

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA – MESTRADO
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: CLÍNICA INTEGRADA**

GISELE FERNANDES DIAS

**AVALIAÇÃO *IN VITRO* DA PERMUTA QUÍMICA ENTRE RESTAURAÇÃO DE
CIMENTO DE IONÔMERO DE VIDRO E DENTINA DECÍDUA PARCIALMENTE
DESMINERALIZADA TRATADA COM NAF A 2%**

**PONTA GROSSA
2014**

GISELE FERNANDES DIAS

**AVALIAÇÃO *IN VITRO* DA PERMUTA QUÍMICA ENTRE RESTAURAÇÃO DE
CIMENTO DE IONÔMERO DE VIDRO E DENTINA DECÍDUA PARCIALMENTE
DESMINERALIZADA TRATADA COM NAF A 2%**

Dissertação apresentada para obtenção do
título de Mestre na Universidade Estadual
de Ponta Grossa. Área de concentração em
Clínica Integrada

Orientadora: Prof. Dra. Denise Stadler
Wambier

Co-orientador: Prof. Dr. Fábio André dos
Santos

**PONTA GROSSA
2014**

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

Dias, Gisele Fernandes

D541 Avaliação in vitro da permuta química entre restauração de cimento de ionômero de vidro e dentina decídua parcialmente desmineralizada tratada com NaF a 2%/
Gisele Fernandes Dias. Ponta Grossa, 2014.
78f.

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

Orientadora: Prof^a Dr^a Denise Stadler Wambier.

Co-Orientador: Prof. Dr. Fábio André dos Santos.

1.Cimentos de ionômeros de vidro.
2.Dentina. 3.Tratamento dentário restaurador sem trauma. 4.Cárie dentária. 5.Flúor. I.Wambier, Denise Stadler. II. Santos, Fábio André dos. III. Universidade Estadual de Ponta Grossa. Mestrado em Odontologia. IV. T.

CDD: 617.6

DADOS CURRICULARES

Gisele Fernandes Dias

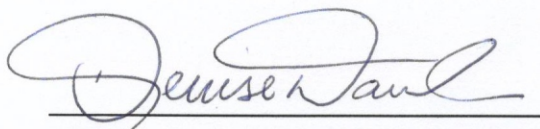
NASCIMENTO	30.11.76	Maringá-Paraná
FILIAÇÃO	Luiz Gonzaga Dias Maria Guaraciaba Fernandes Dias	
1996 - 2001	Curso de Graduação em Odontologia Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) Florianópolis – Santa Catarina	
2002	Aperfeiçoamento em Periodontia e Cirurgia Bucal Associação Brasileira de Odontologia (ABO) Curitiba - Paraná	
2002 - 2004	Residência Multiprofissional em Saúde da Família Universidade Federal do Paraná (UFPR) Curitiba - Paraná	
2006	Aperfeiçoamento em Ortodontia Preventiva e Diagnóstico Universidade Positivo (UNICENP) Curitiba – Paraná	
2009 - 2011	Especialização em Odontopediatria Universidade Federal do Paraná (UFPR) Curitiba – Paraná	
2012-2014	Curso de Pós-Graduação em Odontologia Área de concentração em Clínica Integrada Linha de Pesquisa: Prevenção em Odontologia Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG) Ponta Grossa – Paraná	

GISELE FERNANDES DIAS

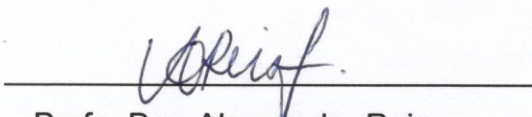
**AVALIAÇÃO *IN VITRO* DA PERMUTA QUÍMICA ENTRE RESTAURAÇÃO DE
CIMENTO DE IONÔMERO DE VIDRO E DENTINA DECÍDUA PARCIALMENTE
DESMINERALIZADA TRATADA COM NAF A 2%**

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre na Universidade Estadual de Ponta Grossa, no Curso de Mestrado em Odontologia, Área de concentração em Clínica Integrada.

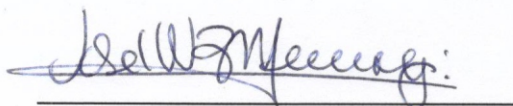
Ponta Grossa, 19 de Fevereiro de 2014.



Profa. Dra. Denise Stadler Wambier
Universidade Estadual de Ponta Grossa



Profa. Dra. Alessandra Reis
Universidade Estadual de Ponta Grossa



Prof. Dr. José Vitor Nogara Borges de Menezes
Universidade Federal do Paraná

Dedico aos meus pequenos pacientes.

AGRADECIMENTOS

A Deus por sua infinita misericórdia em me conduzir nos caminhos designados por Ele.

Às minhas filhas Cecília e Lígia, razões da minha vida.

Ao meu marido Luís Henrique, sempre presente.

Aos meus pais Luiz Gonzaga e Maria Guaraciaba, meus primeiros professores.

Aos meus sobrinhos Natália e Daniel, amores da minha vida, por me inspirarem a seguir os caminhos da Odontopediatria.

Aos meus irmãos: Cibele e Luiz Gonzaga Júnior, meus melhores amigos.

À Professora Dra. Denise S. Wambier por sua orientação nestes dois anos de Mestrado, por me direcionar nos caminhos da Ciência com sabedoria, paciência e dedicação.

Ao meu co-orientador Professor Dr. Fábio André por me auxiliar sempre com prontidão.

Aos Professores João Carlos Gomes e Osnara Maria Mongruel Gomes, exemplos de liderança, frente à condução do Programa de Pós-Graduação em Odontologia da UEPG.

A todos os Professores do Programa de Pós-Graduação da Universidade Estadual de Ponta Grossa que foram imprescindíveis em minha formação.

Às Professoras: Ana Claudia R. Chibinski, Eunice Kuhn e Fabiana Bucholdz Teixeira Alves, pela amizade e exemplos de dedicação à Odontopediatria.

Aos Professores: Alessandra Reis e César Augusto Galvão Arrais pelas valiosas contribuições em meu exame de Qualificação.

Aos colegas da Pós-Graduação: Adelaida, Andrés Felipe, Andrés Montenegro, Anna Luiza, Camilo, Carlos Andrés, Fabiana Coppla, Fabiana Siqueira, Juliana De Geus, Juliana Schaia, Letícia Antonelo, Letícia Wambier, Paola, Sibelli e Thaynara obrigada pela amizade e convivência nestes dois anos de Mestrado. Aprendo muito com esses jovens cientistas.

A todos que contribuíram para a realização deste trabalho.

DIAS GF. Avaliação *in vitro* da permuta química entre restauração de cimento de ionômero de vidro e dentina decídua parcialmente desmineralizada tratada com NaF a 2%. [Dissertação de Mestrado em Clínica Integrada]. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa; 2014.

RESUMO

Este estudo *in vitro* avaliou em dentina hígida e desmineralizada, a ação da solução neutra de fluoreto de sódio (NaF) a 2% e de um cimento de ionômero de vidro (CIV) de alta viscosidade (Ketac Molar Easymix®), com os testes de microdureza Knoop, Espectroscopia de Energia Dispersiva (EDS) e micro-Raman. Em 40 molares decíduos foram realizadas cavidades classe I, sendo esses dentes divididos em grupos 1 e 2 (ciclagem de pH) e grupos A e B (NaF). Após ciclagem de pH (n=20), a metade cavitária foi isolada com esmalte, obtendo-se dois sítios, um de contato direto com o CIV e outro controle. As cavidades de 20 dentes (G1B, G2B) receberam aplicação tópica de flúor antes da restauração. Foram formados os grupos G1A, G1B, G2A e G2B. Os dentes restaurados foram fatiados (n=3) no sentido mésio-distal para os testes de dureza e troca mineral. Os dados de dureza foram analisados com o teste t pareado, considerando as áreas de contato (C) e sem contato (SC) e ANOVA 2 critérios considerando os fatores dentina (hígida e desmineralizada), tratamento (sem e com fluoreto) e interação (dentina e tratamento). O nível de significância empregado foi de 5% ($\alpha=0,05$). Os dados do EDS e micro-Raman foram analisados de forma qualitativa por grupos. Diferença significativa foi encontrada entre os valores de dureza Knoop para o fator dentina (hígida e desmineralizada) na área de contato do material restaurador ($p<0,0001$). O ganho de dureza dentinária em G1A foi de 63 para 79 KHN, G1B de 68 para 80 KHN, G2A de 34 para 51 KHN e G2B de 33 para 53 KHN. As alterações em dureza ocorreram pelo contato direto do material restaurador com a superfície dentinária, em ambas as condições (dentina e tratamento). O fator tratamento não repercutiu em diferença significativa para o fator dentina em ambas as áreas, sem contato ($p=0,358$) e com contato ($p=0,642$). A interação dos fatores dentina e tratamento não repercutiu em alteração significativa dos valores de dureza do substrato dentinário, pois não houve diferença significativa tanto na área sem contato ($p=0,309$) e com contato ($p=0,751$). Os resultados nos grupos G1A e G2A mostraram aumento de dureza dentinária, sendo de 21% em dentina hígida e de 33% em dentina desmineralizada. Nos grupos G1B e G2B, o pré-tratamento com NaF não foi efetivo e o ganho de dureza de 15% em dentina hígida e de 36% em dentina desmineralizada foi relacionado ao contato com o CIV. A dentina desmineralizada foi o substrato mais reativo. Na avaliação mineral em EDS, o contato com o CIV determinou aumento de cálcio na dentina hígida e de flúor na dentina desmineralizada. Na avaliação do micro-Raman, o contato direto da dentina com CIV em dentina (hígida e desmineralizada) repercutiu em aumento do pico do fosfato, representado pela hidroxiapatita do cálcio. As trocas iônicas entre CIV e dentina desmineralizada determinam melhora na qualidade desse substrato sem necessidade de pré-tratamento com NaF.

Palavras-chave: Cimentos de ionômero de vidro, dentina, tratamento restaurador atraumático, cárie dentária, flúor.

DIAS GF. *In vitro* evaluation of chemical exchange between restoration of glass ionomer cement and demineralized primary dentin with application of sodium fluoride to 2%. [Dissertação de Mestrado em Clínica Integrada]. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa; 2014.

SUMMARY

This *in vitro* study evaluated the effect of pretreatment action of a neutral solution of sodium fluoride (NaF) 2% and a glass ionomer cement (GIC) of high viscosity (Ketac Molar Easymix ®) in primary sound dentin and demineralised dentin, with Knoop hardness test, Energy Dispersive Spectroscopy (EDS) and micro-Raman. In 40 primary molars class I cavities were created, these teeth being divided into groups 1 and 2 (pH cycling) and groups A and B (NaF). After pH cycling (n = 20) the cavity half was isolated with nail varnish, obtaining two sites, one in direct contact with the GIC and other control. The cavities of 20 teeth (G1B, G2B) received topical fluoride application before restoring. The G1A, G1B, G2A and G2B groups were formed. The restored teeth were sliced (n=3) in mesiodistally for testing the hardness and mineral exchange. The hardness data were analyzed using paired t-test, and the contact areas (C) and non-contact (SC) and ANOVA 2 criteria considering factors dentin (sound and demineralised), treatment (with and without fluoride) and interaction (and treating dentin). The level of significance used was 5% ($\alpha = 0.05$). The data EDS and micro-Raman spectra were analyzed qualitatively by groups. Significant difference was found between the Knoop hardness factor for dentin (sound and demineralised) and in the contact area of the restorative material ($p < 0.0001$). The gain in G1A dentin hardness was 63 to 79 KHN, G1B of 68 to 80 KHN, from 34 to 51 KHN G2A and G2B KHN 33 to 53 KHN. Changes in hardness occurred by direct contact of the restorative material with dentin surface in both conditions (dentin and treatment). The treatment factor not reflected in a significant difference for the factor dentin in both areas without contact ($p=0.358$) and contact ($p=0.642$). The interaction between factors and dentin treatment did not affect significant change in the hardness of dentin, with no significant difference in both the non-contact area ($p=0.309$) and contact ($p=0.751$). The results G1A and G2A groups showed increased hardness of dentin, with 21% sound dentin and 33% in demineralised dentine. In groups G1B and G2B, pretreatment with NaF was not effective and gain hardness of 15% in sound dentin and 36% demineralised dentin was related to contact with the GIC. The demineralised dentin was the most reactive substrate. Mineral evaluation EDS, contact with the GIC determined in a sound dentin increase of calcium and fluoride in demineralised dentin. In the evaluation of micro-Raman, direct contact with the restorative material in dentin (sound and demineralised dentin) reflected in increased peak phosphate, represented by calcium hydroxyapatite. Ionic exchanges between GIC and demineralised dentin determine improvement in the quality of this substrate without pretreatment with NaF.

Keywords: Glass ionomer cements, dentin, atraumatic restorative treatment, tooth decay, fluoride.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1	- Material utilizado, fabricante, composição e número de lote.....	41
Figura 1	- Corte sagital dos dentes restaurados com CIV nas duas condições: dentina hígida e desmineralizada (G1A, G2A) submetidas à aplicação tópica de NaF a 2%. (G1B, G2B). Camada de esmalte para evitar contato direto do CIV com a metade da dentina.....	36
Figura 2	- Aparelho de Perfuração empregado nos preparos cavitários com espécime posicionado.....	38
Figura 3	- Aspecto da cavidade no tamanho padronizado (6x4mm; largura e 2mm; profundidade.....	38
Figura 4	- Aspecto da coroa dentária protegida com esmalte de unha para ciclagem de pH.....	40
Figura 5	- Paquímetro medindo a camada de esmalte aplicada na metade do assoalho cavitário.....	42
Figura 6	- (A): Dente embutido no dispositivo da Máquina de Corte. (B) Máquina de Corte.....	44
Figura 7	- Aspecto do espécime embutido prévio ao acabamento e polimento.....	45
Figura 8	- Aspecto dos espécimes colados em stubs metálicos prévio ao acabamento e polimento. As regiões de leitura compreendem: C (contato material-dentina) e NC (sem contato material-dentina)....	47
Figura 9	- Aspecto dos espécimes metalizados prévio à leitura no EDS.....	48
Figura 10	- Imagem digital obtida durante mapeamento da região dentinária em seus três pontos de análise. D (dentina), CIV (cimento de ionômero de vidro), C (contato); SC (sem contato) magnificação 20X.....	50
Figura 11	- Média e desvio padrão dos valores de dureza Knoop obtidos em dentina hígida e desmineralizada sem e com tratamento utilizando NaF em áreas de sem (SC) e com contato (C) do material restaurador (cimento de ionômero de vidro autopolimerizável). (*) Diferenças significativas entre as áreas sem contato e com contato com material restaurador em todos os grupos avaliados. Teste t de student pareado. (A): G1A; (B):G1B; (C):G2A; (D):G2B.....	54
Figura 12	- Média e desvio padrão dos valores de dureza Knoop obtidos em dentina hígida (G1) e desmineralizada (G2) sem e com tratamento restaurador (cimento de ionômero de vidro autopolimerizável).(*) Diferença significativa para o fator dentina nas áreas sem contato e com contato. Fator tratamento (sem tratamento e com tratamento)	

diferença não significativa de acordo com a área sem contato (p=0,358) e com contato (p=0,642). Interação (fator dentina com tratamento), diferença não-significativa de acordo com a área sem contato (p=0,309) e com contato (p=0,751). ANOVA com dois critérios..... 56

Figura 13 - Distribuição Percentual em Peso (g) dos íons cálcio, fósforo e flúor observados em microscopia óptica através do EDS, obtidos em dentina hígida (G1) e desmineralizada (G2), sem e com tratamento utilizando NaF, em áreas sem e com contato do material restaurador (cimento de ionômero de vidro autopolimerizável). Outros: referentes aos íons sódio, alumínio, silício, potássio e estrôncio..... 56

Figura 14 - Espectros obtidos da análise da composição dentinária por espectroscopia micro-Raman do grupo G1A. G1A C (dentina hígida tratada com CIV), G1A SC (dentina hígida apenas, ou seja, sem contato CIV). Houve aumento do conteúdo mineral dos grupos G1 A C através da maior intensidade dos picos: 960 cm^{-1} (PO_4^{3-}), 591 cm^{-1} , 430 cm^{-1} (picos de diferentes modos vibracionais do grupo fosfato), 1070 cm^{-1} (carbonato) cm^{-1} e $1270\text{--}1453\text{ cm}^{-1}$ (colágeno). Em G1 A SC evidenciado somente o pico 960 cm^{-1} (PO_4^{3-}). As setas indicam: (A):Colágeno ; (B): Carbonato; (C): Fosfato..... 58

Figura 15 - Espectros obtidos da análise da composição dentinária por espectroscopia micro-Raman do grupo G1B. G1B C (dentina hígida tratada com NaF e CIV), G1B SC (dentina hígida apenas tratada com NaF, sem contato com CIV). Houve aumento do conteúdo mineral dos grupos G1 B C através da maior intensidade dos picos: 960 cm^{-1} (PO_4^{3-}), 591 cm^{-1} , 430 cm^{-1} (picos de diferentes modos vibracionais do grupo fosfato), 1070 cm^{-1} (carbonato) cm^{-1} e $1270\text{--}1453\text{ cm}^{-1}$ (colágeno). Em G1 B SC evidenciado somente o pico 960 cm^{-1} (PO_4^{3-}). As setas indicam: (A):Colágeno ; (B): Carbonato; (C): Fosfato.. 59

Figura 16 - Espectros obtidos da análise da composição dentinária por espectroscopia micro-Raman do grupo G2A. G2A C (dentina desmineralizada tratada com CIV), G2A SC (dentina desmineralizada, sem contato com CIV). Houve aumento do conteúdo mineral dos grupos G2A C através da maior intensidade dos picos: 960 cm^{-1} (PO_4^{3-}), 591 cm^{-1} , 430 cm^{-1} (picos de diferentes modos vibracionais do grupo fosfato), 1070 cm^{-1} (carbonato) cm^{-1} e $1270\text{--}1453\text{ cm}^{-1}$ (colágeno). Em G2A SC evidenciado somente o pico 960 cm^{-1} (PO_4^{3-}). As setas indicam: (A):Colágeno ; (B): Carbonato; (C): Fosfato.. 60

Figura 17 - Espectros obtidos da análise da composição dentinária por espectroscopia micro-Raman do grupo G2B. G2B C (dentina hígida tratada com NaF e CIV), G1B SC (dentina hígida apenas tratada com NaF, sem contato com CIV). Houve aumento do conteúdo mineral dos grupos G2B C através da maior intensidade dos picos: 960 cm^{-1} (PO_4^{3-}), 591 cm^{-1} , 430 cm^{-1} (picos de diferentes modos vibracionais do grupo fosfato), 1070 cm^{-1} (carbonato) cm^{-1} e $1270\text{--}1453\text{ cm}^{-1}$

(colágeno). Em G2B SC evidenciado somente o pico 960 cm^{-1} (PO_4^{-3}).
As setas indicam: (A):Colágeno ; (B): Carbonato; (C): Fosfato..... 62

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	- Médias e desvios padrões (KHN) dos valores de dureza dentinária para dentina hígida e desmineralizada de dentes decíduos para validação do método de ciclagem de pH.....	41
Tabela 2	- Médias, desvios padrões e aumento percentual dos valores de dureza Knoop (KHN) nos diferentes grupos.....	52

LISTA DE SIGLAS

ART	Tratamento Restaurador Atraumático
C	Contato
CIV	Cimento de Ionômero de Vidro
CR	Compósito Resinoso
DF	Dentifrício com Flúor
EDS	Microanálise por energia dispersiva de Raios-X
EPMA	Electron Probe Micro-Analyzer
FIX	FujiIX
H	dureza
HEMA	Hidroxietil metacrilato
HD	Hi Dense
KHN	Dureza Knoop
KME	Ketac Molar Easymix
KN	Ketac N100
MEV	Microscopia Eletrônica de Varredura
MXR	Maxxion R
NF	Dentifrício sem Flúor
PH	Dureza plástica
RVA	Riva Self Cure
SC	Sem contato
SDF	Diaminofluoreto de prata
TD	Túbulos dentinários
UEPG	Universidade Estadual de Ponta Grossa
VH	Dureza Vickers
VI	Vitremer
VM	Vitro Molar
Y	Módulo de Young

LISTA DE SÍMBOLOS

CaF_2	fluoreto de cálcio
CaCl_2	cloreto de cálcio
cm	centímetros
g	gramas
gF	grama força
h	hora
KCl	cloreto de potássio
MgF_2	fluoreto de magnésio
NaF	fluoreto de sódio
Na_2PO_4	fosfato de sódio
min	minutos
mL	mililitro
mm	milímetro
mM	milimol
min	minutos
mW	miliwatts
nm	nanômetro
ppm	partes por milhão
PVC	Policloreto de vinila
rpm	rotações por minuto
s	segundos
%	porcentagem
μm	micrometros
X	vezes
Kx	unidade de magnificação

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	17
2	REVISÃO DA LITERATURA.....	19
2.1	SUBSTRATO DENTINÁRIO DECÍDUO.....	19
2.2	DENTINA CARIADA.....	20
2.3	PROPRIEDADES MECÂNICAS E TROCAS IÔNICAS ENTRE CIV E SUBSTRATO DENTINÁRIO.....	25
2.4	O POTENCIAL DO FLUORETO.....	30
3	OBJETIVOS.....	34
3.1	OBJETIVO GERAL.....	34
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	34
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	35
4.1	CONSIDERAÇÕES ÉTICAS.....	35
4.2	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	35
4.3	SELEÇÃO DOS DENTES	36
4.4	PREPARO DAS CAVIDADES	37
4.5	CICLAGEM DE PH PARA SIMULAR LESÃO DE CÁRIE EM DENTINA....	39
4.5.1	Da efetividade das soluções desmineralizante e remineralizante.....	40
4.6	PROTOCOLO DAS RESTAURAÇÕES.....	41
4.6.1	Restauração das cavidades com CIV.....	42
4.7	AVALIAÇÃO DA DUREZA DENTINÁRIA.....	44
4.7.1	Análise de Microdureza.....	45
4.8	AVALIAÇÃO DOS ÍONS NA DENTINA PARCIALMENTE DESMINERALIZADA E HÍGIDA POR ESPECTROSCOPIA DISPERSIVA DE ENERGIA (EDS).....	47
4.9	ESPECTROSCOPIA MICRO-RAMAN.....	49
5	ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS.....	51
6	RESULTADOS.....	52
6.1	DUREZA DENTINÁRIA.....	52
6.1.1	G1A.....	52
6.1.2	G1B.....	52
6.1.3	G2A.....	53
6.1.4	G2B.....	53
6.1.5	Comparação entre grupos.....	54
6.2	ALTERAÇÃO PERCENTUAL EM PESO (G) DE MINERAIS POR EDS.....	56
6.3	ANÁLISE DA COMPOSIÇÃO DENTINÁRIA POR ESPECTROSCOPIA MICRO-RAMAN.....	57
6.3.1	G1A C e G1A SC.....	57
6.3.2	G1B C e G1B SC.....	58
6.3.3	G2A C e G2A SC.....	59
6.3.4	G2B C e G2B SC.....	61
7	DISCUSSÃO.....	63

8	CONCLUSÃO.....	67
	REFERÊNCIAS.....	68
	ANEXO A – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP.....	75

1 INTRODUÇÃO

A abordagem contemporânea em Odontopediatria alicerçada na estratégia de mínima intervenção preconiza cada vez mais a adoção do tratamento restaurador atraumático (ART). Neste, a remoção de tecido cariado é parcial, mantendo-se dentina desmineralizada no assoalho pulpar (Frencken et al.¹ 1996). Essa conduta visa preservar substrato dentinário com potencial de recuperação, fato já evidenciado em uma série de pesquisas clínicas (Massara et al.² 2002, Wambier et al.³ 2007, Alves et al.⁴ 2010; Lula et al.⁵ 2011, Ribeiro et al.⁶ 2012; Chibinski et al.⁷ 2013).

O preparo cavitário convencional com alta ou baixa rotação tende a remover todo tecido amolecido até encontrar dentina "endurecida", que é considerada mais favorável para a adesão dos materiais restauradores (Duque et al.⁸ 2009). No entanto, essa conduta aumenta a chance de exposição pulpar em dentes decíduos (Hosoya e Marshall⁹ 2005). A crescente aceitação do ART no cenário clínico mundial é devido às características "atraumáticas" para pacientes e dentes desta técnica. Ao dispensar anestesia e instrumentos rotatórios, esta técnica reduz a ansiedade ao tratamento odontológico (Frencken et al.¹⁰ 1994; Frencken et al.¹¹ 2004) e desgaste de substrato dentário.

Os cimentos de ionômero (CIVs) de alta viscosidade, apresentam propriedades físicas e mecânicas melhoradas (Frencken et al.¹ 1996), proporcionando aumento na taxa de sucesso das restaurações ART (Kemoli e van Amerongen¹³ 2009; Marks et al.¹⁴ 2000). Mesmo com baixos valores de resistência à tração e flexão, são considerados materiais com características adesivas, potencial de liberação e reincorporação de flúor (Mickenautsch et al.¹⁵ 2011), baixo coeficiente de expansão-térmica linear e principalmente biocompatibilidade (Davidovich et al.¹⁶ 2007; Franca et al.¹⁷ 2011), condição essencial na indicação de um material restaurador.

A incorporação de fluoreto em materiais restauradores foi baseada no seu potencial anticariogênico (Mickenautsch et al.¹⁸ 2010), já que esse elemento químico participa no processo de desmineralização e remineralização, que

acontece no processo de cárie dentária (Lippert et al.¹⁹ 2013). A aplicação tópica de fluoreto na superfície esmalte-dentina, produz uma camada de fluoreto de cálcio (CaF_2) com alta concentração de flúor iônico, que funciona como uma barreira física e reservatório contínuo de íons flúor para controlar a solubilidade dentária em situações de alto desafio cariogênico (Lynch et al.²⁰ 2004). Estudos laboratoriais e clínicos têm demonstrado que íons fluoreto são liberados dos cimentos de ionômero de vidro e incorporados tanto ao esmalte adjacente quanto à dentina desmineralizada (Ngo et al.²¹ 2006). Contudo, pouco é conhecido a respeito da real ação do fluoreto em dentina desmineralizada e selada.

Na atualidade, o grande desafio da dentística restauradora reside na tentativa de melhorar a condição do substrato dentinário desmineralizado para receber o material restaurador, com vistas à promoção da longevidade das restaurações. Em estudo recente (Ngo et al.²² 2011) foi proposto um modelo *in vitro* para observação das trocas iônicas entre dentina desmineralizada e cimento de ionômero de vidro, procurando simular a situação clínica da técnica de restauração atraumática. Com base neste estudo, a presente pesquisa procurou reproduzir um modelo *in vitro* do ART, simulando lesão de cárie em dentina por meio da ciclagem de pH, com o objetivo de avaliar trocas iônicas entre material restaurador e dentina desmineralizada, bem como o potencial do fluoreto de sódio (NaF) na melhoria desse substrato.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 SUBSTRATO DENTINÁRIO DECÍDUO

A dentina é produzida pelos odontoblastos e consiste num tecido mineralizado rico em colágeno, com a presença de túbulos e canalículos dentinários (Pashley e Carvalho²³ 1997). Apresenta heterogenicidade anatômica e de composição (Marshall et al.²⁴ 1997), que se acentuam nos diferentes tipos de substratos dentinários, como dentina hígida ou dentina cariada (Erhardt et al.²⁵ 2008), como dentina decídua ou permanente (Ricci et al.²⁶ 2010).

A dentina decídua difere química e micromorfológicamente da dentina permanente, o que repercute em diferentes propriedades mecânicas.

Os túbulos dentinários decíduos são denominados túbulos dentinários gigantes ou microcanais gigantes, entre 5 e 70 microns, enquanto no dente permanente os valores são de aproximadamente 1 micron (Sumikawa et al.²⁷ 1999). Observa-se, portanto, que a densidade tubular em dentes decíduos é maior comparado aos dentes permanentes.

Hosoya e Marshall⁹ (2005) compararam a nanodureza e módulo de elasticidade entre dentina decídua e permanente. As concentrações de cálcio e fosfato foram menores nos decíduos, com menores valores de dureza dentinária e resistência à tração. Ao comparar as médias de dureza (H), dureza plástica (PH) e módulo de Young (Y), os decíduos apresentaram valores de H e PH significativamente mais baixos que os permanentes, em várias camadas de diversas áreas.

Osório et al.²⁸ (2010) relataram menores concentrações de cálcio e fosfato na dentina intertubular e peritubular de dentes decíduos, o que torna o substrato mais reativo à ação do condicionamento ácido. A maior profundidade de descalcificação da dentina intertubular, com conseqüente aumento da espessura da camada híbrida é fator indicativo da baixa resistência de união neste substrato.

A profundidade dentinária tem um importante papel na resistência de união dos sistemas adesivos quando dentina superficial e profunda são comparadas, embora não sejam encontradas diferenças entre camadas dentinárias superficiais e médias (Hebling et al.²⁹ 2007). A densidade tubular parece ser o mais importante aspecto micromorfológico relacionado aos resultados de resistência de união, em que a maior densidade tubular dos dentes decíduos comparados aos permanentes, resulta em reduzida área de dentina intertubular sólida para adesão, especialmente mais próximo da polpa (Giannini et al.³⁰ 2001).

Lenzi et al.³¹ (2013) estudaram a densidade e diâmetro tubular de dentes decíduos e permanentes em diferentes profundidades de dentina coronal. A densidade tubular foi maior nos dentes decíduos comparados aos permanentes, independente da profundidade. Em geral, a densidade tubular aumentou de acordo com o aumento da profundidade dentinária, exceto nas camadas superficial e média dos dentes permanentes. O diâmetro tubular aumentou proporcionalmente ao aumento da profundidade dentinária em ambos os dentes permanentes e decíduos, no entanto, a densidade tubular foi mais alta nos dentes decíduos.

2.2 DENTINA CARIADA

Zavgorodniy et al.³² (2008) enfatizaram as mudanças estruturais nas diferentes zonas de dentina cariada e compararam com dentina hígida. Foram utilizados molares extraídos com presença de cáries oclusais, nos quais foram identificados as zonas de cárie (dentina decomposta, dentina desmineralizada, zona transparente, dentina hígida e dentina secundária) e avaliados o efeito das cáries sobre a parte inorgânica da dentina. O volume mineral é formado pelos cristais de apatita em torno de 50%, porção orgânica com colágeno tipo I e 20% de fluído similar ao plasma. Na dentina decomposta ocorre perda de mineral, tanto na dentina peritubular quanto intertubular. A zona de dentina desmineralizada, seguida pela zona transparente, apresenta extensa mineralização intratubular. A dentina hígida, adjacente à câmara pulpar, apresenta uma frente de mineralização composta de dentina secundária formada pelos odontoblastos. Em diferentes áreas

da dentina cariada, os cristalitos dentinários intertubulares na zona transparente e na zona de dentina desmineralizada são menores em comprimento e largura do que na dentina intertubular hígida. Os cristalitos minerais intratubulares são depositados no lúmen dos túbulos dentinários na zona transparente, sendo considerados uma fase da apatita de tamanho nanométrico e similar quimicamente à dentina intertubular. O estudo sugere que o mecanismo de precipitação e dissolução pode ser considerado um processo de formação de dentina intratubular, dentro da zona transparente induzida pela cárie. A desmineralização parcial de dentina intertubular na zona transparente é responsável pela dissolução de microrramificações dos túbulos dentinários durante a exposição da dentina intertubular aos ácidos.

Pinheiro et al.³³ (2008) desenvolveram um modelo morfométrico para avaliar o colágeno em dentina cariada, através da mensuração de áreas de colágeno reorganizadas e quantificaram o diâmetro dos túbulos dentinários com uso de corantes. O grupo controle foi composto de dentina hígida, proveniente de dentes selecionados para extração. Houve padronização de critérios clínicos para avaliação da dentina. A dentina infectada foi considerada como tecido amolecido, sem resistência à remoção. A dentina afetada foi caracterizada por ausência de umidade, resistente à remoção mecânica e com aparência clínica de lascas. Os dentes apresentaram áreas sem a presença de túbulos dentinários, ou túbulos irregulares na região central e na região central da dentina houve um decréscimo de colágeno tipo I, quando comparado à região periférica.

Marchi et al.³⁴ (2008) avaliaram as características da dentina de molares decíduos após capeamento pulpar indireto através dos parâmetros de coloração, consistência e microdureza. O grupo teste foi composto por 13 molares decíduos submetidos ao capeamento pulpar indireto em estudo anterior, com hidróxido de cálcio e/ou CIV modificado por resina. O grupo controle positivo foi composto de 15 molares hígidos e o controle negativo de 15 molares decíduos com lesões profundas de cárie aguda. No grupo teste foram removidos os materiais capeadores e obtidas medidas da profundidade cavitária. No grupo positivo, foram preparadas cavidades com dimensões semelhantes ao grupo teste. No grupo controle negativo a dentina infectada foi removida, seguindo os mesmos parâmetros do grupo teste. Os dados mostraram aumento da consistência da

dentina remanescente do grupo teste, sendo sugestivo de ganho mineral. A reposição mineral da dentina afetada, após remoção parcial de tecido cariado tem sido descrita em estudos como aumento de conteúdo mineral de cálcio e fósforo. Houve aumento da microdureza no grupo teste, que diferiu significativamente do grupo controle negativo. No grupo teste não houve diferença de valores de dureza entre os materiais utilizados. O estudo sugere que o ganho mineral da dentina afetada ocorre independente do material capeador utilizado.

Pugach et al.³⁵ (2009) destacaram as propriedades físicas e mecânicas da dentina cariada, nas 4 diferentes zonas cariosas através do uso de um corante detector de cárie. Foram utilizados 8 terceiros molares recém-extraídos, 6 cariados e 2 não cariados como controle. As zonas de dentina cariada foram classificadas baseadas na aparência óptica e grau de coloração: rosa, rosa claro, transparente e aparentemente normal. Na sequência, os dentes foram seccionados em palitos. Os critérios de avaliação microestruturais utilizados incluíram a oclusão tubular, a dentina peritubular e rugosidade intertubular. A zona rosa de maior desmineralização das lesões dentinárias cariadas apresentou cerca de 25% de mineral da dentina normal, o que acarreta importantes consequências de alteração mineral e restauração das propriedades mecânicas.

Franzon et al.³⁶ (2009) mensuraram o ganho de dureza dentinária após capeamento pulpar indireto em dentes decíduos através da análise de microdureza após 37 a 71 meses. Os 3 grupos em estudo foram obtidos após esfoliação fisiológica. Em 42 molares decíduos com lesões de cárie profunda foram realizados capeamento pulpar com hidróxido de cálcio ou guta percha e restaurados com resina composta. Após 4 a 7 meses, os dentes foram reavaliados clínica e radiograficamente. A cavidade foi reaberta e amostras de dentina foram obtidas. Após acompanhamento de 36 meses os dentes foram reavaliados e colhidos pós-esfoliação fisiológica. Foram selecionados 10 molares hígidos e 10 molares com lesões cariosas profundas agudas, como controle positivo e negativo respectivamente. No grupo controle positivo foram preparadas cavidades de 3-4 mm de profundidade. No grupo controle negativo foi removido o tecido cariado. Os resultados apresentaram maiores valores de dureza em dentes tratados, quando comparado com dentes cariados em todas as profundidades analisadas, sugestivo de ganho mineral proveniente da resposta biológica pulpar.

Hevinga et al.³⁷ (2010) compararam a resistência à fratura *in vitro* de dentes restaurados na oclusal, com a presença de dentina cariada remanescente e com completa escavação de dentina cariada. Foram selecionados 46 molares com cáries profundas, em que 23 pares foram formados baseados em tamanhos similares dos dentes e também com semelhança de tamanho e localização das lesões. De cada par dos molares selecionados, um foi para o grupo experimental (escavação incompleta de cárie) e outro para o grupo controle (completa escavação dentária), seguido de procedimento restaurador resinoso e tomada radiográfica padronizada. Os espécimes foram submetidos a teste de fadiga e resistência de união. Não foram encontradas diferenças significativas na resistência à fratura, entre os grupos controle e experimental. Os dentes restaurados no grupo controle apresentaram fraturas de raízes verticais abaixo da junção amelodentinária. Os molares do grupo experimental apresentaram rachaduras nas restaurações. O método de escavação incompleta de cárie previne danos pulpares, embora a completa escavação aumente a resistência da restauração final. Embora estudos *in vitro* apresentem limitações, a resistência à fratura de dentes restaurados sobre incompleta escavação de cárie foi significativamente reduzida, possivelmente resultando em falha clínica a longo prazo.

Corralo e Maltz³⁸ (2013) avaliaram o efeito do cimento de hidróxido de cálcio e CIV em dentina cariada infectada após remoção parcial de cárie e selamento. O procedimento promove a formação de dentina terciária, antes da completa escavação e diminui os riscos de exposição pulpar. Foram utilizados 60 molares permanentes com lesões profundas de cárie com remoção parcial de tecido cariado, os quais receberam restaurações com cimento de hidróxido de cálcio, CIV, cera (controle negativo) e selados por 3-4 meses. Após este período, a dentina foi avaliada clinicamente (por coloração e consistência) e microscopia eletrônica de varredura (MEV) para verificar a organização dentinária e infecção bacteriana. Nos dentes restaurados com CIV foi observado o declínio da quantidade de bactérias, aumento na concentração de cálcio e arranjo compactado das fibras colágenas. Nos 3 grupos houve alteração de dureza após o tratamento. Os espécimes dentinários apresentaram melhor organização após o período de selamento, com total ou parcial obliteração dos túbulos dentinários e redução de

infecção bacteriana. O estudo demonstrou que a remoção parcial de cárie com selamento resulta em aumento de dureza dentinária, declínio do número de bactérias e reorganização dentinária, independente da proteção dentinária utilizada.

Chibinski et al.⁷ (2013) descreveram as reações de dentina decídua após restauração na condição de incompleta remoção de dentina infectada. Os períodos de avaliação foram de 60 dias e 10-13 meses. Foram utilizados fragmentos de dentina cariada de 43 dentes decíduos com lesões agudas, removidas no início do estudo e comparadas com amostras de dentina cariada removida após 60 dias. Para análise dos fragmentos, foi utilizado a MEV e radiografias com identificação de alterações na densidade radiográfica entre os períodos avaliados através do método de subtração digital de radiografias. No início do estudo, a avaliação por MEV demonstrou tecido desorganizado e invasão bacteriana. Após 60 dias, a dentina apresentou melhora da organização e sinais de alteração mineral. A subtração radiográfica revelou que os níveis de cinza médio de dentina hígida e cariada aumentaram após 10 a 13 meses. A dentina cariada tende a se reorganizar em curto período de tempo quando devidamente selada, e o processo de alteração mineral continua por períodos mais longos. O diagnóstico correto da vitalidade pulpar permite sucesso do protocolo de remoção incompleta de dentina infectada.

2.3 PROPRIEDADES MECÂNICAS E TROCAS IÔNICAS ENTRE CIV E SUBSTRATO DENTINÁRIO

Bonifácio et al.³⁹ (2009) avaliaram as propriedades mecânicas dos CIVs utilizados para o ART. Foram confeccionados corpos de prova dos CIVs: Riva Self Cure (RVA), Fuji IX (FIX), Hi Dense (HD), Vitro Molar (VM), Maxxion R (MXR) e Ketac Molar Easymix (KME). As propriedades mecânicas analisadas foram a resistência flexural, resistência à compressão e microdureza Knoop. O tempo de avaliação foi durante 1 ano no período de 4, 63 e 365 dias. O KME apresentou o menor desgaste em comparação aos outros materiais, com diferença significativa nos prazos de 4 e 63 dias. No prazo de um ano, apresentaram melhor performance o KME, FIX e HD. KME, FIX e HD apresentaram valores elevados de resistência flexural e à compressão, e baixos valores foram encontrados no RVA e VM. O MXR apresentou valores de resistência à compressão somente diferente do KME. Os KME e FIX apresentaram valores significativamente maiores que os demais cimentos nas propriedades mecânicas avaliadas. A pior performance foi encontrada no VM.

Magni et al.⁴⁰ (2010) compararam as propriedades mecânicas de oito adesivos e seis CIVs. Os adesivos foram aplicados em discos de dentina e os espécimes de CIVs foram preparados num molde de teflon. A dureza Vickers (VH), módulo de elasticidade, deformação plástica e elástica foram avaliados através do uso do microdurômetro nas duas classes de materiais, em esmalte e dentina. Em relação à dureza não foram encontradas diferenças significativas entre a dentina e os CIVs, em que ambos mostraram maiores valores de VH que os adesivos, e significativamente baixos quando comparado ao esmalte. Ambas as classes de materiais (CIVs e adesivos) apresentaram alta deformação plástica sob carga, quando comparados ao esmalte, e maior deformação plástica em relação à dentina. Os CIVs estabelecem adesão química com os íons cálcio da hidroxiapatita, a qual estabiliza a interface destes materiais com as estruturas dentárias. Embora ainda não seja provado que as propriedades mecânicas dos adesivos e CIVs são correlacionados com seu desempenho clínico, sabe-se que fraturas e defeitos marginais têm sido a razão de falhas restauradoras, logo a

investigação das propriedades que podem explicar o comportamento do material sob carga possui relevância clínica.

Baliga e Bhat⁴¹ (2010) investigaram a extensão e qualidade da superfície na zona de presença de minerais quando materiais liberadores de flúor foram utilizados em lesões de cárie artificial em esmalte na região interproximal. Foram utilizados 90 molares inferiores, nos quais em 45 dentes foi realizada indução artificial de cárie por gel acidificado por um período de 10 semanas. Nos outros 45 dentes remanescentes foram preparadas cavidades interproximais padronizadas em ângulo cavo-superficial de 90 graus. Os dentes preparados com cavidades foram divididos em 3 grupos, com 15 espécimes cada. No grupo 1, as cavidades foram restauradas com Fusion Alloy (CIV modificado por metais); grupo 2, Ketac Fil (CIV de presa química) e no grupo 3, Heliomolar R (resina composta liberadora de flúor). Os dentes foram montados com contato interproximal, entre os dentes que tiveram indução artificial de cárie e os que foram restauradas as cavidades, com os 3 materiais em estudo. Os pares foram colocados em saliva artificial, durante um intervalo de duas semanas e submetidos à termociclagem para simular condições de higiene oral. Após 28 dias, os dentes foram separados e aqueles com lesões de cárie artificiais foram seccionados mesiodistalmente para avaliação em microscópio óptico e análise em MEV. Os resultados revelaram similar liberação de fluoretos no Ketac Fil e Heliomolar, comparados ao Fusion Alloy. O Ketac Fil apresentou maior liberação de flúor para o esmalte adjacente, quando comparado aos outros dois materiais. Nas restaurações de classe II em dentes permanentes e decíduos pode ser indicado o uso do Ketac Fil e Helio Molar, devido ao potencial de liberação de fluoretos e capacidade de agregar minerais em lesões incipientes de cárie nos dentes adjacentes.

Nicholson⁴² (2010) abordou o desempenho clínico e as propriedades dos CIVs convencionais e modificados por resina. Os CIVs convencionais têm sido amplamente utilizados na clínica, em forramentos e bases de materiais restauradores de dentes afetados por cárie, agentes de cimentação na ortodontia e selantes na endodontia. A reação ácido-base destes materiais para formação da matriz ocorre através de formações de unidades de poliacrilato de alumínio e cálcio de lenta maturação. Os CIVs são materiais bioativos, em que mudanças estruturais ocorrem com o tempo na cavidade oral e exposição à saliva.

Isto resulta em ganho de cálcio e fosfato, os quais em taxas apropriadas no cimento contribuem para o aumento da dureza ao longo do tempo. Os CIVs modificados por resina contêm a mesma quantidade de íons no pó do vidro e o monômero hidroxietil metacrilato (HEMA). A adesão à superfície dentária se dá pelo processo de trocas iônicas na interface dente-restauração de alta durabilidade. A capacidade de liberação e absorção de flúor pelos CIVs, de forma similar em ambos os tipos de cimentos, é responsável pela capacidade tampão do material. O desgaste é o problema clínico prevalente na aplicação dos CIVs.

Kim et al.⁴³ (2010) testaram a hipótese que um CIV (Fuji IXGP) desenvolvido para o ART possa remineralizar “completamente” a dentina desmineralizada através da nucleação de novos cristais de apatita dentro de uma matriz dentinária livre de apatita. Em 21 terceiros molares livres de cárie foram criados blocos de dentina desprovido de tecido pulpar. Em cada superfície dentinária coronária foi realizado ataque ácido com gel de ácido fosfórico a 32%, com a criação de uma camada de dentina desmineralizada acima da base dentinária mineralizada. Uma camada de CIV de 5 mm de espessura foi colocada sob os blocos de dentina devidamente protegidos por uma camada de verniz. Os espécimes de dentina-CIV foram aleatoriamente divididos em 3 grupos imersos em meios para remineralização em intervalos entre 1 e 4 meses. O primeiro meio de remineralização simulou o fluido corporal, e os outros com esquemas distintos de remineralização biomimética. As amostras foram seccionadas em palitos na interface dentina-CIV. Os resultados indicaram que além da absorção dos íons específicos do CIV, não houve evidência ultraestrutural de deposição mineral de natureza cristalina no CIV e na dentina desmineralizada, independente da estratégia de remineralização. Embora haja evidência científica de difusão profunda de íons específicos na interface dente-restauração, não há evidência ultraestrutural direta de remineralização intra ou interfibrilar da matriz colágena desmineralizada. De forma que os estudos clássicos de remineralização baseados na captação mineral não são suficientes para avaliar o sucesso das estratégias contemporâneas de “remineralização”.

Ngo et al.²² (2011), com objetivo de validar um modelo *in vitro* para o ART e avaliar os níveis de trocas iônicas entre dentina e material restaurador, criaram lesões artificiais de cárie em terceiros molares com diferentes tempos de

exposição à solução desmineralizadora. O tempo de exposição à solução foi de 7, 14 e 21 dias. Foram realizadas cavidades dentárias, em que hemicavidades foram criadas pela aplicação local de esmalte de unha comum. O procedimento possibilitou a comparação entre os dois lados da cavidade, teste e controle, no mesmo elemento dentário, com contato e sem contato de material restaurador em dentina desmineralizada. Após, os dentes foram restaurados com CIV Fuji IXGP (GC Corporation, Tokyo, Japan). Os métodos de análise das trocas iônicas foram através de microanálise mineral, com avaliação quanti-qualitativa dos elementos envolvidos. Os resultados não indicaram diferenças estatísticas significantes nos níveis de cálcio e fósforo nos 3 diferentes tempos de desmineralização. A diferença significativa encontrada foi na profundidade de penetração e quantidade de flúor e estrôncio, considerados elementos formadores da apatita. Os autores concluíram que o método *in vitro* permite estudos detalhados das interações entre material restaurador e dentina desmineralizada.

Bezerra et al.⁴⁴ (2012) compararam os níveis de flúor, cálcio, fósforo em esmalte e dentina presentes próximos às restaurações de CIV ao longo do tempo. Foram selecionadas crianças com cavidades em superfície oclusal de molares decíduos, para restaurações tanto com CIV de alta viscosidade (Fuji IX GP) como CIV modificado por resina (Vitremer) para grupo teste. E para o grupo controle, foram colhidos molares hígidos das mesmas crianças. O estudo consistiu de 40 crianças, entre 8 e 11 anos. Os espécimes foram fatiados pela metade e obtidas medidas das concentrações iônicas feitas pelo EPMA (Electron Probe Micro-Analyzer). A concentração significativa de íons de fósforo em esmalte e dentina foi semelhante nos grupos teste e controle, mas desigual para as concentrações de flúor e cálcio. A utilização de CIVs para restaurações de lesões cariosas em dentes decíduos apresentou significativa concentração de flúor no esmalte e na dentina desmineralizada circundante. A investigação concluiu que íons flúor são liberados das restaurações de CIVs no esmalte e dentina, principalmente em dentina desmineralizada.

Gjotgievska et al.⁴⁵ (2012) determinaram a extensão de liberação de íons provenientes de materiais restauradores contendo flúor, através do esmalte e dentina de dentes extraídos. Os materiais restauradores selecionados incluíram: CIV convencional (Fuji IX, GC, Japan), CIV modificado por resina (Fuji II LC, GC

Japan), compômero (Dyract AP, Dentsply De Trey, Germany) e resina composta fluoretada (Unifil flow, GC, Japan). Em cada dente foram realizadas cavidades classe V na superfície vestibular em esmalte. Posteriormente, os dentes foram divididos em 4 grupos, com 10 dentes em cada grupo e restaurados com os 4 tipos diferentes de materiais. Cada grupo de 10 dentes foi dividido em dois subgrupos, avaliados após um mês e o outro após 18 meses. Os espécimes foram avaliados através de MEV/EDS (energia dispersiva de Raios-X) na interface esmalte e dentina para determinar a distribuição dos elementos sódio, alumínio, estrôncio, fluoreto, magnésio, sílica, fósforo e cálcio. Os resultados mostraram que os dois CIVs foram mais efetivos na liberação de íons, com maiores taxas de liberação e migração de fluoretos para os tecidos duros através de variadas extensões. A migração dos íons foi genericamente maior na avaliação dos espécimes de 18 meses. A correspondente captação do flúor liberado do material para o tecido dentário acarreta em benefícios clínicos de redução na incidência de cárie devido ao efeito cariostático do flúor.

Alves et al.⁴⁶ (2013) avaliaram a adesão dos CIVs à dentina hígida e cariada, através dos testes de microtração e nanoinfiltração. Foram utilizados 36 molares decíduos hígidos, em que foram preparadas cavidades oclusais. A metade dos espécimes foram submetidos à ciclagem de pH para simular dentina afetada. Os dentes foram restaurados com 3 materiais: (1) cimento de ionômero de vidro nanoparticulado (Ketac N 100;KN); (2) cimento de ionômero de vidro modificado por resina (Vitremex; VI) e (3) cimento de ionômero de vidro de alta viscosidade (Ketac Molar Easy Mix; KM). Não foram encontradas diferenças significativas entre dentina hígida e afetada, o que sugere que a condição de dentina afetada por cárie não prejudica a adesão dos cimentos de ionômero de vidro na dentina decídua.

2.4 O POTENCIAL DO FLUORETO

Uma das aplicabilidades do fluoreto é o controle da solubilidade mineral dos dentes, sendo considerada sua maior eficácia tópica e presente na saliva total em baixas concentrações, promovidos por mecanismos mantenedores da concentração de fluoreto na saliva e pela formação de produtos de reação no esmalte-dentina (Liu et al.⁴⁷ 2004).

Elgalaid et al.⁴⁸ (2008) mensuraram a permeabilidade dentinária em tecidos desmineralizados através de duas soluções desmineralizantes com concentrações diferentes de fluoreto. Foram utilizados 45 molares permanentes hígidos, em que a superfície de esmalte da região oclusal foi removido. Um dos grupos teste foi submetido à solução de desmineralização contendo 1 ppm de fluoreto e o segundo grupo com concentração de 5 ppm, em idênticas condições. O conteúdo mineral do conteúdo da lesão foi menor nas lesões de 1ppm de flúor, em relação aos de 5 ppm de flúor. A profundidade das lesões entre os dois grupos de fluoretos não foi diferente, o que se pode concluir que a profundidade da lesão determina a permeabilidade do tecido normal remanescente. Desta forma, o bloqueio das regiões superficiais porosas da lesão pode prevenir a progressão da lesão, ao impedir que o substrato seja transferido para frente de avanço da lesão. A profundidade da lesão pode influenciar a magnitude de qualquer mudança na permeabilidade dentinária, devido aos túbulos dentinários serem mais estreitos na superfície externa e mais amplos próximos à polpa. Embora tenha ocorrido um aumento significativo na permeabilidade para ambos os tipos de lesão, as diferenças no perfil mineral das amostras não influenciou a magnitude das alterações de permeabilidade da dentina, pois não houve diferença significativa nos aumentos medidos em permeabilidade dos dois tipos de lesões.

Chu e Lo⁴⁹ (2008) mediram a microdureza de cáries crônicas dentinárias em dentes decíduos que receberam aplicações de fluoreto durante 30 meses, submetidos a tratamento com aplicações regulares de diaminofluoreto de prata (SDF) a 38% ou NaF verniz a 5%, aleatoriamente. As aplicações eram repetidas a cada 3 meses com NaF e a cada 12 meses com SDF. O tratamento era considerado eficaz se à sondagem a lesão dentinária estivesse endurecida. Após

acompanhamento de 30 meses, os dentes foram extraídos na idade de 7 anos das crianças para investigação laboratorial de microdureza. A profundidade da superfície da lesão foi medida entre 25 μm a 500 μm . Foram avaliados 5 lesões crônicas e 5 lesões ativas de cárie. Na profundidade externa 25- 200 μm , a média de dureza Knoop (KHN) das lesões crônicas foi entre 20-46 KHN, consideradas maiores que nas lesões ativas de cárie (5-20 KHN). No entanto, não foi considerado estatisticamente significativo. Na profundidade de 225 μm ou mais da superfície da lesão, a média de ambos os grupos (crônica e ativa) foi entre 20 a 30 KHN. A superfície externa das lesões cariosas cronificadas pelas aplicações tópicas de flúor foi mais dura que as lesões de cárie ativa. Os achados sugerem que a alteração mineral ocorrida com uso do material auxilia na recuperação da dureza dentinária até uma determinada profundidade de lesão.

Preston et al.⁵⁰ (2008) avaliaram *in vitro* a influência das concentrações de baixo nível de fluoreto e morfologia da lesão na remineralização da subsuperfície de cáries radiculares. Os autores defenderam que a alteração mineral da dentina é influenciada pela superfície reativa dos cristais minerais residuais, matriz orgânica remanescente e organização estrutural da lesão. De forma que, os níveis de flúor influenciam a taxa e eficácia da reposição mineral dentinária através da incorporação do mineral à rede cristalina de apatita. Foram utilizados 20 molares, em que a dentina da superfície radicular foi exposta para indução de cárie por ciclagem de pH, no grupo A por 5 dias, e no grupo B por 2 dias. Após, a região de indução de cárie foi seccionada em blocos dos quais foram obtidos palitos reservados para a análise de conteúdo e distribuição mineral. Os blocos foram aleatoriamente avaliados na presença de diferentes concentrações de flúor, com concentração de 0 a 5 ppm de flúor, por imersão em 1 mL de saliva artificial adicionado de NaF durante 24h no período de 5 dias. O fluoreto aumentou significativamente a captação do íon cálcio das lesões, em ambos os grupos experimentais. O íon cálcio foi o principal mineral perdido na presença das lesões e o fluoreto em baixas concentrações foi absorvido pelas cáries dentinárias, ao invés da concentração da solução de flúor influenciar o depósito mineral. Houve captação de cálcio e fosfato pelas lesões, em ambos os grupos experimentais, independente da concentração de flúor justificada pelo depósito mineral sob as lesões. Os métodos analíticos não permitem a distinção entre recrescimento de mineral residual e nucleação de novo mineral. O ganho mineral da dentina cariada ocorreu

independente da concentração de flúor, não sendo controlada pela taxa de difusão do flúor na lesão. O conteúdo mineral da camada superficial da lesão é mais influente no processo de ganho mineral, afetado pela localização e quantidade de deposição mineral.

Cenci et al.⁵¹ (2008) investigaram a associação entre microinfiltração e cáries secundárias na presença de flúor na interface dente/restauração. Foi avaliado o efeito da microinfiltração de cáries em torno de restaurações em esmalte e dentina na presença do flúor, proveniente de materiais dentários e dentifrícios combinados ou separadamente. As hipóteses nulas testadas é que não haveria nenhum efeito da presença da microinfiltração induzida, tipo de material restaurador ou o dentifrício utilizado na resposta das variáveis avaliadas. O estado de microinfiltração marginal foi avaliado em dois níveis: com indução ou não da microinfiltração, através da restauração sem uso do ataque ácido ou sistema adesivo. Materiais restauradores em dois níveis: compósitos resinosos (CR) e CIV modificado por resina. Tratamento com flúor em 2 níveis: dentifrício sem flúor (NF), e dentifrício com Flúor (DF). O biofilme formado junto à restauração sobrepôs a presença da microinfiltração no desenvolvimento da lesão de cárie. Na ausência de DF, a desmineralização em dentina foi estatisticamente mais alta em restaurações de CR. A área adjacente ao CIV apresentou alta concentração de flúor na placa. Os efeitos do flúor provenientes do CIV ou do DF são evidentes na inibição da desmineralização do esmalte e da dentina, ao se verificar alta taxa de desmineralização em torno da CR, comparado com CIV quando NF foi utilizado. Adicionalmente, o estudo mostrou que tanto CIV ou DF foram hábeis em aumentar a concentração de flúor no fluído do biofilme, fator que contribuiu para o decréscimo da saturação dos minerais dentários ao determinar a precipitação ou dissolução. A microinfiltração não pareceu influenciar as cáries secundárias, enquanto o flúor no biofilme proveniente do CIV ou DF foi relevante na redução da desmineralização adjacente às restaurações.

Lippert et al.⁵² (2012) relataram *in vitro* os efeitos de concentração de fluoretos, severidade de lesões e distribuição mineral na progressão da lesão. Os 3 protocolos de criação de lesões artificiais de cárie, com variação do tempo de desmineralização utilizados acarretaram em criação de lesões com diferentes severidades e distribuição mineral. Na sequência, as lesões foram imersas

novamente em soluções desmineralizantes por 24h na presença de 1, 2 e 5 ppm de flúor. As lesões menos severas foram mais reativas à presença do flúor do que as lesões de maior severidade, bem como melhores efeitos do flúor foram observados de forma linear na dose-resposta. O flúor é bastante reativo com a hidroxiapatita, sendo consumido nas partes externas da lesão e age na prevenção de perda mineral dentro do corpo da lesão original. No entanto, o ganho mineral apresentado pelo corpo da lesão consiste em apenas uma transferência mineral dentro da lesão, na presença do fluoreto. O que pode conduzir à paralisação da lesão e redução da porosidade original. A severidade e a distribuição das lesões impactaram diretamente na resposta ao flúor e à extensão da desmineralização secundária das lesões cariosas.

Martínez et al.⁵³ (2012) apresentaram revisão sistemática sobre os fluoretos, sendo que os compostos que contêm fluoreto são dependentes de reatividade e estrutura, solubilidade e habilidade de liberar íons flúor. Em pH <3,5, a forma indissociada do fluoreto de hidrogênio predomina, ao passo que em valores elevados de pH há predomínio da forma ionizada. A absorção dos fluoretos está diretamente relacionada à acidez dos produtos que os contêm. Os compostos que contêm fluoretos como: NaF e HF apresentam rápida absorção, ao contrário dos CaF_2 e (fluoreto de magnésio) MgF_2 que apresentam menor absorção e solubilidade. Estudos têm mostrado que o flúor diminui a incidência das cáries dentárias, retarda ou reverte a progressão das lesões existentes pelo decréscimo da desmineralização do esmalte e aumento da taxa de ganho mineral. A abordagem referente ao mecanismo de ação dos fluoretos na prevenção da cárie dental considera o método tópico de ação mais efetiva. As formas tópicas incluem: dentifrícios, enxaguatórios, géis de aplicação profissional e vernizes. O flúor presente nos dentifrícios têm sido considerado o mais efetivo para o controle de cárie. Existem evidências que os efeitos dos fluoretos são cumulativos e dependentes da quantidade e duração de exposição.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar *in vitro* a permuta química entre restaurações de CIV e dentina decídua parcialmente desmineralizada, sob a ação de pré-tratamento dentinário com solução neutra de NaF a 2% através da Dureza Knoop, Espectroscopia de Raios-X (EDS) associado a Microscopia Eletrônica Varredura (MEV) e Espectroscopia Micro-Raman.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

3.2.1 Quantificar alterações em dureza da dentina decídua hígida e desmineralizada, após contato com CIV, com e sem pré-tratamento (NaF).

3.2.2 Comparar e quantificar o conteúdo de flúor, cálcio e fósforo envolvidos nas trocas iônicas entre CIV e substrato dentinário decíduo hígido e desmineralizado, com e sem pré-tratamento (NaF).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 CONSIDERAÇÕES ÉTICAS

Esta pesquisa foi realizada com molares decíduos humanos hígidos (n=40) provenientes do Banco de Dentes da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG). O protocolo de pesquisa foi aprovado pelo parecer número 134.145 da Comissão de Ética em Pesquisa-UEPG (Anexo A).

4.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Duas condições foram testadas: dentina íntegra (1) e desmineralizada (2). E nesses substratos foi verificada a ação isolada do CIV (A) e associada à aplicação tópica de NaF a 2% (B). As alterações em dentina foram avaliadas por meio dos testes de Dureza Knoop, EDS associado ao MEV e Micro-raman. Em 40 dentes selecionados foram preparadas cavidades classe I, e esses dentes foram distribuídos em 4 grupos (G1A, G1B, G2A, G2B), conforme Figura 1.

O esmalte vermelho foi aplicado na metade do assoalho cavitário e paredes laterais para evitar contato do material restaurador com essa porção da dentina. Assim, no mesmo dente foram comparadas duas regiões, sem contato do CIV (SC) sítio controle, e com o CIV em contato direto com a dentina (C).

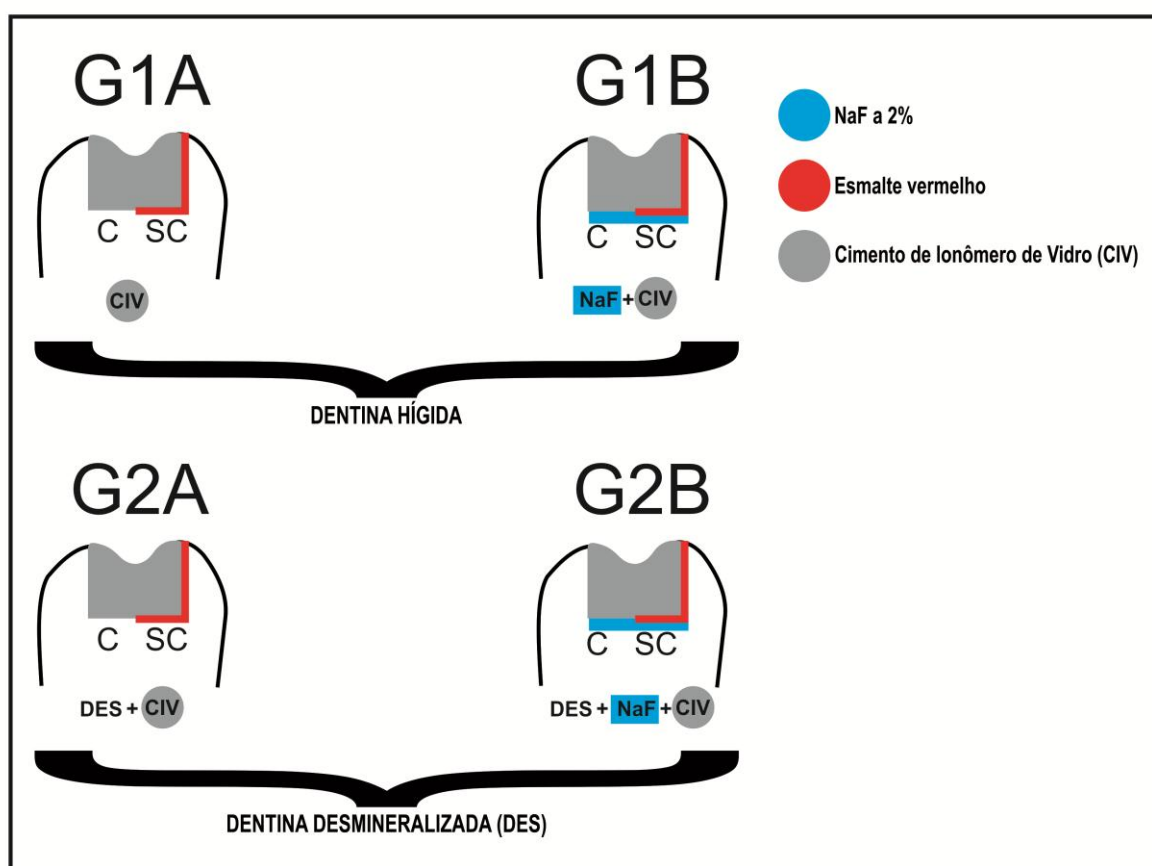


Figura 1 – Corte sagital dos dentes restaurados com CIV nas duas condições: dentina hígida e desmineralizada (G1A, G2A) submetidas à aplicação tópica de NaF a 2%. (G1B, G2B). Camada de esmalte para evitar contato direto do CIV com a metade da dentina.

4.3 SELEÇÃO DOS DENTES

Os dentes foram examinados para verificar a integridade de suas coroas que deveriam estar livres de defeitos ou lesões de cárie. As porções radiculares remanescentes foram removidas utilizando-se caneta em alta rotação (Kavo do Brasil®, Joinville, SC, Brasil) e ponta diamantada 2121 (KG Sorensen®, Cotia, SP, Brasil). Após esse procedimento, os dentes foram armazenados em água destilada à temperatura ambiente para evitar desidratação.

4.4 PREPARO DAS CAVIDADES

Para evitar fratura e deslocamento dos espécimes, os espaços entre as raízes dos dentes foram preenchidos com cera e as coroas fixadas com godiva (Godiva Exata DFL®, Jacarepaguá, RJ, Brasil) em uma base de madeira. Foram confeccionadas cavidades classe I (n=40) com um aparelho de Perfuração (El Quip®, São Carlos, SP, Brasil) (Figura 2).

Os preparos cavitários foram padronizados na profundidade de 2 mm, extensão méso-distal de 6 mm e extensão vestibulo-lingual de 4 mm, conferindo-se essas medidas com paquímetro digital (Digimess®, São Paulo, SP, Brasil) (Figura 2).

O preparo das cavidades foi iniciado no centro da superfície oclusal de cada molar decíduo. Utilizou-se brocas de carbeto de tungstênio N°8 com uma profundidade inicial de 1,5 mm até alcançar a dimensão final estabelecida em 2mm com ponta diamantada de alta rotação N°3131, sob refrigeração contínua (Figura 3). A cada 8 preparos cavitários, as brocas eram substituídas por novas. Para finalizar essa etapa, os dentes foram levados à cuba ultrassônica (Cristófoli Biossegurança®, Campo Mourão, PR, Brasil) por 280 s para remover os resíduos provenientes do preparo cavitário.

O exame visual dos espécimes com lupa estereoscópica (10X) permitiu verificar se havia exposição da câmara pulpar pelo preparo cavitário. Em caso positivo, o dente era descartado.

Após concluídos os preparos, os 40 dentes decíduos foram aleatoriamente distribuídos em 4 grupos experimentais (G1A, G1B, G2A, G2B), conforme Figura 1(página 37).

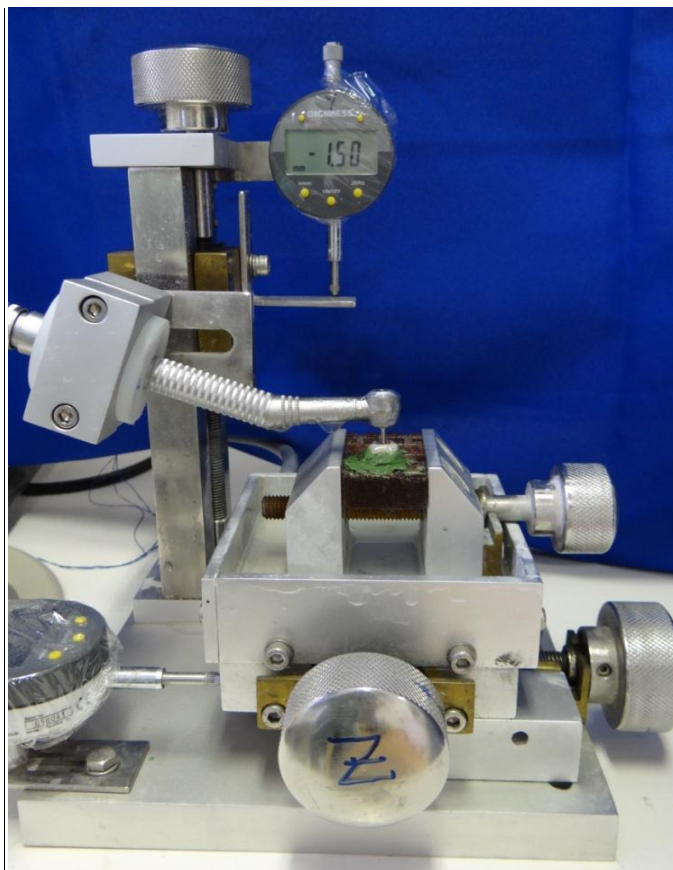


Figura 2 - Aparelho de Perfuração empregado nos preparos cavitários com o espécime posicionado



Figura 3 – Aspecto da cavidade no tamanho padronizado (6 x 4 x 2 mm de profundidade)

4.5 CICLAGEM DE PH PARA SIMULAR LESÃO DE CÁRIE EM DENTINA

Os dentes dos grupos (G2A e G2B) foram submetidos à desmineralização da dentina para simular lesão de cárie pelo método de ciclagem de pH.

A ciclagem de pH foi realizada para desmineralizar a dentina do interior do preparo cavitário. Para proteger a área externa das coroas dentárias foram aplicadas duas camadas de esmalte de unha (Colorama®, Rio de Janeiro, RJ, Brasil), evitando-se contato desse com a cavidade preparada (Figura 4).

A lesão artificial de cárie foi criada pelo método de ciclagem de pH modificado, conforme protocolo utilizado por Ten Cate e Dujister⁵⁴ (1982). As soluções utilizadas na ciclagem foram manipuladas no laboratório de Ciências Farmacêuticas da UEPG. As formulações foram as seguintes: solução desmineralizante (pH 4,8): 2,2 mM de cloreto de cálcio (CaCl_2); 2,2 mM de fosfato de sódio (Na_2PO_4) e 50 mM de ácido acético; solução remineralizante (pH 7,0): 1,5 mM de CaCl_2 ; 0,9 mM Na_2PO_4 e 0,15 mM de cloreto de potássio (KCl).

Para instituir o ciclo DES-RE, cada espécime era imerso por 8 h em solução desmineralizante e 16 h em solução remineralizante. Tal ciclo foi repetido por 14 dias consecutivos, em temperatura ambiente e sem agitação.

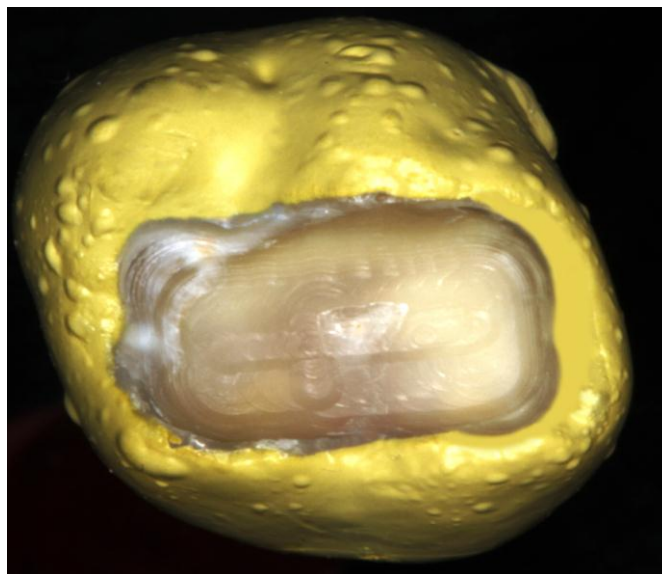


Figura 4 – Aspecto da coroa dentária protegida com esmalte de unha para a ciclagem de pH.

4.5.1 Da efetividade das soluções desmineralizante e remineralizante

O método de ciclagem de pH foi previamente validado em 3 molares decíduos medindo-se a dureza Knoop com microdurômetro (Shimadzu®, Kyoto, Japão) indentador Knoop.

Cavidades classe I foram preparadas nesses três dentes, mas sem restaurá-los. Cada coroa foi dividida pela metade ($n=6$) no sentido mésio-distal, sendo que uma delas foi submetida ao processo de ciclagem de pH e a outra foi o controle do método. As duas metades foram embutidas em resina acrílica, no mesmo tubo de policloreto de vinila (PVC), e submetidas ao teste de microdureza para comparação dos valores obtidos no mesmo dente, empregando-se uma carga de 25 g em 30 s para dentina hígida e uma carga de 10g em 30 s para dentina desmineralizada (Marquezan et al.⁵⁵ 2009). Em cada hemidente, abaixo do assoalho cavitário limitado pelo esmalte unha (Colorama®, Rio de Janeiro, RJ, Brasil) foram realizadas três indentações, a de 50 μm da base da cavidade em profundidade, com 3 medidas com intervalos de 100 μm entre essas para obter as médias de dureza.

TABELA 1 – Médias e desvios padrões (KHN) de dureza dentinária para dentina hígida e desmineralizada dos dentes decíduos para validação do método de ciclagem de pH.

Espécimes	Dentina Hígida	Dentina Desmineralizada
1	69,6 ± 9,2	11,5 ± 0,9
2	49,0 ± 3,4	14,4 ± 3,0
3	64,4 ± 6,7	22,1 ± 8,3

4.6 PROTOCOLO DAS RESTAURAÇÕES

O material restaurador eleito para as restaurações foi o CIV de alta viscosidade Ketac Molar Easymix® (3M ESPE, St. Paul, MN, EUA) indicado para o tratamento restaurador atraumático (Quadro 1).

Produto/ Fabricante	Composição/ Lote
Ketac Molar Easymix® (3M ESPE)	Pó: Vidro de fluorsilicato de alumínio, lantânio e cálcio, ácido poliacrílico, ácido tartárico, ácido ascórbico, ácido benzoico e pigmentos. (493370)
	Líquido: Água, copolímero de ácido acrílico e ácido maleico, ácido tartárico e ácido benzoico. (491937)

Quadro 1 – Material utilizado, fabricante, composição e número de lote.

As cavidades foram condicionados com ácido poliacrílico do líquido do Ketac Molar Easymix® (3M) e nos grupos G1B e G2B, o flúor tópico a 2% em solução foi aplicado por 1 min com auxílio de bolinha de algodão, em que o excesso da solução foi removido com discos de papel filtro (Melita®, Avaré, SP, Brasil). A solução de NaF 2% aplicada nas cavidades foi manipulada em farmácia (Flemming, Ponta Grossa, PR, Brasil). O verniz utilizado para isolamento cavitário e preparo para ciclagem de pH foi um esmalte de unha (Colorama®, Rio de Janeiro, RJ, Brasil).

Nos 40 espécimes preparados, a cavidade foi então dividida em duas porções com auxílio do paquímetro digital (Digimess®, São Paulo, SP, Brasil) com a finalidade de comparar duas regiões no mesmo dente. Isto foi realizado através da aplicação do esmalte de unha (Colorama®, Rio de Janeiro, RJ, Brasil) com microbrush (FGM®, Joinville, SC, Brasil) aplicado na metade do assoalho cavitário e paredes laterais da porção distal, no hemidente (Figura 5). A extensão de cobertura do esmalte de unha (Colorama®, Rio de Janeiro, RJ, Brasil) foi de 3mm no sentido mésio-distal e 4 mm no sentido vestíbulo-lingual. O procedimento visou evitar o contato do material restaurador com a porção distal da cavidade. Assim, no mesmo dente foram comparadas duas regiões: a porção distal sem contato (SC) com CIV (sítio controle), e a porção mesial com CIV em contato direto (C) com a dentina.



Figura 5 - Paquímetro medindo a camada de esmalte de unha aplicada na metade do assoalho cavitário

4.6.1 Restauração das cavidades com CIV

Todos os dentes foram restaurados com o CIV de alta viscosidade Ketac Molar EasyMix® (3M ESPE, St. Paul, MN, EUA) indicado para o tratamento

restaurador atraumático (Quadro 1), de acordo com o protocolo proposto pelo fabricante.

O condicionamento ácido foi realizado com o líquido do CIV durante 10 s de forma ativa, esfregando-se a solução em toda a cavidade com bolinha de algodão. Em seguida, foi feita lavagem abundante com água durante 20 s e secagem com ar isento de água e óleo, durante 2 intervalos.

O material foi dosado na proporção de 2:2 (pó e líquido), e manipulado sobre o bloco de mistura com espátula plástica (Duflex®, Rio de Janeiro, RJ, Brasil). Com auxílio de seringa aplicadora (Precision Maquira®, Maringá, PR, Brasil) a mistura foi inserida até completo preenchimento da cavidade, realizando-se pressão digital (30 s) com fita de poliéster (K-Dent Quimidrol®, Joinville, SC, Brasil) vaselinizada (Vaselina Sólida Rioquímica®, São José do Rio Preto, SP, Brasil). Em seguida, os espécimes foram armazenados em umidificador durante 24 h e guardados em estufa a 37°C.

4.7 AVALIAÇÃO DA DUREZA DENTINÁRIA

Os dentes foram fixados no dispositivo da máquina de corte (Isomet 1000 Precision Saw Buehler®, Lake Bluff, IL, EUA) com cera pegajosa em bastão (Asfer®, São Caetano do Sul, SP, Brasil) para serem seccionados verticalmente com disco de diamante (Precision Saw 1,3 mm, Lake Bluff IL®, EUA), a 300 rpm para obtenção de secções dentárias de aproximadamente 1,1 mm (Figura 6).

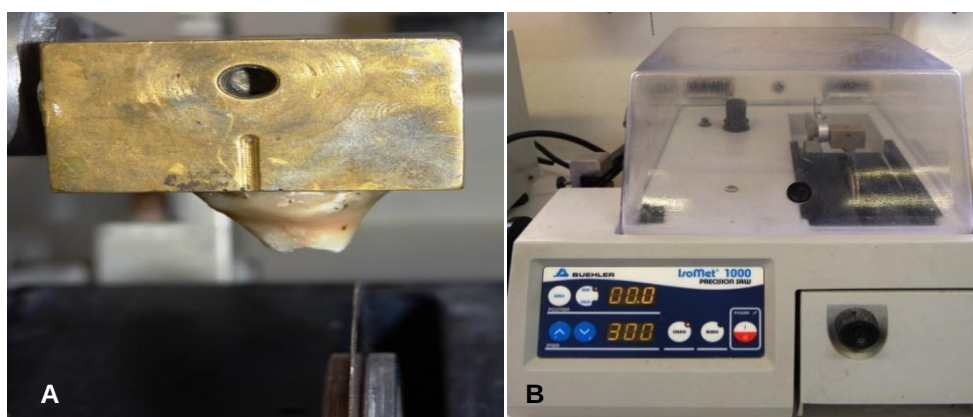


Figura 6 – (A): Dente embutido no dispositivo da Máquina de Corte. (B) Máquina de Corte

As secções dentárias obtidas foram colocadas na cuba ultrassônica por 280 s para remoção de resíduos do corte dentário e da cera usada no embutimento. Foi separada uma secção de cada dente (fatia) para a análise mineral e as demais destinadas à análise de dureza dentinária. Em média, foram obtidas 3 secções (fatias dentárias) de cada dente. Após 2 fatias dentárias foram montadas no centro dos cilindros de PVC (Tigre®, Joinville, SC, Brasil) de 12 mm de altura e 20 mm de diâmetro, previamente coladas em placa de vidro com fita dupla face (3M do Brasil, Sumaré, SP, Brasil) com a finalidade de estabilizar o tubo de PVC para o embutimento do espécime. Os cilindros foram preenchidos com resina acrílica autopolimerizável incolor (JET®, Campo Limpo, SP, Brasil) pela técnica do pó e líquido, aguardando-se a polimerização da resina acrílica (Figura 7).

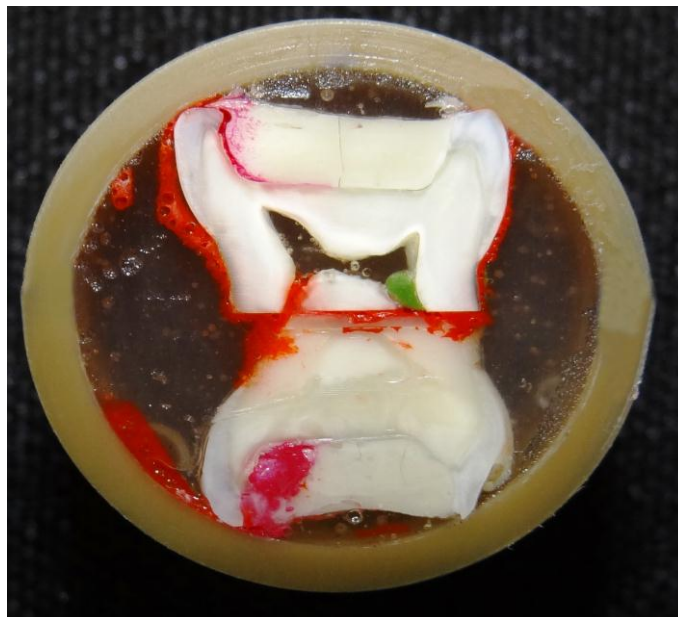


Figura 7 - Aspecto do espécime embutido prévio ao acabamento e polimento.

Todos os espécimes foram levados ao polidor rotativo politriz (Arotec S/A®, Cotia, SP, Brasil) para acabamento e polimento das fatias embutidas. Foi utilizada uma sequência de lixas de carbetto de silício (3M do Brasil®, Sumaré, SP, Brasil) sob intensa irrigação de água, na velocidade de 100 rpm. As lixas utilizadas foram 600, durante 30 s e as lixas 1000, 1200, 2000 e 4000 durante 60 s (Marquezan et al.⁵⁵ 2009). Nos intervalos de troca de lixas, os espécimes foram levados à cuba ultrassônica durante 280 s para remoção de eventuais resíduos. Ao final foi realizado polimento com pasta diamantada (Arotec®, Cotia, SP, Brasil) de 1 μm e $\frac{1}{4}$ μm de granulação. Os espécimes foram submetidos à lavagem final durante 12 min, em cuba ultrassônica para remoção de resíduos. Em seguida, os espécimes foram armazenados em estufa durante 24 h.

4.7.1 Análise de Microdureza

Para a análise de microdureza foi utilizado um aparelho de microdurômetro (Shimadzu®, Kyoto, Japão) com indentador Knoop. Os parâmetros

utilizados para análise da dureza foram uma carga de 25 g em 30 s para dentina hígida e uma carga de 10g em 30 s para dentina desmineralizada (Marquezan et al.⁵⁵ 2009).

4.8 AVALIAÇÃO DOS ÍONS NA DENTINA PARCIALMENTE DESMINERALIZADA E HÍGIDA POR ESPECTROSCOPIA DISPERSIVA DE ENERGIA (EDS)

O EDS (Shimatzu Modelo SSX 550®, Kyoto, Japão) acoplado ao MEV objetivou avaliar a troca iônica entre CIV e dentina de forma qualitativa e quantitativa. Foram separadas 5 fatias dentárias de cada grupo para avaliação. Os espécimes previamente selecionadas conforme item 4.7.1, colados em *stubs* metálicos com uma camada de éster de cianocrilato (Pegamil bondgel ultra forte, São José, SC, Brasil) com auxílio do microbrush. Após a colagem, os *stubs* metálicos com as fatias dentárias (Figura 8) foram armazenados em estufa a 37°C por 24 h.

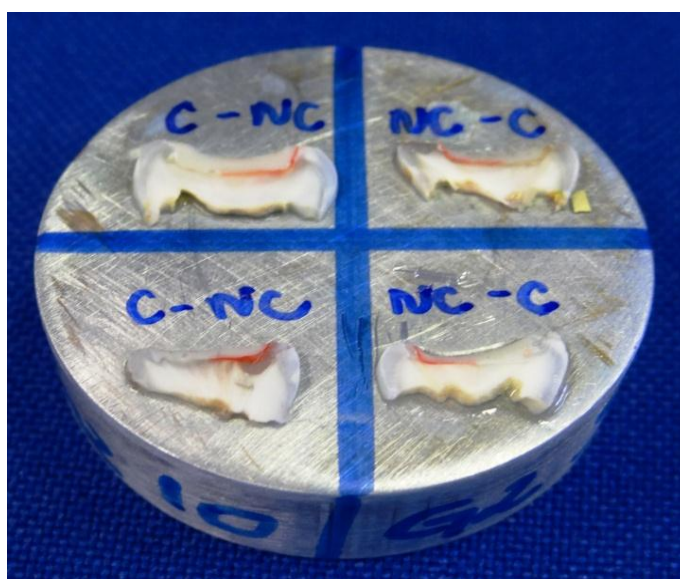


Figura 8 - Aspecto dos espécimes colados em stubs metálicos prévio ao acabamento e polimento. As regiões de leitura compreendem: C (contato material-dentina) e NC (sem contato material-dentina)

Para o procedimento de acabamento foi utilizada uma sequência de lixas de carbetto de silício sob irrigação de água, na máquina Politriz na velocidade de 50 rpm. As lixas utilizadas foram 1000, durante 60 s e as lixas 1200, 1500, 2000 e 2500 durante 30 s. Nos intervalos de troca de lixas, os espécimes foram levados à cuba ultrassônica durante 280 s para remoção de eventuais

resíduos. Ao término do processo, foram submetidos à lavagem final de 480 s na cuba ultrassônica por 2 vezes totalizando 16 min. Em seguida, os espécimes foram armazenados em estufa durante 48 h para secagem, prévia à leitura no EDS.

Para a leitura no EDS os *stubs* passaram pelo metalizador (IC-50 Shimatzu, Kyoto, Japão) para receber uma fina camada de ouro (Figura 9). A leitura foi realizada a 50 µm de profundidade da base cavitária com magnificação de 5000 x. As regiões de leitura foram divididas em áreas de contato (C) e sem contato (SC) do material restaurador com a dentina, limite imposto pela presença do esmalte vermelho na hemicavidade.



Figura 9 - Aspecto dos espécimes metalizados prévio à leitura no EDS.

4.9 ESPECTROSCOPIA MICRO-RAMAN

Os mesmos espécimes utilizados para o teste de microdureza foram submetidos à análise da composição mineral por meio da espectroscopia micro-Raman (Bruker Optik GmbH, Ettlingen, Baden-Württemberg, Alemanha). O aparelho foi primeiramente calibrado para zero e então para os valores coeficientes usando-se uma amostra de silicone. As análises incluíram os seguintes parâmetros: um laser de Neônio com 532 nm de comprimento de onda a 20 mW de potência, uma resolução espacial de $\approx 3 \mu\text{m}$, resolução espectral de $\approx 5 \text{ cm}^{-1}$, com 20 s de tempo de acumulação e 5 co-adições em magnificação de 20X (Olympus UK, London, Reino Unido) para um laser de $\approx 1 \mu\text{m}$ de diâmetro. As leituras foram realizadas em uma faixa espectral de 300 a 1800 cm^{-1} . Os espectros foram obtidos do substrato dentinário logo abaixo da interface dente-restauração, em um sítio aleatório em um mapeamento de três pontos de análise: 0,45 e 90 μm de profundidade (Figura 10).

A espectroscopia micro-Raman detectou o conteúdo químico da dentina por meio de suas características moleculares vibratórias de energia. Foram identificados os espectros representativos de cálcio e fosfato (960 cm^{-1} correspondente à hidroxiapatita do cálcio), picos de diferentes modos vibracionais do grupo fosfato (591 cm^{-1} , 430 cm^{-1}), carbonato (1070 cm^{-1}), colágeno ($1270\text{-}1453 \text{ cm}^{-1}$) e pico do CaF_2 representado pelo intervalo 322 cm^{-1} presentes nas amostras.

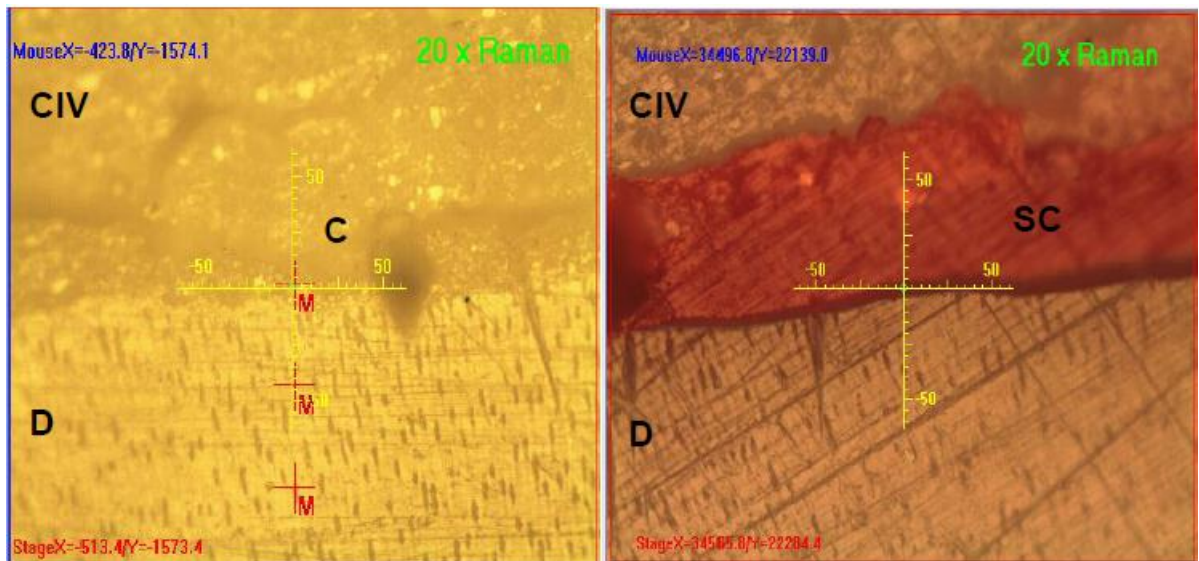


Figura 10 - Imagem digital obtida durante mapeamento da região dentinária em seus três pontos de análise. D (dentina), CIV (cimento de ionômero de vidro), C (contato); SC (sem contato) magnificação 20X.

5 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS

A distribuição da normalidade foi verificada com os testes D'Agostino & Pearson e Shapiro Wilks e a homogeneidade das variâncias foi testada com o teste de Levene. O nível de significância empregado foi de 5% ($\alpha=0,05$).

Os resultados obtidos com a variável contínua microdureza Knoop foi analisado com o teste t pareado para os grupos experimentais individualmente, nas áreas com e sem proteção do esmalte. A análise de variância (ANOVA) 2 fatores, como fatores fixos a dentina (hígida e desmineralizada), tratamento (sem fluoreto e com fluoreto) e interação (dentina e tratamento) foi utilizada para a comparação dos grupos. A variável migração dos íons na dentina parcialmente desmineralizada foi avaliada de forma qualitativa considerando os dados percentuais de minerais encontrados no EDS. Na espectroscopia em micro-Raman foi avaliado qualitativamente a presença dos minerais.

Todos os cálculos foram realizados por meio dos programas estatísticos GraphPad Prism version 5 for Windows (GraphPad Software, San Diego California, EUA) e IBM SPSS® (Statistical Package for the Social Science, 21.0 Windows version, IBM SPSS Inc. Chicago, Illinois, EUA).

6 RESULTADOS

6.1 DUREZA DENTINÁRIA

As médias e desvios padrão da dureza Knoop (KHN) encontrados nos grupos experimentais foram listados na Tabela 2. Pôde-se observar que os valores de dureza dentinária foram maiores nos grupos de dentina hígida (G1A e G1B) e na região em que houve contato direto do CIV com o substrato dentinário, em ambas as condições dentinárias (hígida e desmineralizada). Houve diferença significativa entre as áreas sem contato e com contato com material restaurador em todos os grupos avaliados.

Tabela 2 – Médias, desvios padrões e aumento percentual dos valores de dureza Knoop (KHN) nos diferentes grupos.

Grupos	Região		
	Sem Contato (SC)	Contato (C)	Aumento (%)
G1 A	63,3 ± 13,4	79,8 ± 11,9	21
G1 B	68,2 ± 8,5	80,2 ± 11,6	15
G2 A	34,1 ± 13,5	51,2 ± 11,4	33
G2 B	33,9 ± 8,5	53,4 ± 14,0	36

6.1.1 G1A

As comparações de dureza (KHN) no grupo G1A (A), entre as áreas sem contato e com contato, apresentaram diferenças significativas ($p < 0,0001$); (Figura 11).

6.1.2 G1B

As comparações de dureza (KHN) no grupo G1B (B), entre as áreas sem contato e com contato mostraram diferenças significantes ($p < 0,0001$); (Figura 11).

6.1.3 G2A

As comparações de dureza (KHN) no grupo G2A (C), entre as áreas sem contato e com contato, apresentaram diferenças significativas ($p < 0,0001$); (Figura 11).

6.1.4 G2B

As comparações de dureza (KHN) no grupo G2B (D), entre as áreas sem contato e com contato mostraram diferenças significantes ($p < 0,0001$); (Figura 11).

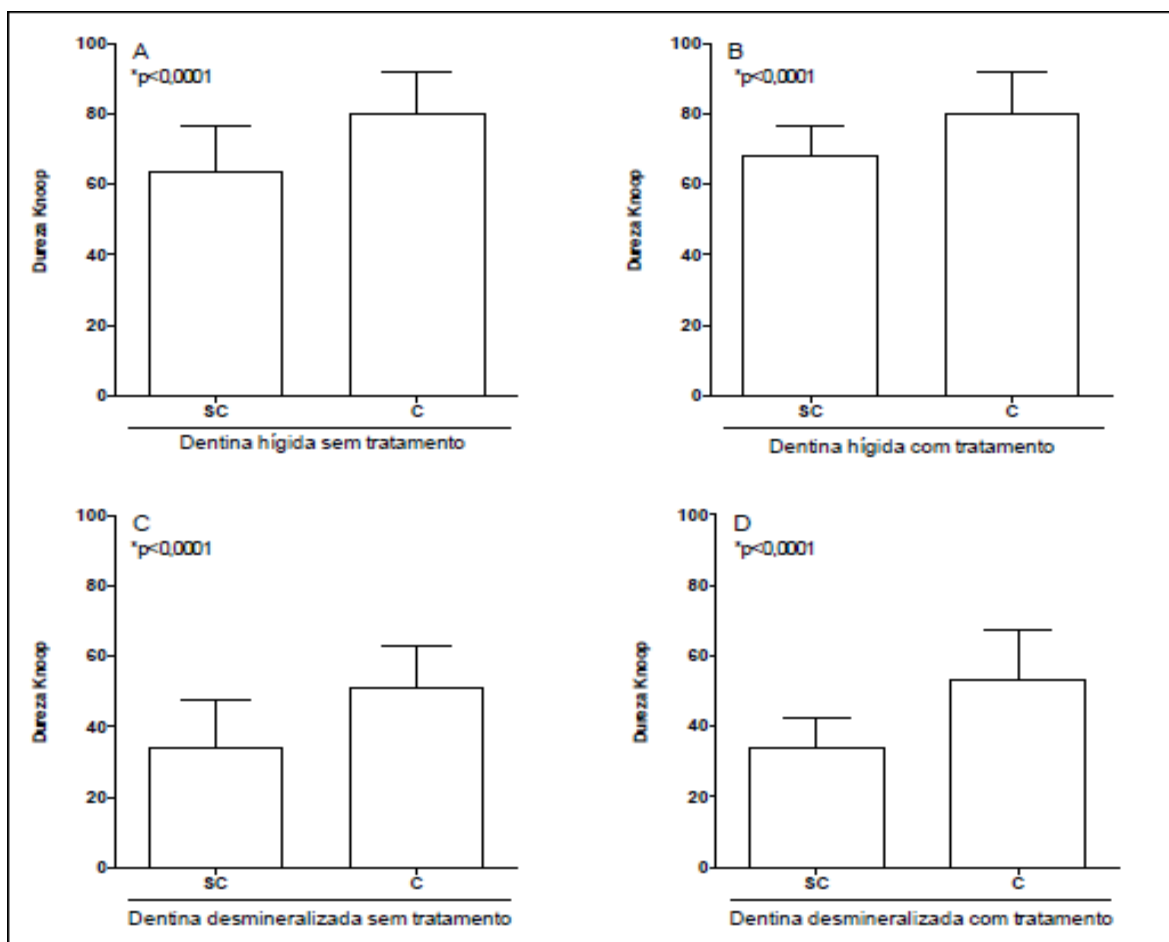


Figura 11 - Média e desvio padrão dos valores de dureza Knoop obtidos em dentina hígida e desmineralizada sem e com tratamento utilizando NaF em áreas de sem (SC) e com contato (C) do material restaurador (cimento de ionômero de vidro autopolimerizável). (*) Diferenças significativas entre as áreas sem contato e com contato com material restaurador em todos os grupos avaliados. Teste t de student pareado. (A): G1A; (B): G1B; (C): G2A; (D): G2B.

6.1.5 Comparação entre grupos

Para comparação entre os grupos foi utilizado o teste ANOVA com 2 critérios, sendo possível a comparação do fator dentina (hígida e desmineralizada) e fator tratamento (NaF), divididos em áreas sem contato e com contato do material restaurador. As médias e desvios padrões da interação dentina hígida e desmineralizada, sem e com tratamento de NaF, em áreas sem contato e com contato estão apresentados na Figura 12.

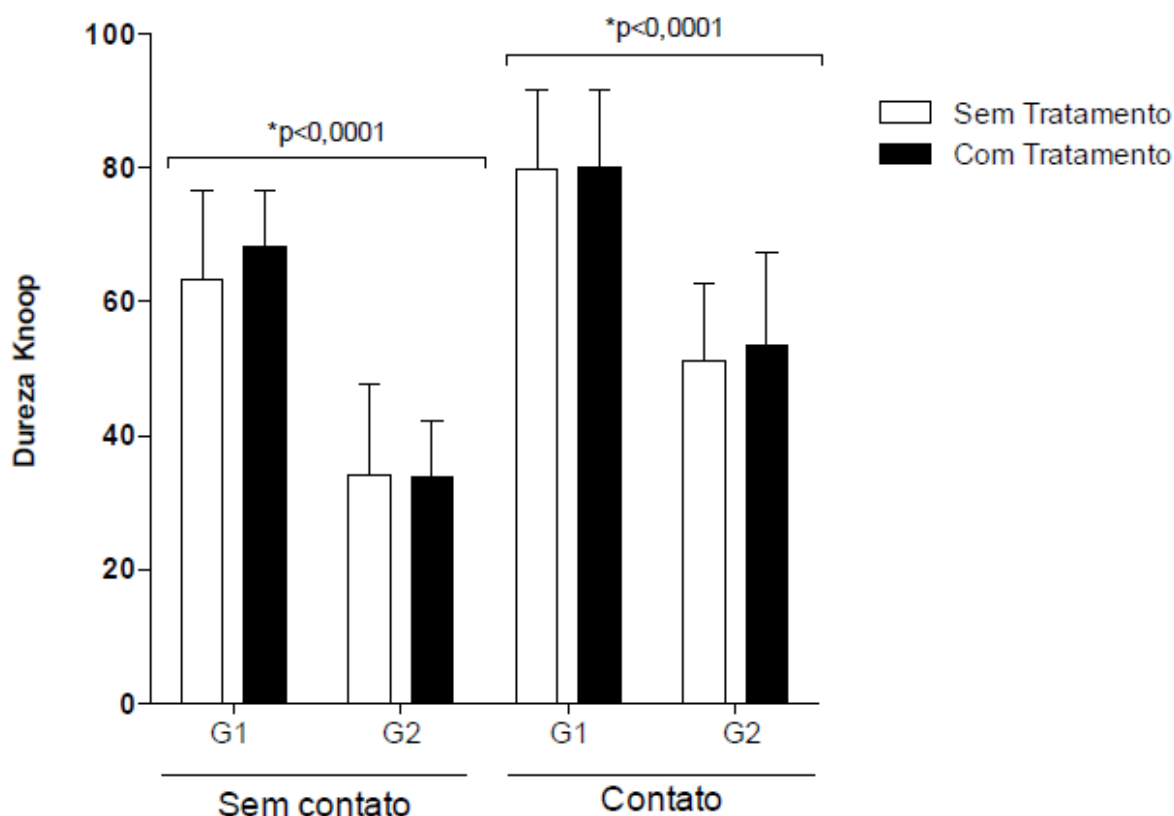


Figura 12 – Média e desvio padrão dos valores de dureza Knoop obtidos em dentina hígida (G1) e desmineralizada (G2) sem e com tratamento utilizando NaF em áreas sem e com contato do material restaurador (cimento de ionômero de vidro autopolimerizável). (*) Diferença significativa para o fator dentina nas áreas sem contato e com contato. Fator tratamento (sem tratamento e com tratamento) diferença não significativa de acordo com a área sem contato ($p=0,358$) e com contato ($p=0,642$). Interação (fator dentina com tratamento), diferença não significativa de acordo com as áreas sem contato ($p=0,309$) e com contato ($p=0,751$). ANOVA com dois critérios.

A diferença significativa em valores de dureza Knoop foi encontrada para o fator dentina (hígida e desmineralizada), tanto nas áreas sem contato ($p<0,0001$) e com contato do material restaurador ($p<0,0001$). As alterações em dureza ocorreram pelo contato direto do material restaurador com a superfície dentinária, em ambas as condições. O fator tratamento com fluoreto de sódio não repercutiu em diferença significativa para o fator dentina em ambas as áreas, sem contato ($p=0,358$) e com contato ($p=0,642$). A interação dos fatores dentina e tratamento não repercutiu em alteração significativa dos valores de dureza do substrato dentinário, sendo que não houve diferença significativa tanto na área sem contato ($p=0,309$) e com contato ($p=0,751$). O pré-tratamento não foi efetivo para melhoria da condição do substrato dentinário.

6.2 ALTERAÇÃO PERCENTUAL EM PESO (G) DE MINERAIS POR EDS

As alterações percentuais (%) em peso (g) dos elementos cálcio, fósforo e flúor foram avaliadas individualmente nos 4 grupos, em 5 espécimes. Os percentuais foram dispostos paralelamente, para visualizar a distribuição percentual dos íons minerais avaliados através do EDS nas diferentes condições experimentais (Figura 13).

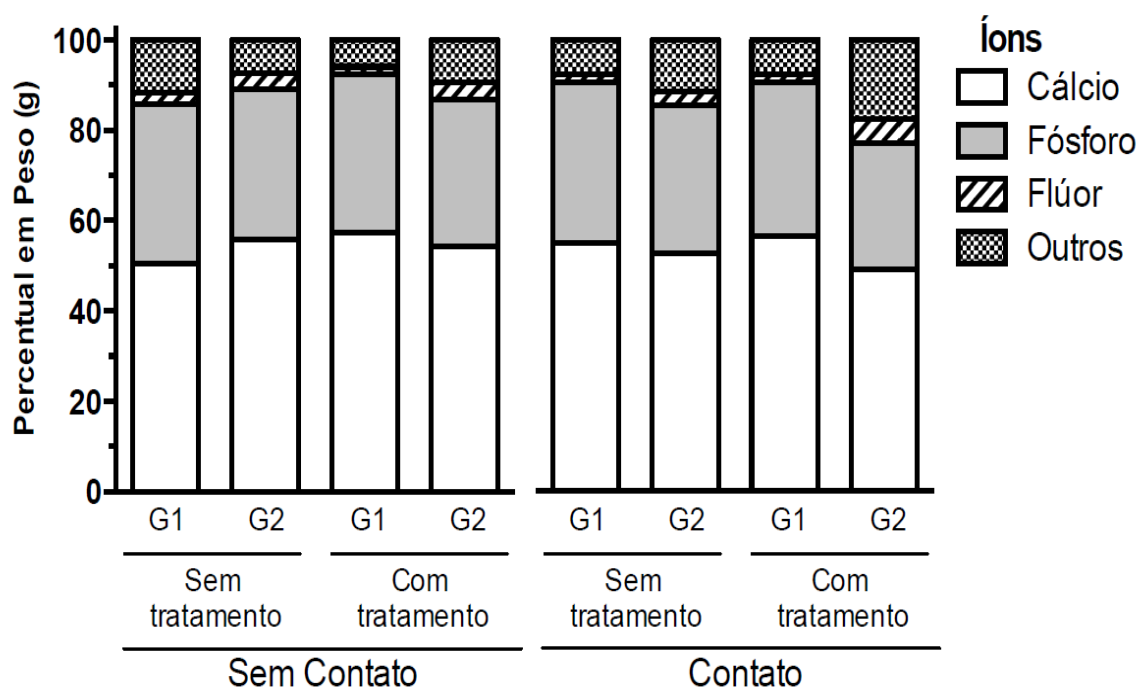


Figura 13 – Distribuição Percentual em Peso (g) dos íons cálcio, fósforo e flúor observados em microscopia óptica através do EDS, obtidos em dentina hígida (G1) e desmineralizada (G2), sem e com tratamento utilizando NaF, em áreas sem e com contato do material restaurador (cimento de ionômero de vidro autopolimerizável). Outros: referentes aos íons sódio, alumínio, silício, potássio e estrôncio.

6.3 ANÁLISE DA COMPOSIÇÃO DENTINÁRIA POR ESPECTROSCOPIA MICRO-RAMAN

Os dados obtidos por espectroscopia micro-Raman estão demonstrados nas figuras 19, 20, 21 e 22. O intervalo da região espectral envolvida ($300\text{-}1700\text{ cm}^{-1}$) foi identificado em todos os grupos através da maior intensidade dos picos indicados: 960 cm^{-1} (PO_4^{3-}), 591 cm^{-1} e 430 cm^{-1} (picos de diferentes modos vibracionais do grupo fosfato) o qual representa a hidroxiapatita do cálcio. O pico 1070 cm^{-1} (carbonato) cm^{-1} , o qual representa o produto do CIV dentro das fibras colágenas (Sauro et al.⁵⁶ 2011). O pico de $1270\text{-}1453\text{ cm}^{-1}$ (colágeno) e o pico do CaF_2 representado pelo intervalo 322 cm^{-1} . O pico do CaF_2 foi buscado somente nos grupos G1B e G2B, pois o mesmo representa o produto formado após a aplicação tópica de flúor, sendo a reação do fluoreto com a apatita e produto da precipitação do flúor iônico (Ten Cate et al.⁵⁷ 1998).

6.3.1 G1A C e G1A SC

No espectro micro-Raman do grupo G1A C dos molares decíduos (Figura 19), dentro do intervalo da região espectral envolvida ($300\text{-}1700\text{ cm}^{-1}$) foram caracterizados 5 espectros na absorvância no intervalo de 0-4000. Em que representado por $1270\text{-}1453\text{ cm}^{-1}$ encontra-se a banda correspondente ao colágeno, em próximo de 1070 cm^{-1} correspondente ao carbonato. Os picos caracterizados no intervalo 960 cm^{-1} , 591 cm^{-1} e 430 cm^{-1} identificaram os picos diferentes do modo vibracional do grupo fosfato. De acordo com as três profundidades analisadas, houve diferença no pico 960 cm^{-1} correspondente ao fosfato, o qual foi maior na base cavitária comparado às outras duas profundidades analisadas o que pressupõe seu incremento devido ao contato com material restaurador. No espectro micro-Raman do grupo G1A SC (Figura 19), de acordo com as três profundidades analisadas, no intervalo de absorvância de 0 a 1000, o pico 960 cm^{-1} correspondente ao fosfato foi maior na profundidade de $90\text{ }\mu\text{m}$

comparado às outras duas profundidades analisadas, em que não houve contato direto com o material restaurador.

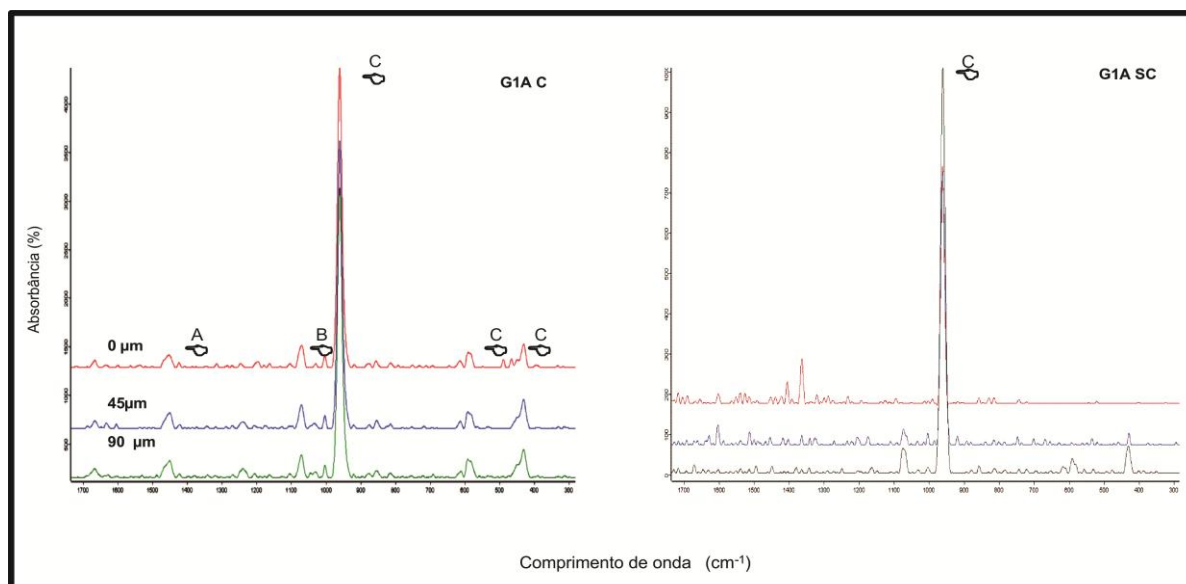


Figura 14 - Espectros obtidos da análise da composição dentinária por espectroscopia micro-Raman do grupo G1A. G1A C (dentina hígida tratada com CIV), G1A SC (dentina hígida apenas, ou seja, sem contato CIV). Houve aumento do conteúdo mineral dos grupos G1 A C através da maior intensidade dos picos: 960 cm^{-1} (PO_4^{3-}), 591 cm^{-1} , 430 cm^{-1} (picos de diferentes modos vibracionais do grupo fosfato), 1070 cm^{-1} (carbonato) cm^{-1} e $1270\text{--}1453\text{ cm}^{-1}$ (colágeno). Em G1 A SC evidenciado somente o pico 960 cm^{-1} (PO_4^{3-}). As setas indicam: (A): Colágeno ; (B): Carbonato; (C): Fosfato.

6.3.2 G1B C e G1BSC

No espectro micro-Raman do grupo G1B C dos molares decíduos (Figura 20) dentro do intervalo da região espectral envolvida ($300\text{--}1700\text{ cm}^{-1}$) foram encontrados 5 espectros na absorbância no intervalo de $0\text{--}2800$. De acordo com as três profundidades analisadas, houve diferença no pico 960 cm^{-1} correspondente ao fosfato, o qual foi maior na base cavitária comparado às outras duas profundidades analisadas, em que houve contato direto com o material restaurador. Os demais picos do fosfato também foram evidenciados. O pico do CaF_2 representado pelo intervalo 322 cm^{-1} não foi evidenciado, o que sugere que não houve absorção do fluoreto aplicado caracterizado pela espectroscopia. No espectro micro-Raman do grupo G1B SC dos molares decíduos, dentro do intervalo da região espectral

envolvida ($300\text{-}1700\text{ cm}^{-1}$), no intervalo de absorvância ($0\text{-}1100$), de acordo com as três profundidades analisadas, houve diferença no pico 960 cm^{-1} correspondente ao fosfato, o qual foi maior na profundidade $45\text{ }\mu\text{m}$ comparado às outras duas profundidades analisadas, em que houve aplicação tópica de fluoreto prévio ao isolamento de contato direto com o material restaurador. O pico do CaF_2 representado pelo intervalo 322 cm^{-1} não foi evidenciado.

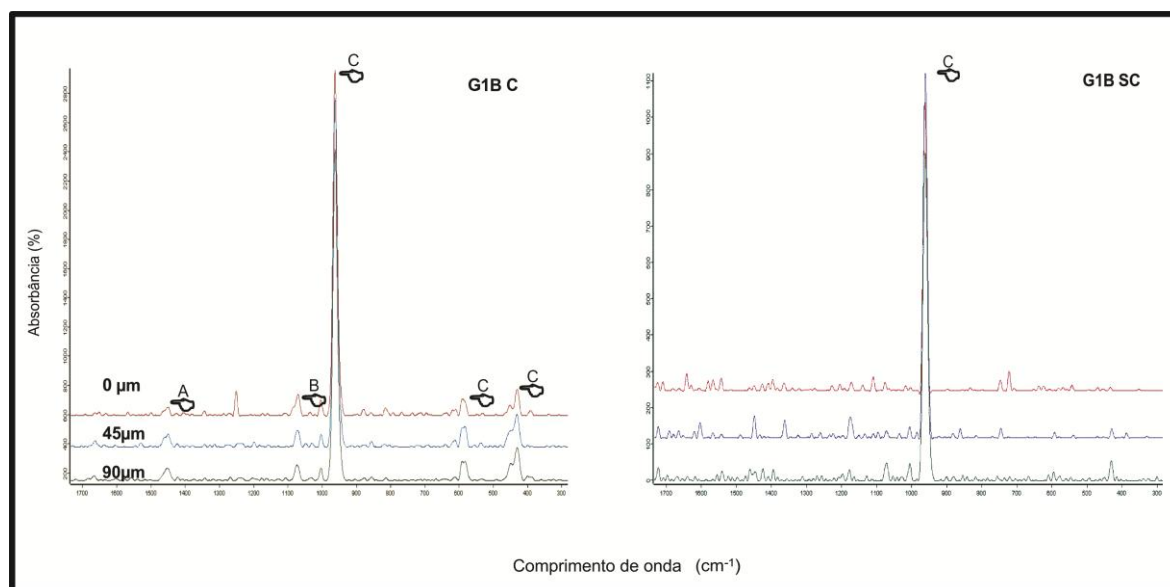


Figura 15 - Espectros obtidos da análise da composição dentinária por espectroscopia micro-Raman do grupo G1B. G1B C (dentina hígida tratada com NaF e CIV), G1B SC (dentina hígida apenas tratada com NaF, sem contato com CIV). Houve aumento do conteúdo mineral dos grupos G1 B C através da maior intensidade dos picos: 960 cm^{-1} (PO_4^{3-}), 591 cm^{-1} , 430 cm^{-1} (picos de diferentes modos vibracionais do grupo fosfato), 1070 cm^{-1} (carbonato) cm^{-1} e $1270\text{-}1453\text{ cm}^{-1}$ (colágeno). Em G1 B SC evidenciado somente o pico 960 cm^{-1} (PO_4^{3-}). As setas indicam: (A):Colágeno ; (B): Carbonato; (C): Fosfato.

6.3.3 G2A C e G2A SC

No espectro micro-Raman do grupo G2A C (Figura 21) dos molares decíduos, dentro do intervalo da região espectral envolvida ($300\text{-}1700\text{ cm}^{-1}$) foram encontrados 5 espectros na absorvância no intervalo de $0\text{-}2800$. Em que representado por $1270\text{-}1453\text{ cm}^{-1}$ encontra-se a banda correspondente ao colágeno, no intervalo de 1070 cm^{-1} caracterizado pelo carbonato e caracterizado

no intervalo de 960 cm^{-1} correspondente ao grupo fosfato. De acordo com as três profundidades analisadas, houve diferença no pico 960 cm^{-1} correspondente ao fosfato, o qual foi maior na profundidade de $90\text{ }\mu\text{m}$ comparado às outras duas profundidades, embora tenha havido contato direto com material restaurador. O menor pico do fosfato na base cavitária juntamente com menores índices de pico do colágeno podem estar relacionados ao processo de indução de cárie. No espectro micro-Raman do grupo G2A SC dos molares decíduos, dentro do intervalo da região espectral envolvida ($300\text{--}1700\text{ cm}^{-1}$), no intervalo de absorbância de $0\text{--}1500$, de acordo com as três profundidades houve diferença no pico 960 cm^{-1} correspondente ao fosfato, o qual foi maior na base cavitária comparado às outras duas profundidades analisadas. O pico do colágeno e do carbonato não foram caracterizados, o que sugere de efetividade do processo de indução de cárie, aliado à ausência de contato com material restaurador.

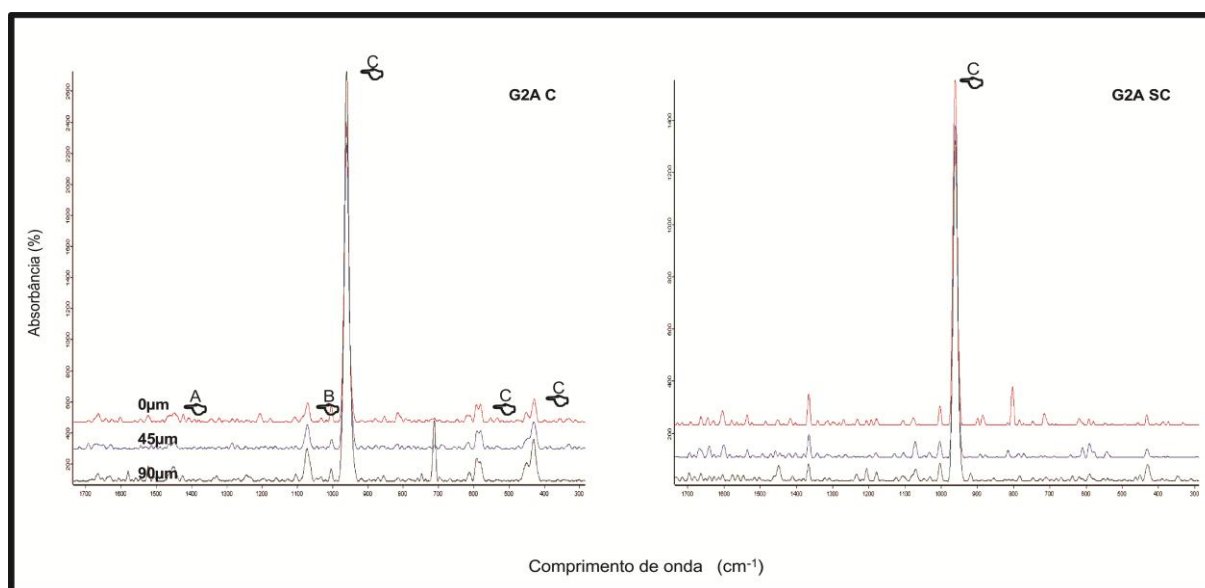


Figura 16 - Espectros obtidos da análise da composição dentinária por espectroscopia micro-Raman do grupo G2A. G2A C (dentina desmineralizada tratada com CIV), G2A SC (dentina desmineralizada, sem contato com CIV). Houve aumento do conteúdo mineral dos grupos G2A C através da maior intensidade dos picos: 960 cm^{-1} (PO_4^{3-}), 591 cm^{-1} , 430 cm^{-1} (picos de diferentes modos vibracionais do grupo fosfato), 1070 cm^{-1} (carbonato) cm^{-1} e $1270\text{--}1453\text{ cm}^{-1}$ (colágeno). Em G2A SC evidenciado somente o pico 960 cm^{-1} (PO_4^{3-}). As setas indicam: (A):Colágeno ; (B): Carbonato; (C): Fosfato.

6.3.4 G2B C e G2B SC

No espectro micro-Raman do grupo G2B C (Figura 22) dos molares decíduos, dentro do intervalo da região espectral envolvida (300- 1700 cm^{-1}) foram encontrados 5 espectros na absorbância no intervalo de 0-2000. Em que representado por: 1270-1453 cm^{-1} encontra-se a banda correspondente ao colágeno, no intervalo de 1070 cm^{-1} caracterizado pelo carbonato e caracterizado no intervalo de 960 cm^{-1} , 591 cm^{-1} e 430 cm^{-1} correspondentes ao grupo fosfato. De acordo com as três profundidades, houve diferença no pico 960 cm^{-1} correspondente ao fosfato, o qual foi maior na base cavitária comparado às outras duas profundidades analisadas na área de contato direto com material restaurador, isto sugere de impacto do material restaurador sobre o processo de indução de cárie. O pico do colágeno, embora caracterizado, apresentou valores baixos de absorbância. O pico do CaF_2 representado pelo intervalo 322 cm^{-1} não foi evidenciado, o que sugere que não houve absorção do fluoreto aplicado caracterizado pela espectroscopia. No espectro micro-Raman do grupo G2B SC dos molares decíduos, dentro do intervalo da região espectral envolvida (300- 1700 cm^{-1}) no intervalo de absorbância de 0-1300, foi caracterizado somente o intervalo de 960 cm^{-1} correspondente ao grupo fosfato. De acordo com as três profundidades, houve diferença no pico 960 cm^{-1} correspondente ao fosfato, o qual foi maior na base cavitária comparado às outras duas profundidades, embora não tenha havido contato direto com material restaurador, somente a aplicação tópica de fluoreto de sódio diretamente na área de indução de cárie. O pico do CaF_2 representado pelo intervalo 322 cm^{-1} não foi evidenciado.

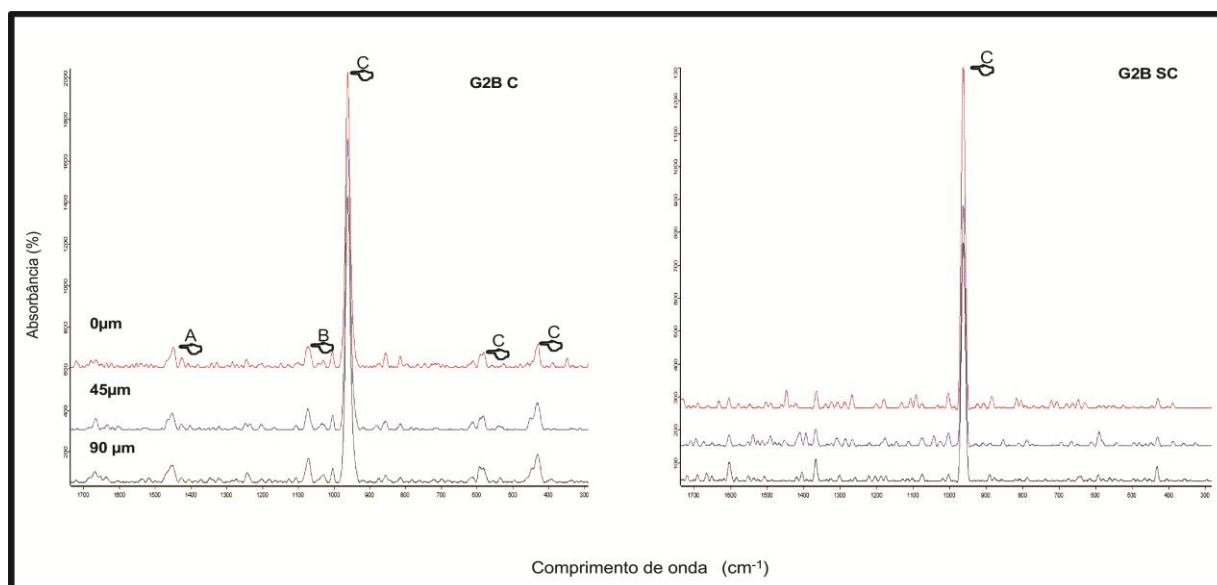


Figura 17 - Espectros obtidos da análise da composição dentinária por espectroscopia micro-Raman do grupo G2B. G2B C (dentina hígida tratada com NaF e CIV), G1B SC (dentina hígida apenas tratada com NaF, sem contato com CIV). Houve aumento do conteúdo mineral dos grupos G2B C através da maior intensidade dos picos: 960cm^{-1} (PO_4^{3-}), 591 cm^{-1} , 430 cm^{-1} (picos de diferentes modos vibracionais do grupo fosfato), 1070 cm^{-1} (carbonato) cm^{-1} e $1270\text{--}1453\text{ cm}^{-1}$ (colágeno). Em G2B SC evidenciado somente o pico 960 cm^{-1} (PO_4^{3-}). As setas indicam: (A): Colágeno ; (B): Carbonato; (C): Fosfato.

7 DISCUSSÃO

Este estudo *in vitro* analisou a permuta química entre CIV de alta viscosidade e o substrato dentinário de molar decíduo sob duas condições: íntegro (sem cárie) e alterado pela desmineralização (ciclagem de pH) para simular a perda mineral que ocorre pela lesão de cárie (Marquezan et al.⁵⁵ 2009). A condição de pré-tratamento dentinário com NaF, nesses dois substratos, também foi avaliada na expectativa de somatória de benefícios.

A lesão artificial de cárie criada pelo método de ciclagem de pH modificado (Ten Cate e Dujister⁵⁴ 1982) institui o ciclo de DES-RE, na tentativa de simular a dinâmica da saturação mineral associada a variação de pH do processo de formação de cárie natural, é considerado o mais avançado método laboratorial para avaliar a perda e ganho mineral do substrato dentário (White⁵⁸ 1992, Diamanti et al.⁵⁹ 2011). Os testes empregados para avaliação das alterações em dentina foram de dureza Knoop, EDS e espectroscopia Micro-raman. O teste de dureza Knoop na literatura é apresentado como um método de informações sobre mudanças de conteúdo mineral em tecidos dentários duros, em que é possível quantificar o conteúdo mineral desses tecidos obtidos de lesões naturais e artificiais de cárie (Featherstone et al.⁶⁰ 1983, Arnaud et al.⁶¹ 2010, Angker et al.⁶² 2004). Também tem sido aplicado para avaliação comparativa da efetividade de regimes de tratamentos diferentes em lesões de cárie (Lee et al.⁶³ 2010, Diamanti et al.⁵⁹ 2011). O estudo em EDS permite um registro qualitativo da composição dos elementos Cálcio, fósforo e flúor dentro da superfície dentinária tratada através de uma análise microestrutural e morfológica dos espécimes (Tsuda et al.⁶⁴ 1996, Sauro et al.⁵⁶ 2011). O EDS, de forma isolada, apresenta limitações ocasionadas pelo preparo dos espécimes que podem acarretar em alteração na análise mineral, assim foi acrescentado o micro-Raman. O micro- Raman caracteriza os picos proeminentes representativos da fase mineral da dentina bem como a formação da apatita hidroxicarbonato, que é o produto do CIV com a dentina (Banerjee et al.⁶⁵ 2008, Sauro et al.⁵⁶ 2011).

Ao isolar a metade da cavidade com esmalte de unha, foi possível verificar no mesmo dente e na mesma profundidade a ação do CIV em contato direto com a dentina, tendo como controle o sítio isolado (sem contato com o CIV).

O teste de dureza comprovou que o método de desmineralização empregado (Marquezan et al.⁵⁹ 2009) foi efetivo, pois os valores de dureza obtidos na dentina submetida ao ciclo de desmineralização foram bem inferiores (34 e 33,8 KHN) em comparação com as médias da dentina íntegra (63 e 68 KHN). Nesta pesquisa, as médias de valores de dureza dentinária foi superior a 63 KHN, valor condizente aos relatados na literatura que podem de 50 a 70 KHN (Makinen et al.⁶⁶ 1998, Hosoya e Marshall⁹ 2000, Banerjee et al.⁶⁷ 1999, Pereira et al.⁶⁸ 1998). A desmineralização dos espécimes determinou perda mineral com expressiva redução de dureza, alcançando quase a metade do valor da dentina hígida (34 KHN) comprovando que o método de desmineralização empregado (Marquezan et al.⁵⁹ 2009) foi efetivo..

A dentina desmineralizada foi o substrato mais reativo, pois nessa condição o contato com o CIV determinou maior aumento percentual de dureza (33% e 36%) comparado ao obtido em dentina hígida (21% e 15%), como mostra a tabela 2 (página). A adesão do CIV à superfície dentária se dá pelo processo de embricamento mecânico aos túbulos dentinários e trocas iônicas na interface dente-restauração (Nicholson⁴² 2010, Sidhu⁶⁹ 2011). Elementos como flúor, sódio, cálcio (ou estrôncio), alumínio, estanho e fósforo migram do CIV para a dentina desmineralizada (Baliga e Bhat⁴¹ 2010, Nicholson⁴² 2010, Bezerra et al.⁴⁴ 2012). Essa captação mineral melhora a condição do substrato dentinário, como demonstrado em nosso estudo. Um fato positivo é que a permanência da restauração de CIV permite recarga mineral e contínua liberação de íons mantendo o benefício anticariogênico (Gjotgievska et al.⁴⁹ 2012; Sidhu⁶⁹ 2011). A alteração mineral da dentina é influenciada pela superfície reativa dos cristais residuais, matriz orgânica remanescente e organização estrutural da lesão (Elgalaid et al.⁵² 2008).

No entanto, na análise em EDS, o aumento mineral não foi significativo em todos os casos. O contato com o CIV determinou aumento de cálcio na dentina íntegra e de flúor na dentina desmineralizada.

Estudo de Ngo et al.²¹ 2006 verificou que o padrão de penetração de flúor e estrôncio na dentina foi consistente com o processo de remineralização. No entanto, Kim et al.⁴⁷ (2010) alertam que, embora haja difusão profunda de íons específicos na interface dente-restauração, não há evidência ultraestrutural direta de remineralização intra ou interfibrilar da matriz colágena desmineralizada, ou seja, o termo "remineralização" não tem sido empregado de forma correta. Os tratamentos denominados "remineralizadores" visam restaurar pelo menos parte do conteúdo mineral da dentina afetada e têm sido descritos como ganho mineral, relacionado ao aumento do conteúdo de cálcio e fósforo (Marchi et al.³⁴ 2008; Massara et al.² 2002, Bezerra et al.⁴⁴ 2012, Preston et al.⁵⁰ 2008).

A literatura tem demonstrado que a dentina desmineralizada deixada no assoalho cavitário em preparos minimamente invasivos tende a se reorganizar (Massara et al.² 2002, Wambier et al.³ 2007, Chibinski et al.⁷ 2013) e aumentar de dureza com o passar do tempo (Corralo e Maltz³⁸ 2013, Marchi et al.³⁴ 2008, Chu e Lo⁴⁹ 2008, Chibinski et al.⁷ 2013). A dentina afetada por cárie constitui uma fração significativa na superfície de preparos cavitários no ART, com variações estruturais que podem comprometer a efetiva adesão neste local (Corralo e Maltz³⁸ 2013, Chibinski et al.⁷ 2013, Baliga e Bhat⁴¹ 2010, Alves et al.⁴⁶ 2013). A alteração desse substrato desmineralizado pode ocorrer pela incorporação espontânea de íons (cálcio, fosfato e fluoreto) originados do fluido oral (Kim et al.⁴³ 2010) ou por tratamentos que incorporem esses íons de fontes externas (Elgalaid et al.⁴⁸ 2008, Preston et al.⁵⁰ 2008, Cenci et al.⁵¹ 2008), como ocorre nas aplicações tópicas de flúor.

Em dentes restaurados e depois extraídos para análise de dureza foi verificado aumento expressivo na dureza dentinária, sem diferença entre materiais (Marchi et al.³⁴ 2008; Chu e Lo⁵³ 2008). No entanto, isto requer tempo e selamento cavitário efetivo para que essas alterações possam ocorrer (Ngo⁶⁴ 2010). Ressalta-se que o momento mais crítico de trabalho, que pode comprometer a adesão é exatamente na fase de atividade de cárie, pois logo após a remoção da dentina decomposta resta ainda uma dentina "úmida e amolecida" pela perda mineral (desmineralizada). Assim, a ação terapêutica do CIV, com técnica de trabalho menos sensível (Ngo⁷⁰ 2010) aumenta a chance de sucesso da restauração

Para complementar a análise química, optou-se pela espectroscopia de micro-Raman caracterizada pelas alterações moleculares vibracionais, a qual provê dados microscópios de amplas áreas (Chowdary et al.⁷¹ 2007, Lorincz et al.⁷² 2004, Almahdy et al.⁷³ 2012). A exposição mineral característica do fosfato, representado pelo pico 960 cm^{-1} , consiste o pico mais intenso do Raman em tecidos dentais duros (Wang et al.⁷⁴ 2007), sendo esta caracterizada em todos os grupos avaliados. As análises consistiram em comparação entre as áreas de contato (C) e sem contato com o CIV (SC). Assim, na dentina hígida, picos característicos do fosfato foram identificados com alta absorbância na região de contato direto com o CIV (G1A C), indicando agregação mineral em dentina (Davidovich et al.¹⁶ 2007, Van Der Knaap et al.¹⁷ 2009, Ngo et al.²² 2011, Frencken et al.⁴⁰ 2012, Baliga e Bhat⁴³ 2010). Na dentina desmineralizada (G2A C) (Pinheiro et al.³³ 2008) ocorreu decréscimo nos níveis de fosfato, com pico maior em profundidade ($90\text{ }\mu\text{m}$). No grupo da dentina desmineralizada e com NaF (G2B C), o colágeno foi detectado bem como um incremento do pico do fosfato na porção da base cavitária, sugestivo de controle da solubilidade dentinária pelo fluoreto aplicado na superfície dentinária (Lynch et al.²⁰ 2004, Preston et al.⁵⁰ 2008, Martinez et al.⁵³ 2012). O flúor proveniente do CIV neste estudo apresentou influência na taxa de reposição mineral (Gjotgievska et al.⁴⁵ 2012, Bezerra et al.⁴⁴ 2012), e quando aplicado na forma tópica prévia ao tratamento restaurador, sua reatividade com a hidroxiapatita alterou a perda mineral, e pôde-se observar nos grupos de dentina desmineralizada a manutenção do colágeno (Lippert et al.⁵² 2012, Martinez et al.⁵³ 2012).

No presente estudo, a metodologia empregada permitiu avaliar a ação isolada do CIV, que no teste de dureza foi efetiva. Os ganhos de dureza sugerem melhora na condição do substrato dentinário (Marchi et al.³⁴ 2008; Ngo et al.²⁰ 2011, Nicholson⁴² 2010) e alteração na composição mineral, sem necessidade do pré-tratamento com flúor. Portanto, os resultados obtidos reforçam a importância do CIV como um material "terapêutico" e de primeira escolha para as restaurações minimamente invasivas, especialmente na estratégia ART.

8 CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos, conclui-se que o pré-tratamento com NaF solução neutra a 2% não foi efetivo para a alteração das propriedades mecânicas e mineral, tanto em dentina hígida quanto desmineralizada. O aumento de dureza e alteração da composição mineral foram decorrentes da permuta química entre CIV e dentina.

REFERÊNCIAS

1. Frencken JE, Pilot T, Songpaisan Y, Phantumvanit P. Atraumatic restorative treatment (ART): rationale, technique, and development. *J Public Health Dent.* 1996;56 (3 Spec No):135-40; discussion 161-3.
2. Massara M L, Alves J B, Brandão P R. Atraumatic restorative treatment: clinical, ultrastructural and chemical analysis. *Caries Res.* 2002 Nov-Dec;36(6):430-6.
3. Wambier DS, dos Santos FA, Guedes-Pinto AC, Jaeger RG, Simionato MR. Ultrastructural and microbiological analysis of the dentin layers affected by caries lesions in primary molars treated by minimal intervention. *Pediatr Dent.* 2007 May-Jun;29(3):228-34.
4. Alves LS, Fontanella V, Damo AC, Ferreira de Oliveira E, Maltz M. Qualitative and quantitative radiographic assessment of sealed carious dentin: a 10-year prospective study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2010 Jan;109(1):135-41.
5. Lula EC, Almeida LJ Jr, Alves CM, Monteiro-Neto V, Ribeiro CC. Partial caries removal in primary teeth: association of clinical parameters with microbiological status. *Caries Res.* 2011;45(3):275-80.
6. Ribeiro CC, de Oliveira Lula EC, da Costa RC, Nunes AM. Rationale for the partial removal of carious tissue in primary teeth. *Pediatr Dent.* 2012 Jan-Feb;34(1):39-41.
7. Chibinski AC, Reis A, Kreich EM, Tanaka JL, Wambier DS. Evaluation of primary carious dentin after cavity sealing in deep lesions: a 10 to 13-month follow-up. *Pediatr Dent.* 2013 May-Jun;35(3):107-12.
8. Duque C, Negrini T de C, Sacono NT, Spolidorio DM, de Souza Costa CA, Hebling J. Clinical and microbiological performance of resin-modified glass-ionomer liners after incomplete dentine caries removal. *Clin Oral Investig.* 2009 Dec;13(4):465-71.
9. Hosoya Y, Marshall GW. The nano-hardness and elastic modulus of sound deciduous canine dentin and young premolar dentin--preliminary study. *J Mater Sci Mater Med.* 2005 Jan;16(1):1-8.
10. Frencken JE, Songpaisan Y, Phantumvanit P, Pilot T. An atraumatic restorative treatment (ART) technique: evaluation after one year. *Int Dent J.* 1994 Oct;44(5):460-4.

11. Frencken JE, Van't Hof MA, Van Amerongen WE, Holmgren CJ. Effectiveness of single-surface ART restorations in the permanent dentition: a meta-analysis. *J Dent Res*. 2004 Feb;83(2):120-3.
12. Frencken JE. Survival of single surface ART-restorations in Zimbabwe after 3 years]. *Ned Tijdschr Tandheelkd*. 1999 Jun;106(6):214-8.
13. Kemoli AM, van Amerongen WE. Influence of the cavity-size on the survival rate of proximal ART restorations in primary molars. *Int J Paediatr Dent*. 2009 Nov;19(6):423-30
14. Marks LA, van Amerongen WE, Borgmeijer PJ, Groen HJ, Martens LC. Ketac Molar Versus Dyract Class II restorations in primary molars: twelve month clinical results. *ASDC J Dent Child*. 2000 Jan-Feb;67(1):37-41, 8-9.
15. Mickenautsch S, Mount G, Yengopal V. Therapeutic effect of glass-ionomers: an overview of evidence. *Aust Dent J*. 2011 Mar;56(1):10-5.
16. Davidovich E, Weiss E, Fuks AB, Beyth N. Surface antibacterial properties of glass ionomer cements used in atraumatic restorative treatment. *J Am Dent Assoc*. 2007 Oct;138(10):1347-52.
17. da Franca C, Colares V, Van Amergongen E. Two-year evaluation of the atraumatic restorative treatment approach in primary molars class I and II restorations. *Int J Paediatr Dent*. 2011 Jul;21(4):249-53.
18. Mickenautsch S, Yengopal V, Banerjee A. Atraumatic restorative treatment versus amalgam restoration longevity: a systematic review. *Clin Oral Investig*. 2010 Jun;14(3):233-40.
19. Lippert F, Hara AT, Martinez-Mier EA, Zero DT. In vitro caries lesion rehardening and enamel fluoride uptake from fluoride varnishes as a function of application mode. *Am J Dent*. 2013 Apr;26(2):81-5.
20. Lynch RJ, Navada R, Walia R. Low-levels of fluoride in plaque and saliva and their effects on the demineralisation and remineralisation of enamel; role of fluoride toothpastes. *Int Dent J*. 2004;54(5 Suppl 1):304-9.
21. Ngo HC, Mount G, Mc Intyre J, Tuisuva J, Von Doussa RJ. Chemical exchange between glass-ionomer restorations and residual carious dentine in permanent molars: an in vivo study. *J Dent*. 2006 Sep;34(8):608-13.
22. Ngo HC, Mount G, McIntyre J, Do L. An in vitro model for the study of chemical exchange between glass ionomer restorations and partially

- demineralized dentin using a minimally invasive restorative technique. *J Dent*. 2011 Dec;39 Suppl 2:S20-6.
23. Pashley DH, Carvalho RM. Dentine permeability and dentine adhesion. *J Dent*. 1997 Sep;25(5):355-72.
 24. Marshall GW Jr, Marshall SJ, Kinney JH, Balooch M. The dentin substrate: structure and properties related to bonding. *J Dent*. 1997 Nov;25(6):441-58.
 25. Erhardt MC, Osorio R, Toledano M. Dentin treatment with MMPs inhibitors does not alter bond strengths to caries-affected dentin. *J Dent*. 2008 Dec;36(12):1068-73.
 26. Ricci HA, Sanabe ME, Costa CA, Hebling J. Bond strength of two-step etch-and-rinse adhesive systems to the dentin of primary and permanent teeth. *J Clin Pediatr Dent*. 2010 Winter;35(2):163-8.
 27. Sumikawa DA, Marshall GW, Gee L, Marshall SJ. Microstructure of primary tooth dentin. *Pediatr Dent*. 1999 Nov-Dec;21(7):439-44.
 28. Osorio R, Aguilera FS, Otero PR, Romero M, Osorio E, García-Godoy F, Toledano M. Primary dentin etching time, bond strength and ultra-structure characterization of dentin surfaces. *J Dent*. 2010 Mar;38(3):222-31.
 29. Hebling J, Castro FL, Costa CA. Adhesive performance of dentin bonding agents applied in vivo and in vitro. Effect of intrapulpal pressure and dentin depth. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*. 2007 Nov;83(2):295-303.
 30. Giannini M, Carvalho RM, Martins LR, Dias CT, Pashley DH. The influence of tubule density and area of solid dentin on bond strength of two adhesive systems to dentin. *J Adhes Dent*. 2001 Winter;3(4):315-24.
 31. Lenzi TL, Guglielmi Cde A, Arana-Chavez VE, Raggio DP. Tubule density and diameter in coronal dentin from primary and permanent human teeth. *Microsc Microanal*. 2013 Dec;19(6):1445-9.
 32. Zavgorodniy AV, Rohanizadeh R, Swain MV. Ultrastructure of dentine carious lesions. *Arch Oral Biol*. 2008 Feb;53(2):124-32. Epub 2007 Oct 29.
 33. Pinheiro SL, Frasson AD, Bincelli IN, Barros PP, Silva GH. Study of a morphometric model for histological evaluation of the collagen in dentin carious lesions. *J Clin Pediatr Dent*. 2008 Winter;33(2):123-6.

34. Marchi JJ, Froner AM, Alves HL, Bergmann CP, Araújo FB. Analysis of primary tooth dentin after indirect pulp capping. *J Dent Child (Chic)*. 2008 Sep-Dec;75(3):295-300.
35. Pugach MK, Strother J, Darling CL, Fried D, Gansky SA, Marshall SJ, Marshall GW. Dentin caries zones: mineral, structure, and properties. *J Dent Res*. 2009 Jan;88(1):71-6.
36. Franzon R, Gomes M, Pitoni CM, Bergmann CP, Araujo FB. Dentin rehardening after indirect pulp treatment in primary teeth. *J Dent Child (Chic)*. 2009 Sep-Dec;76(3):223-8.
37. Hevinga MA, Opdam NJ, Frencken JE, Truin GJ, Huysmans MC. Does incomplete caries removal reduce strength of restored teeth? *J Dent Res*. 2010 Nov;89(11):1270-5.
38. Corralo DJ, Maltz M. Clinical and ultrastructural effects of different liners/restorative materials on deep carious dentin: a randomized clinical trial. *Caries Res*. 2013;47(3):243-50.
39. Bonifácio CC, Kleverlaan CJ, Raggio DP, Werner A, de Carvalho RC, van Amerongen WE. Physical-mechanical properties of glass ionomer cements indicated for atraumatic restorative treatment. *Aust Dent J*. 2009 Sep;54(3):233-7.
40. Magni E, Ferrari M, Hickel R, Ilie N. Evaluation of the mechanical properties of dental adhesives and glass-ionomer cements. *Clin Oral Investig*. 2010 Feb;14(1):79-87.
41. Baliga MS, Bhat SS. Effect of fluorides from various restorative materials on remineralization of adjacent tooth: an in vitro study. *J Indian Soc Pedod Prev Dent*. 2010 Apr-Jun;28(2):84-90.
42. Nicholson, JW. Glass ionomer dental cements: update. *Materials Technology* 2010 Jan;25 (1):8-13.
43. Kim YK, Yiu CK, Kim JR, Gu L, Kim SK, Weller RN, Pashley DH, Tay FR. Failure of a glass ionomer to remineralize apatite-depleted dentin. *J Dent Res*. 2010 Mar;89(3):230-5.
44. Bezerra AC, Novaes RC, Faber J, Frencken JE, Leal SC. Ion concentration adjacent to glass-ionomer restorations in primary molars. *Dent Mater*. 2012 Nov;28(11): 259-63.

45. Gjorgievska E, Nicholson JW, Grcev AT. Ion migration from fluoride-releasing dental restorative materials into dental hard tissues. *J Mater Sci Mater Med*. 2012 Jul;23(7):1811-21.
46. Alves FB, Hesse D, Lenzi TL, Guglielmi Cde A, Reis A, Loguercio AD, Carvalho TS, Raggio DP. The bonding of glass ionomer cements to caries-affected primary tooth dentin. *Pediatr Dent*. 2013 Jul-Aug;35(4):320-4.
47. Liu BY, Lo EC, Chu CH, Lin HC. Randomized trial on fluorides and sealants for fissure caries prevention. *J Dent Res*. 2012 Aug;91(8):753-8.
48. Elgalaid TO, Creanor SL, Creanor S, Hall AF. The permeability of artificial dentine carious lesions. *Arch Oral Biol*. 2008 Aug;53(8):744-50.
49. Chu CH, Lo EC. Microhardness of dentine in primary teeth after topical fluoride applications. *J Dent*. 2008 Jun;36(6):387-91.
50. Preston KP, Smith PW, Higham SM. The influence of varying fluoride concentrations on in vitro remineralisation of artificial dentinal lesions with differing lesion morphologies. *Arch Oral Biol*. 2008 Jan;53(1):20-6.
51. Cenci MS, Tenuta LM, Pereira-Cenci T, Del Bel Cury AA, ten Cate JM, Cury JA. Effect of microleakage and fluoride on enamel-dentine demineralization around restorations. *Caries Res*. 2008;42(5):369-79.
52. Lippert F, Butler A, Lynch RJ, Hara AT. Effect of fluoride, lesion baseline severity and mineral distribution on lesion progression. *Caries Res*. 2012;46(1):23-30.
53. Martínez MC, Tolcachir B, Lescano de Ferrer A, Bojanich MA, Barembaum SR, Calamari SE, Azcurra AI. Comparative study of preventive protocols in children at high cariogenic risk. *Acta Odontol Latinoam*. 2012;25(2):218-22.
54. Ten Cate JM, Duijsters PP. Alternating demineralization and remineralization of artificial enamel lesions. *Caries Res*. 1982;16(3):201-10.
55. Marquezan M, Corrêa FN, Sanabe ME, Rodrigues Filho LE, Hebling J, Guedes-Pinto AC, Mendes FM. Artificial methods of dentine caries induction: A hardness and morphological comparative study. *Arch Oral Biol*. 2009 Dec;54(12):1111-7.

56. Sauro S, Thompson I, Watson TF. Effects of common dental materials used in preventive or operative dentistry on dentin permeability and remineralization. *Oper Dent*. 2011 Mar-Apr;36(2):222-30.
57. Ten Cate JM, Damen JJ, Buijs MJ. Inhibition of dentin demineralization by fluoride in vitro. *Caries Res*. 1998;32(2):141-7.
58. White DJ. The comparative sensitivity of intra-oral, in vitro, and animal models in the 'profile' evaluation of topical fluorides. *J Dent Res*. 1992 Apr;71 Spec No:884-94.
59. Diamanti I, Koletsi-Kounari H, Mamai-Homata E, Vougiouklakis G. In vitro evaluation of fluoride and calcium sodium phosphosilicate toothpastes, on root dentine caries lesions. *J Dent*. 2011 Sep;39(9):619-28.
60. Featherstone JD, ten Cate JM, Shariati M, Arends J. Comparison of artificial caries-like lesions by quantitative microradiography and microhardness profiles. *Caries Res*. 1983;17(5):385-91.
61. Arnaud TM, de Barros Neto B, Diniz FB. Chitosan effect on dental enamel remineralization: an in vitro evaluation. *J Dent*. 2010 Nov;38(11):848-52.
62. Angker L, Nockolds C, Swain MV, Kilpatrick N. Correlating the mechanical properties to the mineral content of carious dentine--a comparative study using an ultra-micro indentation system (UMIS) and SEM-BSE signals. *Arch Oral Biol*. 2004 May;49(5):369-78.
63. Lee YE, Baek HJ, Choi YH, Jeong SH, Park YD, Song KB. Comparison of remineralization effect of three topical fluoride regimens on enamel initial carious lesions. *J Dent*. 2010 Feb;38(2):166-71.
64. Tsuda H, Ruben J, Arends J. Raman spectra of human dentin mineral. *Eur J Oral Sci*. 1996 Apr;104(2):123-31.
65. Banerjee A, Paolinelis G, Socker M, McDonald F, Watson TF. An in vitro investigation of the effectiveness of bioactive glass air-abrasion in the 'selective' removal of orthodontic resin adhesive. *Eur J Oral Sci*. 2008 Oct;116(5):488-92.
66. Mäkinen KK, Chiego DJ Jr, Allen P, Bennett C, Isotupa KP, Tiekso J, Mäkinen PL. Physical, chemical, and histologic changes in dentin caries lesions of primary teeth induced by regular use of polyol chewing gums. *Acta Odontol Scand*. 1998 Jun;56(3):148-56.

67. Banerjee A, Sherriff M, Kidd EA, Watson TF. A confocal microscopic study relating the autofluorescence of carious dentine to its microhardness. *Br Dent J*. 1999 Aug 28;187(4):206-10.
68. Pereira PN, Inokoshi S, Yamada T, Tagami J. Microhardness of in vitro caries inhibition zone adjacent to conventional and resin-modified glass ionomer cements. *Dent Mater*. 1998 Jun;14(3):179-85.
69. Sidhu SK. Glass-ionomer cement restorative materials: a sticky subject? *Aust Dent J*. 2011 Jun;56 Suppl 1:23-30.
70. Ngo H. Glass-ionomer cements as restorative and preventive materials. *Dent Clin North Am*. 2010 Jul;54(3):551-63.
71. Chowdary MV, Kumar KK, Thakur K, Anand A, Kurien J, Krishna CM, Mathew S. Discrimination of normal and malignant mucosal tissues of the colon by Raman spectroscopy. *Photomed Laser Surg*. 2007 Aug;25(4):269-74.
72. Lorincz A, Haddad D, Naik R, Naik V, Fung A, Cao A, Manda P, Pandya A, Auner G, Rabah R, Langenburg SE, Klein MD. Raman spectroscopy for neoplastic tissue differentiation: a pilot study. *J Pediatr Surg*. 2004 Jun;39(6):953-6.
73. Almahdy A, Downey FC, Sauro S, Cook RJ, Sherriff M, Richards D, Watson TF, Banerjee A, Festy F. Microbiochemical analysis of carious dentine using Raman and fluorescence spectroscopy. *Caries Res*. 2012;46(5):432-40.
74. Wang Y, Spencer P, Walker MP. Chemical profile of adhesive/caries-affected dentin interfaces using Raman microspectroscopy. *J Biomed Mater Res A*. 2007 May;81(2):279-86.

ANEXO A – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Estudo in vitro para verificar a permuta química entre restaurações de cimento de ionômero de vidro e dentina parcialmente desmineralizada, simulando a técnica restauradora minimamente invasiva.

Pesquisador: denise stadler wambier

Área Temática: Área 9. A critério do CEP.

Versão: 3

CAAE: 07890812.9.0000.0105

Instituição Proponente: Universidade Estadual de Ponta Grossa

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 134.145

Data da Relatoria: 29/10/2012

Apresentação do Projeto:

Serão selecionados do Banco de dentes da UEPG, molares decíduos (n=40) com coroas íntegras, livres de lesões cavitadas nas superfícies oclusais ou proximais. Os dentes selecionados serão mantidos em água destilada. Na porção central da superfície oclusal de cada coroa dentária, será preparada uma cavidade ampla com ponta diamantada em alta rotação. Esses dentes serão distribuídos em quatro grupos, dois deles serão

submetidos à desmineralização pelo método de ciclagem de pH, para simular lesão de cárie. Assim, os grupos experimentais (G1 e G2) terão a dentina desmineralizada, um deles recebendo aplicação tópica de fluoreto antes da restauração com CIV (G2). Os grupos controle (G3 e G4) serão restaurados, sem passar pelo processo de desmineralização, um deles recebendo aplicação tópica de fluoreto (G4) antes da restauração com

CIV. A coroa de cada dente será coberta com duas camadas de verniz resistente à ácidos, evitando-se contato com as cavidades (G1 e G2), nos dentes submetidos ao processo de ciclagem de pH para desmineralização.

Em seguida, nos 40 dentes, na metade do assoalho cavitário e nas paredes laterais será aplicado um esmalte vermelho. Nos grupos G2 e G4, o fluoreto de sódio será aplicado antes do esmalte para posterior restauração. Todas as cavidades serão restauradas com CIV (Ketac Molar Easy Mix). O objetivo do esmalte é evitar contato direto do CIV com a metade da cavidade para comparar o conteúdo mineral dessa porção (desmineralizada ou não) com a outra metade (submetida ou não)

Endereço: Av. Gen. Carlos Cavalcanti, nº 4748 bl M sala 12

Bairro:

CEP: 84.030-900

UF: PR

Município: PONTA GROSSA

Telefone: (42-)3220-3108

Fax: (42-)3220-3102

E-mail: seccoop@uepg.br

ao fluoreto). Após, os 40 dentes serão seccionados verticalmente em duas partes iguais no sentido mésiodistal na máquina de corte para avaliação separadamente. Dois hemi-dentes de cada grupo serão avaliados

por meio de espectrometria de raios X (EDX) para verificar o conteúdo mineral das amostras. Os demais serão levados ao microdurômetro para registro da dureza da dentina (dureza Knoop). Todos os cálculos serão realizados por meio do software estatístico Biostat 5.3, empregando-se os testes Shapiro-Wilk e ANOVA.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Avaliar as trocas iônicas entre restaurações de CIV e dentina parcialmente desmineralizada e a ação do prétratamento dentinário com solução neutra de fluoreto de sódio (NaF) à 2%.

Objetivo Secundário:

Identificar e quantificar os minerais envolvidos nas trocas iônicas entre material bioativo e substrato dentinário hígido e desmineralizado. Quantificar os minerais envolvidos nas trocas iônicas entre material bioativo e substrato dentinário hígido e desmineralizado, submetidos a aplicação tópica de NaF. Avaliar a profundidade de incorporação de íons flúor pela dentina hígida e desmineralizada, após contato com material bioativo, com e sem prétratamento (NaF). Quantificar alterações em dureza da dentina hígida e desmineralizada, após contato com material bioativo, com e sem prétratamento (NaF).

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos: serão evitados, pois os trabalhos serão realizados em laboratório e os procedimentos relativos ao corte de dentes serão conduzidos com uso equipamento de proteção individual.

Benefícios: uma melhor compreensão da importante dinâmica de trocas iônicas entre material restaurador e substrato dentário, acrescentando subsídios para a maior adoção dos métodos conservadores.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O projeto de pesquisa tem pertinência. O delineamento metodológico está bem definido e não fere aspectos éticos envolvendo seres humanos "estudo in vitro". Os custos serão de responsabilidade dos próprios pesquisadores.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

O projeto apresenta a declaração do Banco de Dentes, informando possuir a quantidade de dentes solicitada.

Folha de rosto: apresentou assinatura do responsável pelo laboratório onde será executada a pesquisa.

Endereço: Av. Gen. Carlos Cavalcanti, nº 4748 bl M sala 12

Bairro: **CEP:** 84.030-900

UF: PR **Município:** PONTA GROSSA

Telefone: (42-)3220-3108

Fax: (42-)3220-3102

E-mail: seccoep@uepg.br

Recomendações:

Não há

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Visto ter cumprido com todas as pendências, sou de parecer favorável à aprovação do projeto.

Situação do Parecer:

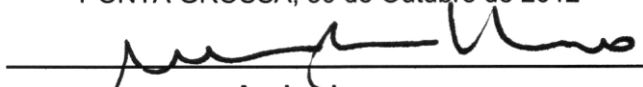
Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

PONTA GROSSA, 30 de Outubro de 2012

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Ulisses Coelho", written over a horizontal line.

Assinador por:
ULISSES COELHO
(Coordenador)

Endereço: Av. Gen. Carlos Cavalcanti, nº 4748 bl M sala 12

Bairro: **CEP:** 84.030-900

UF: PR **Município:** PONTA GROSSA

Telefone: (42-)3220-3108

Fax: (42-)3220-3102

E-mail: seccoop@uepg.br