹⁰ 2014) que avaliaram o tipo de resina composta reparadora sobre esmalte hipermineralizado que foi tratado com protocolos de condicionamento oxidante da superfície de esmalte afetada seguido de uma infiltração de resina e aplicação de uma resina reparadora. Obtiveram-se valores em MPa com esmalte sadio ($29,03 \pm 6,75$) e

valores sobre estrutura de esmalte afetado ($19,36 \pm 8,43$), semelhantes ao que foi encontrado em nosso trabalho. A explicação de melhores resultados com os dispositivos de onda sônica e ultrassônica devem-se provavelmente pela vibração provocada na superfície facilitando a penetração da resina infiltrante e remoção de bolhas microscópicas formados na resina para fora da estrutura (Cuadros-Sanchez et al.¹³ 2014).

Outra metodologia estudada neste estudo foi a Microscopia Confocal Laser (CSLM), uma nova técnica de observação microscópica apresentando excelentes resultados em vários ramos da ciência (medicina, biologia, materiais, geologia, etc.). O seu sucesso é devido às vantagens indubitáveis em comparação a microscopia ótica tradicional (nitidez de imagem e contraste, uma maior resolução vertical e horizontal, entre outras) e, acima de tudo, pela possibilidade de "secções óticas" da amostra, permitindo o seu estudo tridimensional. Portanto, com a finalidade de obter uma relação entre as metodologias utilizadas em nosso estudo, o CSLM forneceu imagens e valores sobre a profundidade de penetração da resina Icon® com os diferentes protocolos de infiltração utilizados e sua relação com os valores obtidos no teste de resistência de união, onde a infiltração foi significativa com o protocolo utilizando os dispositivos ultrassônicos associado ao condicionamento ácido. Porém a resistência de união com resina reparadora não apresentou significância estatística entre as técnicas, independentemente da profundidade de penetração, corroborando com este resultado os estudos de (Meyer-Lueckel e Paris¹⁷ 2008), (Paris et al.³² 2009); (Loguercio et al.³³ 2015), (Lausch et al.²⁹ 2015).

Os tipos de corantes Rodamina e fluoresceína permitem a visualização seletiva devido à excitação e comprimentos de onda de emissões para resinas à base de TEGDMA, seguem (Gelani et al.²⁷ 2013). Esta técnica mostrou uma boa correlação com os métodos de referência e reprodutibilidade e, portanto foi usada para o presente estudo. Por meio desses corantes (Meyer-Lueckel e Paris¹⁹ 2010) quando avaliaram o coeficiente de penetração e profundidade de penetração de resinas infiltrantes modificadas e encontraram valores significativos de penetração,

PC63 com infiltração superficiais, uma penetração mais profunda foi encontrada com os tipos de resina PC185 e PC391 e a penetração completa da resina com PC 204, utilizando como método de referencia para mensuração dos corantes, PD (profundidade da lesão) e LD (distancia da lesão) definidos a partir da superfície para o ponto mais profundo da fluorescência vermelha para resina e verde tipo de lesão por infiltrar.

Com a finalidade de não ser invasivos no sentido de aumentar os tempos de condicionamento, como fala em estudos, em 70% dos casos, 90% da camada de superfície erosionada pode ter acúmulos de impurezas por aumentar tempo de aplicação do ácido (Yim et al.¹¹ 2014), (Meyer-Lueckel e Paris¹⁷ 2008), (Paris et al.⁶ 2007). Portanto com intento de preservar a superfície dental os tempos de condicionamento com HCL 15% adicionado o ácido fosfórico a 37% com aplicação de resina com ondas sônicas e ultrassônicas, pode-se especular que a camada hipermineralizada poderá ser eliminada mais também como agente de limpeza do ácido clorídrico sobre os túbulos efetivamente desmineralizados, isso ajudaram a penetração da resina Icon® quando o condicionamento com ácido clorídrico mais ácido fosfórico com aplicação da resina ocorreu de forma manual. Porém pode-se sustentar a maior profundidade de penetração com a técnica de aplicação da resina AC + ultrassônico, AC + AF +ultrassônico sendo estatisticamente diferentes com os outros protocolos de infiltração.

Em relação às diferenças de profundidade de lesões descritas no gráfico 1, pode verificar que no presente estudo não se obteve um padrão do tamanho das lesões de esmalte. Os resultados foram baseados na medida porcentual da lesões realizadas em outros estudos (Meyer-Lueckel e Paris¹² 2008) obteve-se um padrão de lesões de mancha branca natural; em nosso caso as lesões foram artificiais, o que pode ser um fator nas diferenças de tipo de profundidade das lesões.

Entretanto, mais estudos ainda são necessários para avaliar resultados laboratoriais e clínicos dessas técnicas a longo prazo, principalmente por serem

estratégias de aplicação e técnicas alternativas que podem ter resultados promissores quando utilizadas clinicamente.

7 CONCLUSÕES

De acordo com os resultados deste estudo pode-se concluir:

- As aplicações sônica e ultrassônica da resina infiltrante Icon® associada aos condicionamentos ácidos não apresentaram diferenças na resistência de união com uma resina composta reparadora.
- As aplicações sônica e ultrassônica melhoraram a infiltração da resina infiltrante Icon® indiferente do tipo de condicionamento ácido utilizado.
- A profundidade de penetração apresentou diferenças entres os protocolos de aplicação da resina infiltrante, obtendo melhores resultados quando da utilização do dispositivo de ondas ultrassônicas associada ao condicionamento com ácido fosfórico.

REFERÊNCIAS*

1. Pitts N. "ICDAS"--an international system for caries detection and assessment being developed to facilitate caries epidemiology, research and appropriate clinical management. *Community Dent Health*. 2004 Sep;21(3):193-8.
2. Paris S, Meyer-Lueckel H, Mueller J, Hummel M, Kielbassa AM. Progression of sealed initial bovine enamel lesions under demineralizing conditions in vitro. *Caries Res*. 2006 40(2):124-9.
3. Chapman JA, Roberts WE, Eckert GJ, Kula KS, Gonzalez-Cabezas C. Risk factors for incidence and severity of white spot lesions during treatment with fixed orthodontic appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2010 Aug;138(2):188-94.
4. Paic M, Sener B, Schug J, Schmidlin PR. Effects of microabrasion on substance loss, surface roughness, and colorimetric changes on enamel in vitro. *Quintessence Int*. 2008 Jun;39(6):517-22.
5. Herrera DR, Santos ZT, Tay LY, Silva EJ, Loguercio AD, Gomes BP. Efficacy of different final irrigant activation protocols on smear layer removal by EDTA and citric acid. *Microsc Res Tech*. 2013 Apr;76(4):364-9.
6. Paris S, Meyer-Lueckel H, Colfen H, Kielbassa AM. Resin infiltration of artificial enamel caries lesions with experimental light curing resins. *Dent Mater J*. 2007 Jul;26(4):582-8.
7. Subramaniam P, Girish Babu KL, Lakhotia D. Evaluation of penetration depth of a commercially available resin infiltrate into artificially created enamel lesions: An in vitro study. *J Conserv Dent*. 2014 Mar;17(2):146-9.
8. Shivanna V, Shivakumar B. Novel treatment of white spot lesions: A report of two cases. *J Conserv Dent*. 2011 Oct;14(4):423-6.
9. Tirlet G, Chabouis HF, Attal JP. Infiltration, a new therapy for masking enamel white spots: a 19-month follow-up case series. *Eur J Esthet Dent*. 2013 Summer;8(2):180-90.

10. Chay PL, Manton DJ, Palamara JE. The effect of resin infiltration and oxidative pre-treatment on microshear bond strength of resin composite to hypomineralised enamel. *Int J Paediatr Dent*. 2014 Jul;24(4):252-67.
11. Yim HK, Kwon HK, Kim BI. Modification of surface pre-treatment for resin infiltration to mask natural white spot lesions. *J Dent*. 2014 May;42(5):588-94.
12. Meyer-Lueckel H, Paris S. Improved resin infiltration of natural caries lesions. *J Dent Res*. 2008 Dec;87(12):1112-6.
13. Cuadros-Sanchez J, Szesz A, Hass V, Patzlaff RT, Reis A, Loguercio AD. Effects of sonic application of adhesive systems on bonding fiber posts to root canals. *J Endod*. 2014 Aug;40(8):1201-5.
14. Hashimoto M, Ohno H, Kaga M, Sano H, Tay FR, Oguchi H, et al. Over-etching effects on micro-tensile bond strength and failure patterns for two dentin bonding systems. *J Dent*. 2002 Feb-Mar;30(2-3):99-105.
15. Mena-Serrano A, Garcia EJ, Loguercio AD, Reis A. Effect of sonic application mode on the resin-dentin bond strength and nanoleakage of simplified self-etch adhesive. *Clin Oral Investig*. 2014 Apr;18(3):729-36.
16. Albu S, Joyce E, Paniwnyk L, Lorimer JP, Mason TJ. Potential for the use of ultrasound in the extraction of antioxidants from *Rosmarinus officinalis* for the food and pharmaceutical industry. *Ultrason Sonochem*. 2004 May;11(3-4):261-5.
17. 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.
18. Kantovitz KR, Pascon FM, Nobre-dos-Santos M, Puppim-Rontani RM. Review of the effects of infiltrants and sealers on non-cavitated enamel lesions. *Oral Health Prev Dent*. 2010 8(3):295-305.
19. Meyer-Lueckel H, Paris S. Infiltration of natural caries lesions with experimental resins differing in penetration coefficients and ethanol addition. *Caries Res*. 2010 44(4):408-14.

20. Paris S, Bitter K, Naumann M, Dorfer CE, Meyer-Lueckel H. Resin infiltration of proximal caries lesions differing in ICDAS codes. *Eur J Oral Sci.* 2011 Apr;119(2):182-6.
21. Meyer-Lueckel H, Chatzidakis A, Naumann M, Dorfer CE, Paris S. Influence of application time on penetration of an infiltrant into natural enamel caries. *J Dent.* 2011 Jul;39(7):465-9.
22. Martignon S, Ekstrand KR, Gomez J, Lara JS, Cortes A. Infiltrating/sealing proximal caries lesions: a 3-year randomized clinical trial. *J Dent Res.* 2012 Mar;91(3):288-92.
23. 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.
24. Soviero VM, Paris S, Leal SC, Azevedo RB, Meyer-Lueckel H. Ex vivo evaluation of caries infiltration after different application times in primary molars. *Caries Res.* 2013 47(2):110-6.
25. Paris S, Schwendicke F, Seddig S, Muller WD, Dorfer 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.
26. Araujo GS, Sfalcin RA, Araujo TG, Alonso RC, Puppin-Rontani RM. Evaluation of polymerization characteristics and penetration into enamel caries lesions of experimental infiltrants. *J Dent.* 2013 Nov;41(11):1014-9.
27. Gelani R, Zandona A, Lippert F, Kamocka M, Eckert G. In Vitro Progression of Artificial White Spot Lesions Sealed With an Infiltrant Resin. *Oper Dent.* 2013 Dec 19;
28. Paris S, Lausch J, Selje T, Dorfer 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.

29. Lausch J, Paris S, Selje T, Dorfer CE, Meyer-Lueckel H. Resin infiltration of fissure caries with various techniques of pretreatment in vitro. *Caries Res.* 2015 49(1):50-5.
30. Oliveira GC, Boteon AP, Ionta FQ, Moretto MJ, Honorio HM, Wang L, et al. In Vitro Effects of Resin Infiltration on Enamel Erosion Inhibition. *Oper Dent.* 2015 Sep-Oct;40(5):492-502.
31. Askar H, Lausch J, Dorfer CE, Meyer-Lueckel H, Paris S. Penetration of micro-filled infiltrant resins into artificial caries lesions. *J Dent.* 2015 Jul;43(7):832-8.
32. Paris S, Bitter K, Renz H, Hopfenmuller W, Meyer-Lueckel H. Validation of two dual fluorescence techniques for confocal microscopic visualization of resin penetration into enamel caries lesions. *Microsc Res Tech.* 2009 Jul;72(7):489-94.
33. Loguercio AD, Munoz MA, Luque-Martinez I, Hass V, Reis A, Perdigao J. Does active application of universal adhesives to enamel in self-etch mode improve their performance? *J Dent.* 2015 Sep;43(9):1060-70.
34. Munoz MA, Luque-Martinez I, Malaquias P, Hass V, Reis A, Campanha NH, et al. In vitro longevity of bonding properties of universal adhesives to dentin. *Oper Dent.* 2015 May-Jun;40(3):282-92.

**ANEXO A – Aprovação do projeto pela Comissão de Ética em Pesquisa da
Universidade Estadual de Ponta Grossa (COEP / UEPG)**

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE
PONTA GROSSA - UEPG



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Avaliação de estratégias para melhorar a infiltração de resina de baixo peso molecular em esmalte dentário e sua resistência de união

Pesquisador: Osnara Maria Mongruel Gomes

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 51269115.2.0000.0105

Instituição Proponente: Universidade Estadual de Ponta Grossa

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.336.687

Apresentação do Projeto:

Este estudo irá realizar a avaliação de estratégias para melhorar a infiltração de resina de baixo peso molecular em esmalte dentário e sua resistência de união.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Objetivo Geral

Avaliar o coeficiente de penetração em esmalte dentário na técnica da resina infiltrativa de baixo peso molecular modificando in vitro as estratégias de aplicação e seus efeitos sobre a resistência de união.

Objetivo Secundário:

Objetivos específicos

- Avaliar o coeficiente de penetração com microscopia óptica e confocal a laser em esmalte na técnica da resina infiltrativa de baixo peso molecular incorporando ácido fosfórico 37%;
- Avaliar o coeficiente de penetração com microscopia óptica e confocal laser em esmalte na técnica da resina infiltrativa de baixo peso molecular

Endereço: Av. Gen. Carlos Cavalcanti, nº 4748. UEPG, Campus Uvararanas, Bloco M, Sala 100.

Bairro: Uvaranas

CEP: 84.030-900

UF: PR

Município: PONTA GROSSA

Telefone: (42)3220-3108

E-mail: coep@uepg.br

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA - UEPG



Continuação do Parecer: 1.336.687

aplicando a resina com um aparelho ultrassônico;

- Avaliar a resistência de união ao microcissalhamento depois da técnica da resina infiltrativa de baixo peso molecular incorporando ácido fosfórico 37%;

- Avaliar a resistência de união ao microcissalhamento depois da técnica da resina infiltrativa de baixo peso molecular aplicando a resina com um aparelho ultrassônico

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

N/A pois trata-se de estudo in vitro em dentes doados pelo Banco de Dentes da Uepg.

Benefícios:

Na clínica diária, para melhorar a infiltração em mancha branca

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A estratégia da aplicação com um aparelho ultrassônico aumenta o coeficiente de penetração em esmalte dentário na técnica da resina infiltrativa de

baixo peso molecular no esmalte com mancha branca, em 84 dentes do Banco de Dentes da Uepg.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Em anexo e de acordo com as normas 466

Recomendações:

Solicita-se enviar relatório final para a Propesp e para a Coep (via plataforma brasil) ao final da pesquisa para evitar pendências.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Aprovado

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_410990.pdf	24/11/2015 18:56:26		Aceito
Outros	BDH.JPG	24/11/2015 18:55:56	Osnara Maria Mongruel Gomes	Aceito
Projeto Detalhado	Projeto.doc	24/11/2015	Osnara Maria	Aceito

Endereço: Av. Gen. Carlos Cavalcanti, nº 4748. UEPG, Campus Uvaranas, Bloco M, Sala 100.

Bairro: Uvaranas

CEP: 84.030-900

UF: PR

Município: PONTA GROSSA

Telefone: (42)3220-3108

E-mail: coep@uepg.br

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE
PONTA GROSSA - UEPG



Continuação do Parecer: 1.336.687

/ Brochura Investigador	Projeto.doc	18:53:37	Mongruel Gomes	Aceito
Folha de Rosto	Folha rosto com firma.jpg	13/10/2014 22:36:46		Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

PONTA GROSSA, 25 de Novembro de 2015


Assinado por:
ULISSES COELHO
(Coordenador)

Endereço: Av. Gen. Carlos Cavalcanti, nº 4748. UEPG, Campus Uvarararas, Bloco M, Sala 100.
Bairro: Uvarararas **CEP:** 84.030-900
UF: PR **Município:** PONTA GROSSA
Telefone: (42)3220-3108 **E-mail:** coop@uepg.br