



**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE RIBEIRÃO PRETO**

ANA FLÁVIA VIANNA BERNARDI

**COMPARAÇÃO DOS MÉTODOS DE EMBUTIMENTO
CONVENCIONAL E AUTOMÁTICO DOS CORPOS DE PROVA PARA
REALIZAÇÃO DE ENSAIOS DE RESISTÊNCIA ADESIVA E
MICRODUREZA**

RIBEIRÃO PRETO - SP

2019



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE RIBEIRÃO PRETO

ANA FLÁVIA VIANNA BERNARDI

**COMPARAÇÃO DOS MÉTODOS DE EMBUTIMENTO
CONVENCIONAL E AUTOMÁTICO DOS CORPOS DE PROVA PARA
REALIZAÇÃO DE ENSAIOS DE RESISTÊNCIA ADESIVA E
MICRODUREZA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, como parte das exigências para obtenção do título de **Cirurgiã-Dentista**.

Orientadora: Profa. Dra. Aline Evangelista de Souza Gabriel

RIBEIRÃO PRETO - SP

2019

Resumo

RESUMO

Este estudo comparou, *in vitro*, métodos de embutimento convencional e automático para o preparo de corpos de prova utilizados nos ensaios de resistência de união (RU) e microdureza (MDS). Foram utilizados 48 fragmentos de dentina bovina divididos aleatoriamente em: embutimento convencional e embutimento automático, sendo 24 utilizados no ensaio de RU (n=12) e 24 na MDS (n=12). Para o embutimento convencional foram utilizados tubos de PVC preenchidos com resina acrílica autopolimerizável e posteriormente, polidos manualmente com lixas d'água. Para o embutimento automático, utilizou-se resina baquelite em embutidora automática a quente e o polimento foi realizado em politriz refrigerada com padronização da pressão. Os fragmentos do teste de RU foram restaurados com sistema adesivo e resina composta com auxílio de matriz de teflon e, após 24h, foram submetidos ao teste de cisalhamento. O teste de MDS foi realizado em cinco regiões da dentina para cada espécime (Knoop, 25g, 5s). Os dados foram analisados por ANOVA e teste Kolmogorov-Smirnov para duas amostras. Para a RU, verificou-se que houve diferença significativa ($p=0,0145$) nos valores obtidos com o embutimento manual ($0,567 \pm 0,128$ MPa) e automático ($0,722 \pm 0,159$ MPa), sendo o automático o que obteve os maiores valores. Para a MDS, verificou-se que o embutimento manual ($38,75 \pm 7,18$ KHN) resultou em valores estatisticamente inferiores ($p=0,0001277$) àqueles obtidos com o automático ($53,54 \pm 6,98$ KHN).

Conclui-se que o embutimento automático e o polimento padronizado dos fragmentos de dentina melhoraram os valores de RU do sistema restaurador à dentina, além de proporcionar melhor polimento e, conseqüentemente, aumento nos valores de MDS.

Palavras-chave: Adesividade, Dentina, Testes de dureza

Abstract

ABSTRACT

This study compared *in vitro* conventional and automatic embedding methods for preparation of specimens used in bond strength (BS) and microhardness (MHS) tests. 48 bovine dentin fragments were used and randomly divided into: conventional and automatic embedding, which 24 were used in BS test (n = 12) and 24 in MHS test (n = 12). For the conventional embedding were used PVC pipes filled with self-curing acrylic resin, and after that were manually polished with sandpaper. For the automatic embedding, bakelite resin was used in automatic hot embedding machine and the polishing was carried out in a refrigerated polisher with standard pressure. The fragments of the BS test were restored with bonding system and composite resin with Teflon mold and after 24h were submitted to shear test. The MHS test was performed in five dentin regions for each specimen (Knoop, 25g, 5s). Data were analyzed by ANOVA and Kolmogorov-Smirnov test for two samples. For the BS, it was verified that there was a significant difference ($p = 0.0145$) in values obtained with the manual (0.567 ± 0.128 MPa) and automatic embedding (0.722 ± 0.159 MPa), with the automatic one obtaining the highest values. For MHS, was verified that manual embedding (38.75 ± 7.18 KHN) resulted in statistically lower values ($p = 0.0001277$) than those obtained with the automatic one (53.54 ± 6.98 KHN).

The conclusion was that the automatic embedding and standard polishing of the dentin fragments improved the BS values of the restorative system to the dentin, besides providing better polishing and, consequently, an increase in MHS values.

Keywords: Bond strength, Dentin, Microhardness

Dedicatoria

Dedico este trabalho...

*Primeiramente à Deus, principal autor do meu destino.
À toda minha família, aos presentes e aos que partiram, que são o alicerce de
toda minha vida. Sou eternamente grata em tê-los como parte de mim.*

“As minhas conquistas são suas. Amo vocês incondicionalmente!”

Agradecimientos

À minha orientadora, **Profa. Dra. Aline Evangelista de Souza Gabriel**, pela confiança e por todos os ensinamentos transmitidos desde o início da minha graduação.

À minha coorientadora, **Me. Isabella Rodrigues Ziotti**, pela paciência, apoio e muita ajuda durante minha jornada.

Aos meus pais, **Renata e José Roberto**, por todo o incentivo, apoio e investimento em minha educação. Obrigada por sempre estarem ao meu lado, devo todas as minhas realizações pessoais e profissionais a vocês.

Aos meus irmãos, **Aline e Pedro**, por serem os meus melhores amigos e companheiros de vida. Vocês são a minha luz.

Aos meus avós presentes, **Maria Celina e Décio**, por todo amor e carinho depositados durante toda minha vida.

Aos meus avós ausentes, **José Luiz e Benilda**, que fazem uma falta imensa nos meus dias, mas que possuem seus ensinamentos e amor guardados para sempre em meu coração.

Aos demais familiares, tios e primos, pelo amor e momentos de alegria juntos. Em especial, à minha prima **Luana**, que partiu muito cedo de nossas vidas, mas que guardo com muito carinho todas as lembranças que vivemos juntas.

Aos meus bichinhos, **Lindinha, Kovu, Kiara, Mauricinho, Zezé e Guga**, pelo companheirismo de todos os dias. Tudo fica mais feliz com vocês.

À minha dupla e melhor amiga, **Ana Luiza**, que foi a irmã de alma que encontrei na faculdade e que levarei por toda minha vida. Essa jornada não teria sido a mesma sem você.

À minha *roommate*, **Letícia**, que foi uma das pessoas mais especiais que tive o prazer de conhecer. Obrigada pelos momentos de companheirismo que vivemos todos os dias, você se tornou uma irmã.

A todos os meus amigos e colegas de classe da **turma 90**, que tornaram tudo tão lindo e leve. Essa história não teria sido escrita de forma tão incrível sem vocês, levarei cada um para sempre em meu coração.

À **Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto**, por ter sido uma segunda casa tão acolhedora. Tenho muito orgulho de ser aluna em um lugar tão especial. Agradeço aos ensinamentos incríveis de todos os professores, à ajuda de todos os funcionários, e a todos os demais responsáveis pela minha formação.

“Nós não precisamos de magia para mudar o mundo, nós já possuímos todo o poder necessário dentro de nós mesmos: nós temos o poder de imaginar algo melhor.”

J.K. Rowling

Lista de ilustrações

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Preparo dos corpos de prova manualmente. (A) Espécime embutido; (B) Polimento manual do espécime.....	8
Figura 2. Preparo automático dos corpos de prova. (A) Espécime embutido em embutidora automática; (B) Polimento do espécime.....	8
Figura 3. Corpos de prova restaurados. (A) Espécime embutido manualmente; (B) Espécime embutido em embutidora automática.....	9
Figura 4. Teste de Resistência de união – Cisalhamento. (A) Espécime embutido manualmente; (B) Espécime embutido em embutidora automática.....	10
Figura 5. Ensaio de microdureza sendo realizado.....	11
Figura 6. Gráfico que representa a porcentagem dos diferentes tipos de falhas da interface adesiva.....	14
Figura 7. Fotografias das superfícies dentinárias dos espécimes embutidos de maneira automática.....	16
Figura 8. Fotografias das superfícies dentinárias dos espécimes embutidos de maneira convencional.....	17

Lista de tabelas

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Valores de cada espécime, médias e desvios-padrão obtidos no teste de cisalhamento.....	13
Tabela 2. Valores de cada espécime, médias e desvios-padrão obtidos no teste de microdureza.....	15

Lista de abreviaturas

LISTA DE ABREVIATURAS

cm	Centímetro
g	Gramma
h	Hora
KHN	Knoop Hardness
kN	KiloNewton
LED	Light Emitting Diode
mm/min	Milímetro/Minuto
Mpa	Megapascal
°C	Grau Celsius
PVC	Policloreto de Vinil
s	Segundo
µm	Micrômetro
mm ²	Milímetro Quadrado

Sumário

SUMÁRIO

1. Introdução	1
2. Objetivos	4
3. Metodologia	6
3.1 Delineamento experimental	7
3.2 Secção dos espécimes e divisão dos grupos experimentais	7
3.3 Embutimento convencional	7
3.4 Embutimento automático	8
3.5 Ensaio de resistência adesiva – Teste de cisalhamento	9
3.6 Ensaio de microdureza superficial da dentina (Knoop)	10
3.7 Análise estatística	11
4. Resultados	12
4.1 Resistência adesiva do material restaurador à dentina	13
4.2 Ensaio de microdureza superficial da dentina (Knoop)	14
5. Discussão	18
6. Conclusão	20
Referências Bibliográficas	22

Introdução

1 INTRODUÇÃO

Os corpos de prova são parte do produto ou material com forma e dimensões específicas da superfície a ser analisada podendo ser embutidos ou não. São utilizados em diversas pesquisas laboratoriais na Odontologia (Ferreira *et al.*, 2006; Rehder Neto *et al.*, 2009; Castillo *et al.*, 2013; Medeiros *et al.*, 2014).

O embutimento consiste em circundar a amostra com um material adequado dos corpos de prova e é realizado a fim de facilitar o manuseio das peças de tamanho menor, facilitar o polimento e proporcionar o correto posicionamento da amostra para a realização do teste desejado (Coutinho, 1980; Castillo *et al.*, 2013; Sampaio *et al.*, 2014). Existem dois tipos de embutimento de corpos de prova, podendo ser a quente e a frio. No método quente, o corpo de prova é colocado numa prensa de embutimento com uma resina utilizando-se pressão e aquecimento para efetuar a polimerização, e no método frio a amostra é colocada num molde que é preenchido com resinas de polimerização rápida (Rohde, 2010).

Em pesquisas odontológicas utilizando testes de resistência adesiva e ensaios de microdureza, tem-se empregado o método convencional de embutimento dos espécimes, geralmente com a utilização de matrizes de PVC ou metálicas, e inclusão das amostras dentais em resina de poliéster, epóxi ou acrílica (Garcia *et al.*, 2002; Ferreira, 2004; Rehder Neto *et al.*, 2009; Ribeiro *et al.*, 2013; Medeiros *et al.*, 2014). Alguns estudos utilizam embutidoras automáticas a quente para a melhor padronização dos corpos de prova e principalmente pela lisura superficial obtida, o que facilita o polimento das amostras (Gomes *et al.* 2004, Briso *et al.*, 2015). Buscando obter uma superfície mais lisa, muitos instrumentos de acabamento foram desenvolvidos com o objetivo de promover um maior acabamento e polimento das superfícies. Entre estes instrumentos, destacam-se as brocas *carbide*, diamantadas de 25-50µm, taças de borracha e de extremidade cônica impregnados com abrasivos, discos abrasivos, tiras e pastas de polimento (Özgünaltay *et al.*, 2003).

Com a introdução de novos produtos no mercado odontológico, aumenta-se a busca por um material restaurador com boa adesividade às estruturas dentárias (Garcia *et al.*, 2002). Os ensaios laboratoriais de avaliação da interface adesiva podem ser de diferentes tipos, e representam que os materiais ou técnicas que demonstrarem maior vedamento na interface são considerados os que têm melhor potencial de desempenho e maior longevidade clínica da restauração (Xavier, 2010). Em geral, as configurações dos testes de ligações para análise de adesividade entre o material restaurador e o substrato dental tem sido ou por tração uniaxial ou o teste de cisalhamento da interface planar (DeHoff *et al.*, 1995). Testes de resistência de

união se fundamentam na aplicação de forças de deslocamento sobre a união para representar os esforços sofridos pela restauração. As vantagens e limitações dos testes a serem selecionados para avaliar a adesividade dependem das hipóteses levantadas em cada projeto (Garcia *et al.*, 2002).

Os valores da força adesiva avaliam a eficácia da ligação de materiais restauradores à dentina. No teste de aderência, dois materiais unidos por um adesivo agente são carregados em cisalhamento até que a ligação falhe. Apesar da simples de execução, esses testes apresentam desvantagens, incluindo questões relacionadas ao substrato dentinário, área de adesividade, condições de armazenamento dos adesivos e execução do teste (Ivanoff *et al.*, 2018).

O teste de Knoop é realizado em uma máquina universal, em que a microdureza é avaliada utilizando espécimes com tenacidade à fratura em que houve falhas, enquanto o módulo de flexão e tenacidade à flexão são obtidos a partir da análise dos resultados obtidos da força de flexão. (Moberg *et al.*, 2018).

No entanto, não se sabe ao certo se o polimento mais preciso, bem como o paralelismo da superfície dental obtidos com o embutimento automático das amostras proporciona melhores resultados em testes de resistência adesiva do material restaurador ao substrato dental, bem como em ensaios de microdureza, os quais exigem uma superfície perfeitamente plana, lisa e sem marcas.

Objetivos

2 OBJETIVOS

Comparar, *in vitro*, o método de embutimento convencional com matrizes de PVC e resina acrílica, com o embutimento automático a quente utilizando resina baquelite no preparo dos corpos de prova. Os espécimes preparados de ambas as formas serão submetidos para ensaios de resistência adesiva e microdureza.

Metodologia

3 METODOLOGIA

3.1 Delineamento experimental

O estudo foi realizado de modo casualizado e a amostra foi composta por 48 fragmentos de dentina bovina, sendo 24 fragmentos utilizados no ensaio de resistência adesiva (n=12) e 24 na análise de microdureza (n=12). O fator em estudo foi o método de embutimento dos corpos de prova, em 2 níveis: convencional, com resina acrílica e matrizes de PVC, e o automático, com resina baquelite em embutidora automática a quente (Arotec Pre30; Arotec, SP, Brasil, processo FAPESP #2014/08751-8).

3.2 Secção dos espécimes e divisão dos grupos experimentais

Vinte e quatro incisivos bovinos recém-extraídos foram seccionados transversalmente (Isomet 1000; Buehler, Alemanha), separando-se a coroa da raiz, e longitudinalmente, separando-se as faces vestibulares e linguais das coroas. A hemi-secção da face vestibular da coroa de cada dente foi seccionada de forma a se obter 2 fragmentos de dentina (5x5 mm), um destinado ao teste de resistência adesiva e outro ao ensaio de microdureza da superfície, totalizando 48 fragmentos dentais.

Os 48 fragmentos de dentina foram divididos em 2 grupos de 24 fragmentos cada: G1 – embutimento convencional realizado com resina acrílica autopolimerizável e anéis de PVC (1,5 cm de diâmetro interno e 1,5 cm de altura) e G2 – Embutimento automático com prensa a quente (Arotec Pre30) e resina baquelite.

3.3 Embutimento convencional

Fixadas em cera utilidade para não haver escoamento, as matrizes de PVC foram preenchidas com resina acrílica autopolimerizável transparente (Jet, São Paulo, SP, Brasil) a fim de realizar os embutimentos convencionais dos espécimes. Após polimerizada a resina, as matrizes foram retiradas da cera utilidade e armazenadas em água destilada.

O polimento de cada espécime foi realizado de maneira manual e individualmente, com lixas d'água de carbureto de silício (Norton; Lorena, SP, Brasil), nas granulações 400, 600 e 1200, sob irrigação constante em poliriz (Arotec, SP, Brasil) por 1 minuto cada (Figura 1).



Figura 1. Preparo dos corpos de prova manualmente. (A) Espécime embutido; (B) Polimento manual do espécime.

3.4 Embutimento automático

Utilizando-se 8 g de resina baquelite preta (Baquelite, Arotec, SP, Brasil), foi realizado o embutimento automático de cada espécime a fim de padronizar o processo de embutimento e polimento, obtendo-se corpos de prova de 3 cm de diâmetro e 0,5 cm de altura.

Após o embutimento, as superfícies foram polidas com lixas d'água de carbureto de silício (Norton; Lorena, SP, Brasil), nas granulações 400, 600 e 1200, durante 1 minuto, sob irrigação constante em politriz (Arotec, SP, Brasil), com o auxílio de um suporte com pesos iguais para cada corpo de prova, a fim de padronizar a força empregada durante o polimento (Figura 2).

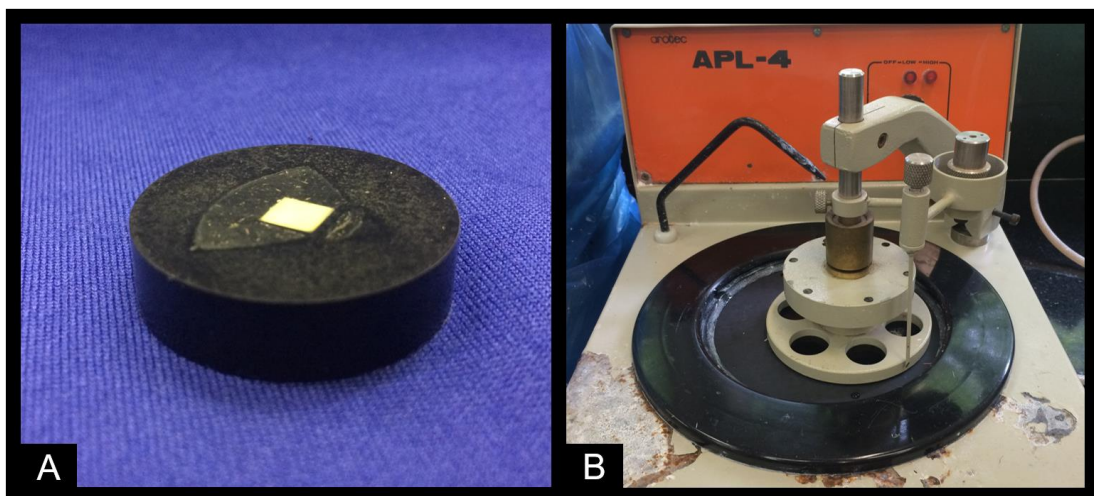


Figura 2. Preparo automático dos corpos de prova. (A) Espécime embutido em embutidora automática; (B) Polimento do espécime.

3.5 Ensaio de resistência adesiva – Teste de cisalhamento

Os 24 corpos de provas destinados ao teste de cisalhamento (n=12) receberam restauração com resina composta. Para tal, foi realizada aplicação de ácido fosfórico 35% (3M ESPE, St. Paul, MN, EUA) por 15 segundos, seguida de lavagem com água destilada pelo mesmo tempo e secagem com papel absorvente. Foi empregado o sistema adesivo Adper Single Bond (3M ESPE, St. Paul, MN, EUA) de acordo com as recomendações do fabricante.

As superfícies de dentina foram restauradas com resina composta Filtek Z250 (3M ESPE, St. Paul, MN, EUA) com auxílio de matriz de teflon bipartida, estabilizada com cera utilidade. A resina composta foi incluída em 3 incrementos, polimerizada com luz LED (Dabi Atlante, Ribeirão Preto, SP, Brasil) por 20 segundos cada incremento. Em seguida, a contenção de cera foi retirada com bisturi e a matriz bipartida foi aberta (Figura 3). O conjunto dentina/material restaurador foi armazenado em umidade relativa a 37 °C por 24 horas.

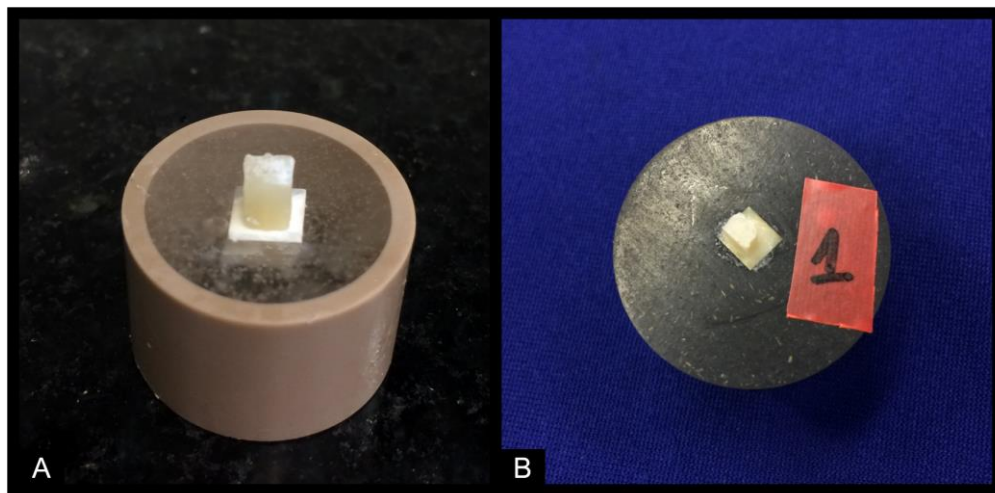


Figura 3. Corpos de prova restaurados. (A) Espécime embutido manualmente; (B) Espécime embutido em embutidora automática.

Após esse período, os corpos de prova foram posicionados em máquina universal de ensaios (Instron 4444 Instron; Corporation, Canton-Massachusetts, EUA) com célula de carga de 2 kN, à velocidade constante de 0,5 mm/min até o deslocamento da restauração (Figura 4). Os dados foram tabulados para análise posterior. As falhas ocorridas foram analisadas por meio de lupa estereoscópica (40x) (Leica Microsystems, Wetzlar, Alemanha), e foram classificadas em adesiva, coesiva e mista.

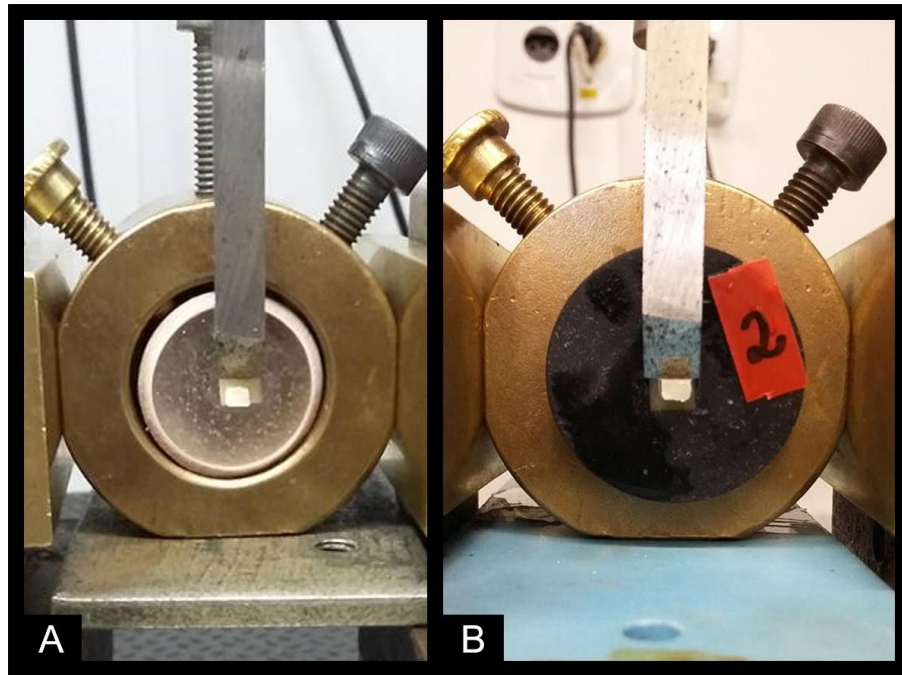


Figura 4. Teste de Resistência de união – Cisalhamento. (A) Espécime embutido manualmente; (B) Espécime embutido em embutidora automática.

3.6 Ensaio de microdureza superficial da dentina (Knoop)

O teste de microdureza foi realizado em máquina de testes Shimadzu HMV2 (Newage Testing Instruments Inc., Southampom, PA, EUA) e as impressões foram realizadas mantendo-se o longo eixo do penetrador de diamante paralelo à superfície externa da dentina utilizando carga estática de 25 g (dureza Knoop) durante 5 segundos, no centro da amostra e em 100 e 200 μm à esquerda e à direita do centro da amostra, em um total de 5 medidas (Figura 5).

Foi possível obter a visualização e medida das marcas em um monitor acoplado ao Microdurômetro com um aumento de 100 vezes. O Microdurômetro utilizado era composto por uma base móvel com um sistema óptico acoplado e um sistema mecânico que realizou o teste. Todo o aparelho era ligado a um computador que permitia a análise do teste no monitor. (Bechtold, 2006).



Figura 5. Ensaio de microdureza sendo realizado.

3.7 Análise Estatística

Os dados referentes aos testes de resistência adesiva (MPa) e Microdureza (KHN) serão avaliados com auxílio do *software* SPSS 19 (SPSS Inc, Chicago, IL, EUA) para verificar a normalidade e distribuição amostral. Procedeu-se com testes estatísticos, paramétricos ou não paramétricos ($\alpha=0,05$).

Resultados

4 RESULTADOS

4.1 Resistência adesiva do material restaurador à dentina

Os valores obtidos em cada espécime, assim como as médias e desvios-padrão dos diferentes grupos experimentais, estão dispostos na Tabela 1. A Análise de Variância dos dados mostrou haver diferença estatisticamente significativa no fator estudado ($p < 0,05$).

O teste complementar de Kolmogorov-Smirnov mostrou que os fragmentos de dentina que receberam embutimento automático apresentaram as maiores médias de resistência adesiva ($0,722 \pm 0,159$) e foram estatisticamente diferentes ($p = 0,0145$) dos fragmentos embutidos manualmente ($0,567 \pm 0,128$).

Tabela 1. Valores de cada espécime, médias e desvios-padrão obtidos no teste de cisalhamento

Espécime	Valores em Mpa	
	Embutimento Manual	Embutimento Automático
1	0,57	0,51
2	0,6	0,28
3	0,92	0,44
4	0,73	0,40
5	0,47	0,36
6	0,99	0,35
7	0,72	0,66
8	0,7	0,52
9	0,72	0,75
10	0,9	0,65
11	0,55	0,63
12	0,79	0,55
Média ± Desvio-padrão	0,567 ± 0,128	0,722 ± 0,159

As falhas ocorridas foram analisadas por meio de lupa estereoscópica (40x) e estão descritas na Figura 6, em que foram classificadas em falhas do tipo adesiva, coesiva e mista. No embutimento convencional observou-se maior incidência de falhas do tipo adesiva, enquanto no embutimento automático observou-se um aumento na presença de falhas do tipo mista, e com uma pequena porcentagem de falhas do tipo coesiva.

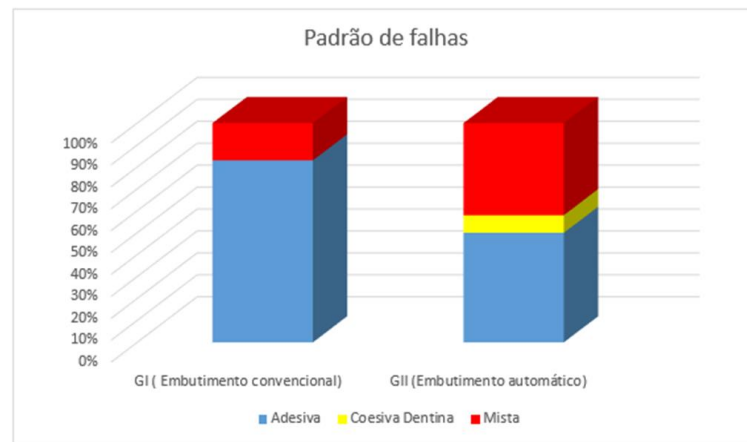


Figura 6. Gráfico que representa a porcentagem dos diferentes tipos de falhas da interface adesiva.

4.2 Ensaio de microdureza superficial da dentina (Knoop)

Na Tabela 2, estão descritos os valores obtidos em cada espécime, médias e desvios-padrão dos diferentes grupos experimentais. Houve diferença estatisticamente significante segundo a Análise de Variância dos dados ($p < 0,05$)

O teste complementar de Kolmogorov-Smirnov mostrou que os fragmentos de dentina que receberam embutimento automático apresentaram as maiores médias de microdureza da superfície dentinária ($53,54 \pm 6,98$), estatisticamente diferentes ($p = 0,0001277$) dos fragmentos embutidos manualmente ($38,75 \pm 7,18$).

As fotografias da superfície dentinária de cada espécime, embutidos de maneira automática ou convencional, obtidas durante o teste de microdureza, estão demonstradas nas Figuras 6 e 7, respectivamente.

Pode-se observar a diferença no polimento da superfície dentinária, sendo que os espécimes embutidos manualmente (convencional) apresentaram muitos riscos e irregularidades na superfície, comparados aos espécimes embutidos automaticamente.

Tabela 2. Valores de cada espécime, médias e desvios-padrão obtidos no teste de microdureza

Espécime	Valores em KH									
	Embutimento Manual					Embutimento Automático				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	64.1	69.1	58.9	52.7	48.6	38.9	55.4	48.0	51.5	48.9
2	52.7	43.7	53.4	51.5	38.7	33.5	40.7	53.4	33.6	36.6
3	41.4	55.4	44.6	52.7	50.9	31.1	35.3	29.9	27.5	38.5
4	43.7	53.7	50.6	38.1	35.0	62.5	69.5	60.1	61.3	54.0
5	68.1	71.5	75.7	71.0	49.7	35.3	36.6	41.4	28.1	29.8
6	75.1	70.0	57.8	49.1	37.9	42.0	44.9	54.4	47.5	47.2
7	50.3	53.7	54.7	61.3	54.0	28.0	22.6	38.9	25.5	28.6
8	51.8	58.2	48.3	45.6	40.3	40.3	45.9	34.6	46.9	39.7
9	35.0	33.6	32.5	44.9	36.2	42.3	38.1	41.4	41.6	43.2
10	57.8	51.5	59.7	64.1	65.9	40.1	20.7	25.5	31.2	27.5
11	52.7	45.6	33.3	44.1	34.0	41.2	39.7	38.1	39.9	37.7
12	24.2	27.3	27.4	24.3	25.0	36.0	36.6	45.1	38.1	35.3
Média ± DP	38,75 ± 7,18					53,54 ± 6,98				

Embutimento Automático

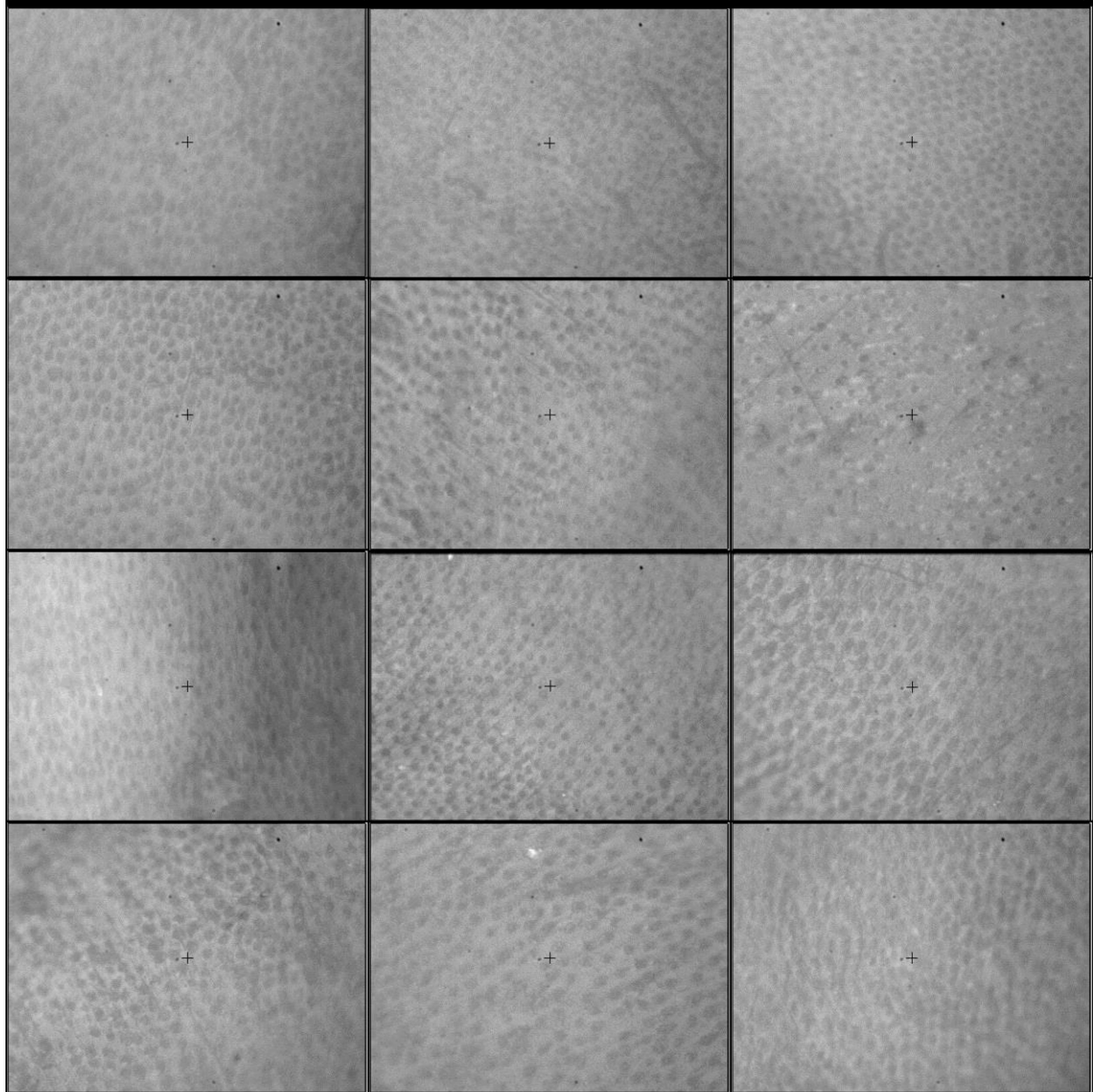


Figura 7. Fotografias das superfícies dentinárias dos espécimes embutidos de maneira automática.

Embutimento Convencional

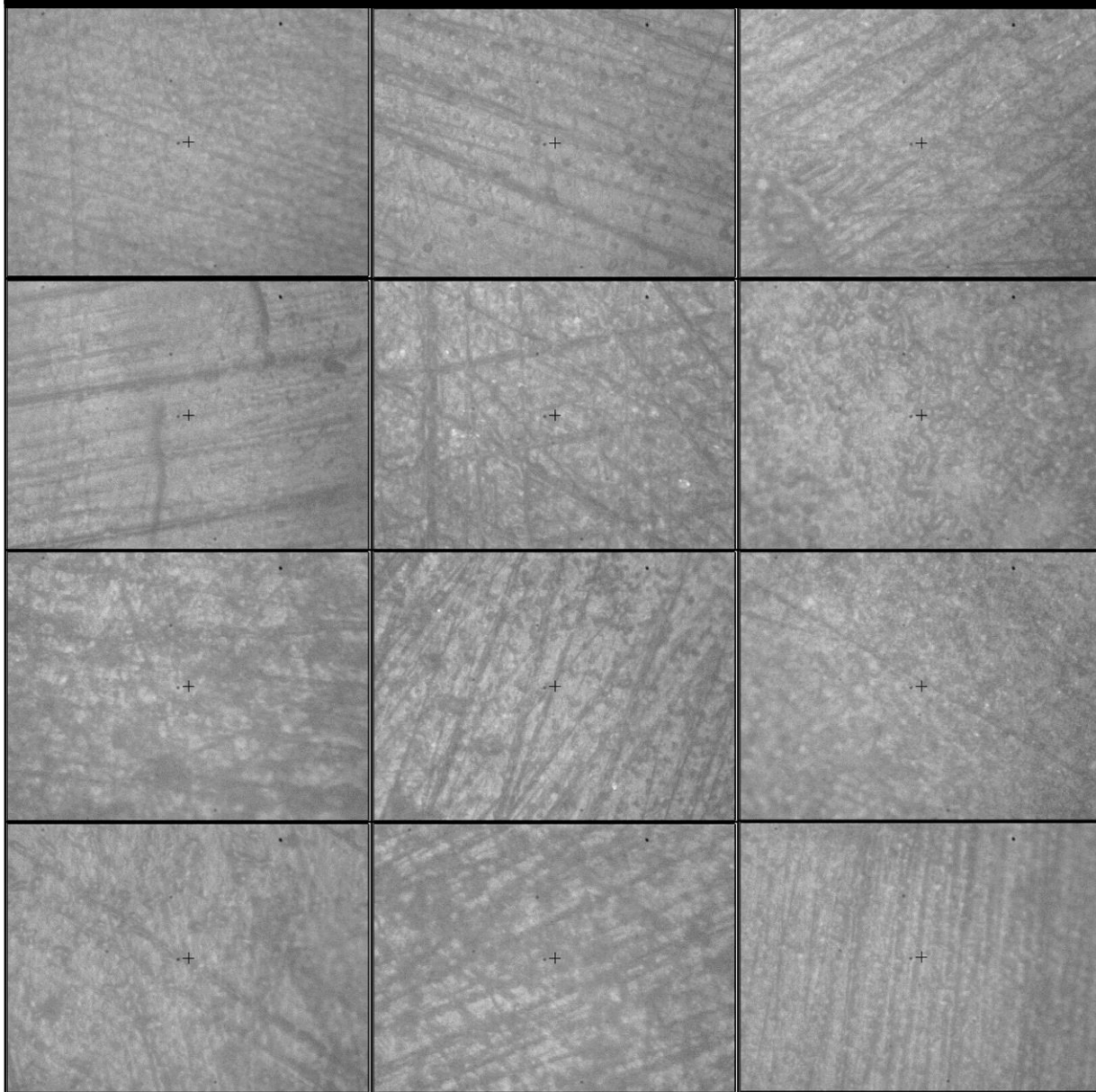


Figura 8. Fotografias das superfícies dentinárias dos espécimes embutidos de maneira convencional.

Discussão

5 DISCUSSÃO

Os testes mecânicos são excelentes ferramentas na Odontologia para avaliar as propriedades mecânicas dos materiais dentários (Soprano, 2007). Ao selecionar um teste mecânico para avaliar a resistência adesiva de um determinado material aos substratos dentários, a carga aplicada deve ser transmitida exclusivamente à interface adesiva. Quando a carga é aplicada, seja de tração, cisalhamento ou outra forma, esta irá ser distribuída pelos substratos (aderente, aderido e adesivo) e sofrerá alterações influenciadas pelas características físicas de cada um deles (Garcia *et al.*, 2002).

O conhecimento das propriedades físicas e mecânicas do tecido dentário é de grande importância na Odontologia, permitindo entender o comportamento clínico de diferentes materiais sobre a estrutura dental sadia. (Donassollo *et al.*, 2007). Dentre as propriedades físicas e mecânicas às de maior relevância são o módulo de elasticidade, a resistência e a dureza (Meredith *et al.*, 1996; Xu *et al.*, 1998; Mahoney *et al.*, 2000).

Estudos que empregam dentes de diferentes animais têm sido realizados e os dentes bovinos têm demonstrado resultados comparáveis aos humanos em testes laboratoriais de adesão (Pioch *et al.*, 1996; Schilke *et al.*, 2000; Muench *et al.*, 2000).

A dentina bovina foi utilizada devido à sua facilidade de obtenção e padronização, além de ser considerada como substituta da dentina humana em testes de adesão. As simulações laboratoriais de resistência adesiva são de grande importância para se testar e qualificar materiais e a forma que atuam mediante às cargas aplicadas. Dessa forma, a padronização dos métodos utilizados, como o embutimento automático, pode ser necessária para obter resultados mais confiáveis e possibilitar comparação fiel entre os diferentes estudos e análises dos corpos de prova. (Amendola, 1999)

Optou-se pelo cisalhamento por ser considerado o teste mecânico que apresenta melhor desempenho em estudos de resistência de união entre materiais adesivos e o substrato dental. A microdureza, por sua vez, foi o ensaio utilizado para avaliar a superfície dentinária e seu respectivo polimento (Amendola, 1999).

A microdureza da dentina depende da quantidade de matriz calcificada presente por mm^2 e sua determinação fornece evidências indiretas relacionadas à perda ou ganho de mineral nos tecidos duros dentais (Unnikrishnan *et al.*, 2019). O teste de microdureza é baseado na deformação permanente induzida de superfície, que permanece após a remoção da carga, e permite a comparação de valores objetivos e relativos sobre a dureza dentinária (Koçvural *et al.*, 2018). O que o teste determina não fornece informações específicas sobre as

propriedades mecânicas e estruturas dentinárias, mas o teste pode fornecer uma evidência indireta de perda mineral ou ganho de tecido duro de dentina (Cardoso *et al.*, 2018).

A padronização e lisura superficial obtida através do embutimento automático são os principais responsáveis pelos resultados obtidos, que indicam maior resistência adesiva e microdureza dentinária.

Conclusão

6 CONCLUSÃO

Conclui-se que o embutimento automático e o polimento padronizado dos fragmentos de dentina melhoraram os valores de resistência de união do sistema restaurador à dentina, além de proporcionar melhor polimento e, conseqüentemente, aumento nos valores de microdureza da superfície.

Referências Bibliográficas

Referências Bibliográficas

1. Amendola AB. Avaliação *in vitro* da resistência de união de dois sistemas adesivos dentinários à dentina bovina antes e após a termociclagem: teste de cisalhamento e análise estereomicroscópica. São José dos Campos, 1999.
2. Bechtold P. Avaliação *in vitro* da microdureza dentinária radicular em dentes bovinos após aplicação de diferentes tratamentos com hipoclorito de sódio associado ou não ao cimento de fostato de zinco. São Paulo, 2006.
3. Braz R; Ribeiro AIA; Dantas DCRE; Correia TC; Figueirôa AFA; Cavalcanti AL. Self-etch Adhesive Systems: Effect of Acid and Proteolytic Etching on Bond Strength. *Pesq Bras Odontoped Clin Integr*, 2011; 11(1):41-46.
4. Briso AL, Gonçalves RS, Costa FB, Gallinari MO, Cintra LT, Santos PH. Demineralization and hydrogen peroxide penetration in teeth with incipient lesions. *Braz Dent J*. 2015;26(2):135-40.
5. Castillo KA, Costa SRM, Castillo DB, Guerisoli DMZ, Figueiredo JLG. The influence of temperature change of acrylic in strength adhesive. *Arch Health Invest*. 2013; 2(3):21-28.
6. Cirano FR, Romito GA, Todescan JH. Determination of enamel and coronal dentin microhardness. *Braz J Oral Sci*. 2003; 2(6).
7. Coutinho TA. Metalografia de Não-Ferrosos, Editora Edgard Blücher Ltda, São Paulo, 1980.
8. DeHoff PH, Anusavice KJ, Wang Z. Three-dimensional finite element analysis of the shear bond test. *Dent Mater*. 1995; 11(2):126-31.
9. Donassollo TA; Romano AG; Demarco FF; Della-Bona A. Avaliação da microdureza superficial do esmalte e da dentina em dentes bovinos e humanos (permanentes e decíduos). *Rev. Odonto Ciênc.*, Porto Alegre, v. 22, n. 58, p. 311-316, out./dez. 2007
10. Farret MM; Gonçalves TS; de Lima EMS, Menezes LM; Oshima HMS; Kochenborger R; Freitas MPM. Influência de variáveis metodológicas na resistência de união ao cisalhamento. *Dental Press J. Orthod*. 2010; 15(1):80-88.
11. Ferreira GS; Assunção WG, Tabata LF, Nicolau EI, Shiwa M, Dos Santos PH. Avaliação *in vitro* da resistência à abrasão de diferentes dentes artificiais de resina armazenados em saliva artificial. *Rev. Odontol. UNESP*. 2006; 35(4):285-291.
12. Ferreira MC. Preparo de amostras para realização do teste de microdureza. Florianópolis, 2004. 32p.

13. Garcia FCP, D'Alpino PHP, Terada RSS, Carvalho RM. Testes mecânicos para a avaliação laboratorial da união resina/dentina. *Rev Fac Odontol Bauru*. 2002; 10(3):118-27.
14. Gomes MJ, Pereira AC, Queiroz CS, Cury JA, Tabchoury CPM, Meneguim MA. Evaluation of enamel caries lesion after microabrasion technique - an in vitro study. *Rev. Odontol. Univ. Cid. São Paulo*. 2004; 16(2):103-110.
15. Ivanoff CS; Hottel TL; Garcia-Godoy F. Influence of a cylindrical crosshead on shear bond testing of composite-tooth interfaces. *Dental Materials Journal*. 2018.
16. Koç-Vural; Uzay; Ergin E; Sevil G. Microhardness and Shear Bond-Strength of Carious Dentin after Fluorescence-Aided or Conventionally Excavation: (An in-Vitro Comparison). *Journal of Clinical and Experimental Dentistry* 10.7. 2018:e668–e672. PMC. Web. 16 Aug. 2018.
17. Mahoney E, Holt A, Swain M, Kilpatrick N. The hardness and modulus of elasticity of primary molar teeth: an ultra-micro-indentation study. *J Dent*. 2000;28(8):589-94.
18. Medeiros JMS; Habitante SM; Dollinger CSAV, Forghieri AA; Filho MSH. Vickers hardness laboratory analysis surface of artificial teeth resin. *Rev. Odontol. Univ. Cid. São Paulo* 2014; 26(1): 23-37.
19. Meredith N, Sherriff M, Setchell DJ, Swanson SA. Measurement of the microhardness and Young's modulus of human enamel and dentine using an indentation technique. *Arch Oral Biol*. 1996;41(6): 539-45.
20. Moberg M; Brewster J; Nicholson J; Roberts H. *Clin Oral Invest*. 11 July 2018.
21. Mondelli AL; de Feitas MR. Estudo comparativo da resistência adesiva da interface resina/braquete, sob esforços de cisalhamento, empregando três resinas compostas e três tipos de tratamento na base do braquete. *R Dental Press Ortodon Ortop Facial*. 2007; 12(3):111-125.
22. Muench A, Da Silva EM, Ballester RY. Influence of different dentinal substrates on the tensile bond strength of three adhesive systems. *J Adhes Dent*. 2000;24(3):209-12.
23. Ozgünlaltay G, Yazici AR, Görücü J. Effect of finishing and polishing procedures on the surface roughness of new tooth-coloured restoratives. *J Oral Rehabil*. 2003 Feb;30(2):218-24.
24. Pioch T, Staehle HJ. Experimental investigation of the shear strengths of teeth in the region of the dentinoenamel junction. *Quintessence Int*. 1996; 27(10):711-4.
25. Rehder Neto FC; Maeda FA; Turssi CP; Serra MC. Potential agents to control enamel caries-like lesions. *J Dent*. 2009; 37(10):786-90.

26. Ribeiro AA, de Morais AV, Brunetto DP, Ruellas AC, de Araujo MT. Comparison of shear bond strength of orthodontics brackets on composite resin restorations with different surface treatments. *Dental Press J Orthod*. 2013; 18(4):98-103.
27. Rohde RA. Metalografia para preparação de amostras: Uma abordagem prática. LEMM Laboratório de Ensaios Mecânicos e Materiais. 2010, disponível em: www.urisan.tche.br.
28. Sampaio, MEA. Avaliação da microdureza Vickers de resinas termoativadas para aplicações odontológicas. João Pessoa, 2014, 48p.
29. Santos Cardoso O; Coelho Ferreira M; Moreno Carvalho E; Campos Ferreira PV; Bauer J; Carvalho CN. Effect of Root Repair Materials and Bioactive Glasses on Microhardness of Dentin. *Iranian Endodontic Journal*. 2018;13(3):337-341.
30. Schilke R, Lisson JA, Bauss O, Geurtsen W. Comparison of the number and diameter of dentinal tubules in human and bovine dentine by scanning electron microscopy investigation. *Arch Oral Biol*. 2000;45(5):355-61.
31. Soprano V. Estudo de parâmetros para ensaios de micrudureza em amálgama de prata, resina composta, dentina e esmalte bovinos. São Paulo, 2007.
32. Unnikrishnan M; Mathai V; Sadasiva K; Santakumari RSM; Girish S; Shailajakumari AK. The Evaluation of Dentin Microhardness After Use of 17% EDTA, 17% EGTA, 10% Citric Acid, MTAD Used as Chelating Agents Combined With 2.5% Sodium Hypochlorite After Rotary Instrumentation: An *In Vitro* SEM Study. *J Pharm Bioallied Sci*. 2019 May;11(Suppl 2):S156-S163.
33. Xavier, TA. Comparação dos ensaios de resistência adesiva por torção e por cisalhamento com fio. São Paulo, 2010, 140p.
34. Xu HH, Smith DT, Jahanmir S, Romberg E, Kelly JR, Thompson VP, et al. Indentation damage and mechanical properties of human enamel and dentin. *J Dent Res*. 1998;77(3):472-80.