



**AUTARQUIA ASSOCIADA À UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**

**AVALIAÇÃO PELO SISTEMA DE TOMOGRAFIA POR COERÊNCIA ÓPTICA DO EFEITO DO ENVELHECIMENTO POR CICLAGEM TERMICA NA ADAPTAÇÃO MARGINAL DAS RESTAURAÇÕES ADESIVAS EM CAVIDADES CLASE II EM DENTINA E ESMALTE DENTAL**

**CRISTIAANN HINCAPIÉ RAMIREZ**

**Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do Grau de Mestre em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear - Materiais**

**Orientador:**

**Prof. Dr. Anderson Zanardi de Freitas**

**São Paulo**

**2016**

**INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES**  
Autarquia associada à Universidade de São Paulo

**AVALIAÇÃO PELO SISTEMA DE TOMOGRAFIA POR COERÊNCIA ÓPTICA DO EFEITO DO  
ENVELHECIMENTO POR CICLAGEM TERMICA NA ADAPTAÇÃO MARGINAL DAS  
RESTAURAÇÕES ADESIVAS EM CAVIDADES CLASE II EM DENTINA E ESMALTE  
DENTAL**

**CRISTIAANN HINCAPIÉ RAMIREZ**

Dissertação apresentada como parte dos  
requisitos para obtenção do Grau de  
Mestre em Ciências na Área  
de Tecnologia Nuclear - Materiais

**Orientador:**

**Prof. Dr. Anderson Zanardi de Freitas**

**#**

**Versão Original**  
Versão Original disponível no IPEN

**São Paulo**  
**2016**

## DEDICATÓRIA

Aos meus País, JORGE LUIS E MARINA RAMIREZ

Pelo companheirismo, amizade, amor, compreensão. Vocês me proporcionaram a realização de mais este objetivo, por acreditar mais uma vez, que tudo é possível. Amo vocês, por fazem parte da minha vida.

A minha filha, JUANITA

Foi a principal responsável, por eu ter assumido, uma postura extremamente perseverante nesta etapa da minha vida. Só quem tem um filho, sabe o significado pleno da palavra; "Te amo Juana".

A Consuelo Losada Cruz

Por seu amor, apoio, carinho, companhia e tolerância. Em você eu encontro inspiração, por você eu me orgulho. Nosso carinho e amor é lugar de alegria, confiança e conforto. Eu lhe agradeço apenas a sua existência que eu espero que se ligue a minha por toda a nossa vida. Eu amo você, você é linda de todas as formas, em todos os contornos.

Ao meu irmão, Alexander

Companheiro e amigo, entendendo meu sacrifício e esforço, na realização deste trabalho e a importância que tem para mim.

A meus sobrinhos Byron e Daniel Santiago

Pelo simples fato de existirem e sorrirem para mim.

## AGRADECIMENTOS

A meus amigos, pessoas que sempre acreditaram em mim, que fazem parte desta história. Amigos de variados lugares que conheci durante minha pesquisa.

À Dra. Martha Simões Ribeiro, á Dra. Denise Maria Zezel pelo apoio, ajuda e presença constante durante este trabalho.

Á Dra. Mirian Lacalle Turbino, á Dra Margareth Oda pelo apoio e incentivo ao conhecimento.

Ao Lucas de Preto, pelo apoio, por me ensinar e colaborar para este trabalho. Obrigado pelas conversas e pelas experiências trocadas.

Á Dra. Adriana Bona Matos, para mim você foi minha professora por tudo este tempo; não agradecimentos suficientes para fazer jus a suas contribuições para este trabalho e para minha formação. Você me atendeu, mesmo em momentos inoportunos quando eu mais precisava. Obrigado por todo este tempo.

Agradeço ao Dr. Anderson Zanardi de Freitas, por sua orientação e incentivo, por estar disponível a despeito de sua grande quantidade de responsabilidades e por sempre ter feito o possível para atender minhas demandas.

Obrigado por ter acreditado em mim desde o início, pela confiança, tempo dedicação, ensinamentos, orientações e amizade.

A todos meus colegas de laboratório tanto os atuais quanto os que passaram por ele, pessoas muito especiais que tive o prazer de conviver, dar e receber contribuições.

Aos técnicos e funcionários do CLA.

Aos técnicos do laboratório de dentística e biomateriais da FOU SP

Ao Banco de dentes da Faculdade de Odontologia da universidade de São Paulo FOU SP

Ao IPEN / CLA pela infraestrutura fornecida para o desenvolvimento de meu trabalho.

À FAPESP e CNPq pelo apoio financeiro.

**“É MUITO MELHOR LANÇAR-SE EM BUSCA DE CONQUISTAS GRANDIOSAS,  
MESMO EXPONDO-SE AO FRACASSO, DO QUE ALINHAR-SE COM OS  
POBRES DE ESPÍRITO, QUE NEM GOZAM MUITO NEM SOFREM MUITO,  
PORQUE VIVEM NUMA PENUMBRA CINZENTA, ONDE NÃO CONHECEM NEM  
VITÓRIA, NEM DERROTA. ”**

**THEODORE ROOSEVELT**

# **AVALIAÇÃO PELO SISTEMA DE TOMOGRAFIA POR COERÊNCIA ÓPTICA DO EFEITO DO ENVELHECIMENTO POR CICLAGEM TERMICA NA ADAPTAÇÃO MARGINAL DAS RESTAURAÇÕES ADESIVAS EM CAVIDADES CLASSE II EM DENTINA E ESMALTE DENTAL**

**Cristiaann Hincapié Ramirez**

## **RESUMO**

Este estudo teve como objetivo avaliar a adaptação marginal em restaurações classe II em dentina e esmalte dental utilizando um sistema adesivo universal de acordo com três técnicas diferentes de aplicação: Autocondicionante, condicionamento seletivo e condicionamento total, através do sistema de tomografia por coerência óptica (OCT), antes e após ao envelhecimento por termociclagem (TC). Preparos classe II foram confeccionados nas paredes mesial e distal, em 30 molares hígidos humanos, com término da cavidade em esmalte e em dentina. Todos os espécimes foram restaurados (adesivo Single Bond Universal e resina composta Filtek Z350 XT) nas três técnicas de aplicação. Os dentes foram distribuídos aleatoriamente em três grupos (n=10), sendo um para cada técnica de aplicação adesiva: Grupo I: autocondicionante, Grupo II: condicionamento seletivo e Grupo III: condicionamento total; em seguida os grupos foram avaliados antes e depois a termociclagem pelo sistema de tomografia por coerência óptica. De posse dos corpos de prova devidamente restaurados, partimos para os procedimentos de termociclagem (1000 ciclos de 1 minuto com intervalo de 30 segundos) e a avaliação pelo sistema de Tomografia por Coerência Óptica. Em seguida, as amostras foram examinadas por meio de imagens geradas pelo OCT e os dados foram submetidos ao teste estatístico não-paramétricos de Kruskal-Wallis e Dunn ( $p < 0.05$ ). Foi observada diferença estatisticamente significativa da adaptação marginal entre os grupos com término em esmalte ( $p = 0.0073$ ); para os grupos com término em dentina, não foi observada diferença estatisticamente significativa na adaptação marginal ( $p = 0.2063$ ).



Conclui-se que o OCT foi, então, capaz de diagnosticar a microinfiltração marginal nas restaurações em cavidades classe II. Existe deterioração das margens e alteração de padrão de infiltração marginal com as diferentes técnicas adesivas dos preparos classe II restauradas com resina em esmalte. Atribui-se à termociclagem a falha de vedamento marginal observada nos espécimes após em esmalte.

Palavras-chave: Sistemas adesivos universais, Infiltração marginal, tomografia por coerência óptica.

# **SYSTEM FOR EVALUATION OF TOMOGRAPHY FOR COHERENT OPTICAL EFFECT OF AGING FOR THERMAL CYCLING ADAPTATION IN MARGINAL RESTORATION OF ADHESIVE IN CLASS II CAVITIES IN ENAMEL AND DENTIN**

**Cristiaann Hincapié Ramirez**

## **Abstract**

This study aimed to evaluate the marginal adaptation of Class II restorations in enamel and dentin using a universal adhesive according to three different application techniques: self-etching, selective packaging and selective conditioning through the system optical coherence tomography (OCT) before and after aging thermocycling (TC). Class II preparations were made in the mesial and distal surfaces in 30 healthy human molars, with completion in enamel and dentin. All samples were restored ( composite Filtek Z350 XT resin Universal Single Bond) in three application techniques. The teeth were randomized into three groups (n = 10), one for each adhesive application technique: Group I: etching, Group II: engraved selective and Group III: Engraving the total; then the groups were assessed before and after thermal cycling through the system optical coherence tomography (OCT). With properly restored specimens, we went to the procedures of thermal cycles (1000 cycles of one minute at intervals of 30 seconds) and evaluation system through optical coherence tomography. Then the samples were examined by OCT-generated images and data were subjected to a non-parametric statistical test Kruskal-Wallis and Dunn ( $p < 0.05$ ). Was observed found statistically significant difference in marginal adaptation between the groups ended in tooth enamel ( $p = 0.0073$ ); for groups with completion in dental dentin, there was no statistically significant difference in marginal adaptation ( $p = 0.2063$ ).

It is concluded that the OCT was then able to diagnose the microleakage in restorations in class II cavities. There are margins deterioration and changes in microleakage standard with different adhesive techniques of class II preparations

restored with resin enamel. Assigns to the thermal cycling the marginal sealing failure observed in specimens in enamel.

Keywords: Systems universal adhesives, Microleakage, optical coherence tomography.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	17
2. OBJETIVO.....	20
3. FUNDAMENTOS TEÓRICOS .....	21
3.1. Adaptação Marginal .....	21
3.2. Degradação por Ciclagem Térmica.....	23
3.3. Infiltração por Azul de Metileno .....	25
3.4. Tomografia por Coerência Óptica .....	26
3.5. Técnica e Processado das Imagens no OCT .....	28
4. MATERIAIS E MÉTODOS .....	30
4.1. Amostra.....	30
4.2. Análises de caracterização inicial das amostras pelo sistema de tomografia de coerência óptica .....	31
4.3. Preparo das cavidades.....	35
4.4. Procedimentos restauradores .....	37
4.4.1. Sistema adesivo Adper™ Single Bond Universal (3M-ESPE) técnica condicionamento total.....	37
4.4.2. Sistema adesivo Adper™ Single Bond Universal (3M-ESPE) técnica autocondicionante.....	38
4.4.3. Sistema adesivo Adper™ Single Bond Universal (3M-ESPE) técnica condicionamento seletivo em esmalte .....	39
4.5. Materiais utilizados.....	40
4.6. Análises pelo sistema de tomografia de coerência óptica (OCT) após as restaurações. ....	42
4.7. Ciclagem térmica.....	43
4.8. Estudo complementar por meio de azul de metileno .....	44

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
5.1. Tratamento estatístico .....	45
5.2. Método de avaliação .....	46
5.2.1. Método de avaliação para OCT .....	46
5.2.1.1. Escala de microinfiltração por OCT.....	47
5.2.2. Método de avaliação por azul de metileno .....	48
5.2.2.1. Escala de microinfiltração por Azul de metileno.....	50
5.3. Resultados estatísticos .....	52
5.3.1. Resultado estatístico para microinfiltração na interface dentina-restauração por OCT .....	52
5.3.2. Resultado estatístico para microinfiltração na interface esmalte-restauração por OCT .....	54
5.3.3. Resultado estatístico para microinfiltração na interface dentina-restauração por Azul de metileno .....	58
5.3.4. Resultado estatístico para microinfiltração na interface esmalte-restauração por infiltração de Azul de metileno .....	60
5.3.5. Análise de Correlação para Dentina por OCT e Azul de Metileno .....	65
5.3.6. Análise de Correlação para Esmalte por OCT e Azul de Metileno .....	67
5.4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS .....	69
6. CONCLUSÕES.....	71
7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	72

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Gráfico comparativo entre as técnicas de diagnóstico por imagem, a partir da relação Profundidade de Penetração e Resolução (adaptado de (52)).....	26
Figura 2 - Montagem esquemática de um OCT. ....	27
Figura 3 - A. Cuba ultra-sônica Metason 120T da Struers, B. Lupa estereoscópica Lambda LEB-3 (10X).....	31
Figura 4 - Sistema de OCT OCP930SR, da Thorlabs, EU. ....	32
Figura 5 - Imagem do sistema translador XY. ....	33
Figura 6 - Imagem das amostras no sistema translador XY do OCT OCP930SR, da Thorlabs, EU. ....	34
Figura 7 - Caracterização estrutural das amostras na superfície Oclusal realizada em três pontos equidistantes pela técnica de tomografia por coerência óptica (OCT); utilizando um sistema OCP930SR, da Thorlabs EU. ....	35
Figura 8 - Imagem das cavidades classe II para esmalte e dentina.....	37
Figura 9 - Imagem técnica Condicionamento total. ....	38
Figura 10 - Técnica Autocondicionante. ....	38
Figura 11 - Condicionamento seletivo. ....	39
Figura 12 - Imagem das cavidades restauradas com resina composta fotoativada. ....	40
Figura 13 - Imagem de OCT das restaurações em resina composta fotoativada.....	43
Figura 14 - Máquina de TC.....	44
Figura 15 - Sem microinfiltração.....	47
Figura 16 - Sem microinfiltração.....	48
Figura 17 - microinfiltração atingindo o ângulo cavo superficial e a dentina. ....	48
Figura 18 - Sem microinfiltração.....	50
Figura 19 - Microinfiltração atingindo o ângulo cavo superficial. ....	51
Figura 20 - Microinfiltração atingindo o ângulo cavo superficial e a dentina ....	51
Figura 21 - Representação gráfica da frequência para o grau de escores da infiltração marginal na interface dentina/restauração em função da ciclagem térmica, compósito restaurador e técnica de aplicação do sistema adesivo.....	53

Figura 22 - Representação gráfica da frequência para o grau de escores da infiltração marginal na interface esmalte/restauração em função da ciclagem térmica, compósito restaurador e técnica de aplicação do sistema adesivo.....	56
Figura 23 - Representação gráfica da frequência para o grau de escores da infiltração marginal na interface dentina/restauração em função da ciclagem térmica, compósito restaurador e técnica de aplicação do sistema adesivo.....	59
Figura 24 - Representação gráfica da frequência para o grau de escores da infiltração marginal na interface esmalte/restauração em função da ciclagem térmica, compósito restaurador e técnica de aplicação do sistema adesivo.....	62

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Sistema Adesivo.....	41
Tabela 2 - Composição dos sistemas adesivos. ....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
Tabela 3 - Sistema Restaurador.....	42
Tabela 4 - Pontuação para o grau de infiltração marginal por escores na interface dentina/restauração em função da ciclagem térmica, compósito restaurador e técnica de aplicação do sistema adesivo.....	52
Tabela 5 - Frequência da pontuação para o grau de infiltração marginal na interface dentina – restauração em função da ciclagem térmica, compósito restaurador e técnica de aplicação do sistema adesivo. ....	53
Tabela 6 - Resultado do teste de Kruskal-Wallis para microinfiltração em dentina nas cavidades classe II.....	54
Tabela 7 - Pontuação para o grau de infiltração marginal na interface esmalte/restauração em função da ciclagem térmica, compósito restaurador e técnica de aplicação do sistema adesivo. ....	55
Tabela 8 – Frequência da pontuação para o para o grau de infiltração marginal na interface esmalte – restauração em função da ciclagem térmica, compósito restaurador e técnica de aplicação do sistema adesivo. ....	55
Tabela 9 – Resultado do teste de Kruskal-Wallis para microinfiltração em esmalte nas cavidades classe II. ....	56
Tabela 10 – Comparação entre as médias dos postos das amostras nas técnicas adesivas, autocondicionante, condicionamento total e condicionamento seletivo; os valores críticos ao nível de 0,05 de significância para esmalte.....	57
Tabela 11 – Pontuação para o grau de infiltração marginal na interface dentina/restauração em função da ciclagem térmica, compósito restaurador e técnica de aplicação do sistema adesivo.....	58
Tabela 12 – Frequência da pontuação para o grau de infiltração marginal na interface dentina/restauração em função da ciclagem térmica, compósito restaurador e técnica de aplicação do sistema adesivo. ....	59
Tabela 13 – Resultado do teste de Kruskal-Wallis para microinfiltração em dentina nas cavidades classe II. ....	60



Tabela 14 – Pontuação para o grau de infiltração marginal na interface esmalte/restauração em função da ciclagem térmica, compósito restaurador e técnica de aplicação do sistema adesivo. ....	61
Tabela 15 – Frequência da pontuação para o grau de infiltração marginal na interface esmalte/restauração em função da ciclagem térmica, compósito restaurador e técnica de aplicação do sistema adesivo. ....	61
Tabela 16 – Resultado do teste de Kruskal-Wallis para microinfiltração em esmalte nas cavidades classe II. ....	62
Tabela 17 – Comparação entre as médias dos postos das amostras nas técnicas adesivas, autocondicionante, condicionamento total e condicionamento seletivo; os valores críticos ao nível de 0,05 de significância.....	63
Tabela 18 – Comparação entre as duas técnicas de mensuração (OCT-Azul de Metileno) nas três técnicas adesivas (autocondicionante, condicionamento total e condicionamento seletivo) para Dentina. ....	65
Tabela 19 – Resultado do teste de Coeficiente de Correlação R de Spearman para as duas técnicas de mensuração (OCT – Infiltração por Azul de Metileno) em dentina nas cavidades classe II. ....	66
Tabela 20 – Comparação entre as duas técnicas de mensuração (OCT-Azul de Metileno) nas três técnicas adesivas (autocondicionante, condicionamento total e condicionamento seletivo) para Esmalte.....	67
Tabela 21 – Resultado do teste de Coeficiente de Correlação R de Spearman para as duas técnicas de mensuração (OCT – Infiltração por Azul de Metileno) em esmalte nas cavidades classe II.....	68

## LISTA DE ABREVIATURAS

Termo		Descrição
OCT	<i>Tomography Coherent Optical</i>	Tomografia por Coerência Óptica
TC	<i>Thermal Cycling</i>	Ciclagem Térmica
KHz	<i>Kilohertz</i>	Kilohertzios
nm	<i>Nanometers</i>	Nanômetros
mW	<i>Megawatts</i>	Megawatts
$\mu\text{m}$	<i>Micron meters</i>	Micro metros
mm	<i>Milimeters</i>	Milímetros
$\text{cm}^2$	<i>Square Centimeter</i>	Centímetro Quadrado
g	<i>Grams</i>	Gramas
ml	<i>Milliliters</i>	Mililitros
$^{\circ}\text{C}$	<i>Degrees Celsius</i>	Graus Celsius

## 1. INTRODUÇÃO

Na odontologia sempre existiu a preocupação com a modificação e melhora dos materiais dentários; o aperfeiçoamento na odontologia permitiu a realização de uma sequência lógica de procedimentos para a realização dos preparos cavitários <sup>(1)</sup>. Pesquisas conduzidas a partir do ano de 1955 <sup>(2)</sup> permitiram o desenvolvimento de um método para tratamento da superfície de esmalte em dentes humanos que permitiu comparar dois tipos de pre-tratamentos na superfície dental; concluindo que houve um aumento significativo na adesão para esmalte tratado com ácido. A partir desta data deu-se início ao aparecimento de uma odontologia com técnicas operatórias menos invasivas, alterando os conceitos de preparos cavitários e possibilitando a restauração do tecido dentário com maior conservação do remanescente e uma melhor estética dental <sup>(1)</sup>.

Desde o desenvolvimento das resinas compostas, estas tiveram sua indicação cada vez mais ampla como material de escolha na resolução de problemas odontológicos em restaurações diretas onde a estética é fundamental <sup>(3)</sup>.

Sabemos que os materiais restauradores atuais permitem ao clínico recursos estéticos com características ópticas similares a estrutura dental, apresentando elevada resistência ao desgaste e boa biocompatibilidades, entretanto a perda do vedamento marginal continua sendo um dos grandes desafios relacionados com os materiais estéticos que ocorre com o passar do tempo, principalmente em cavidades com término em dentina, aonde as forças de contração podem exceder os valores de resistência adesiva do material restaurador <sup>(4)</sup>.

O conceito de adesão na área da dentística, está intimamente relacionado com a preservação da estrutura do remanescente sadio por meio de procedimentos que permitam a união íntima entre o tecido dentário e o material restaurador. O avanço e desenvolvimento dos sistemas adesivos nos últimos anos, tanto em esmalte quanto para dentina, tem modificado a prática odontológica com o intuito de

melhorar a adaptação marginal e aumentar a longevidade clínica das restaurações adesivas <sup>(5)</sup>.

A utilização das resinas compostas em diversas situações clínicas dentro da prática odontológica, tem levado a priorizar na área da pesquisa a busca de soluções que melhorem o processo adesivo dente/restauração. Dentro deste contexto, a microinfiltração tem sido alvo de numerosas pesquisas com o intuito de conferir se as modificações feitas nos materiais são eficientes pela redução da microinfiltração assim como melhoras nas técnicas nos procedimentos restauradores <sup>(5)</sup>.

Os sistemas adesivos universais são atualmente, utilizados em diversos procedimentos restauradores. Este tipo de adesivo, além de garantir vantagens alcançadas pelos sistemas convencionais, permite um menor desgaste da estrutura dental, minimizam os efeitos da contração de polimerização e, conseqüentemente, de infiltração marginal, também garantem vantagens como diminuição do tempo clínico e probabilidade de erros. Entretanto, em alguns casos ainda é recomendada a associação do condicionamento ácido prévio em esmalte para promover uma superfície microretentiva que melhore a capacidade adesiva do material <sup>(6)</sup>.

Sabemos que a perda do vedamento marginal é um dos grandes inconvenientes que estão relacionados com as resinas compostas ao decorrer do tempo. A falta do vedamento marginal está associado a diversos fatores, tais como, a contração por polimerização, fator C, técnica de inserção do material inadequada, procedimentos de acabamento e polimento <sup>(7), (8), (9)</sup>. A microinfiltração é definida como a passagem de bactérias, substâncias químicas, fluídos, moléculas ou íons na interface dente/restauração e está diretamente relacionada à recidiva de cárie, descoloração marginal, hipersensibilidade, alterações pulpares e fracasso das restaurações <sup>(10)</sup>.

A adesão da resina composta à estrutura dental, tem-se considerado o grande desafio, pois, apesar do aperfeiçoamento dos sistemas adesivos, os materiais e técnicas adesivas ainda não são capazes de promover um perfeito

selamento marginal entre o dente e o material restaurador, o que compromete a longevidade das restaurações.

A falha na interface dente/restauração é muito difícil de diagnosticar; a ferramenta mais comum usada para este tipo diagnóstico in vivo é o exame clínico seguido pelos raios-X, que não permitem a capacidade de visualizar áreas micrométricas localizados nesta área. Estudos mostraram a capacidade do OCT na detecção de falhas ao longo da interface dente/restauração em comparação com o uso de corantes <sup>(11)</sup>. A aplicação de um sistema de diagnóstico, como o sistema de tomografia por coerência óptica (OCT) para detectar falhas na interface esmalte restauração num ambiente clínico, nos permitirá que futuros sistemas adesivos melhorem a interface de dente/restauração <sup>(11)</sup>.

Atualmente, no século XXI, apesar dos grandes avanços tecnológicos na área de materiais dentários, não tem sido encontrado o material ideal ou a técnica adesiva totalmente previsível. As técnicas adesivas atualmente são bastante sensíveis em cada uma das suas fases clínicas, por conseguinte, é importante entender algumas variáveis que permitam a resolução deste problema, uma vez que as restaurações em resina composta passariam a ter maior longevidade otimizando os resultados clínicos.

## **2. OBJETIVO**

O objetivo principal deste estudo foi avaliar a microinfiltração marginal da interface adesiva pelo sistema de Tomografia por Coerência Óptica e infiltração por azul de metileno, de restaurações em cavidades classe II em dentina e esmalte dental, submetida e não ao envelhecimento por termociclagem.

### 3. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Para melhor entendimento deste trabalho, apresenta-se a seguir uma breve introdução a tópicos essenciais ao desenvolvimento do projeto proposto.

Sabemos que um dos grandes problemas na odontologia de operatória restauradora, está relacionado com a perda de vedamento marginal na interface adesiva dente/restauração.

A qualidade da interface adesiva nas restaurações parece estar particularmente relacionada com a falha na adesão em dentina (camada híbrida) <sup>(12)</sup>, <sup>(13)</sup>, <sup>(14)</sup>. As cavidades Classe II, possuem margens em esmalte e muitas vezes em dentina; apesar do esmalte e a dentina serem tecidos mineralizados e conterem os mesmos componentes inorgânicos, eles apresentam diferenças morfológicas na composição orgânica fundamentais no processo de adesão <sup>(15)</sup>. A dentina é um tecido histologicamente complexo, de predominância tubular, com alta presença de umidade e prolongamentos odontoblásticos, fatores que dificultam o processo de adesão das resinas compostas na superfície dentinária; tendo a necessidade da utilização de sistemas adesivos confiáveis que permitam a aderência em ambos substratos <sup>(15)</sup>. Além disso, a aplicação da técnica restauradora por parte dos operadores, assim como, as propriedades físicas dos materiais, pois tensões gerados pelas forças oclusais pela função mastigatória tendem a se concentrar nas regiões cervicais levando a falhas na restauração <sup>(16)</sup>.

#### 3.1. Adaptação Marginal

O êxito das restaurações dentais com materiais capazes de sofrer contração por polimerização depende fundamentalmente da integridade na interface adesiva entre o material restaurador e a estrutura dentaria <sup>(17)</sup>. A adesão de materiais à estrutura dental em longo prazo é um importante fator para o sucesso clínico, principalmente para os materiais passíveis de contração de polimerização, como os compósitos comuns <sup>(17)</sup>.

A união íntima do material restaurador ao tecido dentário é de suma importância para o vedamento marginal, uma vez que, a presença de falha na interface dente/restauração, leva a microinfiltração bacteriana, lesões secundárias de cárie, falha na adesão devido a cargas oclusais repetitivas e hipersensibilidade de dentes vitalizados restaurados, levando a perda do sucesso do tratamento restaurador <sup>(18)</sup>. Uma margem perfeita é realmente impossível de conseguir, devido às características intrínsecas dos materiais e estrutura do tecido dentário; apesar de não haver um material ideal que possa resolver este problema, existem sistemas adesivos chamados “padrão ouro” os quais permitem uma aderência clínica favorável tanto para esmalte como para dentina <sup>(19), (20), (21)</sup>.

A desadaptação marginal na interface dente/restauração é considerada como o primeiro sinal de falha na restauração, evidenciada clinicamente pela pigmentação marginal; além disso, quando o rompimento marginal está presente, esses defeitos na interface levam à infiltração marginal, porém, bactérias podem se aderir aos tecidos duros dos dentes formando uma camada de biofilme que pode levar a formação de lesões de cárie <sup>(22), (23)</sup>.

A maioria dos compósitos sofre alteração volumétrica devido à contração de polimerização; este fenômeno gera tensões na interface dente/restauração o que pode enfraquecer a integridade da restauração levando formação de fendas <sup>(24)</sup>.

A desadaptação na interface também pode ser resultado do desempenho do adesivo <sup>(25)</sup>; desse modo, o efeito prejudicial da formação de fendas marginais não pode ser compensado, mesmo com a utilização de sistemas adesivos <sup>(26)</sup>; porém, a maioria das restaurações não está totalmente isenta de fendas <sup>(27)</sup>. O selamento marginal com frequência se vê comprometido quando as margens são localizadas na junção dentina/esmalte ou cimento/esmalte, no caso das cavidades classe II <sup>(27)</sup>.



### 3.2. Degradação por Ciclagem Térmica

Enquanto o objetivo principal da odontologia restauradora é obter uma adesão eficiente entre material restaurador e a estrutura dentária, além de favorecer retenção necessária à restauração, resolveria em grande parte o problema de lesões de cárie secundárias provenientes da microinfiltração, como também a sensibilidade pós-operatória e o manchamento das margens nas restaurações <sup>(28)</sup>, essa união é desafiada pelo alto conteúdo de água e da matéria orgânica na dentina, que são fundamentais no processo de adesão nesses tecidos <sup>(29)</sup>. O inadequado selamento na interface dente/restauração é desafiado pelos efeitos de mudanças térmicas na cavidade bucal <sup>(30)</sup>. A alimentação de rotina <sup>(31)</sup>, bebidas <sup>(30)</sup>, <sup>(32)</sup> e até mesmo a respiração <sup>(32)</sup> podem induzir mudanças térmicas na cavidade oral. As propriedades mecânicas dos materiais restauradores são mais fielmente retratada em ambientes bucais, permitindo-nos analisar o comportamento estrutural deles <sup>(33)</sup>, porém a realização de provas *in vitro* que simulem situações clínicas do meio bucal, ajudarão no desenvolvimento de novos materiais com melhores propriedades que possibilitem a diminuição clínica de falhas na interface dente/restauração e aumento na longevidade.

A termociclagem tem sido incluída como uma das variáveis nos estudos da microinfiltração marginal, gerando um estresse na interface dente/restauração através das mudanças térmicas as quais acontecem no meio bucal.

As tensões mecânicas induzidas pelas diferenças extremas de temperatura compatíveis com as que ocorrem na cavidade oral geram diferenças em expansão e contração entre material restaurador e estrutura dentária, causando falhas na interface de união, gerando microinfiltração marginal pelas alterações térmicas <sup>(30)</sup>. A termociclagem tem uma alta influência na microinfiltração marginal das restaurações que apresentam um alto coeficiente de expansão térmica linear e alta difusividade térmica, gerando contração e a expansão do material restaurador de modo diferente do que acontece com a estrutura dentária <sup>(30)</sup>.

Além das alterações térmicas, a absorção de água no interior das cadeias principais e ligações cruzadas da matriz resinosa pode levar a expansão da rede polimérica, levando a redução das propriedades mecânicas da restauração <sup>(34)</sup>. A absorção de água induz tensão entre a matriz que é menos rígida e as partículas de cargas rígidas, e pode levar à falha interfacial <sup>(35)</sup>. Além disso, a camada de silano entre as partículas de cargas inorgânicas são susceptíveis ao ataque hidrolítico pela água absorvida <sup>(36)</sup>. Defeitos como a infiltração resinosa imperfeita na dentina desmineralizada podem ser criados após imersão em água em tempo prolongado, e provavelmente contribuem com a perda da adesão de restaurações resinosas e degradação das fibrilas colágenas <sup>(37), (38)</sup>.

Os adesivos dentinários contêm dentro da sua estrutura componentes hidrofílicos, portanto, encontraremos com frequência uma diminuição na integridade marginal depois de realizada a termociclagem (TC) <sup>(39)</sup>.

Com frequência, os materiais restauradores apresentam falhas nas interfaces após cargas de variadas intensidades e de forma repetitiva <sup>(40)</sup>. Assim, as formações de fendas entre o compósito resinoso e o substrato dental são resultado pela compensação insuficiente das primeiras tensões geradas pela contração por polimerização que ocorrem antes das cargas oclusais, ou das repetidas tensões que estão abaixo do estresse máximo ao qual um material restaurador poderia resistir <sup>(41)</sup>.

Sistemas adesivos autocondicionantes quanto de condicionamento total apresentam aumento no número de defeitos na interface dentina/restauração após TC de 1000 <sup>(42)</sup> ou 5000 <sup>(43)</sup> ciclos; os autores concluíram que os sistemas adesivos apresentam inicialmente uma íntima adaptação marginal ao substrato dentinal e essa adaptação marginal vai sendo comprometida após a TC.

Estudos realizados em pré-molares humanos no ano 2011, demonstraram falhas na adaptação marginal da TC após a 20000 ciclos, observando que nenhuma das amostras avaliadas neste estudo, demonstrou ausência completa de falhas na adaptação marginal <sup>(11)</sup>

### 3.3. Infiltração por Azul de Metileno

A infiltração por corantes (azul de metileno) se caracteriza pela passagem de azul de metileno na interface adesiva, na fenda marginal ao longo da interface resina/dentina. No ano 2003, pesquisadores encontraram aumento na microinfiltração marginal associado à contração por polimerização em materiais restauradores e sistemas adesivos <sup>(44)</sup>.

Vários estudos de microinfiltração em dentina mostraram algum grau de dentina pigmentada; fator que tem que ser diferenciada da microinfiltração real entre cavidade e restauração <sup>(45)</sup>. Isso tem sugerido que o envolvimento do substrato dentinário não pode ser utilizado como um indicador definitivo da microinfiltração marginal por corantes <sup>(45)</sup>. Existem vários métodos que permitem avaliar *in vivo* e *in vitro* a microinfiltração marginal da interface dente/restauração; os métodos utilizados em estudos *in vitro* para avaliação de infiltração marginal é o método pela penetração de corantes, seguida pela observação das margens através de um microscópio estereoscópico e/ou microscópio eletrônico de varreduras <sup>(46)</sup>. O uso de corantes, além de oferecer um baixo custo, é um dos métodos de avaliação mais antigos e mais utilizados; porém, suas desvantagens são por ser uma técnica destrutiva e a subjetividade da quantificação da penetração do corante <sup>(47)</sup>, o que levam a afetar os resultados <sup>(46)</sup>.

Pouca ênfase tem sido dada na diferença do tamanho e ao comportamento das moléculas e das partículas de corante quando são usados em condições de teste. Alguns corantes têm mostrado unir-se preferencialmente com a dentina cariada (fucsina básica); o corante azul de metileno tem afinidade pelo glicosaminoglicano presente na dentina <sup>(48)</sup>.

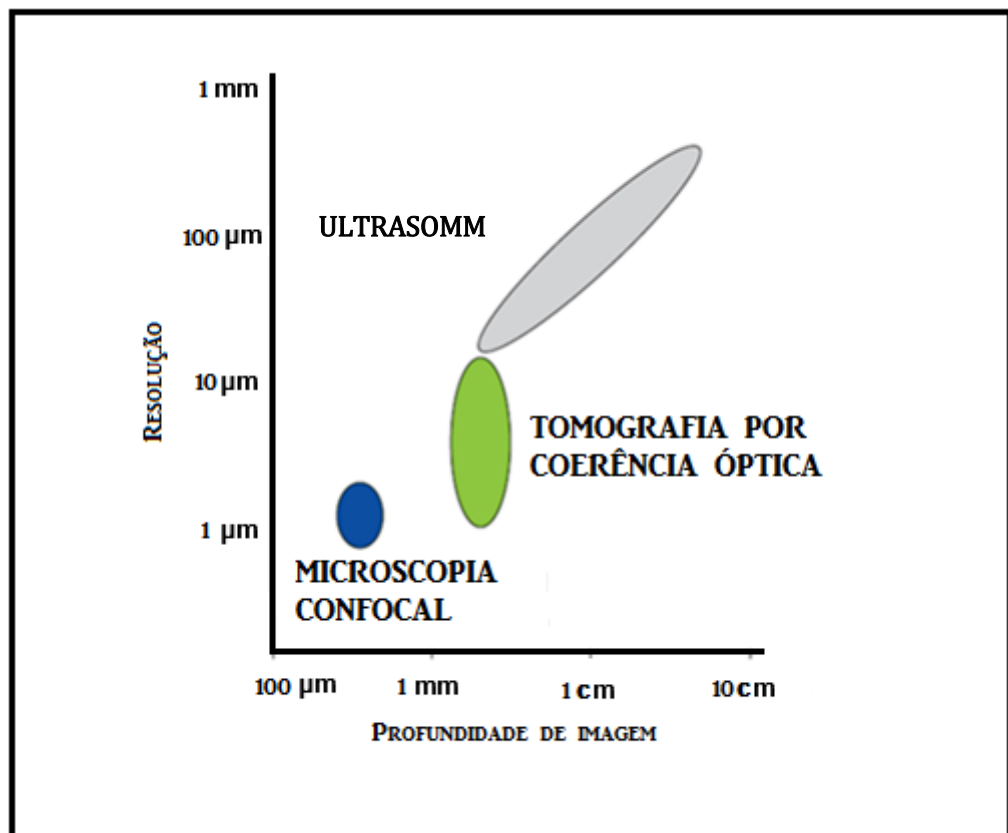
Corantes que exibem afinidade pela união à estrutura dental ou material restaurador podem, mostrar resultados de fendas que não existem na interface dente/restauração <sup>(49)</sup>. A permeabilidade dentinária é um fator que deve ser

considerado no momento de avaliar o grau de infiltração pelo manchamento dentinário gerado pelo corante <sup>(49)</sup>.

### 3.4. Tomografia por Coerência Óptica

A Tomografia de Coerência Óptica (OCT) é uma técnica de diagnóstico que produz imagens de um corte transversal, com alta resolução espacial, de microestruturas internas de meios espalhadores e, em especial, de tecidos vivos <sup>(50), (51)</sup>.

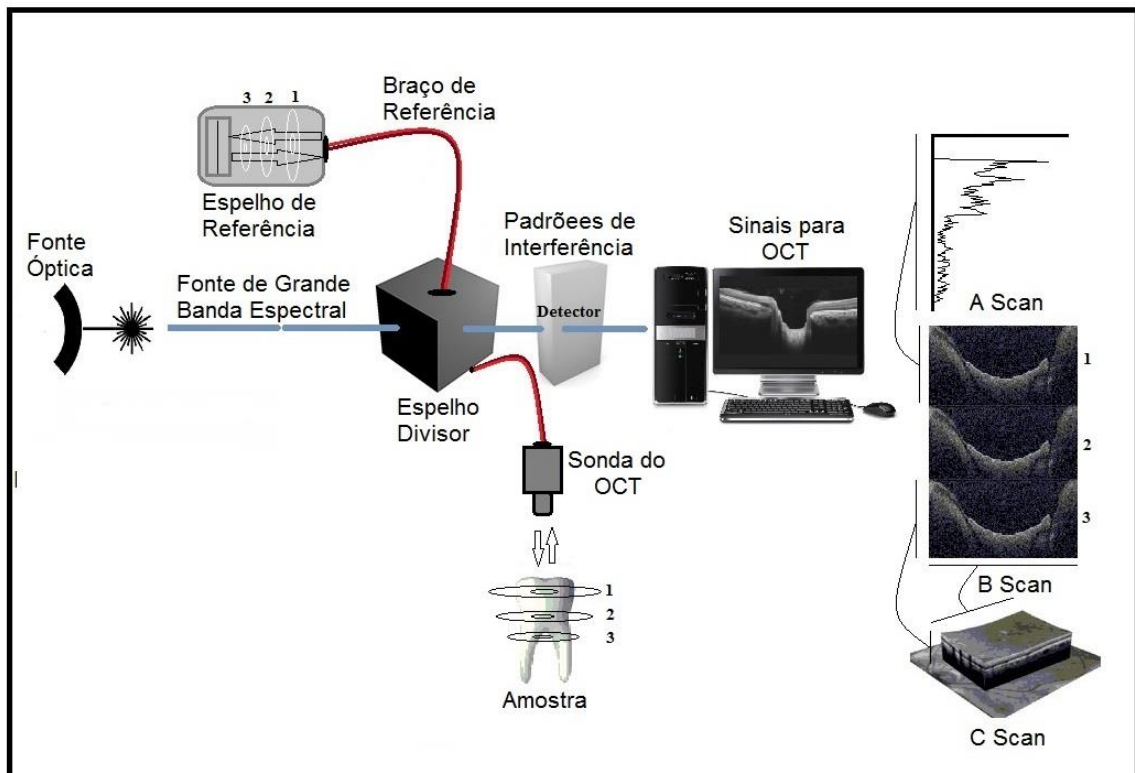
A principal vantagem da técnica é sua alta capacidade de resolução e penetração frente a outras técnicas tomográficas, como a microscopia confocal. Na Figura 1 estão apresentados os limites de resolução vs a profundidade para diversas técnicas tomográficas.



**Figura 1** - Gráfico comparativo entre as técnicas de diagnóstico por imagem, a partir da relação Profundidade de Penetração e Resolução (adaptado de <sup>(52)</sup>).

A tomografia por coerência óptica OCT, é uma técnica de imagem tomográfica com base em interferometria de baixa coerência. Ela foi desenvolvida em 1991 <sup>(50)</sup> para obter imagens de alta resolução dos tecidos biológicos de forma não-invasiva. O princípio básico da técnica baseia-se na interação da luz com os tecidos. A luz proveniente de uma fonte óptica é dividida em dois feixes por um espelho divisor; um deles é conduzido para um espelho de referência e o outro para a mostra

Figura 2. A recombinação da luz do braço de referência e do braço da mostra, forma padrões de interferência no detector gerando sinais de OCT <sup>(51)</sup>. Estes sinais dependem da diferença de caminhos ópticos gerados pela movimentação no sentido longitudinal do espelho de referência (braço de referência), por tanto a diferença do caminho óptico será a profundidade na mostra alvo de estudo <sup>(51)</sup>. Desta forma, a luz é detectada pelo interferômetro; e contém informações espaciais de diferentes profundidades das estruturas das amostras analisadas <sup>(51)</sup>.



**Figura 2** - Montagem esquemática de um OCT.

Estudos *in vitro* realizados no ano 2012 permitiram avaliar em dentes humanos a adaptação marginal na interface adesiva em cavidades classe I e classe II, por meio do OCT como método não invasivo; concluindo que o OCT é uma técnica capaz de analisar quantitativamente e qualitativamente a microinfiltração marginal através de imagens 3D de alta resolução em termos de tempo real <sup>(52)</sup>.

### 3.5. Técnica e Processado das Imagens no OCT

A captura básica de um sistema de OCT é chamada de A-scan e se adquire focalizando a lente da fibra óptica num ponto fixo do espécime. Após a ser realizada uma varredura em profundidade da amostra, o próximo passo consiste em focalizar a lente em um ponto adjacente para obter outro A-scan, de tal forma que as somatórias de vários A-scan formam um B-scan; por último as somatórias de vários B-scan formam um C-scan. Geralmente as imagens utilizadas para os análises são as B-scan, pela inspeção visual, já que aportam mais em termos de informação que uma A-scan simples e uma C-scan.

A imagem gerada através de OCT diferencia as propriedades ópticas do tecido, que incluam ambos os efeitos ópticos de absorção e reflexão <sup>(53)</sup>.

Em 2010 foi validado o OCT como uma modalidade de detecção de diagnóstico precoce de cáries oclusais de esmalte em dentes molares humanos. Essas lesões possuíam como máxima profundidade aproximadamente 2 mm <sup>(54)</sup>.

Em 2011, foram realizados preparos classe I de 1,5 mm de profundidade e 3 mm de diâmetro em região de esmalte de dentes incisivos bovinos foram restaurados com resina fluido usando adesivo de autocondicionante de dois passos. Os autores concluíram que as imagens 3D por *Swept Source* OCT (SS-OCT) pode ser considerada como método de mensuração na detecção de microinfiltração marginal em restaurações adesivas <sup>(43)</sup>.

Em 2011, foram realizadas cavidades oclusais classe I em pré-molares humanos em região de esmalte de 1 mm de profundidade; os autores visualizaram a interface marginal de diferentes sistemas adesivos e sistemas restauradores e concluíram que o método de OCT foi capaz de detectar alguma interação entre os agentes de união ao substrato dentário, sendo assim a OCT considerada um método promissor para a avaliação de margens internas de restaurações in vivo <sup>(55)</sup>.

## 4. MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1. Amostra

O presente estudo foi desenvolvido após aprovação do Comitê de Ética na Utilização de dentes humanos do banco de dentes da faculdade de odontologia da USP (CAAE).

Os dentes foram obtidos do banco de dentes da faculdade de odontologia da USP. A doação foi aprovada pelo parecer 529.667, CAAE: 25226713.5.0000.5473 pela comissão de ética em pesquisa do estado de São Paulo.

Para a execução deste estudo foram selecionadas 30 peças dentárias extraídas, divididos em 3 grupos, cada grupo com 10 dentes. Foi necessário realizar uma seleção das peças dentárias, desse modo, foram considerados fatores de exclusão das peças dentárias, tais como:

- Molares com rizogênese completa.
- Molares que apresentem cáries.
- Molares com defeitos de maturação do esmalte.
- Molares com problemas de abrasão.

Antes da utilização dos dentes, foi realizada uma limpeza, utilizando detergentes e cuba ultra-sônica (Metason 120T da Struers) a 40 KHz durante 30 minutos (Figura 3), posteriormente foram desinfetados com gluconato de clorhexidina degermante (GCH 2%). Após a limpeza, cada amostra foi examinada com uma lupa estereoscópica (Lambda LEB-3 10X), com a finalidade de detectar possíveis trincas ou alterações estruturais na superfície Figura 3.





**Figura 3** - A. Cuba ultra-sônica Metason 120T da Struers, B. Lupa estereoscópica Lambda LEB-3 (10X).

Posteriormente, os espécimes foram divididos, aleatoriamente, em 3 grupos dependendo da técnica adesiva utilizada:

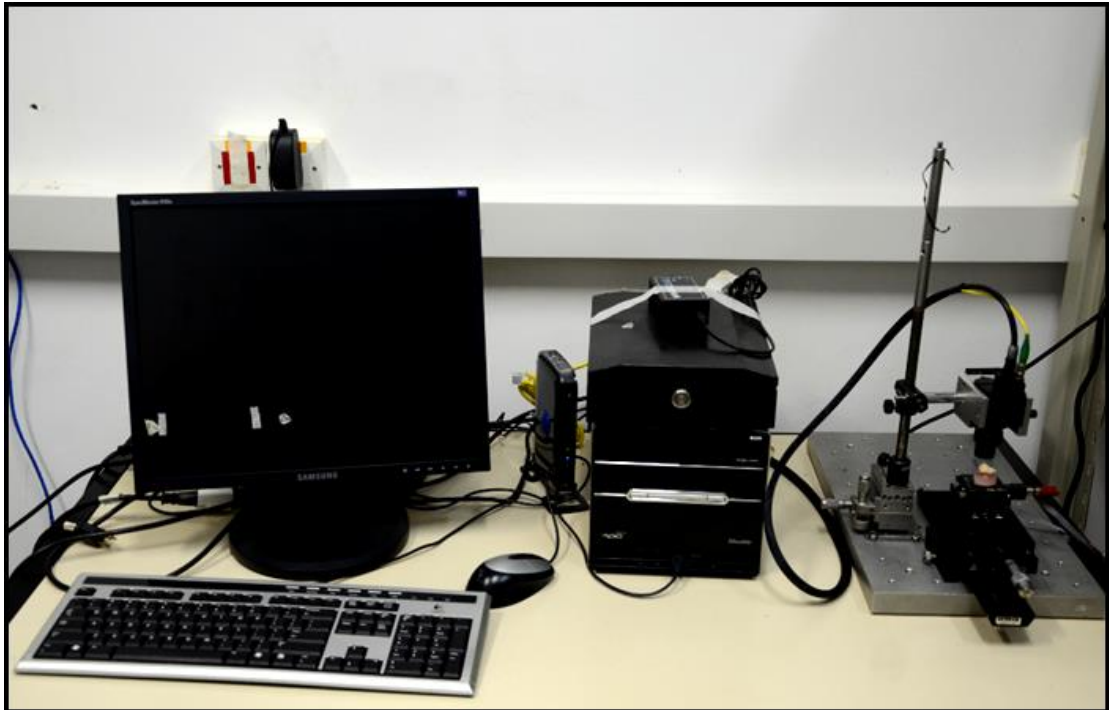
**Grupo 1:** Condicionamento total.

**Grupo 2:** Condicionamento seletivo em esmalte.

**Grupo 3:** Autocondicionante.

#### **4.2. Análises de caracterização inicial das amostras pelo sistema de tomografia de coerência óptica**

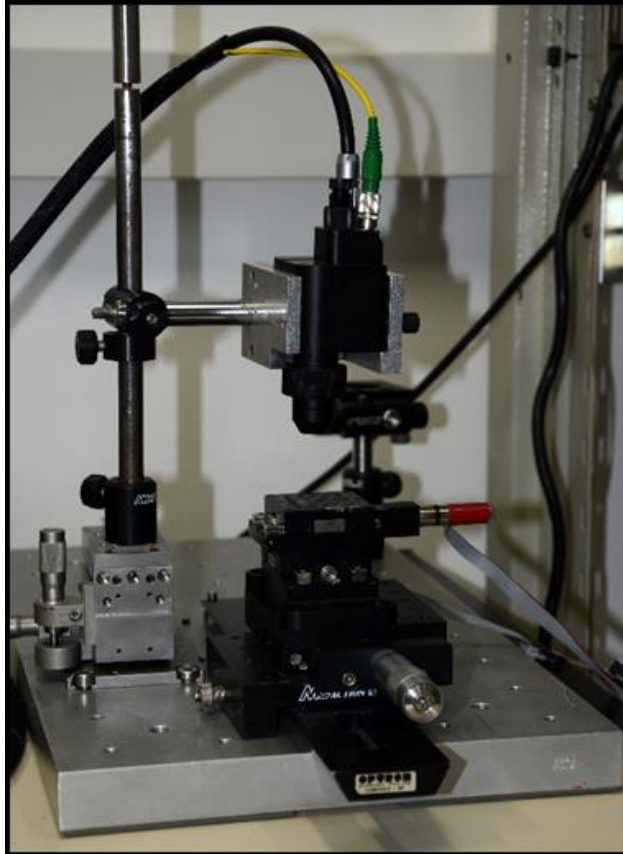
A caracterização estrutural das amostras foi realizada pelo sistema de tomografia por coerência óptica; utilizando um sistema OCP930SR, da Thorlabs EU, que utiliza um led superluminescente operando em 930 nm, potência de 2 mW, com resolução, no ar, lateral e longitudinal de 6,2  $\mu\text{m}$ , capaz de apresentar até 8 imagens por segundo, Figura 4.



**Figura 4 -** Sistema de OCT OCP930SR, da Thorlabs, EU.

O sistema dispõe uma ponta de prova em fibra óptica capaz de alcançar as amostras facilmente, sem a necessidade de contato entre a ponta de prova e os espécimes.

Em razão da técnica de OCT não ser destrutiva, é possível a realização de várias medidas neste ensaio. Para garantir que as medidas pelo OCT, serão realizadas sempre na mesma área de cada amostra antes e depois da preparação das cavidades e os ensaios de envelhecimento por termociclagem, as amostras foram posicionadas numa placa de acrílico a qual se encontra fixada sobre um translador XY Figura 5.



**Figura 5** - Imagem do sistema translador XY.

As imagens foram produzidas com varreduras laterais (X), tendo em conta sempre a mesma região que será analisada após a restauração.

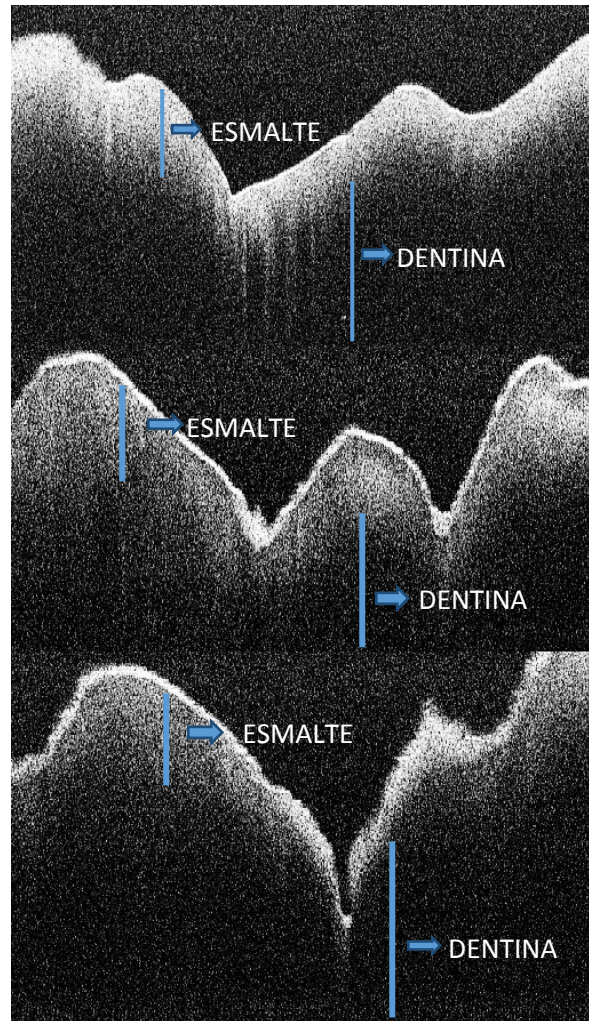
Em cada superfície de estudo, foram feitas varreduras a cada 0,5 mm por dente, obtendo assim, 3 varreduras na superfície mesial de cada dente Figura 6.



**Figura 6** - Imagem das amostras no sistema translador XY do OCT OCP930SR, da Thorlabs, EU.

O sistema de tomografia por coerência óptica foi utilizado para a detecção de defeitos estruturais nos dentes, através da formação de imagens com base no sinal de retro/espalhamento da amostra.

Imagens adquiridas pelo equipamento de OCT de uma mesma amostra em três pontos equidistantes na superfície oclusal são representadas na Figura 7; permitindo, observar que não tem defeitos estruturais visíveis em esmalte e em dentina, assim como processos de desmineralização.



**Figura 7** - Caracterização estrutural das amostras na superfície Oclusal realizada em três pontos equidistantes pela técnica do OCT; utilizando um sistema OCP930SR, da Thorlabs EU.

### 4.3. Preparo das cavidades

Em cada uma das peças dentárias foi realizada, uma cavidade tipo slot, sendo a margem oclusal localizada em esmalte e a gengival na face distal em esmalte e na face mesial em dentina. As cavidades foram iniciadas com uma ponta diamantada número 1090, para alta rotação (Kavo 505C) sob refrigeração contínua. A cada três preparos as pontas foram descartadas e substituídas por pontas novas.

Os preparos cavitários foram padronizados e apresentaram as seguintes dimensões para esmalte na face distal Figura 8:

Extensão ocluso cervical: .....3 mm +/- 1 mm

Extensão méso-distal/pulpar: .....1,5 mm +/- 1 mm

Extensão vestibulo-palato/lingual: .....2 mm +/- 1 mm

Os preparos cavitários foram padronizados e apresentaram as seguintes dimensões para dentina na face mesial Figura 8:

Extensão ocluso cervical: .....5 mm +/- 1 mm

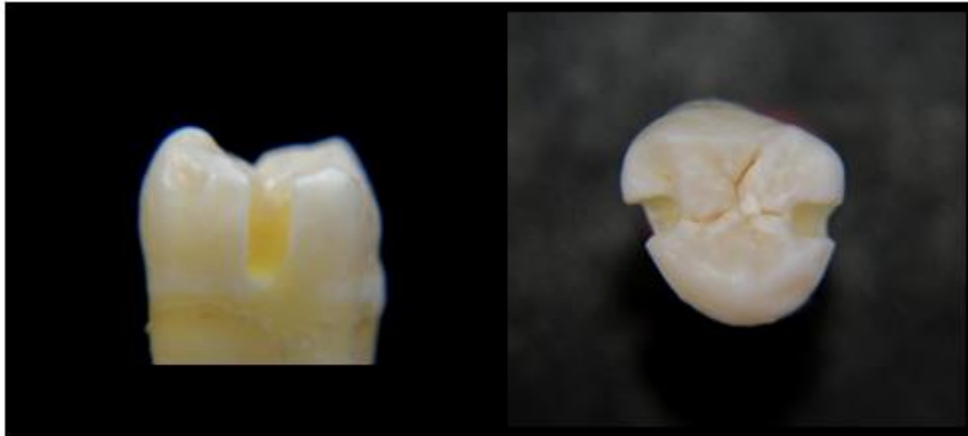
Extensão méso-distal/pulpar: .....1,5 mm +/- 1 mm

Extensão vestibulo-palato/lingual: .....2 mm +/- 1 mm

Cabe ressaltar que, todas as preparações foram realizadas pelo mesmo operador.

Posteriormente, foi feita uma limpeza em cada uma das cavidades com pasta de pedra pomes extrafina (Maquira) e água deionizada, aplicada com escova de profilaxia, em peça de baixa rotação. Após limpeza as cavidades foram lavadas e secas com jatos intermitentes de ar.

Com a finalidade de evitar possíveis trincas ou alterações estruturais que pudessem ter sido causadas durante a execução do preparo cavitário, as cavidades foram examinadas com lupa estereoscópica (Lambda LEB-3 10X), sendo que quando detectado este tipo de alteração estrutural o dente era descartado.



**Figura 8** - Imagem das cavidades classe II para esmalte e dentina.

#### **4.4. Procedimentos restauradores**

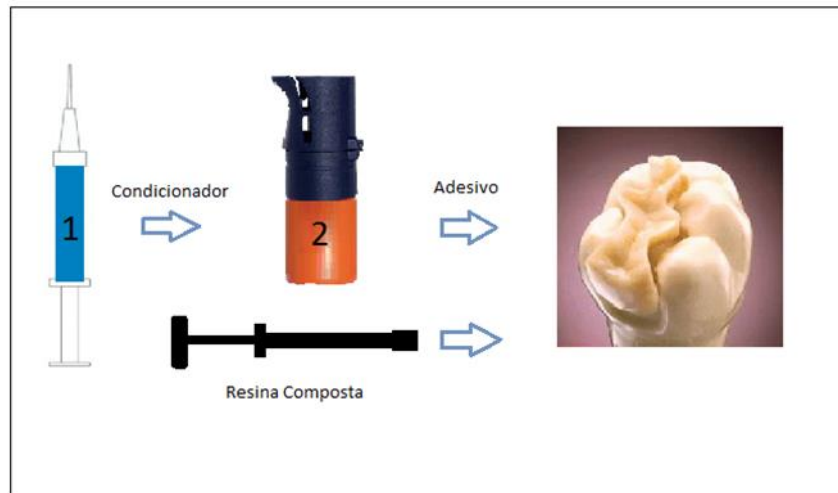
Os dentes foram divididos de forma aleatória, em três grupos segundo a técnica adesiva utilizada no estudo.

Todos os sistemas adesivos foram utilizados e aplicados nas cavidades de acordo com as especificações do fabricante descritas nas bulas de cada um.

As cavidades dos corpos de prova foram restauradas tendo em conta as especificações de cada tipo de adesivo em cada grupo.

##### **4.4.1. Sistema adesivo Adper™ Single Bond Universal (3M-ESPE) técnica condicionamento total**

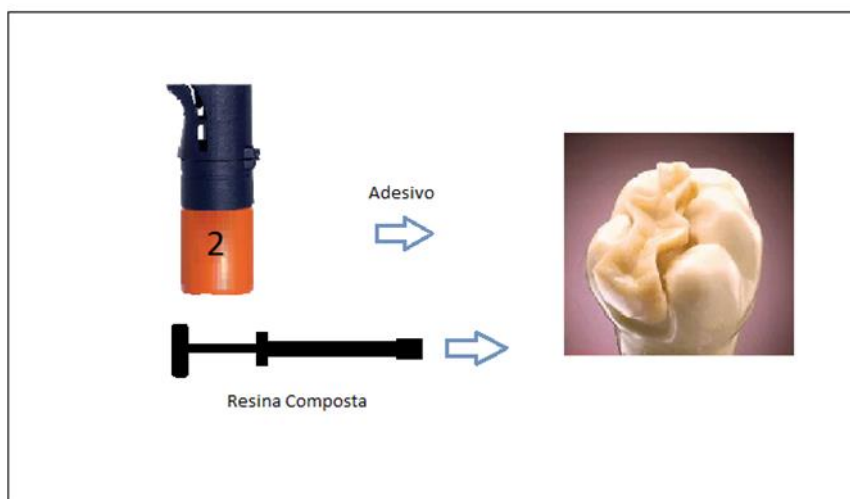
O condicionamento ácido foi realizado em esmalte por 15 segundos e dentina por 10 segundos com Ácido Fosfórico a 35% em Gel da casa 3M-ESPE (Scotchbond™ácido) com um pH aproximado de 0,6, com o intuito de preparar o esmalte e a dentina para o processo adesivo. O condicionador foi lavado com bastante água (30 segundos) e posteriormente secado com papel absorvente com a finalidade de preservar a dentina ligeiramente úmida. O adesivo foi aplicado com um micro-brush descartável, seguido de leve jato de ar por 5 segundos e fotopolimerização por 10 segundos.



**Figura 9** - Imagem técnica Condicionamento total.

#### 4.4.2. Sistema adesivo Adper™ Single Bond Universal (3M-ESPE) técnica autocondicionante

Aplicou-se adesivo com micro-brush ao esmalte e dentina sem condicionamento prévio, seguido de um leve jato de ar por 5 segundos e fotopolimerização por 10 segundos.

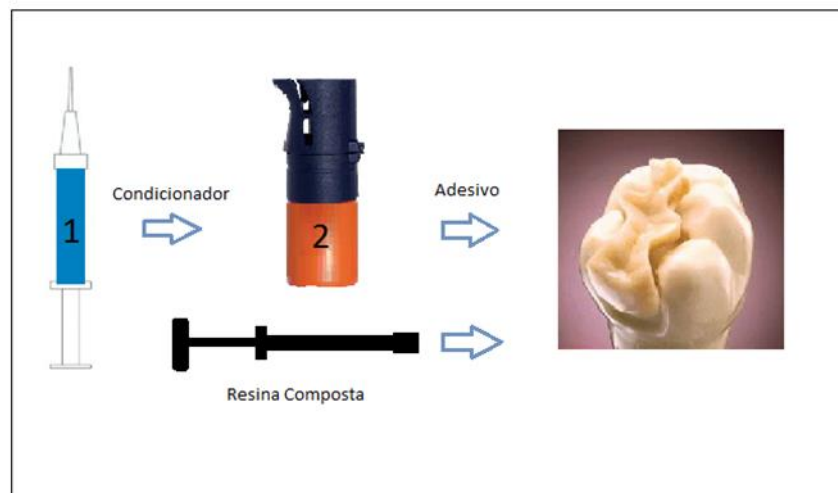


**Figura 10** - Técnica Autocondicionante.



#### 4.4.3. Sistema adesivo Adper™ Single Bond Universal (3M-ESPE) técnica condicionamento seletivo em esmalte

O condicionamento ácido foi realizado só em esmalte por 15 segundos com Ácido Fosfórico ao 35% em Gel da 3M-ESPE (Scotchbond™ ácido) com um pH aproximado de 0,6, com o intuito de preparar o esmalte para o processo adesivo. O condicionador foi lavado com bastante água (30 segundos) e posteriormente secado com papel absorvente com a finalidade de preservar a dentina ligeiramente úmida. Após ao condicionamento ácido em esmalte, o adesivo, foi aplicado por 20 segundos com micro-brush descartável no esmalte e na dentina, seguido de leve jato de ar por 5 segundos e fotopolimerização por 10 segundos.



**Figura 11** - Condicionamento seletivo.

A resina composta utilizada neste estudo foi a Filtek Z350 XT a qual é desenvolvida como um nano/composito versátil de alto rendimento, de excelente estética em restaurações anteriores e resistência nas restaurações posteriores em qualquer tipo de cavidade.

No caso da cavidade, classe II na face mesial e distal, o material de restauração foi inserido na cavidade com auxílio de espátula (Duflex) em três incrementos com foto/ativação de maneira independente durante 40 segundos.

O primeiro incremento foi colocado de forma oblíqua na margem cervical em mesial, de tal forma que contatassem as paredes vestibulo-palato/lingual e a parede axial da caixa proximal/mesial; o segundo incremento foi colocado da mesma forma oblíqua até a parede axial da cavidade. O terceiro e último incremento foi colocado de maneira que ficasse preenchendo toda a cavidade tendo em conta a morfologia do dente Figura 12.

A intensidade de luz led do aparelho foto/polimerizador foi avaliada antes de cada sessão operatória, com o emprego de um radiômetro com uma intensidade de luz 1000 mW/cm<sup>2</sup>.

Os corpos-de-prova restaurados foram armazenados à temperatura ambiente por, no mínimo, 24 horas.



**Figura 12** - Imagem das cavidades restauradas com resina composta fotoativada.

#### **4.5. Materiais utilizados**

O sistema adesivo utilizado no presente estudo, foi a adesivo Adper<sup>TM</sup> Single Bond Universal 3M – ESPE, suas especificações estão nas Tabela 1 e **Erro! Fonte de referência não encontrada.** A resina composta de nano/composito empregada na restauração das cavidades foi FILTEK Z350 XT (3M ESPE) esta especificado na Tabela 2.

### Sistema adesivo utilizado

Tabela 1 - **Sistema Adesivo** 3M – ESPE Adper™ Single Bond Universal.

Composição	Fabricante	Classificação por passos
	3M – ESPE	Convencional 2 passos
Monómero de fosfato MDP, Resina Dimetacrilato (BisGMA), HEMA, Copolimero Vitrebond, Enchimento, Água, Etanol, Iniciadores e Silano.	3M – ESPE	Condicionamento seletivo em esmalte 2 passos
	3M – ESPE	Autocondicionante 1 passo

---

Fonte: Dados Casa 3M ESPE do Brasil Ltda

## Sistema Restaurador

Tabela 2 - Sistema Restaurador.



Fabricante	Composição	Carga
3M – ESPE	<i>bis-GMA</i> , <i>UDMA</i> , <i>TEGDMA</i> <i>bis-EMA</i> <i>TEGDMA</i> ”.	Nano partículas de sílica não-aglomerada / não agregada de 20 nm e nano aglomerados de e zircônia/sílica, de 5-20 nm. E aglomerada de 0,6 e 1,4 micron. A porcentagem de carga é de 78,5%, em peso. Lot 1500800249

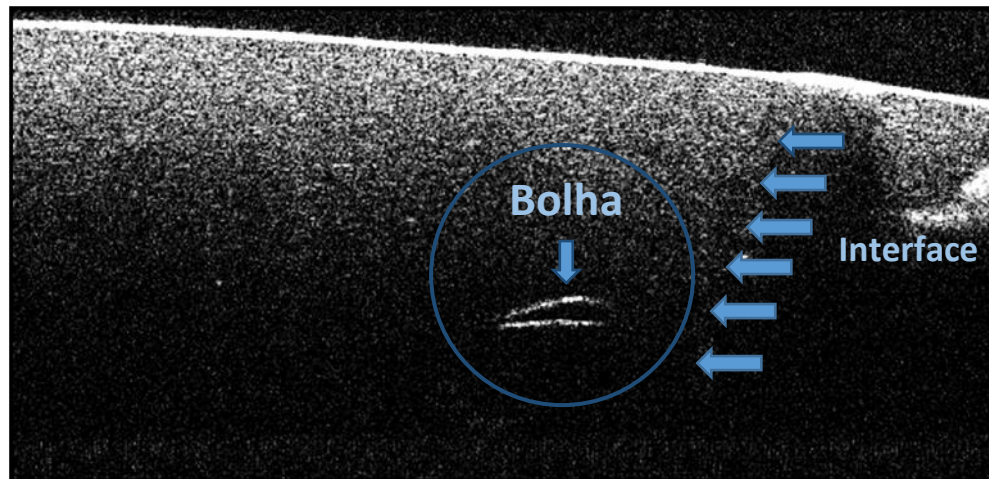
Fonte: Dados Casa 3M ESPE do Brasil Ltda.

Os dentes são mantidos em água destilada a temperatura ambiente, visando mantê-los hidratados.

#### 4.6. Análises pelo sistema de tomografia de coerência óptica após as restaurações.

Após a restauração, todos os grupos foram colocados numa solução de soro fisiológico 0,9%. Com o intuito de simular o ambiente bucal e hidratar, as peças permaneceram incubadas durante um tempo de 24 horas, numa temperatura de 37 °C em estufa possibilitando a absorção de água por parte da restauração diminuindo substancialmente o espaço marginal que existe entre o dente e a restauração (56). Em seguida foram feitos os monitoramentos das amostras através da técnica de tomografia por coerência óptica (OCP930SR, Thorlabs), anteriormente aos ensaios de envelhecimento por termociclagem.

Imagens adquiridas pelo equipamento de OCT de uma mesma amostra em dois pontos equidistantes na superfície mesial, são representadas na Figura 13; permitindo observar algumas bolhas dentro do material restaurador.



**Figura 13** - Imagem de OCT das restaurações em resina composta fotoativada.

#### **4.7. Ciclagem térmica**

Os corpos de prova foram colocados no compartimento móvel do equipamento. Este receptáculo movimentava-se a cada 6 segundos entre os banhos, com diferentes temperaturas: 50<sup>o</sup> e 55<sup>o</sup> graus Celsius com um tempo de transferência de 6 segundos. Foram feitos 1000 ciclos seguidos Figura 14 <sup>(42)</sup>.

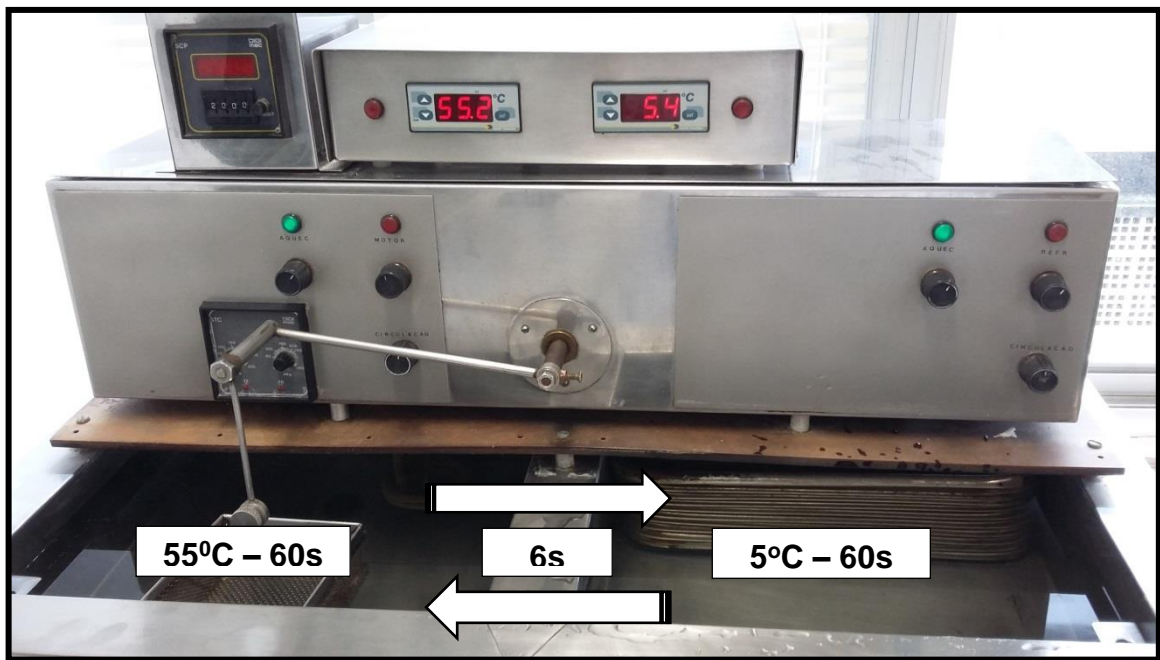


Figura 14 - Máquina de Termociclagem.

#### 4.8. Estudo complementar por meio de azul de metileno

Após a ciclagem térmica os dentes foram impermeabilizados com três camadas de esmalte cosmético em toda a superfície do dente, com intervalo entre as aplicações para permitir a secagem, nas cores azul, verde e preto correspondentes aos três grupos diferentes; autocondicionante, condicionamento total e condicionamento seletivo respectivamente, tomando cuidado para que somente a restauração e 1,0 mm em toda sua volta da superfície ficasse descoberta, evitando assim a penetração do corante em áreas que não fossem na interface das restaurações.

Foi aguardada a completa secagem do esmalte para que os espécimes fossem submergidos na solução de azul de metileno ao 2% e levados numa estufa a temperatura de 37<sup>o</sup> graus célsius por 72 horas. Após este período, os dentes foram lavados em agua corrente por 15 minutos.

Após o procedimento de imersão os dentes foram seccionados em sentido meso-distal com disco de carborundum montado em mandril para peça de mão dividindo a restauração em 2 porções, uma vestibular e uma lingual. Este

procedimento foi realizado cuidadosamente para que o corte fosse o mais plano possível e coincidissem com o mesmo corte da leitura no OCT.

#### **4.9. Tratamento estatístico**

O planejamento estatístico foi executado no sentido de encontrar provas para determinar se diferentes amostras independentes eram provenientes de populações diferentes. Os valores amostrais são quase sempre um tanto diferentes, e o problema é determinar se essas diferenças são efetivas entre as populações, ou se trata apenas de variações casuais, que podem ser esperadas entre amostras aleatórias da mesma população <sup>(57)</sup>. Optou-se pela utilização da análise de variância não paramétrica (Teste de Kruskal-Wallis) que tem a vantagem de permitir estudar se há diferença significativa de três ou mais amostras independentes que são inerentemente classificados em postos (escala ordinal) e permite comprovar a hipóteses de nulidade, de que várias amostras provenham da mesma população, ou de populações idênticas com relação às médias seguidas da comparação dois a dois, baseada nos postos pelo método de Dunn, para determinar quais desses grupos são diferentes <sup>(57), (55)</sup>.

No caso presente da hipótese de nulidade é que não há diferença na escala de microinfiltração entre as diferentes técnicas adesivas nas restaurações. Em contrapartida a hipótese alternativa é que existe diferença nas diferentes escalas de microinfiltração.

Assim, aplicamos o teste de Kruskal-Wallis ao nível de significância de 0,05 com um número total de 30 corpos de prova, divididos em 3 grupos amostrais de 10 elementos.

Após a análise de Kruskal-Wallis, foi realizado uma análise de Correlação, método estatístico amplamente utilizados para estudar o grau de relacionamento entre variáveis.

A análise de correlação fornece um número, indicando como duas grandezas variam conjuntamente. Mede a intensidade e a direção da relação linear ou não-linear entre duas variáveis. É um indicador que atende à necessidade de se estabelecer a existência ou não de uma relação entre essas variáveis sem que, para isso, seja preciso o ajuste de uma função matemática. Não existe a distinção entre a variável explicativa e a variável resposta, ou seja, o grau de variação conjunta entre X e Y é igual ao grau de variação entre Y e X <sup>(57)</sup>.

Quando o objetivo é estudar a relação entre as variáveis, é necessário determinar o grau de relacionamento entre as variáveis analisadas. Conforme descreve "O estabelecimento da existência de uma correlação entre duas variáveis pode constituir o objetivo precípua de uma pesquisa (...). Mas também representar apenas um passo, ou estágio, de uma pesquisa com outros objetivos, como, por exemplo, quando empregamos medidas de correlação para comprovar a confiabilidade de nossas observações" <sup>(57), (58)</sup>.

Dado um conjunto de variáveis, pode haver somente uma relação numérica, sem relação causal. Diz-se, neste caso, que a correlação entre as variáveis envolvidas é espúria, devido apenas à coincidência <sup>(57), (58)</sup>.

## **5. RESULTADOS**

### **5.1. Método de avaliação**

#### **5.1.1. Método de avaliação para OCT**

A avaliação dos resultados foi feita por médio de imagens geradas pelo equipamento de tomografia por coerência óptica numa escala de 500  $\mu\text{m}$ .

As imagens foram avaliadas por 3 examinadores. Estes foram orientados para observá-las sem auxílio de instrumentos com iluminação natural direta, registrando os resultados obtidos em quadros fornecidos pelo pesquisador.



A escala seguida pelos examinadores foi proposta para classificar o nível de microinfiltração observada nas imagens do OCT, conforme definido abaixo:

0 – sem microinfiltração (Figura 15).

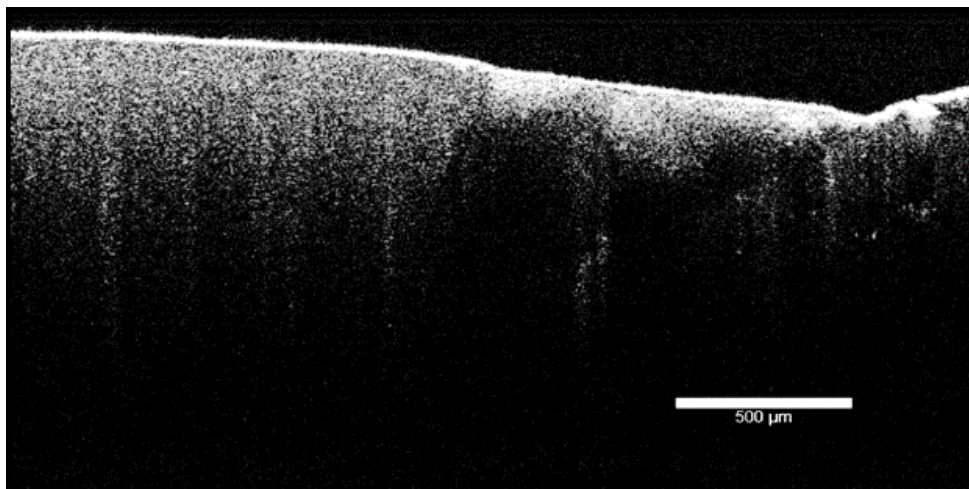
1 – microinfiltração atingindo o ângulo cavo superficial (Figura 16).

2 – microinfiltração atingindo o ângulo cavo superficial e a dentina (Figura 17).

Cada examinador atribuiu a cada um dos corpos de prova um número correspondente ao grau de microinfiltração da escala previamente detalhada. Convencionou-se que o número que se repetisse mais vezes seria considerado o resultado final. Este procedimento foi repetido para cada um dos examinadores. Após a obtenção dos resultados referentes a cada imagem por OCT, partimos para a determinação dos resultados finais de cada imagem. O resultado de cada examinador foi comparado com os resultados dos outros examinadores, e o resultado que mais predominou foi considerado o grau de microinfiltração final para ser submetido a análise estatística.

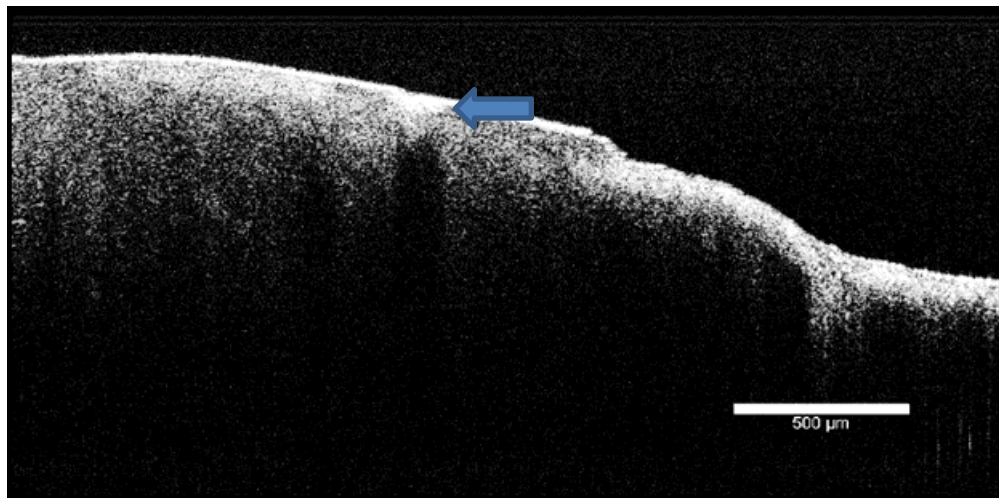
#### **5.1.1.1. Escala de microinfiltração por OCT para esmalte e dentina**

0 – Sem microinfiltração.



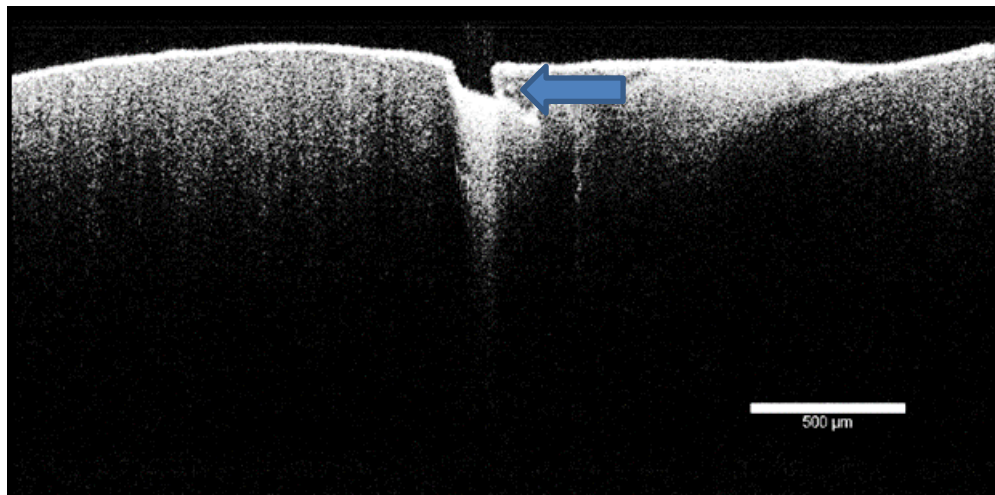
**Figura 15** - Sem microinfiltração.

1 – Microinfiltração atingindo o ângulo cavo superficial.



**Figura 16** – Microinfiltração atingindo o ângulo cavo superficial.

2 – Microinfiltração atingindo o ângulo cavo superficial e a dentina.



**Figura 17** - microinfiltração atingindo o ângulo cavo superficial e a dentina.

### 5.1.2. Método de avaliação por azul de metileno

A avaliação dos resultados foi feita por meio de imagens geradas por meio de fotografias digitais tiradas em aumento padronizado, máquina fotográfica (Nikon, modelo D7200), lente macro (Nikkor 105 mm) acoplada a um flash circular (Sigma Em 140 dg).

As imagens fotográficas foram avaliadas por 3 examinadores. Estes foram orientados para observá-las sem auxílio de instrumentos com iluminação natural direta, registrando os resultados obtidos em quadros fornecidos pelo pesquisador.

A escala seguida pelos examinadores foi proposta para classificar o nível de microinfiltração observada nas imagens do OCT, conforme definido abaixo:

0 – sem microinfiltração (Figura 18).

1 – microinfiltração atingindo o ângulo cavo superficial (Figura 19).

2 – microinfiltração atingindo o ângulo cavo superficial e a dentina (Figura 20).

Cada examinador atribuiu a cada um dos corpos de prova um número correspondente ao grau de microinfiltração da escala previamente detalhada. Convencionou-se que o número que se repetisse mais vezes seria considerado o resultado final. Este procedimento foi repetido para cada um dos examinadores. Após a obtenção dos resultados referentes a cada imagem por fotografia, partimos para a determinação dos resultados finais de cada imagem. O resultado de cada examinador foi comparado com os resultados dos outros examinadores, e o resultado que mais predominou foi considerado o grau de microinfiltração final para ser submetido a análise estatística.

**5.1.2.1. Escala de microinfiltração por Azul de metileno para esmalte e dentina**

0 – Sem microinfiltração.



**Figura 18** - Sem microinfiltração.

1 – Microinfiltração atingindo o ângulo cavo superficial.



**Figura 19** - Microinfiltração atingindo o ângulo cavo superficial.

2 – Microinfiltração atingindo o ângulo cavo superficial e a dentina.



**Figura 20** - Microinfiltração atingindo o ângulo cavo superficial e a dentina

## 5.2. Resultados e Discussão

### 5.2.1. Resultado estatístico para microinfiltração na interface dentina-restauração por OCT

Analisando a adaptação da interface dentina - restauração, observou-se que há presença de desadaptação marginal das restaurações após a TC, em todos os compósitos, independente da técnica adesiva utilizada.

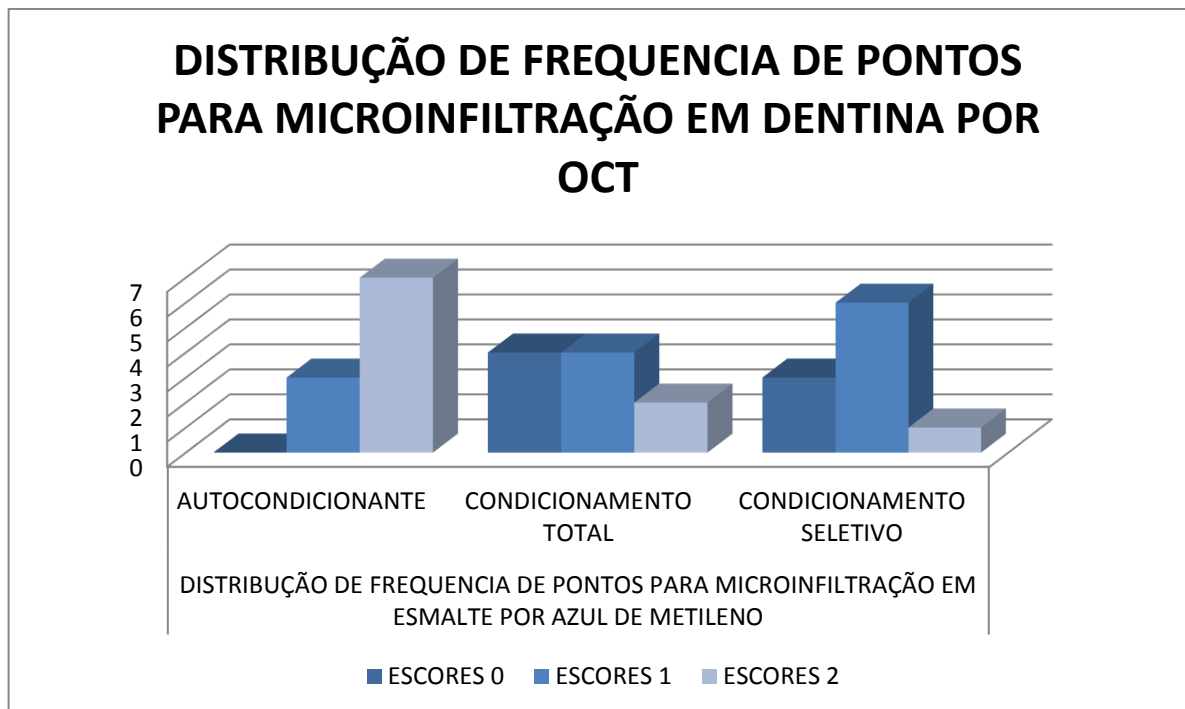
A Tabela 3 exibe os resultados obtidos pela análise em OCT na interface dentina/restauração, por meio de escores após a TC, visualizado em função da técnica de aplicação do sistema adesivo.

**Tabela 3** - Pontuação por escores para o grau de infiltração marginal por escores na interface dentina/restauração em função da ciclagem térmica, compósito restaurador e técnica de aplicação do sistema adesivo.

		ESCORES PARA O GRAU DE MICROINFILTRAÇÃO PARA DENTINA POR OCT		
		AUTOCONDICIONANTE	CONDICIONAMENTO TOTAL	CONDICIONAMENTO SELETIVO
AMOSTRAS	A1	2	0	2
	A2	2	2	1
	A3	2	2	2
	A4	2	1	2
	A5	1	1	1
	A6	1	1	1
	A7	2	2	0
	A8	2	2	1
	A9	2	1	2
	A10	2	1	1

**Tabela 4** - Frequência da pontuação para o grau de infiltração marginal na interface dentina/restauração em função da ciclagem térmica, compósito restaurador e técnica de aplicação do sistema adesivo.

		DISTRIBUIÇÃO DE FREQUENCIA DE PONTOS PARA MICROINFILTRAÇÃO EM DENTINA POR OCT		
		AUTOCONDICIONANTE	CONDICIONAMENTO TOTAL	CONDICIONAMENTO SELETIVO
ESCORES	0	0	2	1
	1	2	7	5
	2	8	1	4



**Figura 21** - Representação gráfica da frequência para o grau de escores da infiltração marginal na interface dentina – restauração em função da ciclagem térmica, compósito restaurador e técnica de aplicação do sistema adesivo.

Na Tabela 5 temos o resultado do teste de Kruskal-Wallis ao nível de 0,05 de significância probabilística nas cavidades classe II utilizando as técnicas adesivas, autocondicionante, condicionamento total e condicionamento seletivo.

**Tabela 5** - Resultado estatístico do teste de Kruskal-Wallis para microinfiltração em dentina por OCT nas cavidades classe II.

Valor H de Kruskal-Wallis calculado	4,3488
Graus de liberdade	2
(p) Kruskal-Wallis	0,1137

**Conclusão:** Não Significante ao nível de probabilidade de 5%

Pela análise da Tabela 5 podemos afirmar que não existe diferença significativa entre as amostras nas técnicas adesiva, autocondicionante, condicionamento total e condicionamento seletivo. Quando os grupos foram comparados entre si em relação às distribuições da microinfiltração em dentina, verificou-se que não houve diferença estatisticamente significativa.

### 5.2.2. Resultado estatístico para microinfiltração na interface esmalte-restauração por OCT

Analisando a adaptação da interface esmalte/restauração, observou-se que há presença de desadaptação interfacial das restaurações após a TC, em todos os compósitos, independente da técnica adesiva utilizada.

A Tabela 6 exhibe os resultados obtidos pelo análise em OCT na interface esmalte/restauração, por meio de pontuação (grau de infiltração) após a TC, visualizado em função da ciclagem térmica, compósito restaurador e técnica de aplicação do sistema adesivo.

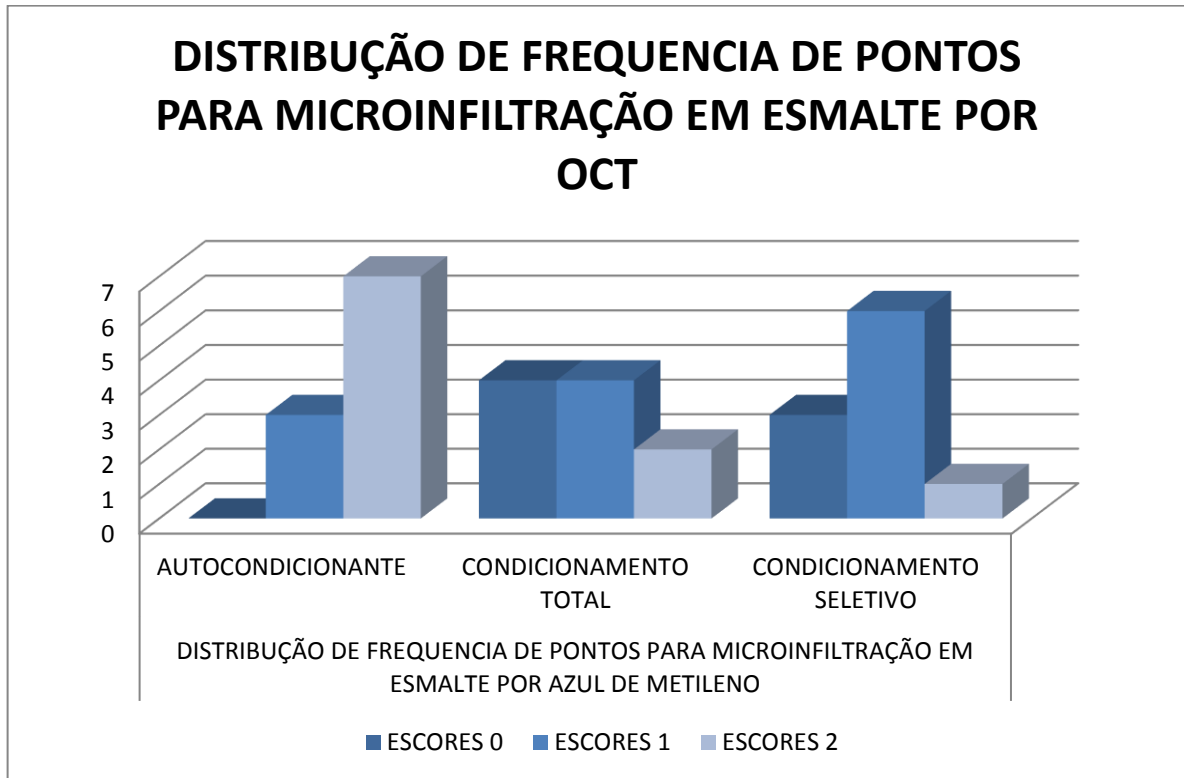


**Tabela 6** - Pontuação para o grau de infiltração marginal na interface esmalte/restauração em função da ciclagem térmica, compósito restaurador e técnica de aplicação do sistema adesivo.

		ESCORES PARA O GRAU DE MICROINFILTRAÇÃO PARA ESMALTE POR OCT		
		AUTOCONDICIONANTE	CONDICIONAMENTO TOTAL	CONDICIONAMENTO SELETIVO
AMOSTRAS	A1	2	1	0
	A2	2	0	0
	A3	2	2	1
	A4	2	1	2
	A5	1	0	0
	A6	2	0	1
	A7	1	1	1
	A8	2	0	1
	A9	2	1	2
	A10	2	2	1

**Tabela 7** – Frequência da pontuação para o grau de infiltração marginal na interface esmalte – restauração em função da ciclagem térmica, compósito restaurador e técnica de aplicação do sistema adesivo.

		DISTRIBUIÇÃO DE FREQUÊNCIA PARA MICROINFILTRAÇÃO EM ESMALTE POR OCT		
		AUTOCONDICIONANTE	CONDICIONAMENTO TOTAL	CONDICIONAMENTO SELETIVO
PONTUAÇÃO	0	0	4	3
	1	2	4	5
	2	8	2	2



**Figura 22** - Representação gráfica da distribuição de frequência para o grau de escores da infiltração marginal na interface esmalte/restauração em função da ciclagem térmica, compósito restaurador e técnica de aplicação do sistema adesivo.

Na Tabela 8 temos o resultado do teste de Kruskal-Wallis ao nível de 0,05 de significância probabilística em cavidades classe II utilizando as técnicas adesivas, autocondicionante, condicionamento total e condicionamento seletivo.

**Tabela 8** – Resultado estatístico do teste de Kruskal-Wallis para microinfiltração em esmalte por OCT nas cavidades classe II.

Valor H de Kruskal-Wallis calculado	9,8494
Graus de liberdade	2
(p) Kruskal-Wallis	0,0073

**Conclusão:** Significante ao nível de probabilidade de 5%

Pela análise da Tabela 9 podemos afirmar que em esmalte existe diferença significativa entre as amostras nas técnicas adesiva, autocondicionante, condicionamento total e condicionamento seletivo. Quando os grupos foram comparados entre si em relação às distribuições da infiltração em esmalte, verificou-se que houve diferença estatisticamente significativa em pelo menos um deles e os demais ( $p < 0,05$ ); entretanto, não conseguimos saber entre quais destas amostras existe alguma diferença.

Para conhecer quais amostras são diferentes, foi utilizado o método de Dunn que serve para realizar a comparação entre as medias dos postos das amostras de dois ou mais grupos para determinar quais desses grupos são diferentes e responsáveis pela rejeição de  $H_0$  no teste de Kruskal-Wallis.

Analisando a Tabela 9 podemos verificar que a comparação da microinfiltração nas técnicas adesivas, autocondicionante, condicionamento total e condicionamento seletivo; se mostrou significativa ao nível de 0,05 de probabilidade. Este fato foi observado quando comparamos:

1. Cavidades classe II na técnica auto/condicionante e condicionamento total.
2. Cavidades classe II na técnica auto/condicionante e condicionamento seletivo.
3. Cavidades classe II na técnica de condicionamento seletivo e condicionamento total.

**Tabela 9** – Comparação entre as médias dos postos das amostras nas técnicas adesivas, autocondicionante, condicionamento total e condicionamento seletivo; os valores críticos ao nível de 0,05 de significância para esmalte.

Comparações amostras duas a duas	Dif. Postos Médios	z-crítico	0,05 p
Autocondicionante x Condiç. Total	10,5000	2,394	< 0,05
Autocondicionante x Condiç. Seletivo	9,6000	2,394	< 0,05
Condiç. Seletivo x Condiç. Total	0,9000	2,394	Ns

De acordo com os resultados mostrados na Tabela 10, verificamos que as médias dos postos assumidas para microinfiltração nas técnicas de condicionamento total e condicionamento seletivo, foi menor que a média da técnica de autocondicionamento. Este resultado nos indica com probabilidade de 95%, que a microinfiltração esperada na técnica autocondicionante foi maior que a esperada nas técnicas de condicionamento total e condicionamento seletivo.

### 5.2.3. Resultado estatístico para microinfiltração na interface dentina-restauração por Azul de metileno

Analisando a adaptação da interface dentina - restauração, observou-se que há presença de desadaptação marginal das restaurações após a TC, em todos os compósitos, independente da técnica adesiva utilizada.

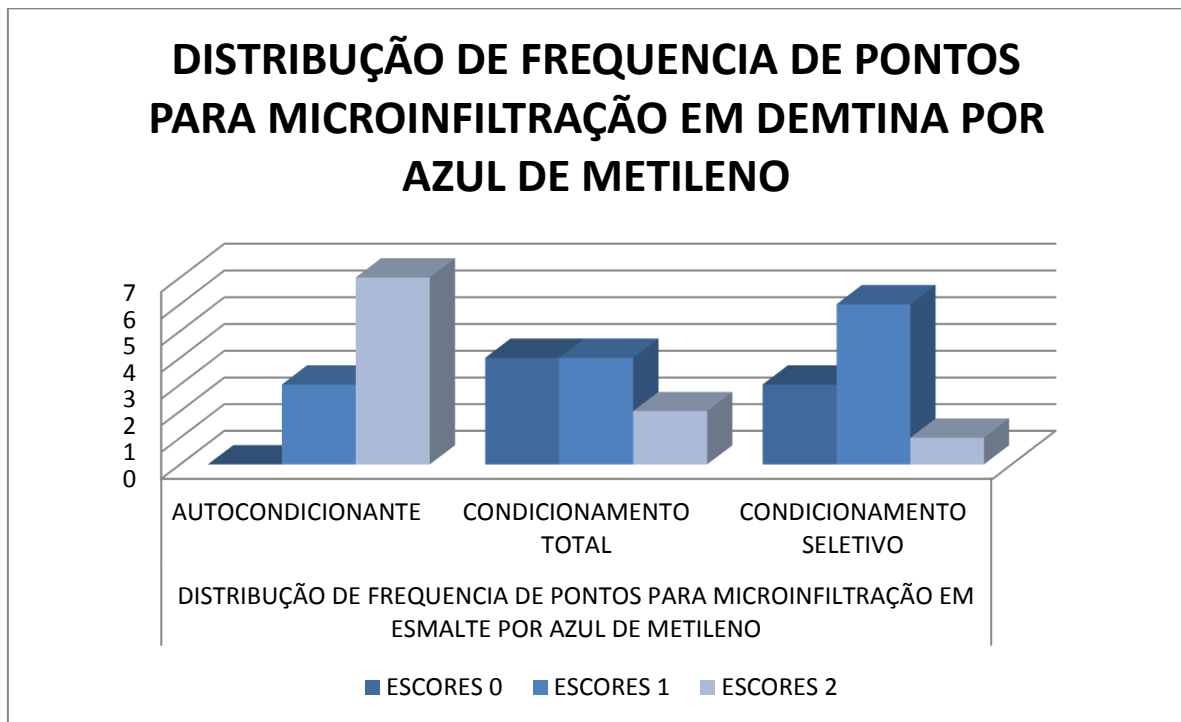
A Tabela 10 exibe os resultados obtidos pela infiltração de azul de metileno na interface dentina/restauração, por meio de escores (grau de infiltração) após a TC, visualizado em função da ciclagem térmica, compósito restaurador e técnica de aplicação do sistema adesivo.

**Tabela 10** – Escores para o grau de infiltração marginal na interface dentina/restauração em função da ciclagem térmica, compósito restaurador e técnica de aplicação do sistema adesivo.

		ESCORES PARA O GRAU DE MICROINFILTRAÇÃO PARA DENTINA POR AZUL DE METILENO		
		AUTOCONDICIONANTE	CONDICIONAMENTO TOTAL	CONDICIONAMENTO SELETIVO
AMOSTRAS	A1	2	2	2
	A2	2	1	1
	A3	1	2	2
	A4	2	1	2
	A5	2	1	0
	A6	1	1	1
	A7	2	0	0
	A8	1	2	1
	A9	1	1	2
	A10	2	2	1

**Tabela 11** – Distribuição de frequência para o grau de infiltração marginal na interface dentina/restauração em função da ciclagem térmica, compósito restaurador e técnica de aplicação do sistema adesivo.

		DISTRIBUIÇÃO DE FREQUÊNCIA PARA MICROINFILTRAÇÃO EM DENTINA POR POR AZUL DE METILENO		
		AUTOCONDICIONANTE	CONDICIONAMENTO TOTAL	CONDICIONAMENTO SELETIVO
ESCORES	0	0	1	2
	1	4	5	4
	2	6	4	4



**Figura 23** - Representação gráfica da distribuição de frequência para o grau de escores da infiltração marginal na interface dentina/restauração em função da ciclagem térmica, compósito restaurador e técnica de aplicação do sistema adesivo.

Na Tabela 12 temos o resultado do teste de Kruskal-Wallis ao nível de 0,05 de significância probabilística nas cavidades classe II utilizando as técnicas adesivas, autocondicionante, condicionamento total e condicionamento seletivo.

**Tabela 12** – Resultado do teste de Kruskal-Wallis para microinfiltração em dentina nas cavidades classe II.

---

Valor H de Kruskal-Wallis calculado	1,6504
Graus de liberdade	2
(p) Kruskal-Wallis	0,4382

---

**Conclusão:** Não Significante ao nível de probabilidade de 5%

Pela análise da Tabela 13 podemos afirmar que não existe diferença significativa entre as amostras nas técnicas adesiva, autocondicionante, condicionamento total e condicionamento seletivo. Quando os grupos foram comparados entre si em relação às distribuições da infiltração em dentina, verificou-se que não houve diferença estatisticamente significativa.

#### **5.2.4. Resultado estatístico para microinfiltração na interface esmalte-restauração por infiltração de Azul de metileno**

Analisando a adaptação da interface esmalte/restauração, observou-se que há presença de desadaptação interfacial das restaurações após a TC, em todos os compósitos, independente da técnica adesiva utilizada.

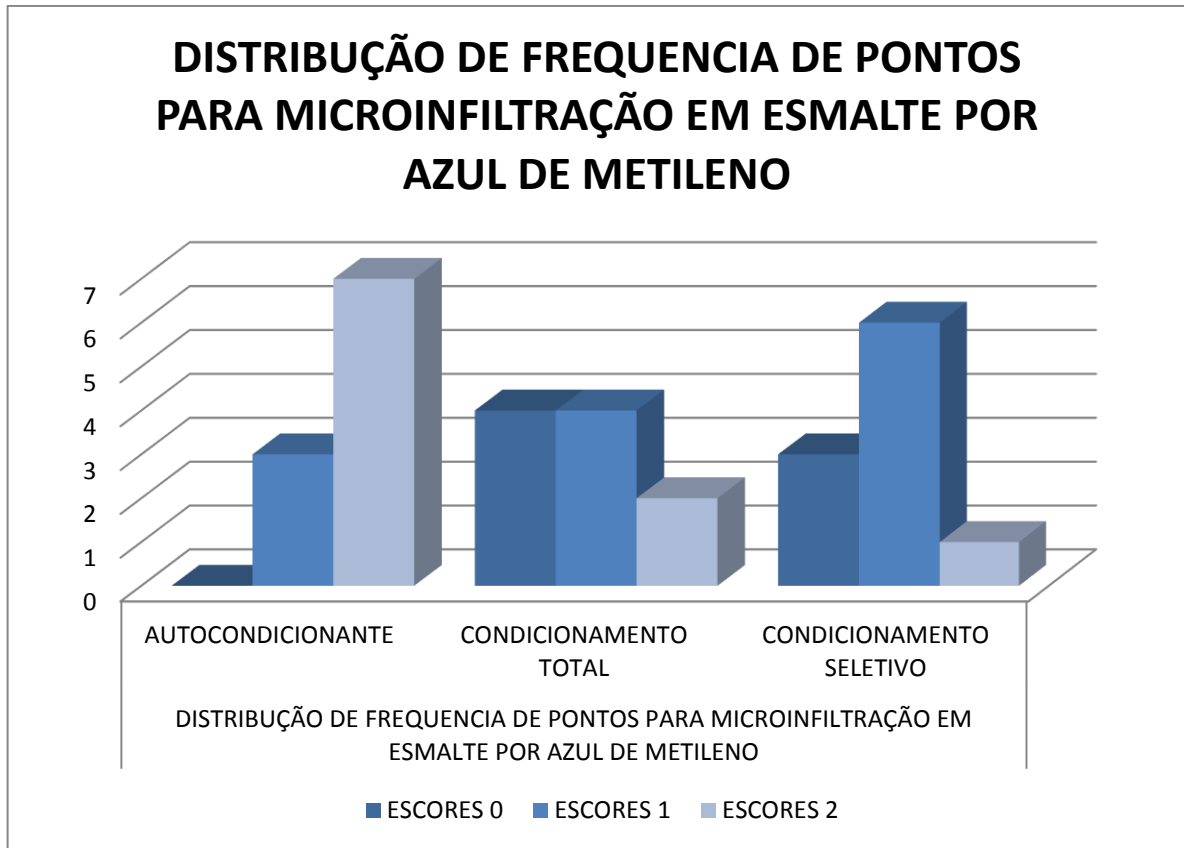
A Tabela 13 exhibe os resultados obtidos pela infiltração do azul de metileno na interface esmalte–restauração, por meio de escores após a TC, visualizado em função da ciclagem térmica, compósito restaurador e técnica de aplicação do sistema adesivo.

**Tabela 13** – Escores para o grau de infiltração marginal na interface esmalte/restauração em função da ciclagem térmica, compósito restaurador e técnica de aplicação do sistema adesivo.

		ESCORES PARA MICROINFILTRAÇÃO PARA ESMALTE POR AZUL DE METILENO		
		AUTOCONDICIONANTE	CONDICIONAMENTO TOTAL	CONDICIONAMENTO SELETIVO
AMOSTRAS	A1	1	1	0
	A2	1	0	0
	A3	2	2	1
	A4	2	0	2
	A5	2	1	1
	A6	2	2	1
	A7	2	1	1
	A8	2	0	0
	A9	1	1	1
	A10	2	0	1

**Tabela 14** – Distribuição de frequência da pontuação para o grau de infiltração marginal na interface esmalte/restauração em função da ciclagem térmica, compósito restaurador e técnica de aplicação do sistema adesivo.

		DISTRIBUIÇÃO DE FREQUENCIA PARA MICROINFILTRAÇÃO EM ESMALTE POR AZUL DE METILENO		
		AUTOCONDICIONANTE	CONDICIONAMENTO TOTAL	CONDICIONAMENTO SELETIVO
ESCORES	0	0	4	3
	1	3	4	6
	2	7	2	1



**Figura 24** - Representação gráfica da frequência para o grau de escores da infiltração marginal na interface esmalte – restauração em função da ciclagem térmica, compósito restaurador e técnica de aplicação do sistema adesivo.

Na Tabela 16 temos o resultado do teste de Kruskal-Wallis ao nível de 0,05 de significância probabilística em cavidades classe II utilizando as técnicas adesivas, autocondicionante, condicionamento total e condicionamento seletivo.

**Tabela 15** – Resultado do teste de Kruskal-Wallis para microinfiltração em esmalte nas cavidades classe II.

---

Valor H de Kruskal-Wallis calculado	9,4129
Graus de liberdade	2
(p) Kruskal-Wallis	0,0090

---

**Conclusão:** Significante ao nível de probabilidade de 5%



Pela análise da Tabela 15 podemos afirmar que existe diferença significativa entre as amostras nas técnicas adesiva, autocondicionante, condicionamento total e condicionamento seletivo. Quando os grupos foram comparados entre si em relação às distribuições da infiltração em esmalte, verificou-se que houve diferença estatisticamente significativa em pelo menos um deles dos demais ( $p < 0,05$ ); entretanto, não conseguimos saber entre quais destas amostras existe alguma diferença.

Para conhecer quais amostras são diferentes, foi utilizado o método de Dunn que serve para realizar a comparação entre as médias dos postos das amostras de dois ou mais grupos para determinar quais desses grupos são diferentes e responsáveis pela rejeição de  $H_0$  no teste de Kruskal-Wallis.

Analisando a Tabela 16 podemos verificar que a comparação da microinfiltração nas técnicas adesivas, autocondicionante, condicionamento total e condicionamento seletivo; se mostrou significativa ao nível de 0,05 de probabilidade. Este fato foi observado quando comparamos:

1. Cavidades classe II na técnica autocondicionante e condicionamento total.
2. Cavidades classe II na técnica autocondicionante e condicionamento seletivo.
3. Cavidades classe II na técnica de condicionamento seletivo e condicionamento total.

**Tabela 16** – Comparação entre as médias dos postos das amostras nas técnicas adesivas, autocondicionante, condicionamento total e condicionamento seletivo; os valores críticos ao nível de 0,05 de significância.

Comparações amostras duas a duas	Dif. Postos Médios	z-crítico	0,05 p
Autocondicionante x Condiç. Total	9,7500	2,394	< 0,05
Autocondicionante x Condiç. Seletivo	9,9000	2,394	< 0,05
Condiç. Seletivo x Condiç. Total	0,1500	2,394	Ns

De acordo com os resultados mostrados na Tabela 16, verificamos que as médias dos postos assumidas para microinfiltração nas técnicas de condicionamento total e condicionamento seletivo, foi menor que a média da técnica de autocondicionamento. Este resultado nos indica com probabilidade de 95%, que a microinfiltração esperada na técnica autocondicionante foi maior que a esperada nas técnicas de condicionamento total e condicionamento seletivo.

### 5.2.5. Análise de Correlação para Dentina por OCT e Azul de Metileno

Na Tabela 18 temos o resultado do análise de correlação entre as duas técnicas de mensuração (OCT-Azul de Metileno) nas três técnicas adesivas (autocondicionante, condicionamento total e condicionamento seletivo) para Dentina.

**Tabela 17** – Comparação entre as duas técnicas de mensuração (OCT-Azul de Metileno) nas três técnicas adesivas (autocondicionante, condicionamento total e condicionamento seletivo) para Dentina.

		DENTINA	OCT	AZUL DE METILENO
Amostras	A1	AUTOCONDICIONANTE	2	2
	A2		2	2
	A3		2	1
	A4		2	2
	A5		1	2
	A6		1	1
	A7		2	2
	A8		2	1
	A9		2	1
	A10		2	2
	CT1	CONDICIONAMENTO TOTAL	0	2
	CT2		2	1
	CS3		2	2
	CT4		1	1
	CT5		1	1
	CT6		1	1
	CT7		2	0
	CT8		2	2
	CT9		1	1
	CT10		1	2
	CS1	CONDICIONAMENTO SELETIVO	2	2
	CS2		1	1
	CS3		2	2
	CS4		2	2
	CS5		1	0
	CS6		1	1
	CS7		0	0
	CS8		1	1
	CS9		2	2
	CS10		1	1

**Tabela 18** – Resultado do teste de Coeficiente de Correlação R de Spearman para as duas técnicas de mensuração (OCT – Infiltração por Azul de Metileno) em dentina nas cavidades classe II.

Coeficiente de Spearman (rs)=	0,4298
(p)=	0,0177
Número de pares =	30

O valor para o coeficiente  $\rho$  de Spearman varia entre -1 e 1, neste caso a Tabela 18 mostra o valor de  $r$  para Spearman  $r = 0,4298$  e o valor de  $p = 0,0177$ . Quanto mais próximo estiver destes extremos, maior será a associação entre as variáveis. O sinal positivo da correlação significa que as categorias mais elevadas de uma variável estão associadas a categorias mais elevadas da outra variável; ou seja, existe uma associação média e positiva entre as duas técnicas de mensuração.

### 5.2.6. Análise de Correlação para Esmalte por OCT e Azul de Metileno

Na Tabela 18 temos o resultado do análise de correlação entre as duas técnicas de mensuração (OCT-Azul de Metileno) nas três técnicas adesivas (autocondicionante, condicionamento total e condicionamento seletivo) para Dentina.

**Tabela 19** – Comparação entre as duas técnicas de mensuração (OCT e Azul de Metileno) nas três técnicas adesivas (autocondicionante, condicionamento total e condicionamento seletivo) para Esmalte.

		ESMALTE	OCT	AZUL DE METILENO
Amostras	A1	AUTOCONDICIONANTE	0	1
	A2		2	1
	A3		2	2
	A4		2	2
	A5		1	2
	A6		2	2
	A7		1	2
	A8		2	2
	A9		2	1
	A10		2	2
	CT1	CONDICIONAMENTO TOTAL	1	1
	CT2		0	0
	CT3		2	2
	CT4		2	0
	CT5		0	1
	CT6		0	2
	CT7		1	1
	CT8		0	0
	CT9		1	1
	CT10		2	0
	CS1	CONDICIONAMENTO SELETIVO	0	0
	CS2		0	0
	CS3		1	1
	CS4		2	2
	CS5		0	1
	CS6		1	1
	CS7		1	1
	CS8		1	0
	CS9		2	1
	CS10		1	1

**Tabela 20** – Resultado do teste de Coeficiente de Correlação R de Spearman para as duas técnicas de mensuração (OCT – Infiltração por Azul de Metileno) em esmalte nas cavidades classe II.

Coeficiente de Spearman (rs)=	0,4298
(p)=	0,0178
Número de pares =	30

O valor para o coeficiente  $\rho$  de Spearman varia entre -1 e 1, neste caso a Tabela 20 mostra o valor de  $r$  para Spearman  $r = 0,4298$  e o valor de  $p = 0,0178$ . Quanto mais próximo estiver destes extremos, maior será a associação entre as variáveis. O sinal positivo da correlação significa que as categorias mais elevadas de uma variável estão associadas a categorias mais elevadas da outra variável; ou seja, existe uma associação média e positiva entre as duas técnicas de mensuração.

### 5.3. Discussão dos resultados

O desempenho dos sistemas restauradores adesivos, nas condições deste estudo, evidenciaram diferença de desempenho nas três técnicas adesivas em relação ao substrato de esmalte nas cavidades classe II, tanto para a observação em OCT quanto por infiltração por azul de metileno. Na interface dentina/restauração para as três técnicas adesivas, observou-se influência significativa após a TC; na interface em esmalte/restauração mostrou menor estabilidade na técnica de autocondicionante.

A diminuição do número de fendas marginais em esmalte, mesmo após a TC, pode ser atribuída à utilização previa do agente condicionador (ácido fosfórico) em esmalte, o que favorece um travamento micromecânico pelos prolongamentos resinosos na superfície do esmalte condicionado <sup>(59)</sup>. Este procedimento não somente sela as margens da restauração por longo prazo, também protege a união à dentina, a qual é mais vulnerável a degradação <sup>(60)</sup>.

Apesar da norma ISO TR 11450 recomendar 500 ciclos como metodologia para estudos de envelhecimento, neste estudo foram utilizados 1000 ciclos térmicos, que permitirão ter diferenças significativas entre as diferentes técnicas adesivas utilizadas com termino em esmalte. A utilização da TC superiores aos 5000 ciclos pode discriminar diferenças significativas na durabilidade da interface adesiva <sup>(43)</sup>.

Contrastando com os resultados deste estudo, foram verificados a influência da TC em restaurações realizadas com margens em esmalte, e observaram aumento na formação de fendas <sup>(43)</sup>. Entretanto, além de utilizarem um número de ciclos cinco vezes maior, utilizaram sistemas adesivos auto-condicionantes sem prévio condicionamento em esmalte. Como foi relatado anteriormente, o tratamento prévio do esmalte com ácido fosfórico melhora a estabilidade da interface adesiva <sup>(59)</sup>, produzindo maior longevidade da restauração <sup>(43)</sup>.

Neste estudo, pôde ser observada maior instabilidade da interface adesiva em restaurações com término em substrato de esmalte pela técnica adesiva autocondicionante em comparação com as técnicas de condicionamento total e condicionamento seletivo após a termociclagem, uma vez que a força de adesão no esmalte é suficiente pero inferior à obtida com a técnica adesiva convencional (condicionamento total).

Nas restaurações com margens em dentina, apresentaram um aumento no número de falhas independentemente da técnica adesiva utilizada; além disso não houve diferença significativa entre as diferentes técnicas adesivas utilizadas. A adesão à dentina tem se constituído um desafio em relação à durabilidade da união, uma vez que esse substrato apresenta significativa heterogeneidade estrutural e morfológica em comparação ao esmalte, a despeito nos avanços tecnológicos em materiais adesivos e ao conhecimento sobre adesão <sup>(15)</sup>.

Assim, observou-se que restaurações realizadas com a técnica adesiva autocondicionante apresento igual comportamento comparado com as técnicas adesivas de condicionamento seletivo e condicionamento total; fato que pode ser atribuído ao monómero de fosfato (MDP) presente no sistema adesivo quando e utilizado na técnica autocondicionante <sup>(61)</sup>. Cristais de hidroxiapatita permanecem no interior da camada híbrida, quando este sistema é utilizado. Os cristais de hidroxiapatita residuais podem servir como molde para a reação química com os grupos funcionais, tais como o MDP <sup>(62)</sup>. Na interação química dos componentes do adesivo com a hidroxiapatita, o MDP se adere aos cristais formando uma ligação estável entre o cálcio e o MDP <sup>(62)</sup>. Assim, o MDP é um monômero funcional com grupos químicos com afinidade pela hidroxiapatita, e após a polimerização, os monômeros individuais ligam-se à hidroxiapatita do dente <sup>(63)</sup>.

Neste estudo não existiu limitação de profundidade da restauração para a visualização por imagen por OCT, não sendo um fator limitante como aconteceu com outras pesquisas.

Para futuros estudos clínicos, a avaliação da microinfiltração marginal em cavidades classe II para restaurações adesivas, permitira avaliar a efetividade dos



sistemas adesivos em condições clínicas reais. Além disso, outro fator relacionado a essas cavidades são suas margens em esmalte e em dentina para cavidades profundas, o 'fator C' pelo tamanho da cavidade, as propriedades mecânicas do material resinoso utilizado, sendo que o desempenho do sistema adesivo parece depender da contração por polimerização do material restaurador.

No presente estudo, a Tomografia por Coerência Óptica, permitiu avaliar a microinfiltração marginal em cavidades classe II com término em substrato de esmalte e dentina através de imagens geradas em tempo real e não-invasivas, corroborando os resultados de outros estudos recentes <sup>(27), (43), (52), (55)</sup>.

A partir dos resultados obtidos neste trabalho, pesquisas futuras sobre microinfiltração marginal em cavidades classe II restauradas com resina composta fotoativada aprimoramento do sistema de Tomografia por Coerência Óptica ainda deve ser alcançado para possibilitar através de dispositivos a avaliação da estabilidade na interface adesiva em estudos *in vivo*. Assim, o OCT poderia ser considerado no futuro como um método não destrutivo e que não utiliza radiação ionizante de diagnóstico e avaliação na área da odontologia com um alto potencial para uso clínico.

## 6. CONCLUSÕES

De acordo com as condições experimentais e os resultados obtidos, parece-nos lícito concluir que:

1. O tipo de técnica adesiva influenciou na adaptação marginal das restaurações de cavidade classe II com término em esmalte, evidenciando maior desadaptação marginal na técnica autocondicionante, aferidos por OCT e teste de azul de metileno.

2. O tipo de técnica adesiva não influenciou na adaptação marginal das restaurações de cavidade classe II com termino em dentina, aferidos por OCT e teste de azul de metileno.
  
3. O coeficiente de correlação de Spearman permitiu estabelecer que existe uma correlação entre as duas técnicas de mensuração (OCT e Infiltração por Azul de Metileno) por aferir, microinfiltração marginal em restaurações de resina composta com termino em esmalte e em dentina.

## **7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

1. BLACK, G.V. Operative Dentistry. Chicago: Medico-Dental, p.17-68, v.II, 1809. .
2. BUONOCORE, M.G. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. J Dent Res, v.34, n.6, p.849-853, Dec.1955. .
3. BOWEN, R.L. Properties of silic reinforced polymer for dental restorations. J Am Dent. Ass, v.66, n.1, p.57-64, Jan. 1963. .

4. BRANNSTRÖM, M, COLI, P. e GARBEROGLIO, R. Contraction gaps in class II restoration with self-cured and light-cured resin composites. *American Journal of Dentistry*, v.8, n.6, p.303-307, Dec.1995. .
5. GONÇALVES, J. et al. Current adhesive systems and perspectives. *Revista Odonto*, São Bernardo do Campo, v. 16, n. 31, p. 77-84, jan./jun. 2008.
6. LOPES, M. S. et al. Clinical application of self-etching adhesives. *Odontologia Clínica-científica*, Recife, v. 8, n. 2, p. 175-181, abr./jun., 2009. .
7. BOWEN, R.L. Adesive bonding of various materials to hard tooth tissues. Forces developing in direct filling materials during hardening. *J Am Dent Ass*, v.74, n.3, p.439-45, Feb.1967. .
8. ROEBUCK, E.M., SAUDERS, W. P. e WHITTERS, C. J. Influence of Erbium:YAG laser energies on the microleakage of ClassV resin-based composite restorations. *American Journal of Dentistry*, v.13, n. 5, p. 280-4, October 2000. .
9. ODA, M., OLIVEIRA, D.C. e LIBERTI, E.A. Avaliação morfológica da união adesivo/resina composta e dentina irradiada com laser Er:YAG e laser Nd:YAG: estudo comparativo por microscopia de varredura. *Pesq Odontol Bras*, v.15, n.4, p.283-89, out./dez. 2001. .
10. ASMUSSEN, E. Clinical relevance of physical, chemical, and bonding properties of composite resins. *Oper Dent*, v.10, p.61-73, 1985. .
11. Senawongse P, Pongprueksa P, Harnirattisai C, Sumi Y, Otsuki M, Shimada Y, Junji Tagami J. Non-destructive assessment of cavity wall adaptation of class V composite restoration using swept-source optical coherence tomography. *Dental Materials Journal* 2011; 30: 517–522.
12. KIDD, E. A. M. Microleakage: a review: *J. Dent.*, v. 4, n. 5, p. 199-206, Sept. 1976. .
13. TROWBRIDGE, H. O. Model systems for determining biologic effects of microleakage. *Oper. Dent.*, v. 12, p. 164-172, 1987. .
14. DE MUNCK J, VAN LANDUYT K, PEUMANS M, POITEVIN A, LAMBRECHTS P, BRAEM M,.. A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. *J Dent Res* 2005 e 84:118-32. .

15. PASHLEY DH, TAY FR, BRESCHI L, TJÄDERHANE L, CARVALHO RM, CARRILHO M, TEZVERGIL-MUTLUAY A. State of the art etch-and-rinse adhesives. *Dent Mater.* 2011 Jan e 27., 27(1):1-16. Epub 2010 Nov. .
16. Lee WC & Eakle WS. Stress-induced cervical lesions: review of advances in the past 10 years. *J Prosthet Dent.* e 1996,75:487-94. .
17. RIGSBY DF, RETIEF DH, RUSSELL CM, DENYS FR. Marginal leakage and marginal gap dimensions of three dentinal bonding systems. *Am J Dent* 1990 e 3:289–94. .
18. KRAMER N, GARCIA-GODOY F, FRANKENBERGER R. Evaluation of resin composite materials. Part II. In vivo investigations. *American Journal of Dentistry* 2005 e 75–81.,18. .
19. GARCIA-GODOY F, KRAMER N, FEILZER AJ, FRANKENBERGER R. Long-term degradation of enamel and dentin bonds: 6-year results in vitro vs. in vivo. *Dental Materials* 2010 e 26:1113–8. .
20. VAN D, 2010 JW. Durability of resin composite restorations in high C-factor cavities: a 12-year follow-up. *Journal of Dentistry* 2010 e 38:469–74. .
21. Van Meerbeek B, Yoshida Y, Snauwaert J, Hellemans L, Lambrechts P, Vanherle G, Wakasa K e Pashley DH. Hybridization effectiveness of a two-step versus a three-step smear layer removing adhesive system examined correlatively by TEM and AFM. s.l. : *Journal of Adhesive Dentistry*, 1999, Vols. 1(1) 7-23.
22. ALONSO RCB, CORRER GM, CUNHA LG, BORGES AFS, PUPPIN RONTANI RM, & SINHORETI MAC. Dye staining gap test: An alternative method for assessing marginal gap formation in composite restorations *Acta Odontologica Scandinavica*, 2006, 64(3) 141-145. .
23. CARVALHO FG, SAMPAIO CS, FUCIO SBP, CARLO HL, CORRER-SOBRINHO L, PUPPIN-RONTANI RM. Effect of chemical and mechanical degradation on surface roughness of three glass ionomers and nanofilled resin composite. *Operative Dentistry*, 2012, 37-5, 509-517. .
24. Retief DH. Do adhesives prevent microleakage? *Int Dent J*, 1994, 44:19-26.

25. VAN ENDE A, DE MUNCK J, MINE A, LAMBRECHTS P, VAN MEERBEEK B. Does a low-shrinking composite induces less stress at the adhesive interface? *Dent Mater* 2010 e 26:215-22. .
26. SAVARINO L, SAPONARA TEUTONICO A, TARABUSI C, BRESCHI L, PRATI C. Enamel microhardness after in vitro demineralization and role of diferente restorative materials. *J Biomater Sci Polym Ed*, 2002 e 13:349-57. .
27. BAKHSH TA, SADR A, SHIMADA Y, TAGAMI J, SUMI Y. Non-invasive quantification of resin-dentin interfacial gaps using optical coherence tomography: validation against confocal microscopy. *Dental Materials* 27 (2011) 915-925. .
28. PERDIGÃO J. New developments in dental adhesion. *Dent Clin North Am* e 2007, 333-357., 51:. .
29. PASHLEY DH. The effects of acid etching on the pulpodentin complex. *Oper Dent* e 1992, 229-242., 17:. .
30. NELSEN RJ, WOLCOTT RB, PAFFENBARGER GC. Fluid exchanges at the margins of dental restorations. *J Amer Dent Assoc*, 1952;44:288–295. .
31. CRABTREE MG, ATKINSON HF. A preliminary report on the solubility of decalcified dentine in water. *Austral J Dentistry*, 1955;55:340–342. .
32. BOEHM RF. Thermal environment of teeth during open mouth respiration. *J Dent Res* 1972, Jan-Feb; 51(1):75-8. .
33. HASHIMOTO M, OHNO H, KAGA M, ENDO K, SANO H, OGUCHI H. In vivo degradation of resin-dentin bonds in humans over 1 to 3 years. *J Dent Res* 2000; 79: 1385–1391.
34. DRUMMOND JL, BOTSIS J, ZHAO D, SAMYN J. Fracture properties of aged and post-processed dental composites. *Eur J Oral Sci*, 1998, 106:661-666. .
35. SÖDERHOLM KJ. Water sorption in a bis(GMA)/TEGDMA resin. *J Biomed Mater Res* 1984, 18:271-279. .
36. CRAIG RG, DOOTZ ER (1996). Effect of mixed silanes on the hydrolytic stability of composites. *Oral Rehabil* 23:751-756. 1, 2012. .

37. HASHIMOTO M, OHNO H, KAGA M, ENDO K, SANO H, OGUCHI H. In vivo degradation of resin-dentin bonds in humans over 1 to 3 years. *J Dent Res* 2000; 79: 1385–1391.
38. HASHIMOTO M, OHNO H, SANO H, TAY FR, KAGA M, KUDOU Y, OGUCHI H, ARAKI Y, KUBOTA M. Micromorphological changes in resin-dentin bonds after 1 year of water storage. *J Biomed Mater Res* 2002; 63: 306–311. .
39. FRANKENBERGER R, PASHLEY, REICH SM, LOHBAUER U, PETSCHERT A, TAY FR. Characterisation of resin–dentine interfaces by compressive cyclic loading. *DHBiomaterials* 26 (2005) 2043–2052. .
40. BRAEM M, LAMBRECHTS P, VANHERLE G. Clinical relevance of laboratory fatigue studies. *J Dent* 1994; 22:97-102. .
41. FRANKENBERGER R, STROBEL WO, KRÄMER N, WINTERSCHIEDT J, WINTERSCHIEDT B, PETSCHERT A. Fatigue behaviour of the resin-dentin bond using diferente evaluation methods. *J Biomed Mater Res* 2003; 67B:712-21. .
42. FREEMAN R, VARANASI S, MEYERS IA, SYMONS AL. Effect of air abrasion and thermocycling on resin adaptation and shear bond strength to dentin for an etch-and-rinse and self-etch resin adhesive. *Dental Materials Journal* 2012; 31(2):180-188. .
43. MAKISHI P, SHIMADA Y, SADR A, TAGAMI J, SUMI Y. Non-destructive 3D imaging of composite restorations using optical coherence tomography: marginal adaptation of self-etch adhesives. *J Dent* 2011;39:316–25. .
44. FERRACANE JL & MITCHEM JC. Relationship between composite contraction stress and leakage in class V cavities. *Am J Dent*. 2003; 16: 239-43.
45. GLYN-JONES, J. C. et al. Marginal leakage associated with three posterior restorative materials. *J. Dent.*, v. 16, p. 130-134, 1988. .
46. SHORTALL, A. C. Microleakage, marginal adaptation and composite resin restorations. *Brit. Dent. J.*, v. 153, n. 5, p. 223-237, Sept. 1982. .
47. KIDD, E. A. M. Microleakage: a review: *J. Dent.*, v. 4, n. 5, p. 199-206, Sept. 1976. .

48. FARNDALE, R. W. et al. Improved quantification and discrimination of sulphated glycosaminoglycans by use of dimethyl methylene blue. *Biochim. Biophys. Acta*, n. 883, p. 173-177, 1986. .
49. ALANI, A. H.; TOH, C. G. Detection of microleakage around dental restorations: a review. *Oper. Dent.*, v. 22, p. 173-185, 1997. .
50. Huang D, Swanson EA, Lin CP, Schuman JS, Stinson WG, Chang W, et. al. Optical Coherence Tomography. *Science* 1991;254:1178-81.
51. FREITAS AZ, ZECELL DM, MAYER MPA, RIBEIRO AC, GOMES ASL, VIEIRA JR ND. Determination of dental decay rates with optical coherence tomography. *Laser Phys.* 2009; 6: 896-900. .
52. YASUSHI SHIMADA, ALIREZA SADR, AMIR NAZARI, HISAICHI NAKAGAWA, MASAYUKI OTSUKI, JUNJI TAGAMI AND YASUNORI SUMI. 3D evaluation of composite resin restoration at practical training using swept-source optical coherence tomography (SS-OCT), *Dental Materials J. Dental Materials Journal* 2012; 31(3): 409-417.
53. FUJIMOTO J, DREXLER W. Introduction to optical coherence tomography; In: Drexler W, Fujimoto JG, editors. *Optical coherence tomography: technology and applications (Biological and medical physics, biomedical engineering)*. Springer; 2008. p. 1-45. .
54. SHIMADA Y, SADR A, BURROW MF, TAGAMI J, OZAWA N, SUMI Y. Validation of swept-source optical coherence tomography (SS-OCT) for the diagnosis of occlusal caries. *J Dent* 2010; 38:655-665. .
55. MONTEIRO GQ, MONTES MA, GOMES AS, MOTA CC, CAMPELLO SL, FREITAS AZ. Marginal analysis of resin composite restorative systems using optical coherence tomography. *Dent Mater.* 2011; 27: 213-23.
56. RETIEF, D.H. Standardizing laboratory adhesion test. *Amer. j. Dent.*, 4(5):231-6, Oct, 1991.
57. SIEGEL, SIDNEY. *Estatística não-paramétrica: para as ciências do comportamento*. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975. 350 p.

58. DOWNING, DOUGLAS, CLARK, JEFF. *Statistics the Easy Way*. Barron's Educational Series, Inc. New York, 1989.
59. VAN MEERBEEK B, DE MUNCK J, YOSHIDA Y, INOUE S, VARGAS M, VIJAY P, VAN LANDUYT K, Lambrechts P, Vanherle G. Buonocore Memorial Lecture: Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. *Oper Dent* 2003; 28:215-235. .
60. DE MUNCK J, VAN MEERBEEK B, YOSHIDA Y, INOUE S, VARGAS M, SUZUKI K, ET AL. Fouryear water degradation of total-etch adhesives bonded to dentin. *J Dent Res* 2003;82:136–40.
61. NURROHMAN H, NIKAIDO T, TAKAGAKI T, SADR A, ICHINOSE S, TAGAMI J. APATITE crystal protection against acid-attack beneath resin–dentin interface with four adhesives: TEM and crystallography evidence. *Dental Materials* 28 (2012) e89-e98.
62. Yoshida Y, Van Meerbeek B, Nakayama Y, Snauwaert J, Hellemans L, Lambrechts P, et al. Evidence of chemical bonding at biomaterial-hard tissue interfaces. *Journal of Dental Research* 2000;79:709–14.
63. VAN MEERBEEK B, YOSHIHARA K, YOSHIDA Y, MINE A, DE MUNCK J, VAN LANDUYT KL. State of the art of self-etch adhesives. *Dental Materials* 2011;27:17–28.
64. BOUMA, B. E.; TEARNEY, G. J. *Handbook of Optical Coherence Tomography*. 1. CRC Press, 2001. 756 ISBN 0824705580.