

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA**

BRUNA MEDEIROS BERTOL DE OLIVEIRA

**INTERAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS ENTRE UM ADESIVO CONTENDO 10-MDP
E A DENTINA DE LESÕES CERVICAIS NÃO CARIOSAS**

**MARINGÁ
2015**

BRUNA MEDEIROS BERTOL DE OLIVEIRA

**INTERAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS ENTRE UM ADESIVO CONTENDO 10-MDP
E A DENTINA DE LESÕES CERVICAIS NÃO CARIOSAS**

**Dissertação de mestrado
apresentada ao Programa
de Pós Graduação em
Clínica Integrada da
Universidade Estadual de
Maringá, sob orientação da
Prof^a. Dr^a. Renata Corrêa
Pascotto como parte dos
requisitos para obtenção do
título de mestre.**

**MARINGÁ
2015**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá – PR., Brasil)

Oliveira, Bruna Medeiros Bertol
O48i Interações físico-químicas entre um adesivo contendo
10-MDP e a dentina de lesões cervicais não cariosas /
Bruna Medeiros Bertol Oliveira. -- Maringá, 2015.
35 f.

Orientador: Prof. Dr. Renata Correa Pascotto.

Dissertação (Mestrado em Odontologia) - Universidade
Estadual de Maringá. Centro de Ciências da Saúde.
Departamento de Odontologia.

1. Dentina - Interações físico-químicas. 2. Lesões
cervicais. 3. Lesões não cariosas. 4. Monômero funcional
10MDP. I. Pascotto, Renata Correa. II. Universidade
Estadual de Maringá. Centro de Ciências da Saúde.
Departamento de Odontologia. III. Título.

BRUNA MEDEIROS BERTOL DE OLIVEIRA

**INTERAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS ENTRE UM ADESIVO CONTENDO 10-MDP
E A DENTINA DE LESÕES CERVICAIS NÃO CARIOSAS**

**Dissertação de mestrado
apresentada ao Programa
de Pós Graduação em
Clínica Integrada da
Universidade Estadual de
Maringá, sob orientação da
Prof^ª. Dr^ª. Renata Corrêa
Pascotto como parte dos
requisitos para obtenção do
título de mestre.**

Banca Examinadora

Orientadora – Prof^ª. Dr^ª. Renata Corrêa Pascotto

Examinador - Prof. Dr. Mauro Luciano Baesso

Examinador - Prof. Dr. Jaime A. Cury

**Maringá
2015**

Dedicatória

À minha família, por todo amor incondicional, compreensão e incentivo para chegar até o fim. A presença de vocês significou segurança e certeza de que não estou sozinha nessa caminhada.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente aos meus pais Vera e Noly Bertol pela oportunidade de vida e amor eterno. Vocês são meu porto seguro e meu maior exemplo. Se um dia puder ser a metade do que vocês são, com certeza estarei realizada. Obrigada por não deixarem de acreditar no meu esforço para chegar até aqui. Amo vocês acima de tudo.

Agradeço à minha irmã Gabrielle pelo ombro nos momentos difíceis, por chorar e rir comigo, pelo incentivo, e principalmente por ser essa irmã que sempre esteve ao meu lado incondicionalmente.

Ao meu namorado Renan Margonar pelo amor, carinho, companheirismo. Por ter ido diversas vezes, mesmo cansado, comigo ao laboratório à noite. Por ter paciência nos dias que o experimento não dava certo, por entender a minha necessidade de estudo e ausência. Por ouvir todos os meus questionamentos, dúvidas e desabafos mesmo sem entender, e principalmente por não sair do meu lado em nenhum momento. Amo você.

Agradeço aos meus amigos Thais, Fernanda e Heitor, que de alguma forma e mesmo muitas vezes sem perceberem, me ajudaram a chegar até aqui. São mais de 10 anos juntos e posso dizer com certeza que serão para a vida toda.

Aos meus colegas de turma, meus amigos, que caminharam comigo essa jornada. Juntos aprendemos, crescemos e hoje estamos concluindo mais um etapa em nossas vidas. Obrigada por todos os momentos compartilhados.

Agradeço à minha querida orientadora Prof^a Renata Corrêa Pascotto. Juntamente com a Adriana Ubaldini, vocês foram fundamentais. Devo todo meu agradecimento às vocês que me ensinaram, guiaram e me deram suporte para desenvolver esse trabalho. Sem a nossa parceria jamais teria alcançado essa conquista e foi um honra trabalhar com vocês. Muito obrigada, meninas!

Aos professores do departamento de Física, Mauro Baesso e Francielle Sato.

Foi muito bom conhecê-los e poder ter a oportunidade de aprender com vocês um universo de trabalho totalmente diferente do que eu estava habituada. Obrigada por todos os ensinamentos, pela atenção e tempo dedicado.

Aos professores da Universidade Estadual de Dourados, Sandro e Luis Humberto pela imensa ajuda, por abrirem as portas para nós, dedicando tempo e atenção para realização dos experimentos.

Resumo

Objetivo: Analisar comparativamente as interações físico-químicas entre a dentina sadia e em lesões cervicais não cariosas (LCNCs) com um sistema adesivo autocondicionante contendo o monômero funcional 10 meta-crilóiloxidecil diidrogenofosfato (10-MDP). **Material e Métodos:** O estudo foi realizado *in vitro*, utilizando dentes humanos que apresentavam LCNC natural na face vestibular. Para o controle (dentina sadia) foram confeccionadas cavidades classe V com uma ponta diamantada acionada por ultrassom, na face lingual hígida dos mesmos dentes, com extensão e profundidade aproximadas à LCNC natural da face vestibular. Os dentes foram seccionados de tal forma a separar as faces vestibular e lingual a fim de permitir que as leituras fossem feitas na superfície das cavidades. Espécimes provenientes de 4 dentes foram submetidos à Espectroscopia Fotoacústica no infravermelho por transformada de Fourier (PAS-FTIR) antes e após a aplicação do sistema adesivo nas cavidades a fim de observar interações químicas entre substrato dentinário e sistema adesivo. Outros 4 dentes foram submetidos à espectroscopia micro-Raman (MR) a fim de quantificar o teor mineral da dentina sadia (controle) e das LCNCs. **Resultados:** Os espectros PAS-FTIR das LCNCs evidenciaram um incremento da área da banda atribuída ao grupo fosfórico ($\nu_1 \text{P=O } 1179 \text{ cm}^{-1}$) nos espécimes das LCNCs após o tratamento com adesivo, em comparação à dentina sadia (controle), indicando aumento da intensidade das ligações $\nu_1 \text{P=O}$. Os espectros MR e PAS-FTIR das LCNCs demonstraram uma área maior da banda atribuída à composição mineral da dentina ($\text{PO}_4 \text{ } 961 \text{ cm}^{-1}$) e uma menor proporção matriz orgânica/mineral, respectivamente, caracterizando uma área hipermineralizada, quando comparada à dentina sadia. **Conclusão:** Os resultados sugerem que a adesão de um sistema adesivo contendo o monômero funcional 10-MDP é mais intensa na dentina de lesões cervicais não cariosas, comparada à dentina sadia em cavidades classe V preparadas.

Palavras chave: Adesão, Dentina, Análise Espectral Raman, Espectroscopia Infravermelho Transformada de Fourier

Abstract

Objective: Analyze the physical-chemical interactions between the sound human dentin and the dentin in non-carious cervical lesion (NCCL) with a self-etch system containing the 10-Methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate (10-MDP) functional monomer.

Material and Methods: The study was conducted *in vitro*, using human teeth presenting natural NCCLs on the buccal face. To the control group (sound dentin), Class V cavities were fabricated on the sound lingual face of the same teeth using a ultrasound diamond burs, with extension and depth similar to the natural NCCLs on the buccal face. The teeth were sectioned in such a way as to separate the buccal and the lingual faces and permit the readings were conducted on the surface of the cavities. The specimens originating from 4 teeth were submitted to FTIR-PAS readings before and after the adhesive system were applied on the dentin. Others 4 teeth were submitted to MRS analysis in order to quantify the mineral content of the dentin in the sound dentin and natural NCCLs. *Results:* The FTIR-PAS analyses demonstrated an increase in the intensity of the area of the band attributed to the phosphoric group ($\nu_1 \text{P=O } 1179 \text{ cm}^{-1}$) in the NCCL group, indicating an increase in the intensity of $\nu_1 \text{P=O}$ connections after the treatment with the adhesive system. MRS and FTIR-PAS analyses demonstrated the existence of a larger area intensity of the band attributed to the dentin mineral compound ($\text{PO}_4 961 \text{ cm}^{-1}$) and a minor mineral/protein ratio in the NCCLs, respectively, characterizing a hypermineralized area, when compared to the sound dentin. *Conclusion:* The results suggests that the adhesion of the adhesive system containing the 10-MDP functional monomer is more intense in the dentin in non-carious cervical lesion, compared to the sound dentin in class V prepared cavities.

Sumário

1. Introdução.....	10
2. Materiais e métodos	12
2.1. Preparo dos fragmentos dentários.....	12
2.2. Aplicação do sistema adesivo	14
2.3. Análise das interações químicas entre sistema adesivo e substrato dentinário	15
2.4. Análise da composição mineral da dentina sadia (controle) e da LCNC	17
3. Resultados	18
3.1. Análise das interações químicas entre sistema adesivo e substrato dentinário	18
3.2. Análise da composição mineral da dentina sadia (controle) e da LCNC	23
4. Discussão.....	25
5. Conclusão	29
Referências Bibliográficas.....	30
Anexo.....	34

1. Introdução

As lesões cervicais não cariosas (LCNCs) constituem um grupo de lesões de complexidade diagnóstica na prática clínica odontológica devido a sua etiologia multifatorial (Levitch et al., 1994; Perez et al., 2012). Estas resultam da perda lenta e progressiva da estrutura dentária mineralizada causada pela associação de fenômenos tais como erosão, abrasão e abfração (Grippio; Simring; Schereiner, 2004).

Estudos laboratoriais têm demonstrado que a adesão à dentina afetada por LCNC pode ser comprometida podendo levar a uma presença maior de falhas na resistência adesiva das restaurações (Tay et al., 2000, Kwong et al., 2002; Camargo et al., 2008; Zimmerli et al., 2012). Isso ocorre provavelmente em função das alterações estruturais moleculares/químicas que resultam num substrato menos favorável à adesão (Xu et al., 2009), uma vez que a dentina nas LCNCs apresenta-se esclerosada, dificultando a formação da camada híbrida pela menor difusão do primer e infiltração do adesivo (Tay; Pashley, 2004). Embora o principal mecanismo de adesão das resinas ao substrato dental seja a retenção micromecânica resultante da formação da camada híbrida e dos tags resinosos, recentemente tem-se voltado à atenção das pesquisas para o benefício de uma interação química adicional entre os monômeros funcionais do sistema adesivo e os componentes do substrato dental. (Yoshida et al., 2000, 2004; Van Meerbeek et al., 2003, 2011).

Nas LCNCs, o potencial de união química do sistema adesivo é muito importante para a qualidade e duração da adesão (Perdigão, 2010; Van Meerbeek et al., 2011; Carvalho et al., 2012; Yoshida; Inoue, 2012). O monômero funcional 10-metacrilóiloxidecil diidro-genofosfato (10-MDP), presente em alguns sistemas adesivos comerciais, tem demonstrado bom potencial de ligação química à hidroxiapatita, formando uma “nanocamada” capaz de aumentar a efetividade e a longevidade da adesão (Yoshida et al., 2004; 2012). Essa união é mais estável à degradação hidrolítica que aquela promovida por outros monômeros funcionais, tais como o 4-metacrilóiloxidetil ácido trimelítico (4-META) e o 2-metacrilóiloxidetil fenilhidrogeno-fosfato (phenyl-P) (Yoshida et al., 2004; Yoshihara et al., 2010). Logo, especula-se se a adesão química entre um sistema adesivo contendo o monômero funcional 10-MDP e as lesões cervicais não cariosas ocorre de forma mais intensa em comparação com a dentina

sadia (Carvalho et al., 2012).

Assim, a proposta do presente trabalho foi caracterizar os componentes estruturais da dentina em LCNC e da dentina sadia em cavidades preparadas, e comparar os espectros da dentina em LCNC e da dentina sadia antes e após a aplicação de um adesivo autocondicionante contendo o monômero funcional 10-MDP, a fim de identificar diferenças nas ligações químicas que caracterizam a adesão.

2. Materiais e métodos

Este estudo *in vitro* foi realizado após a aprovação do Comitê de Ética Local (CAAE:25006614.3.0000.0104). Os dentes utilizados foram extraídos por motivos periodontais e/ou ortodônticos, apresentando lesões cervicais não cariosas na face vestibular. Após a sua extração, os dentes foram doados pelos pacientes mediante a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo). Dos 8 dentes doados, 4 incisivos foram utilizados para a análise das interações químicas entre sistema adesivo/ dentina em LCNCs enquanto 4 pré-molares foram utilizados para as análises da composição mineral do substrato.

Todos os dentes apresentavam o grau de esclerose dentinária 4, de acordo com a escala de esclerose modificada por Ritter et al. (2008). O grau 4 é atribuído à LCNC com presença de esclerose significativa, na qual a dentina é amarela escura ou amarronzada com aspecto petrificado, com significante translucência ou evidente transparência (Figura 1).



Figura 1. Dente com LCNC natural de grau 4 na face vestibular de um incisivo inferior.

2.1. Preparo dos fragmentos dentários

Após a extração, os dentes foram limpos com gaze estéril e soro fisiológico. Os tecidos periodontais remanescentes foram removidos com o auxílio de curetas periodontais (Hu-Friedy). Após a limpeza, os dentes foram armazenados em soro fisiológico a 4°C.

Em todos os dentes utilizados neste experimento, as LCNC localizavam-se na região cervical da face vestibular. Cavidades de Classe V foram confeccionadas na

face lingual hígida do mesmo dente, com o uso de uma ponta diamantada cilíndrica CVDentus (C1 1.0 x 4.0 mm) acoplada à um aparelho ultrassom (CVDent1000, CVDVale, São Carlos, SP), sob refrigeração contínua de água. As cavidades foram preparadas na dentina sadia com dimensões e formato aproximados aos das LCNCs correspondentes, servindo como controle.

Em seguida, fragmentos dentários das faces vestibular e lingual, contendo as LCNCs e as cavidades preparadas, foram obtidos de cada dente. Os dentes foram seccionados com um disco diamantado acionado em baixa rotação, refrigerado com água. A sequência dos cortes obedeceu à seguinte ordem: primeiramente um corte na região superior da lesão para separá-la da coroa. Em seguida, um novo corte na região inferior, para remover os 2/3 apicais da raiz. Por fim, um corte no longo eixo do dente, com o objetivo de separar os espécimes contendo as cavidades natural (LCNC) e preparada (classe V) nas faces vestibular e lingual, respectivamente (Figuras 2 e 3).

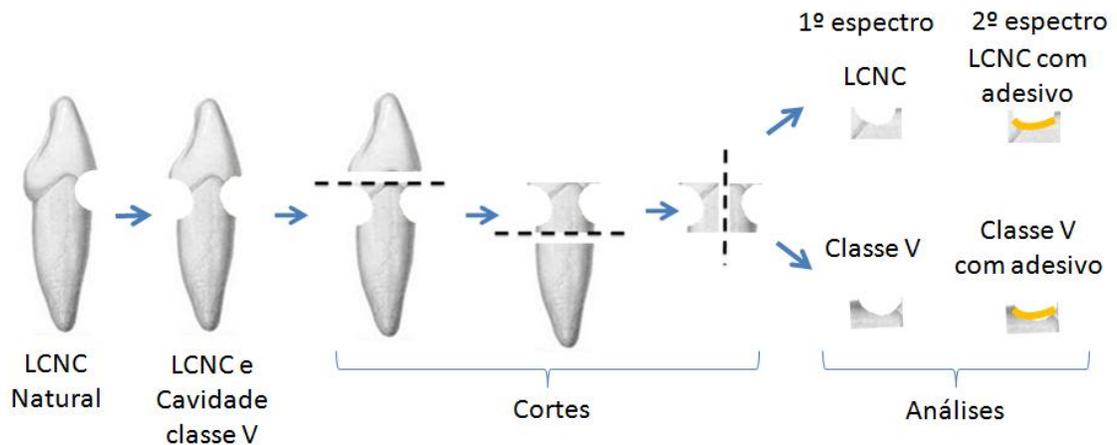


Figura 2. Esquema ilustrativo da sequência do preparo e cortes dos dentes para obtenção espécimes das cavidades natural (LCNC) e preparada (classe V) para a obtenção dos espectros.



Figura 3. Lesão cervical não cariada (LCNC) na face vestibular (A) e a cavidade preparada na face lingual (B) do mesmo dente.

2.2. Aplicação do sistema adesivo

A composição do sistema adesivo autocondicionante contendo o monômero funcional 10-MDP utilizado neste experimento é apresentada na Tabela 1. A aplicação foi realizada seguindo as recomendações do fabricante. Com um *microbrush* ligeiramente embebido no produto, sem excessos, o adesivo foi aplicado ativamente por 20 segundos. Em seguida, foi aplicado uma leve corrente de ar sobre o líquido por cerca de 5 segundos, até que ele não se movesse e a evaporação do solvente ocorresse completamente. Por fim, o sistema adesivo foi fotopolimerizado (LED Radii, SDI, Austrália) por 10 segundos.

Tabela 1. Composição e número de lote do sistema adesivo autocondicionante utilizado no estudo

Produto	Composição	Lote
Single Bond Universal 3M/ ESPE Dental Products, St Paul, MN, USA	MDP (C ₁₄ H ₂₇ O ₆ P) TEDGMA (C ₁₄ H ₂₂ O ₆) Bis-GMA (C ₂₉ H ₃₆ O ₈) Copolímero do ácido polialcenóico (C ₂₁ H ₃₃ O ₈) HEMA (C ₆ H ₁₀ O ₃) metacrilato modificado (C ₅ H ₈ O ₂) carga (SiO ₂) água (H ₂ O) silano (SiH ₄) álcool (C ₂ H ₆ O) iniciadores	507329

2.3. Análise das interações químicas entre sistema adesivo e substrato dentinário

A técnica de Espectroscopia Fotoacústica no infravermelho (PAS-FTIR) via transformada de Fourier fornece as bandas de absorção óptica da amostra, as quais são consideradas como a impressão digital de moléculas específicas e, conseqüentemente, permite a obtenção de informações sobre as modificações químicas no espécime, expresso por meio de mudanças e/ou surgimento de novos picos.

Para determinar a profundidade da análise na presente condição experimental é importante considerar que a técnica PAS-FTIR tem como espessura de prova da leitura, o comprimento de difusão térmica (cm), definido como: $\mu = [D\lambda / (2\pi v)]^{1/2}$ em que D é a difusibilidade térmica da amostra (cm²/s), v é a velocidade do espelho (cm/s), e λ é o comprimento de onda da radiação incidente (cm). Esse parâmetro é a dimensão sobre a qual a amplitude da onda térmica decai para 1/e de sua amplitude original e que tem sido usada para analisar a profundidade aproximada da amostra onde o sinal fotoacústico é gerado.

Na presente condição experimental, a amostra analisada era composta de duas superfícies, com uma interface híbrida resultando em valores efetivos para a difusibilidade térmica. Esses valores dependem de cada valor do parâmetro μ , de acordo com o comprimento de onda da irradiação incidente. Para a dentina na direção tubular, $D = 2.5 \times 10^{-3}$ cm²/s (Magalhães et al., 2008).

A leitura da difusividade térmica do adesivo, pela técnica de lente térmica descrita por Snook et al. (1998), forneceu o valor de $D = (1,58 \pm 0,07) \cdot 10^{-3}$ cm²/s. Como a excitação da irradiação foi incidente sobre o adesivo na amostra, μ foi estimado usando o valor da difusividade térmica do adesivo. Assim, usando $v = 0.64$ cm/s, foi calculado, por exemplo a profundidade de prova da medida para a energia de 1.176 cm⁻¹ ($\lambda = 8.5 \times 10^{-4}$ cm), resultando em um valor da ordem de 5.8 μ m. Ou seja, a profundidade de inspeção da técnica nas leituras realizadas neste trabalho foi da ordem de 6 μ m. Considerando que a película de adesivo pode variar entre 2-3 μ m (Ubalini et al., 2012; Yoshihara et al., 2013), esse dado permite afirmar que a técnica foi capaz de realizar a leitura na dentina incluindo a região híbrida abaixo do sistema

adesivo.

Os experimentos foram realizados em um Espectrômetro Nicolet equipado com uma célula fotoacústica, modelo MTEC 200. Este equipamento permite monitorar a absorção da substância de interesse em uma profundidade específica da amostra, fornecendo assim o perfil de distribuição das substâncias ao longo da espessura da amostra. Todos os espectros foram coletados com uma resolução de 8 cm^{-1} , e com a velocidade de escaneamento de $0,5 \text{ cm/seg}$. A região espectral das medidas está compreendida no intervalo de energia entre 4000 e 400 cm^{-1} .

Após inserir a amostra, a célula fotoacústica foi preenchida com gás hélio. Isto permite minimizar a interferência sobre os espectros de absorções ópticas provenientes das moléculas de oxigênio e da água presentes no ar e na superfície da amostra. Os corpos de prova tiveram seus espectros mensurados antes e após serem submetidos ao tratamento. O próximo passo consistiu na avaliação do espectro do sistema adesivo. Para isso, foi confeccionado um disco de adesivo puro aplicando-se 1 mL do material sobre uma lâmina de vidro histológica. Após a fotoativação por 20 segundos com LED (RADii, SDI) o disco foi inserido no equipamento para medição. Esta etapa é importante para diferenciar a composição do adesivo daquela da estrutura dentária, verificando então, as diferenças entre os picos de absorção fotoacústica provenientes do adesivo e do dente.

Os dados foram transferidos para o programa Origin (OriginPro 8 Corporation, Northampton, MA, USA). O intervalo espectral total foi dividido em 2 regiões espectrais (2180 a 400 cm^{-1} ; 1800 a 550 cm^{-1}). Para as duas regiões foi estipulado um comprimento de onda específico para se realizar a normalização dos dados em 1460 cm^{-1} (estiramento CH). Essa banda foi selecionada por estar presente com intensidade constante, simultaneamente nos espectros da dentina nas LCNCs e na dentina sadia das cavidades preparadas. Logo após, os gráficos foram gerados para cada dente individualmente e a partir destes foi possível calcular o espectro médio das amostras da dentina sadia (controle) e da LCNC.

Com o objetivo de observar as interações químicas entre o substrato dentinário e o sistema adesivo, o espectro do adesivo puro foi subtraído dos espectros de dentina controle com adesivo (controle com adesivo - adesivo) e lesão com adesivo (lesão com

adesivo - adesivo). Ao realizar essa subtração, as eventuais sobreposições de bandas associadas ao adesivo sobre as bandas do substrato dentinário nos espectros foram eliminadas. Assim, possíveis mudanças/surgimentos de picos no espectro da dentina em decorrência da aplicação do adesivo puderam ser visualizadas. Também foram obtidas as quantificações numéricas dos espectros por meio da integração da curva da banda em 1179 cm^{-1} ($\nu_1 \text{ P=O}$) para cálculo da respectiva área nos espécimes de dentina sadia e em LCNC.

Para avaliar diferenças na proporção proteína/mineral entre a dentina sadia (controle) e em LCNC, as intensidades relativas das bandas de absorção atribuídas à amida I e do fosfato foram comparadas. Para calcular a proporção matriz orgânica/inorgânica (M:M) das amostras, as intensidades das bandas de absorção fotoacústica da amida I (1650cm^{-1}) foram divididas pelas intensidades das bandas do fosfato (560 , 600 e 1040 cm^{-1}). Esse cálculo foi realizado no espectro médio das amostras da dentina sadia (controle) e da LCNC, antes e depois da aplicação do adesivo.

2.4. Análise da composição mineral da dentina sadia (controle) e da LCNC

A análise da composição mineral da dentina sadia (controle) e da LCNC foi realizada por meio da espectroscopia micro-Raman (MR). Os experimentos foram realizados em um Espectrômetro Raman Burkert, equipado com um microscópio confocal, modelo Senterra. O mecanismo de ação deste equipamento baseia-se no espalhamento no infravermelho, ou seja, a fonte de irradiação luminosa (laser de comprimento de onda visível) excita a matéria estudada. Nesta interação é obtido o efeito Raman, o qual possibilita o estudo de vibrações em nível molecular.

Os corpos de prova selecionados para este experimento tiveram seus espectros mensurados sem a aplicação do adesivo e em 3 pontos distintos na superfície. Todas as medidas foram coletadas com uma resolução de 4 cm^{-1} , em uma região espectral compreendida entre $3500\text{-}450\text{ cm}^{-1}$. Cada espectro foi obtido a partir de uma média de 1000 leituras a fim de diminuir a relação sinal/ruído, com comprimento de onda do laser de 1064 nm , potência igual a 150 mW e com ganho da objetiva de 40 vezes. Além do número elevado de leituras, a diminuição da temperatura (-84°C) do detector foi outra estratégia realizada a fim de melhorar o padrão do sinal obtido. Foram padronizados

para todas as leituras a utilização de um espelho como suporte, a seleção da área da face a ser medida, bem como a focalização manual seguida da obtenção do foco automático.

Todos os espectros foram colocados em uma mesma linha de base e normalizados com o auxílio do software OPUS Spectroscopy Software (Burker Optics). Além disto, o programa Origin (OriginPro 8 Corporation, Northampton, MA, USA) foi utilizado para a obtenção das quantificações numéricas dos espectros MR por meio da integração de cada curva da banda em 961 cm^{-1} (fosfato) para cálculo da respectiva área e média dos 3 pontos distintos medidos nos espécimes de dentina sadia (controle) e em LCNC.

3. Resultados

3.1. Análise das interações químicas entre sistema adesivo e substrato dentinário

Os espectros de absorção fotoacústica do adesivo (Figura 4) e das dentinas sadia e com LCNC (Figura 5) foram mapeados e os grupos funcionais referentes a composição dos mesmos foram identificados.

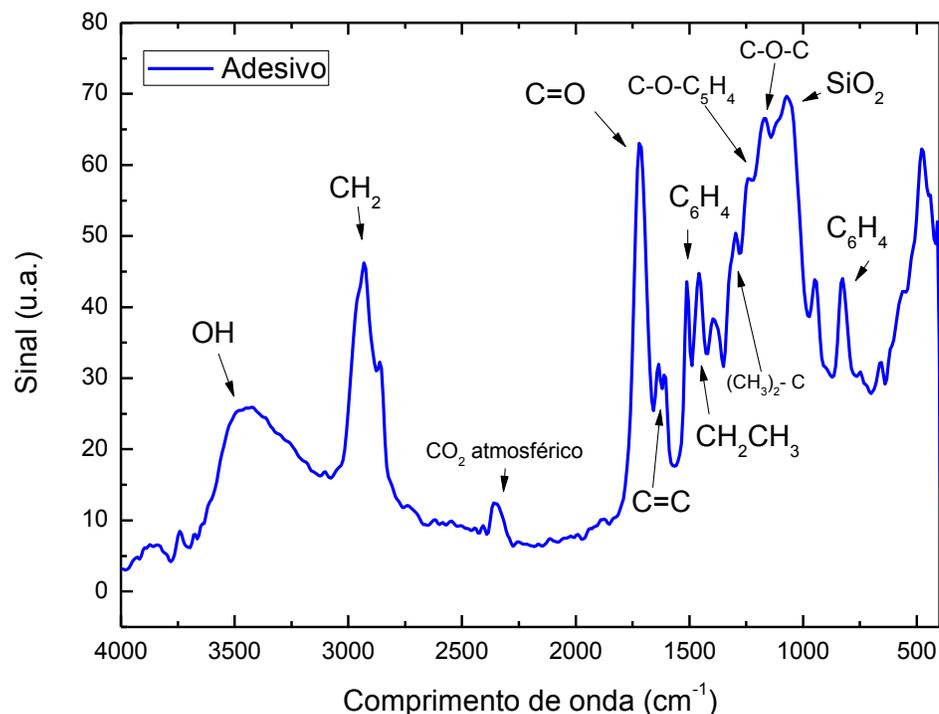


Figura 4. Espectro de absorção fotoacústica do adesivo puro com os grupos funcionais identificados.

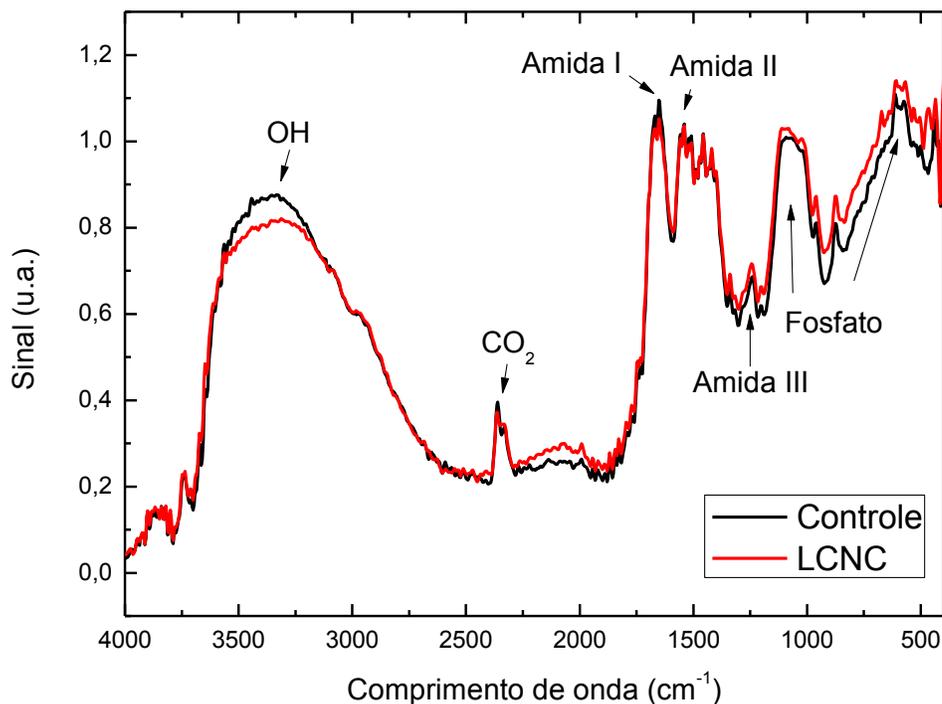


Figura 5. Espectros de absorção fotoacústica da dentina sadia (controle) e nas lesões cervicais não cáries (LCNCs) e os componentes de matriz orgânica e inorgânica identificados.

As Figuras 6, 7 e 8 referem-se às análises dos espectros normalizados em 1460 cm^{-1} obtidos por meio da técnica PAS-FTIR. Foi selecionado o intervalo espectral entre $1800\text{ a }500\text{ cm}^{-1}$, o qual representa a região de interesse do presente estudo. Na figura 6, estão apresentados os espectros de dentina sadia (controle) e dentina na lesão cervical não cáries (LCNC), onde foram identificados os picos referentes a composição orgânica nos comprimentos de onda: amida I 1650 cm^{-1} , amida II 1550 cm^{-1} , amida III 1240 cm^{-1} , e a inorgânica com o fosfato (PO_4) na região de comprimento de onda de $560, 600$ e entre $900\text{ a }1200\text{ cm}^{-1}$.

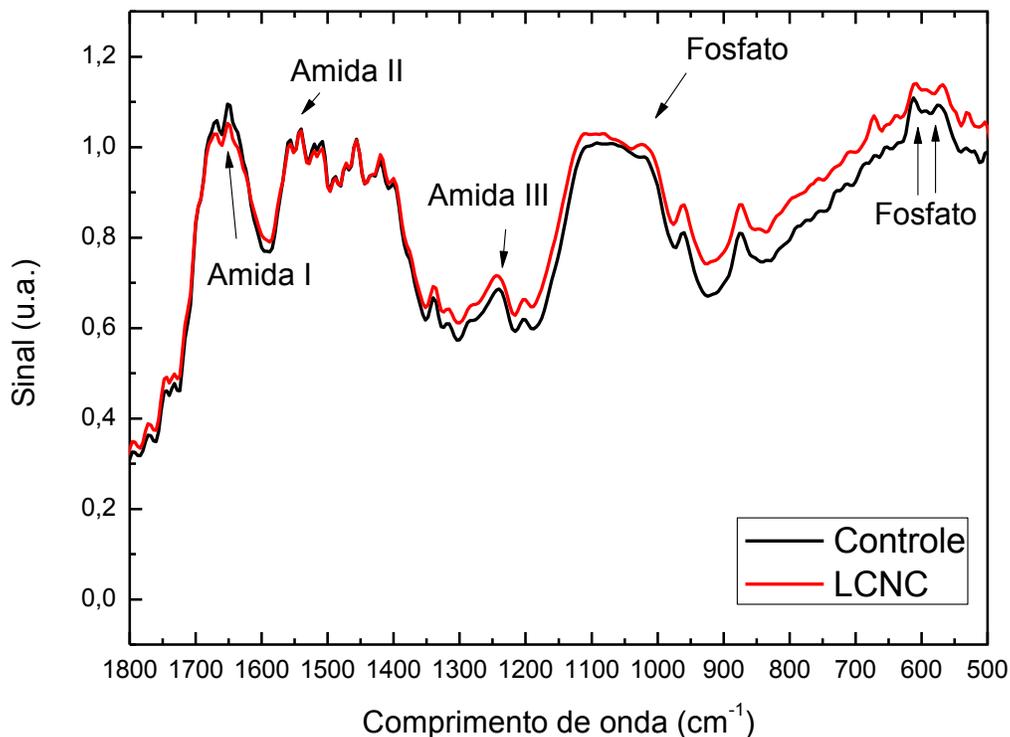


Figura 6. Espectros de absorção fotoacústica de dentina sadia (controle) e em lesão cervical não cáriosa (LCNC).

Após a aplicação do adesivo (figura 7), foram identificados os grupos funcionais nos comprimentos de onda referentes ao sistema adesivo: monômero metacrilato (carbonil C=O 1720 cm^{-1} , CH_2CH_3 1457 cm^{-1}), BIS-GMA (C=C 1638 cm^{-1} , C-O-C 1140 cm^{-1} , $(\text{CH}_3)_2\text{-C}$ 1300 cm^{-1} , C-O-C₅H₄ 1260 cm^{-1} , C₆H₄ 840 cm^{-1}), carga (SiO₂ 1105 cm^{-1}). As bandas associadas à composição mineral e orgânica foram observadas nos espectros da dentina controle e em LCNC nos comprimentos de onda: P=O(1179 cm^{-1}), amida I (1650 cm^{-1}), amida II (1550 cm^{-1}), amida III (1240 cm^{-1}). As barras horizontais mostram que o pico em 1179 cm^{-1} apresenta maior intensidade relativa em relação à banda em torno de 1100 cm^{-1} , quando se compara os espectros das amostras com LCNC e controle.

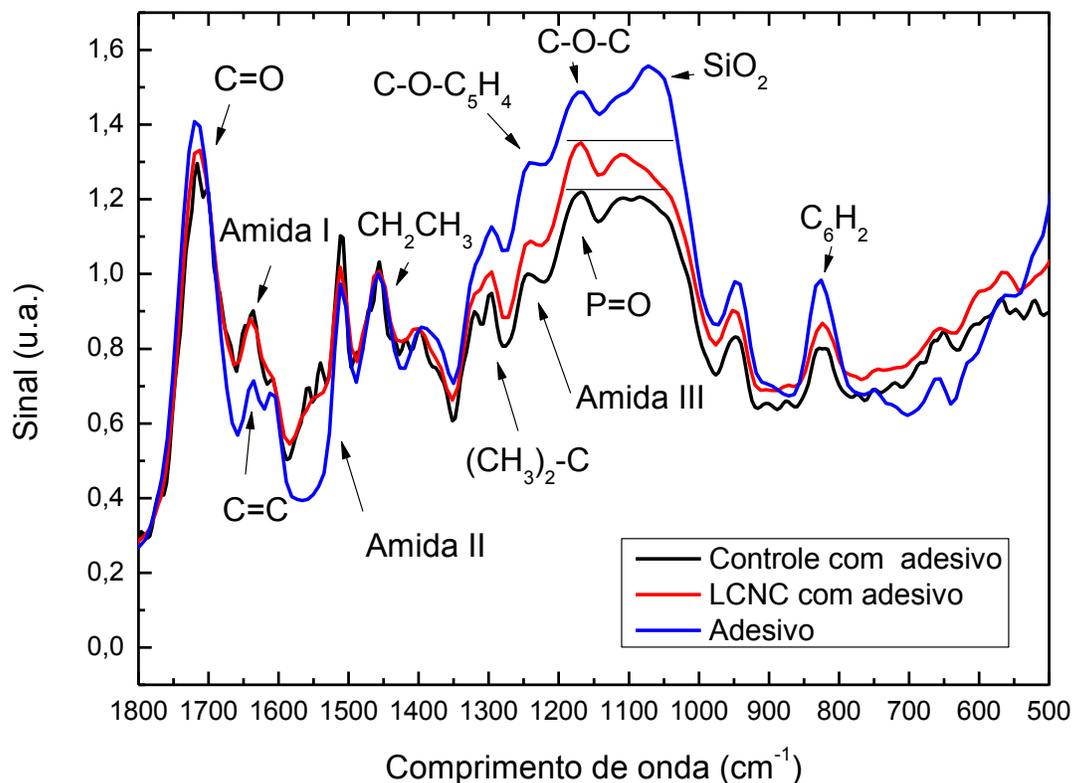


Figura 7. Espectros médios de absorção fotoacústica do adesivo, da dentina sadia (controle com adesivo) e em lesão cervical não cariosa (LCNC com adesivo) após o tratamento. As barras horizontais evidenciam a maior intensidade relativa do pico em 1179 cm^{-1} em relação à banda em torno de 1100 cm^{-1} , no espectro LCNC comparado ao controle.

A Figura 8 apresenta a subtração do sistema adesivo dos substratos dentinários (controle com adesivo e LCNC com adesivo). Nessa figura também se observa um comportamento diferente no comprimento de onda 1179 cm^{-1} ($\text{P}=\text{O}$) entre os grupos (controle e LCNC), sendo mais intensa e estreita para a dentina na LCNC com adesivo. Na figura 8b o espectro foi corrigido para ter o mínimo da subtração na linha do zero e assim permitir calcular a área da banda em 1179 cm^{-1} .

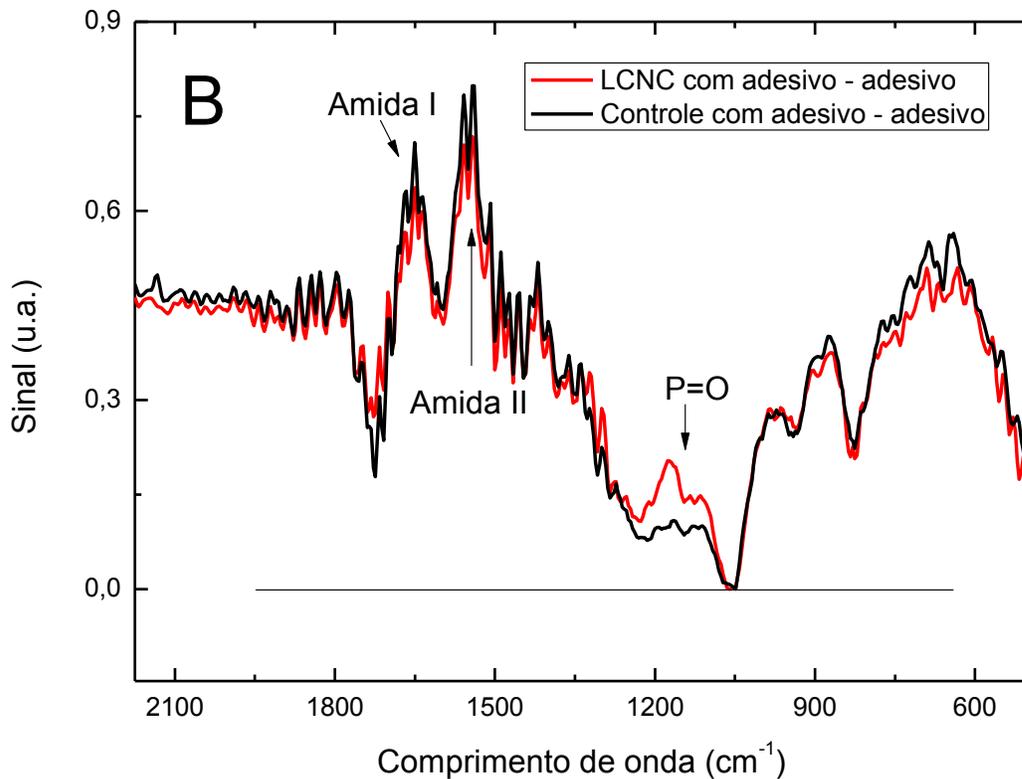
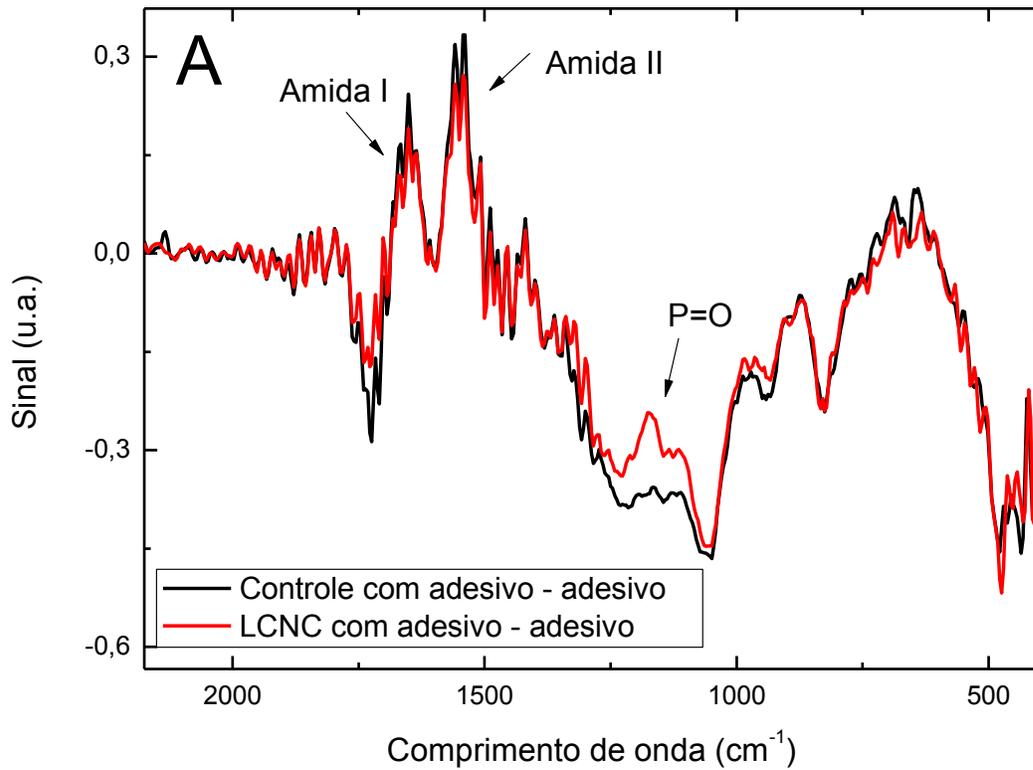


Figura 8. Espectros de absorção fotoacústica das subtrações do sistema adesivo das dentinas controle e em lesão cervical não cariada após o tratamento (Controle com adesivo - adesivo e LCNC com adesivo - adesivo). 8A. Subtração dos espectros normalizados em 1460 cm^{-1} . 8B. Espectro corrigido na linha do zero.

A Tabela 2 mostra os valores das áreas integradas da banda em 1179 cm^{-1} , referentes às ligações $\nu_1\text{ P=O}$, que podem ser atribuídas à interação entre o sistema adesivo e a dentina. Nota-se que numericamente o valor médio encontrado nos espécimes com LCNC é maior, comparado à dentina sadia (controle).

Tabela 2. Valores das áreas integradas da banda 1179 cm^{-1} (média \pm desvio-padrão, $n=4$) referente ao grupo fosfórico (P=O) dos espécimes de dentina sadia (controle) e com lesão cervical não cariiosa (LCNC).

Dente	Área integrada da banda 1179 cm^{-1}	
	Controle	LCNC
5	3,79	20,21
6	14,92	16,74
7	15,38	13,26
8	12,73	20,85
Média \pm Desvio padrão	11,70 \pm 5,40	17,77 \pm 3,50

3.2. Análise da composição mineral da dentina sadia (controle) e da LCNC

Os valores das proporções matriz orgânica/mineral (M:M) antes e após a aplicação do adesivo estão apresentados na tabela 3.

Tabela 3. Proporção Matriz orgânica:Mineral (M:M) da média dos espectros na dentina sadia (controle) e nas lesões cervicais não cariosas (LCNC) antes e após a aplicação do adesivo.

Tratamento	Substrato	Amida I (1640 cm^{-1})/fosfato		
		560 cm^{-1}	600 cm^{-1}	1040 cm^{-1}
Sem adesivo	Controle	1,11	1,01	1,11
	LCNC	1,06	0,94	1,06
Com adesivo	Controle	0,92	0,96	0,73
	LCNC	0,79	0,83	0,66

Os valores obtidos das áreas integradas dos 3 pontos distintos medidos na superfície da dentina sadia e LCNC de cada dente estão representados na Tabela 4. A Figura 9 representa a diferença na média das intensidades entre os grupos.

Tabela 4. Áreas integradas da banda 961 cm^{-1} (fosfato v1) da dentina sadia (controle) e com lesão cervical não cariiosa (LCNC).

Dente	Área integrada da banda 961 cm^{-1}	
	Controle	LCNC
1	129	139
2	129	134
3	145	149
4	120	136
Média ± Desvio padrão	$130,75 \pm 10,4$	$139,5 \pm 6,66$

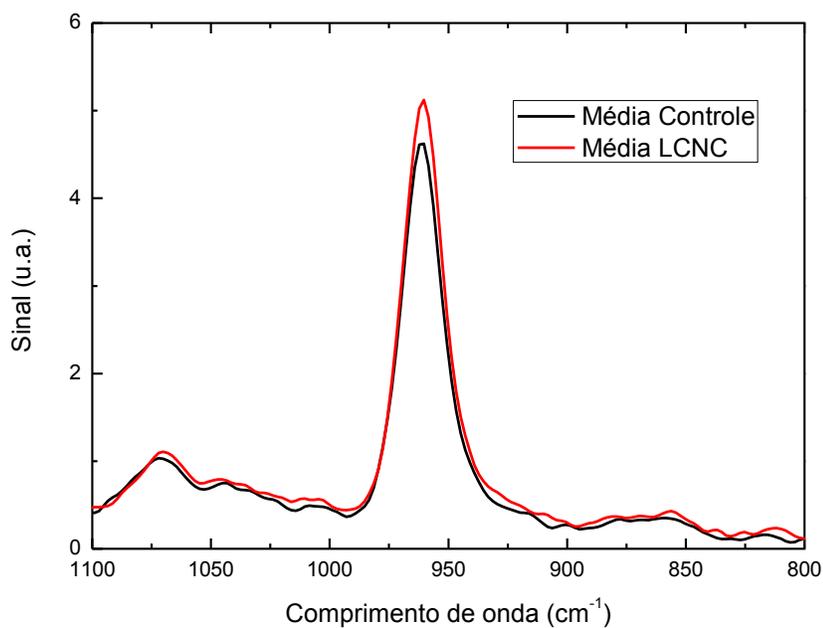


Figura 9. Média dos espectros de absorção do fosfato em 961 cm^{-1} demonstrando a diferença de intensidade entre a dentina sadia (controle) e com lesão cervical não cariiosa (LCNC).

4. Discussão

Até o presente momento, este é o primeiro estudo que descreveu comparativamente as interações químicas entre a dentina humana em lesões cervicais não cariosas e em dentina sadia e um sistema adesivo autocondicionante contendo o monômero funcional 10-MDP.

Para avaliar espectroscopicamente se há ligação química do adesivo com a porção orgânica ou inorgânica da dentina deve-se analisar se houve mudanças nas bandas de absorção atribuídas ao substrato dentinário (Spencer et al., 1992). Nos espectros médios após o tratamento (Figura 7), nota-se que a banda em 1179 cm^{-1} na LCNC apresentou maior intensidade relativa em relação à banda da sílica (SiO_2) comparada ao controle, conforme ilustrado pelas barras paralelas. Entretanto, observa-se que ocorreram sobreposições das bandas atribuídas ao sistema adesivo sobre as do substrato dentinário. Wang et al. (2008) ao utilizarem a técnica PAS-FTIR, também observaram uma sobreposição das bandas atribuídas ao fosfato ($1200\text{ a }900\text{ cm}^{-1}$) da dentina à banda do SiO_2 do adesivo, enquanto a região da amida I (1650 cm^{-1}) estava sobreposta à região do adesivo de $1680\text{ a }1620\text{ cm}^{-1}$. Esses fatores causam uma limitação das análises univariadas, dificultando a revelação de mudanças mínimas nos espectros (Wang et al., 2008). Tendo em vista essas sobreposições, neste estudo optou-se por aprofundar a análise realizando a subtração entre os espectros do adesivo e os das dentinas, controle e LCNC, após o tratamento com o sistema adesivo (Figura 8), de modo que as bandas associadas ao dente e o surgimento/mudanças dos picos pudessem ser melhor evidenciados. Este procedimento permitiu melhorar a visualização da banda em 1179 cm^{-1} , característica da absorção óptica do grupo fosfórico ($\nu_1\text{ P=O}$), onde na subtração das amostras LCNC ficou mais intensa e mais estreita se comparada à da amostra controle.

Em estudo recente, Ubaldini et al. (2012), sugerem que o aumento da intensidade da banda em 1179 cm^{-1} está relacionado à interação química do adesivo com a matriz inorgânica da dentina, mais especificamente entre o grupo éster do adesivo e as moléculas de cálcio e fosfato da dentina, ocasionando a formação do complexo cálcio/fosfato éster. As investigações de Fu et al. (2004), também relataram mudanças do grupo $\nu_1\text{ P=O}$ em 1179 cm^{-1} , sugerindo interações químicas ao utilizar

um primer autocondicionante. Assim, com o objetivo de avaliar quantitativamente uma possível diferença entre as amostras com adesivo, nas dentinas controle e LCNC, no presente trabalho foram calculadas as áreas desta banda em 1179 cm^{-1} , no intervalo entre 1218 e 1052 cm^{-1} (Tabela 2). O valor médio encontrado nos espécimes com LCNC é maior, sugerindo uma maior interação química com esse substrato.

A literatura tem demonstrado que o monômero funcional 10-MDP presente no sistema adesivo autocondicionante utilizado nesse estudo, é capaz de formar ligações químicas com a hidroxiapatita (sais de Cálcio-MDP) e, assim, melhorar a performance e longevidade da adesão em restaurações adesivas (Yoshida et al., 2004; Peumans et al., 2010; Yoshida et al., 2012). Esse processo tem sido justificado pela formação de uma “nanocamada”, a qual é composta por duas moléculas de 10-MDP com os grupos metacrilatos voltados para si e o grupo hidrogênio fosfato afastados um do outro, onde o metacrilato se liga aos íons de cálcio e o grupo hidrogênio fosfato à dentina (Yoshihara et al., 2010). As ligações químicas, evidenciadas no presente estudo (Figura 8) entre o grupo éster do adesivo (metacrilato) e as moléculas de cálcio e fosfato da dentina podem ser atribuídas à formação desses sais de Cálcio-MDP da “nanocamada” em decorrência da interação do sistema adesivo com o substrato dentinário.

Para promover adesão química efetiva com a dentina, o monômero funcional 10-MDP precisa ter uma concentração alta. Especula-se também que a adição dos outros componentes na formulação dos sistemas adesivos pode diminuir a formação da “nanocamada” e, assim, o potencial de interação química dos sistemas adesivos autocondicionantes (Yoshihara et al., 2011). Ao investigar os sistemas adesivos comerciais contendo 10-MDP na formação da nanocamada utilizando difração de raios-x, espectroscopia de raio-x de energia dispersiva e microscopia de transmissão de elétrons, Yoshida et al. (2012) observou que o mesmo sistema adesivo utilizado no presente estudo, apresentou uma “nanocamada” menos proeminente em dentina humana sadia, comparado ao sistema adesivo Clearfil SE Bond (Kuraray), possivelmente devido a uma menor concentração do monômero 10-MDP e também pela presença do ácido polialcenóico (co-polímero presente no Single Bond Universal - 3M/ESPE), que pode ter competido com o 10-MDP pelo mesmo sítio de Ca-adesão na

hidroxiapatita. No entanto, em uma dentina hipermineralizada (grau 4 de esclerose) como nas LCNCs do presente estudo, a concentração relativamente baixa do monômero 10-MDP do sistema adesivo utilizado, foi suficiente para produzir uma interação química com mudanças nos espectros, quando comparada à dentina sadia (Tabela 2).

Além disso, ao aplicar ativamente o sistema adesivo (como recomendado pelo fabricante do Single Bond Universal® 3M/ESPE), é promovido um melhor contato das moléculas de 10-MDP com a dentina, aumentando assim a concentração de 10-MDP em contato com a hidroxiapatita (Yoshihara et al., 2011). Considerando esses fatores, ao utilizar sistemas adesivos com concentrações maiores de 10-MDP seria esperado que uma melhor interação química ocorresse na dentina com lesão cervical não cariosa.

As análises PAS-FTIR e MR demonstraram que a dentina nas LCNC apresentou uma menor proporção matriz orgânica/mineral do que na dentina sadia e numericamente um maior teor mineral que a dentina sadia, uma vez que foi observada uma maior intensidade nas áreas do fosfato v1 na dentina em LCNCs, caracterizando uma zona de dentina hipermineralizada (Tabelas 3 e 4). Esses achados corroboram com estudos previamente realizados sobre as diferenças moleculares/estruturais nas fases orgânicas e inorgânicas entre a dentina sadia e em LCNC usando a espectroscopia Raman (Xu et al., 2009) e PAS-FTIR (Mixson et al., 1995).

Pelo fato da dentina esclerótica ser hipermineralizada podendo dificultar a formação da camada híbrida, devido as alterações moleculares/químicas resultarem num substrato menos favorável à adesão (Xu et al., 2009), a asperização da superfície das LCNCs tem sido recomendada (Van Dijken, 2010; Van Landuyt et al., 2011; Van Dijken, 2013). Alguns estudos defendem a remoção da camada superficial esclerótica a fim de aumentar a retenção intra-tubular (Kwong et al., 2002; Van Dijken, 2010). Porém, de acordo com Tay, Pashley (2004) a remoção da camada hipermineralizada antes do procedimento adesivo em LCNCs pode não resultar num aumento da resistência adesiva, uma vez que a dentina esclerótica pode ainda conter cristalitos capazes de impedir a infiltração do adesivo dentro dos túbulos dentinários. Além disso, numa recente revisão sistemática da literatura, a hipótese nula, de que não haveria

diferença na taxa de sobrevivência das restaurações inseridas em LCNCs submetidas a diferentes tratamentos de superfície, não pôde ser testada devido o número reduzido de estudos que comparam a influência da asperização da dentina no grau de retenção de restaurações em LCNC (Santos et al., 2014). Por outro lado, um estudo recente (Luque-Martinez et al., 2013) demonstrou que a performance adesiva de sistemas autocondicionantes contendo 10-MDP na dentina esclerótica de dentes bovinos, não preparada (grupo controle) foi superior quando comparada à superfície preparada com pontas diamantadas.

No presente estudo, a dentina sadia foi preparada com ponta diamantada acionada por ultrassom de modo a obter uma superfície livre da camada de detritos (*smear layer*). Um estudo recente demonstrou que a ausência total dessa camada de detritos melhorou a efetividade de adesão de sistemas adesivos autocondicionantes moderados e ultra-moderados com a dentina (Suyama et al., 2013). Apesar disso, no presente trabalho, a adesão química ocorreu com maior intensidade na dentina em LCNC do que na dentina sadia. Considerando que o sistema adesivo contendo o monômero funcional 10-MDP utilizado tem afinidade química com a hidroxiapatita, a remoção da camada hipermineralizada com brocas ou condicionamento ácido prévio parece ser desaconselhável, pois poderia diminuir o potencial de adesão química com esse tipo de adesivo.

Estudos *in vitro* apresentam limitações na simulação da real condição clínica. Além disso, existem diferenças na composição e grau de mineralização entre os dentes. Para minimizar essa condição e permitir a comparação direta entre os grupos testados, evitando que possíveis diferenças na permeabilidade entre os dentes pudessem interferir no resultado entre a dentina em LCNC e a dentina sadia (controle), as cavidades foram testadas de forma pareada, ou seja, o mesmo dente recebeu a cavidade controle na face oposta da superfície com LCNC natural. Vale à pena salientar a dificuldade de se obter amostras de dentes humanos com LCNC naturais. Estudos em continuidade a este são necessários, de modo que sejam testados outros sistemas adesivos, com concentrações diferentes do monômero 10-MDP, em outros tipos de substrato dentinário como lesões cariosas cavitadas ativas e inativas, utilizando diferentes técnicas de análise.

5. Conclusão

Os resultados sugerem que a adesão de um sistema adesivo contendo o monômero funcional 10-MDP é mais intensa na dentina de lesões cervicais não cariosas, comparada a dentina sadia em cavidades classe V preparadas.

Referências Bibliográficas

1. Camargo MA, Roda MI, Marques MM, de Cara AA. Micro-tensile bond strength to bovine sclerotic dentine: influence of surface treatment. **J Dent.** 2008;36(11):922-7
2. Carvalho RM, Manso AP, Geraldeli S, Tay FR, Pashley DH. Durability of bonds and clinical success of adhesive restorations. **Dent Mater.** 2012;28(1):72-86.
3. Fu B, Sun X, Qian W, Shen Y, Chen R, Hannig M. Evidence of chemical bonding to hydroxyapatite by phosphoric acid esters. **Biomaterials.** 2005;26(25):5104-10.
4. Grippo JO, Simring M, Schreiner S. Attrition, abrasion, corrosion and abfraction revisited: a new perspective on tooth surface lesions. **J Am Dent Assoc.** 2004;135(8):1109-18; quiz 63-5.
5. Kwong SM, Cheung GS, Kei LH, Itthagaran A, Smales RJ, Tay FR, et al. Micro-tensile bond strengths to sclerotic dentin using a self-etching and a total-etching technique. **Dent Mater.** 2002;18(5):359-69.
6. Levitch LC, Bader JD, Shugars DA, Heymann HO. Non-carious cervical lesions. **J Dent.** 1994;22(4):195-207.
7. Luque-Martinez IV, Mena-Serrano A, Muñoz MA, Hass V, Reis A, Loguercio AD. Effect of bur roughness on bond to sclerotic dentin with self-etch adhesive systems. **Oper Dent.** 2013;38(1):39-47.
8. Magalhães MF, Neto Ferreira RA, Grossi PA, de Andrade RM. Measurement of thermophysical properties of human dentin: effect of open porosity. **J Dent.** 2008;36(8):588-94.
9. Mixson JM, Spencer P, Moore DL, Chappell RP, Adams S. Surface morphology and chemical characterization of abrasion/erosion lesions. **Am J Dent.** 1995;8(1):5-9.
10. Perdigão J. Dentin bonding-variables related to the clinical situation and the substrate treatment. **Dent Mater.** 2010;26(2):e24-37.
11. Perez CoR, Gonzalez MR, Prado NA, de Miranda MS, Macêdo MeA, Fernandes BM. Restoration of noncarious cervical lesions: when, why, and how. **Int J Dent.**

2012;2012:687058.

12. Peumans M, De Munck J, Van Landuyt KL, Poitevin A, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Eight-year clinical evaluation of a 2-step self-etch adhesive with and without selective enamel etching. **Dent Mater.** 2010;26(12):1176-84.
13. Ritter AV, Heymann HO, Swift EJ, Sturdevant JR, Wilder AD. Clinical evaluation of an all-in-one adhesive in non-carious cervical lesions with different degrees of dentin sclerosis. **Oper Dent.** 2008;33(4):370-8.
14. Santos MJ, Ari N, Steele S, Costella J, Banting D. Retention of tooth-colored restorations in non-carious cervical lesions--a systematic review. **Clin Oral Investig.** 2014;18(5):1369-81.
15. Snook RD, Lowe RD, and Baesso ML, Photothermal spectrometry for membrane and interfacial region studies, **Analyst.** 1998;123(4),587–593.
16. Spencer P, Byerley TJ, Eick JD, Witt JD. Chemical characterization of the dentin/adhesive interface by Fourier transform infrared photoacoustic spectroscopy. **Dent Mater.** 1992;8(1):10-5.
17. Suyama Y, Lührs AK, De Munck J, Mine A, Poitevin A, Yamada T, et al. Potential smear layer interference with bonding of self-etching adhesives to dentin. **J Adhes Dent.** 2013;15(4):317-24.
18. Tay FR, Kwong SM, Itthagarun A, King NM, Yip HK, Moulding KM, et al. Bonding of a self-etching primer to non-carious cervical sclerotic dentin: interfacial ultrastructure and microtensile bond strength evaluation. **J Adhes Dent.** 2000;2(1):9-28.
19. Tay FR, Pashley DH. Resin bonding to cervical sclerotic dentin: a review. **J Dent.** 2004;32(3):173-96.
20. Ubaldini AL, Baesso ML, Sehn E, Sato F, Benetti AR, Pascotto RC. Fourier transform infrared photoacoustic spectroscopy study of physicochemical interaction between human dentin and etch-&-rinse adhesives in a simulated moist bond technique. **J Biomed Opt.** 2012;17(6):065002.
21. van Dijken JW. A prospective 8-year evaluation of a mild two-step self-etching

- adhesive and a heavily filled two-step etch-and-rinse system in non-carious cervical lesions. **Dent Mater.** 2010;26(9):940-6.
22. van Dijken JW. A randomized controlled 5-year prospective study of two HEMA-free adhesives, a 1-step self etching and a 3-step etch-and-rinse, in non-carious cervical lesions. **Dent Mater.** 2013;29(11):e271-80.
23. Van Landuyt KL, Peumans M, De Munck J, Cardoso MV, Ermis B, Van Meerbeek B. Three-year clinical performance of a HEMA-free one-step self-etch adhesive in non-carious cervical lesions. **Eur J Oral Sci.** 2011;119(6):511-6.
24. Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P, Van Landuyt K, Lambrechts P, Vanherle G. Buonocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. **Operat Dent** 2003;28:215—235.
25. Van Meerbeek B, Yoshihara K, Yoshida Y, Mine A, De Munck J, Van Landuyt KL. State of the art of self-etch adhesives. **Dent Mater.** 2011;27(1):17-28.
26. Wang Y, Yao X, Parthasarathy R. Characterization of interfacial chemistry of adhesive/dentin bond using FTIR chemical imaging with univariate and multivariate data processing. **J Biomed Mater Res A.** 2009;91(1):251-62.
27. Xu C, Karan K, Yao X, Wang Y. Molecular structural analysis of noncarious cervical sclerotic dentin using Raman spectroscopy. **J Raman Spectrosc.** 2009, 40, 1780-1785.
28. Yoshida Y, Nagakane K, Fukuda R, Nakayama Y, Okazaki M, Shintani H, et al. Comparative study on adhesive performance of functional monomers. **J Dent Res.** 2004;83(6):454-8.
29. Yoshida Y, Van Meerbeek B, Nakayama Y, Snauwaert J, Hellemans L, Lambrechts P, et al. Evidence of chemical bonding at biomaterial-hard tissue interfaces. **J Dent Res.** 2000;79(2):709-14.
30. Yoshida Y, Yoshihara K, Nagaoka N, Hayakawa S, Torii Y, Ogawa T, et al. Self-assembled Nano-layering at the Adhesive interface. **J Dent Res.** 2012;91(4):376-81.
31. Yoshida Y, Inoue S. Chemical analyses in dental adhesive technology.

Japanese Dental Science Review. 2012; 48, 141—152

32. Yoshihara K, Yoshida Y, Nagaoka N, Fukegawa D, Hayakawa S, Mine A, et al. Nano-controlled molecular interaction at adhesive interfaces for hard tissue reconstruction. **Acta Biomater.** 2010;6(9):3573-82.
33. Yoshihara K, Yoshida Y, Hayakawa S, Nagaoka N, Irie M, Ogawa T, et al. Nanolayering of phosphoric acid ester monomer on enamel and dentin. **Acta Biomater.** 2011;7(8):3187-95.
34. Yoshihara K, Yoshida Y, Nagaoka N, Hayakawa S, Okihara T, De Munck J, et al. Adhesive interfacial interaction affected by different carbon-chain monomers. **Dent Mater.** 2013;29(8):888-97.
35. Zimmerli B, De Munck J, Lussi A, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Long-term bonding to eroded dentin requires superficial bur preparation. **Clin Oral Investig.** 2012;16(5):1451-61.

Anexo

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Gostaríamos de convidá-lo a participar da pesquisa intitulada “INTERAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS NA INTERFACE SISTEMA ADESIVO/DENTINA EM LESÕES CERVICAIS NÃO CARIOSAS”, que faz parte do curso de Odontologia da Universidade Estadual de Maringá e é orientada pela prof^a Dr^a Renata Corrêa Pascotto. O objetivo da pesquisa é estudar será analisar e comparar as interações físico-químicas na interface entre sistema adesivo odontológico e a dentina humana sadia e com lesão cervical não cariada, utilizando Espectroscopia micro-Raman (MR) e Espectroscopia Fotoacústica no infravermelho via transformada de Fourier (PAS_FTIR). Os adesivos dentários são materiais que desenvolvem um mecanismo de união físico/química entre a resina composta e o dente, por meio da permeação nos espaços existente na superfície do dente. Os testes serão realizados em laboratório (in vitro) com a utilização de dentes humanos que apresentem a lesão cervical não cariada, após a aprovação do projeto pelo Comitê de Ética em Pesquisa.

Os resultados obtidos servirão como base de dados para a realização, publicação e apresentação de trabalhos científicos. É direito do participante o esclarecimento de qualquer dúvida relacionada à realização da pesquisa. A participação será isenta de qualquer gasto ou recompensa, sendo totalmente voluntária. Além disso, o participante terá a liberdade de retirar seu consentimento a qualquer momento e deixar de participar do estudo.

A sua participação se dará da seguinte forma: Após a exodontia dos seus dentes indicados para extração por motivos periodontais e/ou ortodônticos, você assinará um termo de cessão desses dentes, estando ciente de que eles serão utilizados com a finalidade de realização de pesquisas laboratoriais. Quando desejar, você poderá requisitar novamente os dentes que foram cedidos, mesmo que estejam restaurados ou seccionados.

É importante ressaltar que os testes realizados utilizando os seus dentes não permitirão a sua identificação, mantendo-se sempre em sigilo a identidade do participante, não havendo riscos inaceitáveis no desenvolvimento desta pesquisa. Após a utilização do dente cedido, este material biológico será descartado da mesma forma como seria após sua extração, ou seja, em lixo hospitalar de material contaminado. O benefício esperado pelo resultado da pesquisa, será proporcionar novos conhecimentos na área da odontologia adesiva, estabelecendo padrões adesivos que aumentem a longevidade clínica de restaurações dentárias em dentes com lesões por erosão.

Caso você tenha mais dúvidas ou necessite maiores esclarecimentos, pode nos contatar nos endereços abaixo ou procurar o Comitê de Ética em Pesquisa da UEM, cujo endereço consta deste documento. Este termo deverá ser preenchido em duas vias de igual teor, sendo uma delas, devidamente preenchida e assinada entregue a

você.

Eu,.....(nome por extenso do sujeito de pesquisa) declaro que fui devidamente esclarecido e concordo em participar VOLUNTARIAMENTE da pesquisa coordenada pela Profª Dra Renata C. Pascotto, aceitando ceder _____ dente(s) permanente(s) para o o Departamento de Odontologia da UEM.

Estou ciente de que este(s) dente(s) foi (foram) extraído(s) por indicação terapêutica, como documentado em meu prontuário e de que o(s) mesmo(s) será(ão) utilizado(s) para pesquisa.

_____Data:.....
Assinatura

Eu,.....(nome do pesquisador ou do membro da equipe que aplicou o TCLE), declaro que forneci todas as informações referentes ao projeto de pesquisa supra-nominado.

_____Data:.....
Assinatura do pesquisador

Qualquer dúvida com relação à pesquisa poderá ser esclarecida com as pesquisadoras, conforme o endereço abaixo:

Nome: Renata Corrêa Pascotto e Bruna Medeiros Bertol de Oliveira

Endereço: Av. Mandacarú, 1550, Maringá,PR

(telefone/e-mail): 3011-9051 renatapascotto@gmail.com

Qualquer dúvida com relação aos aspectos éticos da pesquisa poderá ser esclarecida com o Comitê Permanente de Ética em Pesquisa (COPEP) envolvendo Seres Humanos da UEM, no endereço abaixo:

COPEP/UEM

Universidade Estadual de Maringá.

Av. Colombo, 5790. Campus Sede da UEM.

Bloco da Biblioteca Central (BCE) da UEM.

CEP 87020-900. Maringá-Pr.

Tel: (44) 3261-4444 E-mail: copep@uem.br