

RESSALVA

Atendendo solicitação do (a) autor (a), o texto completo desta tese será disponibilizado a partir de

14/12/2020



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de São José dos Campos
Instituto de Ciência e Tecnologia

DANILO DE SOUZA ANDRADE

**CORRELAÇÃO DA PERMEABILIDADE COM A RESISTÊNCIA
DE UNIÃO NA DENTINA HUMANA DESPROTEINIZADA
UTILIZANDO TRATAMENTOS DE LASER E FOSFATO DE
CÁLCIO**

2018

DANILO DE SOUZA ANDRADE

**CORRELAÇÃO DA PERMEABILIDADE COM A RESISTÊNCIA
DE UNIÃO NA DENTINA HUMANA DESPROTEINIZADA
UTILIZANDO TRATAMENTOS DE LASER E FOSFATO DE
CÁLCIO**

Dissertação apresentada ao Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista (Unesp), Campus de São José dos Campos, como parte dos requisitos para obtenção do título de MESTRE, pelo Programa de Pós-Graduação em ODONTOLOGIA RESTAURADORA.

Área de Dentística. Linha de pesquisa: Avaliação clínica e laboratorial de alterações da estrutura dental, de materiais e de técnicas de prevenção e tratamento em dentística.

Orientador: Prof. Adj. César Rogério Pucci

Coorientadora: Prof. Dra. Fernanda Alves Feitosa

São José dos Campos
2018

Instituto de Ciência e Tecnologia [internet]. Normalização de tese e dissertação [acesso em 2019]. Disponível em <http://www.ict.unesp.br/biblioteca/normalizacao>

Apresentação gráfica e normalização de acordo com as normas estabelecidas pelo Serviço de Normalização de Documentos da Seção Técnica de Referência e Atendimento ao Usuário e Documentação (STRAUD).

Andrade, Danilo de Souza

Correlação da permeabilidade com a resistência de união na dentina humana desproteïnizada utilizando tratamentos de laser e fosfato de cálcio / Danilo de Souza Andrade. - São José dos Campos : [s.n.], 2018.

102 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Odontologia Restauradora) - Pós-Graduação em Odontologia Restauradora - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia, São José dos Campos, 2018.

Orientador: César Rogério Pucci

Coorientadora: Fernanda Alves Feitosa

1. Permeabilidade da Dentina. 2. Fosfato de Cálcio. 3. Laser de Nd:YAG. 4. Hipoclorito de Sódio. 5. Resistência de União. I. Pucci, César Rogério , orient. II. Feitosa, Fernanda Alves, coorient. III. Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia, São José dos Campos. IV. Universidade Estadual Paulista 'Júlio de Mesquita Filho' - Unesp. V. Universidade Estadual Paulista (Unesp). VI. Título.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Adj. César Rogério Pucci (Orientador)

Universidade Estadual Paulista (Unesp)

Instituto de Ciência e Tecnologia

Campus de São José dos Campos

Prof. Tit. Roberto Ruggiero Braga

Universidade de São Paulo (USP)

Faculdade de Odontologia

Campus de São Paulo

Prof^ª. Dr. Taciana Marco Ferraz Caneppele

Universidade Estadual Paulista (Unesp)

Instituto de Ciência e Tecnologia

Campus de São José dos Campos

São José dos Campos, 14 de dezembro de 2018.

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho a minha família, em especial aos meus pais Pedro Celso de Andrade e Regina Célia de Andrade e a minha avó Teresinha Ferreira de Souza.

Vocês são meu alicerce, tudo o que sou hoje devo a vocês.

Meu sincero obrigado.

Amo vocês.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por ter me dado forças durante o período do meu mestrado, sem Ele eu não teria chegado até aqui, É Ele a minha força e fortaleza.

Gostaria de não só agradecer mas homenagear a minha avó Terezinha Ferreira de Souza, dedicando a ela todo o meu trabalho. Mesmo não tendo acesso aos estudos, com toda a sua simplicidade foi a minha maior professora, me ensinou lições de amor, e me formou para escola da vida. Mais do que a teoria que é dada em sala de aula, com ela eu aprendi seguindo seus exemplos. O que eu sou hoje, devo a ela, e por isso Vó, meu muito obrigado! Para senhora, todo o meu amor.

Aos meus avós José de Souza (in memoria) e Tereza Andrade (in memoria), a certeza de que do Céu, onde vocês estão, intercederam a Deus por mim. Minhas orações são constantes.

Aos meus pais Regina Célia de Souza Andrade e Pedro Celso Andrade, como sagrado, grandes casas são construídas em rochas, e vocês são a minha rocha e o meu alicerce. Espero tê-los honrado e respeitado. Para vocês a minha gratidão. Aos meus tios João Carlos de Souza, Elisa Maria de Souza e Silvana Ap. de Souza, muito mais do que tios, vocês foram meus parceiros, sempre tiveram comigo as responsabilidades e os cuidados de pais. Vocês foram os meus primeiros amigos, e serão sempre os meus eternos companheiros.

Ao meu professor orientador César Rogério Pucci, obrigado por desde a graduação ter me acompanhado e ter ajudado o meu desenvolvimento como profissional. Por ter sempre me aberto caminhos, e neles ter me ensinado a caminhar.

A minha coorientadora Fernanda Alves Feitosa, obrigado por ter me auxiliado e ter contribuído tanto na realização desse trabalho. Por ter se preocupado para que tudo desse certo.

Durante a graduação temos alguns professores que nos marcam de alguma forma, e aos meus, gostaria de deixar o meu agradecimento: professores Taciana Caneppele, Eduardo Bresciani e João Maurício, vocês são mais do que mestres e tudo que me ensinaram vai além da sala de aula, foram pessoas que me

inspiraram com conselhos, atitudes e exemplos, para que antes de um bom dentista eu fosse um bom ser humano na minha profissão.

A minha amiga Fernanda Tessarin, que durante esse período de mestrado foi o meu apoio em todo e qualquer momento, e me deu suporte nas horas em que eu mais precisei.

Aos meus amigos de pós-graduação, obrigada pelo bom convívio que tivemos durante esse período.

A Thailaine Maria Santoro da Silva, obrigado por todo companheirismo, por ter me ajudado e me aconselhado em todos os momentos, bons ou ruins. Essa vitória também é sua.

Aos meus amigos da vida, Thiago, Homero, Bruno, Rafael e Daniel, eu sempre guardo e levo vocês comigo.

A UNESP por ter sido minha segunda casa, tenho muito orgulho de ter me formado aqui.

A pós-graduação por ter me dado suporte necessário para a realização do curso.

E por último, CAPES, por ter me concedido a bolsa de estudos.

“O coração humano projeta o caminho, mas é o Senhor quem dirige os passos”

Provérbios 16:9

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	9
LISTA DE ABREVIATURAS.....	11
RESUMO	12
ABSTRACT.....	13
1 INTRODUÇÃO	14
2 REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1 Permeabilidade	17
2.2 Fosfato.....	23
2.3 Desproteínização.....	29
2.4 Laser.....	36
3 PROPOSIÇÃO	46
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	47
4.1 Materiais.....	47
4.2 Métodos.....	48
4.2.1 Delineamento experimental.....	48
4.2.1.1 Variáveis respostas para análise estatística.....	48
4.2.1.2 Unidades experimentais	48
4.2.1.3 Fatores em estudo para a permeabilidade e microtração a 6 tratamentos da dentina	48
4.2.1.4 Variável resposta	49
4.2.1.5 Cálculo amostral	49
4.2.2 Confeção dos corpos de prova	49
4.2.3 Mensuração das permeabilidades	53
4.2.3.1 Mensuração da permeabilidade inicial	53
4.2.3.2 Mensuração da permeabilidade máxima	56
4.2.3.3 Mensuração da permeabilidade após cada tratamento.....	57
4.2.4 Desproteínização da dentina	58

4.2.5 Divisão dos grupos experimentais segundos os tratamentos.....	58
4.2.6 Características do laser e técnica de irradiação.....	61
4.2.7 Cálculo da densidade de energia.....	62
4.2.8 Técnica restauradora.....	64
4.2.9 Ciclagem termomecânica.....	65
4.2.10 Preparo das amostras para teste de microtração.....	66
4.2.11 Teste de resistência a microtração.....	66
4.2.12 Análise das fraturas.....	67
4.2.13 Análises ilustrativas de microscopia eletrônica de varredura (MEV).....	68
5 FORMA DE ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	69
6 RISCOS E BENEFÍCIOS DO PROJETO.....	70
7 RESULTADOS.....	71
7.1 Análise estatística para permeabilidade dentinária.....	71
7.2 Análise estatística para o teste resistência de união.....	73
7.3 Correlação para o teste de permeabilidade e resistência de união.....	77
7.4 Microscopia eletrônica de varredura.....	77
8 DISCUSSÃO.....	81
8.1 Da metodologia.....	82
8.2 Dos resultados.....	86
9 CONCLUSÃO.....	90
REFERÊNCIAS.....	91
ANEXO.....	100

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Preparação do dente para confecção dos espécimes.....	50
Figura 2 – Remoção do esmalte da superfície oclusal.....	50
Figura 3 – Máquina recortadora de amostras circulares.....	51
Figura 4 – Matriz metálica com espessura do disco de dentina padronizado.....	52
Figura 5 – Estéreo microscópio.....	52
Figura 6 – Remoção da <i>smear layer</i> do lado pulpar.....	53
Figura 7 – Mensuração da permeabilidade dentinária.....	54
Figura 8 – Imersão do espécime em ácido cítrico 0,3% para abertura dos túbulos dentinários.....	57
Figura 9 – Desproteinização da superfície.....	58
Figura 10 – Delineamento experimental.....	60
Figura 11 – Tratamentos de superfície.....	61
Figura 12 – Aplicação do laser de Nd:YAG sobre a superfície oclusal.....	62
Figura 13 – Parâmetros adotados na aplicação.....	63

Figura 14 – Confeção das restaurações.....	64
Figura 15 – Preparo e ciclagem em máquina de envelhecimento termomecânico.....	65
Figura 16 – Preparo para o teste de resistência de união.....	66
Figura 17 – Teste de resistência de união.....	67
Figura 18 – Gráfico das permeabilidades iniciais e após tratamentos.....	73
Figura 19 – Gráfico da resistência de união de cada grupo e desvio padrão	76
Figura 20 – Gráfico da porcentagem dos tipos de fratura por grupo.....	76
Figura 21 – Gráfico de correlação permeabilidade x resistência de união..	77
Figura 22 – Imagens ilustrativas de MEV grupo Adesivo.....	78
Figura 23 – Imagens ilustrativas de MEV grupo LA.....	78
Figura 24 – Imagens ilustrativas de MEV grupo AL.....	79
Figura 25 – Imagens ilustrativas de MEV grupo FA.....	79
Figura 26 – Imagens ilustrativas de MEV grupo FLA.....	80
Figura 27 – Imagens ilustrativas de MEV grupo FAL.....	80

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A	Adesivo
AL	Adesivo associado ao laser
ANOVA	Análise de variância Comprimento
CO	Constante de proporcionalidade
CP	Constante de proporcionalidade
CPP-ACP	Fosfato de caseína-fosfato de cálcio amorfo
DC	Diâmetro do calibre interno
DE	Densidade de energia
DL	Deslocamento linear
EDTA	Ácido etileno diamina tetra cético
Er:YAG	Érbio: ítrio-alumínio-granada
FKR	Tampão fosfato Krebs Ringer
LA	Laser associado ao adesivo
Lp	Condutância hidráulica
Lpmax	Condutância hidráulica máxima
MEV	Microscopia eletrônica de varredura
MPa	Megapascal
NaOCl	Hipoclorito de sódio
Nd: YAG	Neodímio: ítrio-alumínio-granada
Nd: YLF	Neodímio: ítrio-lítio-flúor
P	Pressão hidrostática
PMin	Permeabilidade mínima
PVC	Poli cloreto de vinil
Q	Taxa de filtração
VI	Volume interno de todo capilar

Andrade DS. Correlação da permeabilidade com a resistência de união na dentina humana desproteïnizada utilizando tratamentos de laser e fosfato de cálcio [dissertação]. São José dos Campos (SP): Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia; 2018.

RESUMO

As restaurações a base de materiais resinosos tiveram um grande desenvolvimento, entretanto a durabilidade da interface adesiva ao substrato dental ainda é comprometida pela permeabilidade dentinária e pela degradação da camada híbrida. O objetivo desse estudo foi avaliar, *in vitro*, tratamentos que reduzem a permeabilidade dentinária, como aplicação de produto dessensibilizante à base de fosfato de cálcio e processo assistido a laser, e correlacionar essa redução de permeabilidade com a resistência de união a dentina. Sessenta discos de dentina de molares humanos com 6 mm de diâmetro e 1,5 mm de altura foram utilizados. Foi realizada desproteïnização na superfície dentinária oclusal de todas as amostras. As amostras foram divididas em seis grupos (n=10) conforme os tratamentos sendo: A – Adesivo (Single Bond Universal – 3M ESPE); LA – Laser de Nd:YAG + Adesivo; AL - Adesivo + Laser Nd:YAG; FA – Fosfato de Cálcio + Adesivo; FLA – Fosfato de Cálcio + Laser Nd:YAG + Adesivo e FAL – Fosfato de Cálcio + Adesivo + Laser Nd:YAG. O percentual das permeabilidades inicial e final (após tratamento) foi calculado a partir da permeabilidade máxima. Os grupos foram comparados em cada momento da avaliação da permeabilidade (inicial e final). Para o teste de resistência de união (RU) as amostras foram restauradas com resina composta (Z350 – 3M ESPE) e submetidas ao envelhecimento termomecânico (5.000 ciclos térmicos e 120.000 mecânicos), posteriormente foram confeccionados palitos para o teste de microtração. Os resultados para a permeabilidade dentinária e desvio padrão foram (médias percentuais %): iniciais A: 63,18 ($\pm 15,82$); FA: 72,87 ($\pm 17,48$); LA: 78,42 ($\pm 15,92$); FLA: 72,64 ($\pm 24,28$); AL: 74,96 ($\pm 16,86$); FAL: 71,60 ($\pm 15,33$) e as médias percentuais após os tratamentos: A: 29,99 ($\pm 16,38$); FA: 34,42 ($\pm 18,60$); LA: 35,13 ($\pm 20,61$); FLA: 26,70 ($\pm 11,44$); AL: 20,20 ($\pm 6,32$) e FAL: 23,85 ($\pm 12,30$). Os resultados e o desvio padrão para o teste de RU (em Mpa) foram: A 35,28 ($\pm 4,18$); FA 32,17 ($\pm 3,10$); LA 39,19 ($\pm 4,58$); FLA 36,06 ($\pm 2,75$); AL 34,34 ($\pm 3,63$) e FAL 35,14 ($\pm 2,40$). Os dados foram submetidos ao teste de ANOVA, para a permeabilidade, observou-se uma redução estatisticamente significativa para todos os tratamentos ($p=0$), no entanto não foram observadas diferenças na redução da permeabilidade entre os tratamentos ($p=0,318125$), para a RU a presença de fosfato não demonstrou diferença estatisticamente significativa ($p>0,05$), no entanto para o fator tratamento houve diferença entre os grupos ($p<0,05$), o teste de Tukey 5% mostrou que os grupos LA e FLA apresentaram valores superiores estatisticamente os demais. No teste de correlação de Pearson foi constatado que a correlação entre RU e permeabilidade foi insignificante ($r= - 0,0581$). O presente estudo concluiu que todos os tratamentos foram efetivos para a redução da permeabilidade. A resistência de união foi afetada pelos tratamentos. A correlação entre RU e permeabilidade foi desprezível.

Palavras-chaves: Permeabilidade da Dentina. Fosfato de Cálcio. Laser de Nd:YAG. Hipoclorito de Sódio. Resistência de União.

Andrade DS. Correlation of permeability with bond strenght in deproteinized human dentin using laser and calcium phosphate treatments [dissertation]. São José dos Campos (SP): São Paulo State University (Unesp), Institute of Science and Technology; 2018.

ABSTRACT

The restorations based on aesthetic materials had a great development, however the durability of the adhesive interface to the dental substrate is still compromised by the dentin permeability and the degradation of the hybrid layer. The aim of this study was to evaluate, *in vitro*, treatments that reduce dentin permeability, such as the application of desensitizing product based on calcium phosphate and laser assisted process, and to correlate this reduction of permeability with bond strength to dentin. Sixty discs of dentin from human molars 6 mm in diameter and 1.5 mm in height were used. Deproteinization was performed on the occlusal dentin surface of all samples. The samples were divided into six groups ($n = 10$) according to the treatments: A – Adhesive (Single Bond Universal – 3M ESPE); LA - Nd: YAG Laser + Adhesive; AL - Adhesive + Laser Nd: YAG; FA - Calcium Phosphate + Adhesive; FLA - Calcium Phosphate + Nd: YAG Laser + Adhesive and FAL - Calcium Phosphate + Adhesive + Nd: YAG Laser. The percentage of the initial and final permeabilities (after treatment) was calculated from the maximum permeability. The groups were compared to each other at each moment of the permeability assessment (initial and final). For the bond strength test the samples were restored with composite resin (Z350 - 3M ESPE) and subjected to thermomechanical aging (5,000 thermal cycles and 120,000 mechanical), later sticks were made for the microtensile test. The results for dentin permeability were: (means % and sd): initial A: 63.18 (± 15.82); FA: 72.87 (± 17.48); LA: 78.42 (± 15.92); FLA: 72.64 (± 24.28); AL: 74.96 (± 16.86); FAL: 71.60 (± 15.33) and the mean percentages after treatments: A: 29.99 (± 16.38); FA: 34.42 (\bar{n} 18.60); LA: 35.13 (± 20.61); FLA: 26.70 (± 11.44); AL: 20.20 (± 6.32) and FAL: 23.85 (± 12.30). The results and standard deviation for the bond strength test (in Mpa) were: A 35.28 (± 4.18); FA 32.17 (± 3.10); LA 39.19 (± 4.58); FLA 36.06 (± 2.75); AL 34.34 (± 3.63) and FAL 35.14 (± 2.40). The results were submitted to ANOVA, a statistically significant reduction in permeability was observed for all treatments ($p = 0$), however, no differences were observed in the reduction of permeability between treatments ($p = 0.318125$), the presence of phosphate did not show a statistically significant difference ($p > 0.05$), however for the treatment factor there was difference between the groups ($p < 0.05$), so Tukey 5% was applied, the LA and FLA groups presented values statistically superior to the others. Pearson's correlation test showed that there was a insignificant correlation ($r = -0,0581$). The present study concluded that all treatments were effective for the reduction of permeability. The bond strength was affected by the treatments. A correlation between the permeability and the bond strength can not be observed.

Keywords: Dentin Permeability. Calcium Phosphate. Nd:YAG Laser. Sodium Hypochlorite. Bond Strenght.

1 INTRODUÇÃO

Buonocore (1955) introduziu o condicionamento ácido sobre a superfície do esmalte dentário, promovendo um aumento na resistência de união à resina acrílica. Posteriormente, Fusayama et al. (1979) propôs o condicionamento ácido da dentina e (Nakabayashi et al., 1992) observou que os compostos monoméricos são capazes de infiltrar por entre a rede de fibras colágenas exposta pelo condicionamento ácido, formando uma estrutura única que promove a adesão entre o material resinoso e o substrato dental, denominada camada híbrida. A partir desses três importantes estudos foi possível o desenvolvimento de materiais com maior afinidade às estruturas dentárias e diferentes técnicas de aplicação, com o intuito de melhorar a longevidade das restaurações estéticas.

A estrutura do esmalte dentário é composta em sua maioria (96%) por uma matriz inorgânica, o que facilita a união dental ao material restaurador. Já a dentina possui uma matriz inorgânica (70% em peso) associada a uma matriz orgânica (20% em peso), rica em proteína e água (10% em peso), sendo esse um agravante para uma boa união entre o substrato dentinário e o material restaurador (Goldberg et al., 2011; Pashley et al., 1989).

Apesar da dificuldade decorrente do maior conteúdo orgânico, a água tem um importante papel na adesão, fazendo com que as fibras colágenas não sejam colapsadas após o condicionamento ácido e assim garantindo que se consiga a impregnação dos compostos monoméricos entre suas fibras (Carvalho et al., 1996). Nos adesivos autocondicionantes, por exemplo, a água presente na dentina promove a diluição do monômero ácido influenciando na quantidade de dentina que será desmineralizada (Van Meerbeek et al., 2011).

O excesso de água pode levar à falha prematura, como mostrado no estudo de Tay et al. (1996) e Pucci et al. (2018) onde o excesso de umidade na superfície dentinária impediu o molhamento do monômero resinoso de maneira uniforme sobre a dentina condicionada, causando a formação de poros na camada de adesivo após sua polimerização. Além disso, a presença da água influencia negativamente a adesão, já que as metaloproteinases (MMPs) são

ativadas na dentina condicionada , levando a progressiva degradação das fibras colágenas que não foram impregnadas por monômero (Pashley et al., 2004).

Mesmo após a polimerização da camada de adesivo, ocorre a existência de canais dentro da camada de adesivo (*water-trees*) que possibilitam o fluxo de água , dessa forma resultam em uma membrana semipermeável (Tay, Pashley, 2003). A literatura mostra que dentina mais obliterada, como por exemplo dentina reacional, possuem uma menor formação das “water trees” entremeando sua a estrutura (Tay et al., 2005). Assim, pode-se supor que a obliteração dos túbulos dentinários pode influenciar a resistência de união. Essa constatação resulta na necessidade de testar métodos e tratamentos que realizem a obliteração dos túbulos, e por fim comparar a resistência de união à dentina.

A desproteinização consiste na remoção do colágeno exposto decorrente do condicionamento ácido, através da ação de um agente proteolítico como o hipoclorito de sódio (NaOCl) (Dayem 2010; Esteves et al., 2016; Wakabayashi et al., 1994). A utilização do NaOCl faz com que ocorra uma mudança morfológica na estrutura da dentina (Sakae et al., 1988). Após a utilização do NaOCl a dentina se apresenta mais mineralizada, com uma composição semelhante a do esmalte. Dessa maneira existem relatos de uma maior difusão do adesivo por entre a dentina desproteinizada criando assim uma camada mais espessa favorecendo o aumento da resistência de união (Ciucchi et al., 1994; Dayem 2010; Mountouris et al., 2004; Siqueira et al., 2018). Adicionalmente pode-se presumir que materiais dessensibilizantes podem difundir na dentina desproteinizada.

Dentre os métodos desenvolvidos para o selamento dos túbulos e vedação da dentina encontram-se a aplicação de materiais sobre a superfície dentinária e a irradiação com laser de neodímio (processo assistido a laser). Materiais como o Biovidro (Bakry et al., 2011), pasta de hidroxiapatita associada ácido fosfórico (Bakry et al., 2016), vernizes fluoretados (Chiga et al., 2016; Kara, Orbak, 2009) e fosfato dicálcico e tetracálcico são alguns dos relatados na literatura com a finalidade de diminuição da permeabilidade dentinária. Dentre eles, fosfato dicálcico e tetracálcico evidenciam-se pela capacidade de promover boa obliteração dos túbulos dentinários, conseqüentemente diminuindo a

permeabilidade dentinária, apresentando um desempenho superior quando comparado aos demais (Zhou et al., 2016).

O laser Nd:YAG tem a capacidade de modificar a superfície dentinária, fazendo com que a mesma tenha a sua permeabilidade reduzida através de um processo de derretimento (formação de *melting*) e recristalização rápida da dentina (Al-Saud, Al-Nahedh, 2012; Liu et al., 1997; de Magalhães et al., 2004; Naylor et al., 2006). A associação da irradiação com laser Nd:YAG e a aplicação do sistema adesivo vem ainda se mostrando como outra alternativa para a melhora na resistência de união ao restaurador resinoso, sendo outra técnica potencialmente promissora para diminuição da permeabilidade dentinária (Gonçalves et al., 1999; Matos et al., 1999).

Portanto, torna-se relevante investigar o efeito na permeabilidade dentinária e o desempenho da resistência de união do tratamento na associação de fosfato de cálcio, sistema adesivo e processo assistido a laser na dentina humana desproteïnizada, pois a permeabilidade pode influenciar com maior ou menor intensidade fatores que regulam o processo de adesão. Adicionalmente será observado a interferência desses fatores na qualidade da interface resina-dentina por meio de microscopia eletrônica de varredura (MEV).

2 CONCLUSÃO

Todos os tratamentos realizados na dentina desproteinizada foram efetivos na redução significativa da permeabilidade dentinária.

A utilização dos tratamentos LA e FLA na dentina desproteinizada, foram efetivos para melhorar a resistência de união.

Não existe correlação entre a permeabilidade dentinária e a resistência de união na dentina desproteinizada.

REFERÊNCIAS*

- Al-Saud L, Al-Nahedh HNA. Occluding effect of Nd:YAG laser and different dentin desensitizing agents on human dentinal tubules in vitro: a scanning electron microscopy investigation. *Oper Dent*. 2012;37(4):340–55. doi: 10.2341/10-188-L. PMID: 22313266.
- Almeida-Lopes L, Massini R [internet]. *Laserterapia, conceitos e aplicações - NUPEM/DMC, São Carlos 2002*. [cited 2018 Feb 02]. Available from: http://www.nupen.com.br/Revista_port/index.htm.
- Antunes A, de Rossi W, Zezell DM. Spectroscopic alterations on enamel and dentin after nanosecond Nd:YAG laser irradiation. *Spectrochim Acta Part A Mol Biomol Spectrosc*. 2006;64(5):1142–6. doi: 10.1016/j.saa.2005.11.036. PMID: 16822709.
- Armstrong SR, Boyer DB, Keller JC. Microtensile bond strength testing and failure analysis of two dentin adhesives. *Dent Mater*. 1998;14(1):44–50. PMID: 9972150.
- Bakry AS, Al-Hadeethi Y, Razvi MAN. The durability of a hydroxyapatite paste used in decreasing the permeability of hypersensitive dentin. *J Dent*. 2016;51:1–7. doi: 10.1016/j.jdent.2016.05.004. PMID: 27208874.
- Bakry AS, Takahashi H, Otsuki M, Sadr A, Yamashita K, Tagami J. CO2 laser improves 45S5 bioglass interaction with dentin. *J Dent Res*. 2011;90(2):246–50. doi: 10.1177/0022034510387793. PMID: 21084716.
- Benitez PS. *Efeito da associação de fosfato de cálcio, laser Nd:YAG e adesivo na permeabilidade dentinária e na resistência de união[dissertação]*. São José dos Campos (SP): Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia; 2017.
- Breschi L, Mazzoni A, Ruggeri A, Cadenaro M, Di Lenarda R, De Stefano Dorigo E. Dental adhesion review: aging and stability of the bonded interface. *Dent Mater*. 2008;24(1):90–101. doi: 10.1016/j.dental.2007.02.009. PMID: 17442386.
- Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res*. 1955;34(6):849–53. doi: 10.1177/00220345550340060801. PMID: 13271655.
- Camps J, Giustiniani S, Dejou J, Franquin JC. Low versus high pressure for in vitro determination of hydraulic conductance of human dentine. *Arch Oral Biol*. 1997;42(4):293–8. PMID: 9222448.
- Carvalho RM, Yoshiyama M, Pashley EL, Pashley DH. In vitro study on the dimensional changes of human dentine after demineralization. *Arch Oral Biol*. 1996;41(4):369–77. PMID: 8771328.

* Baseado em: International Committee of Medical Journal Editors Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical journals: Sample References [Internet]. Bethesda: US NLM; c2003 [atualizado 04 nov 2015; acesso em 25 jun 2017]. U.S. National Library of Medicine; [about 6 p.]. Disponível em: http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform_requirements.html

Castro FL, Andrade MF, Hebling J, Lizarelli RF. Nd:YAG laser irradiation of etched/unetched dentin through an uncured two-step etch-and-rinse adhesive and its effect on microtensile bond strength. *J Adhes Dent.* 2012;14(2):137–45. doi: 10.3290/j.jad.a21854. PMID: 21734971.

Cherng AM, Chow LC, Takagi S. Reduction in dentin permeability using mildly supersaturated calcium phosphate solutions. *Arch Oral Biol.* 2004;49(2):91–8. PMID: 14693202.

Chiga S, Toro CVT, Lepri TP, Turssi CP, Colucci V, Corona SAM. Combined effect of fluoride varnish to Er:YAG or Nd:YAG laser on permeability of eroded root dentine. *Arch Oral Biol.* 2016;64:24–7. doi: 10.1016/j.archoralbio.2015.12.006. PMID: 26752225.

Ciucchi B, Sano H, Pashley DH. Bonding to Sodium-Hypochlorite treated dentin. *J Dent Res.* 1994;73:296.

Constante HM, Souza ML, Bastos JL, Peres MA. Trends in dental caries among Brazilian schoolchildren: 40 years of monitoring (1971-2011). *Int Dent J.* 2014;64(4):181–6. doi: 10.1111/idj.12103. PMID: 24506796.

Correa MB, Peres MA, Peres KG, Horta BL, Barros AD, Demarco FF. Amalgam or composite resin? Factors influencing the choice of restorative material. *J Dent.* 2012;40(9):703–10. doi: 10.1016/j.jdent.2012.04.020.

Cortiano FM, Rached RN, Mazur RF, Vieira S, Freire A, de Souza EM. Effect of desensitizing agents on the microtensile bond strength of two-step etch-and-rinse adhesives to dentin. *Eur J Oral Sci.* 2016;124(3):309–15. doi: 10.1111/eos.12263. PMID: 27038226.

Dayem RN. Assessment of the penetration depth of dental adhesives through deproteinized acid-etched dentin using neodymium:yttrium-aluminum-garnet laser and sodium hypochlorite. *Lasers Med Sci.* 2010;25(1):17–24. doi: 10.1007/s10103-008-0589-4. PMID: 18648868.

Dederich DN, Zakariasen KL, Tulip J. Scanning electron microscopic analysis of canal wall dentin following neodymium:yttrium-aluminum-garnet laser irradiation. *J Endod.* 1984;10(9):428–31. doi: 10.1016/S0099-2399(84)80264-2. PMID: 6593419.

de Magalhães MF, Matson E, de Rossi W, Alves JB. A morphological in vitro study of the effects of Nd:YAG laser on irradiated cervical dentin. *Photomed Laser Surg.* 2004;22(6):527–32. doi: 10.1089/pho.2004.22.527. PMID: 15684756.

De Munck J, Van Landuyt K, Peumans M, Poitevin A, Lambrechts P, Braem M, et al. A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. *J Dent Res.* 2005;84(2):118–32. doi: 10.1177/154405910508400204. PMID: 15668328.

- Eckert GJ, Platt JA. A statistical evaluation of microtensile bond strength methodology for dental adhesives. *Dent Mater.* 2007;23(3):385–91. doi: 10.1016/j.dental.2006.02.007. PMID: 16540162.
- Elderton RJ. Preventive (Evidence-Based) approach to quality general dental care. *Med Princ Pract.* 2003;12(Suppl. 1):12–21. doi: 10.1159/000069841. PMID: 12707497.
- Elderton RJ. Clinical studies concerning re-restoration of teeth. *Adv Dent Res.* 1990;4(1):4–9. doi: 10.1177/08959374900040010701. PMID: 2206212.
- Escribano N, Del-Nero O, de la Macorra JC. Sealing and dentin bond strength of adhesive systems in selected areas of perfused teeth. *Dent Mater.* 2001;17(2):149–55. doi: 10.1016/S0109-5641(00)00057-9. PMID: 11163385.
- Esteves SRMS, Huhtala MFRL, Gomes APM, Ye Q, Spencer P, Gonçalves SE de P. Longitudinal effect of surface treatments modified by naocl-induced deproteinization and Nd:YAG laser on dentin permeability. *Photomed Laser Surg.* 2016;34(2):68–75. doi: 10.1089/pho.2015.3977.
- Feitosa VP, Gotti VB, Grohmann C V, Abuná G, Correr-Sobrinho L, Sinhoreti MAC, et al. Two methods to simulate intrapulpal pressure: effects upon bonding performance of self-etch adhesives. *Int Endod J.* 2014;47(9):819–26. doi: 10.1111/iej.12222. PMID: 24298904.
- Franke M, Taylor AW, Lago A, Fredel MC. Influence of Nd:YAG laser irradiation on an adhesive restorative procedure. *Oper Dent.* 2006;31(5):604–9. doi: 10.2341/05-110. PMID: 17024950.
- Fusayama T, Nakamura M, Kurosaki N, Iwaku M. Non-Pressure Adhesion of a New Adhesive Restorative Resin. *J Dent Res.* 1979;58(4):1364–70. doi: 10.1177/00220345790580041101. PMID: 372267.
- Garberoglio R, Brännström M. Scanning electron microscopic investigation of human dentinal tubules. *Arch Oral Biol.* 1976;21(6):355–62. doi: 10.1016/S0003-9969(76)80003-9.
- Ghiggi PC, Dall Agnol RJC, Burnett Júnior LH, Borges GA, Spohr AM. Effect of the Nd:YAG and the Er:YAG laser on the adhesive–dentin interface: a scanning electron microscopy study. *Photomed Laser Surg.* 2010;28(2):195–200. doi: 10.1089/pho.2009.2530. PMID: 19795996.
- Goldberg M, Kulkarni AB, Young M, Boskey A. Dentin: structure, composition and mineralization. *Front Biosci.* 2011;3:711–35. PMID: 21196346.
- Gonçalves SE, de Araujo MA, Damião AJ. Dentin bond strength: influence of laser irradiation, acid etching, and hypermineralization. *J Clin Laser Med Surg.* 1999;17(2):77–85. PMID: 11189979.

- Goodis HE, Marshall GW, White JM, Gee L, Hornberger B, Marshall SJ. Storage effects on dentin permeability and shear bond strengths. *Dent Mater.* 1993;9(2):79–84. PMID: 8595846.
- Greenhill JD, Pashley DH. The effects of desensitizing agents on the hydraulic conductance of human dentin in vitro. *J Dent Res.* 1981;60(3):686–98. doi: 10.1177/00220345810600030401. PMID: 6937499.
- Ishihata H, Kanehira M, Finger WJ, Takashi H, Tomita M, Sasaki K. Effect of two desensitizing agents on dentin permeability in vitro. *J Appl Oral Sci.* 2017;25(1):34–41. doi: 10.1590/1678-77572016-0228. PMID: 28198974.
- Ishihata H, Kanehira M, Nagai T, Finger WJ, Shimauchi H, Komatsu M. Effect of desensitizing agents on dentin permeability. *Am J Dent.* 2009;22(3):143–6. doi: 10.1590/1678-77572016-0228. PMID: 19650593.
- Kara C, Orbak R. Comparative evaluation of Nd:YAG laser and fluoride varnish for the treatment of dentinal hypersensitivity. *J Endod.* 2009;35(7):971–4. doi: 10.1016/j.joen.2009.04.004. PMID: 19567317.
- Kolker JL, Vargas MA, Armstrong SR, Dawson DV. Effect of desensitizing agents on dentin permeability and dentin tubule occlusion. *J Adhes Dent.* 2002;4(3):211–21. PMID: 12666757.
- Krejci I, Lutz F. In-vitro test results of the evaluation of dental restoration systems. Correlation with in-vivo results. *Schweizer Monatsschrift Fur Zahnmedizin = Rev Mens Suisse d'odonto-Stomatologie = Riv Mens Svizz Di Odontol e Stomatol.* 1990;100(12):1445–9. PMID: 2277977.
- Lagerweij MD, van Loveren C. Declining Caries Trends: Are We Satisfied? *Curr Oral Heal Reports.* 2015;2(4):212–7. doi: 10.1007/s40496-015-0064-9. PMID: 26523247.
- Lan W-H, Lee B-S, Liu H-C, Lin C-P. Morphologic study of Nd:YAG laser usage in treatment of dentinal hypersensitivity. *J Endod.* 2004;30(3):131–4. doi: 10.1097/00004770-200403000-00001. PMID: 15055427.
- Lavender SA, Petrou I, Heu R, Stranick MA, Cummins D, Kilpatrick-Liverman L, et al. Mode of action studies on a new desensitizing dentifrice containing 8.0% arginine, a high cleaning calcium carbonate system and 1450 ppm fluoride. *Am J Dent.* 2010;23 Spec No:14A–19A. PMID: 21284247.
- Lisboa DS, Santos SV dos, Griza S, Rodrigues JL, Faria-e-Silva AL. Dentin deproteinization effect on bond strength of self-adhesive resin cements. *Braz Oral Res.* 2013;27(1):73–5. PMID: 23306629.
- Liu H-C, Lin C-P, Lan W-H. Sealing depth of Nd:YAG laser on human dentinal tubules. *J Endod.* 1997;23(11):691–3. doi: 10.1016/S0099-2399(97)80403-7. PMID: 9587310.

- Lodha E, Hamba H, Nakashima S, Sadr A, Nikaido T, Tagami J. Effect of different desensitizers on inhibition of bovine dentin demineralization: micro-computed tomography assessment. *Eur J Oral Sci.* 2014;122(6):404–10. doi: 10.1111/eos.12155. PMID: 25363830.
- Lopes AO, Aranha ACC. Comparative evaluation of the effects of Nd:YAG laser and a desensitizer agent on the treatment of dentin hypersensitivity: a clinical study. *Photomed Laser Surg.* 2013;31(3):132–8. doi: 10.1089/pho.2012.3386. PMID: 23421629.
- Lopes AO, de Paula Eduardo C, Aranha ACC. Evaluation of different treatment protocols for dentin hypersensitivity: an 18-month randomized clinical trial. *Lasers Med Sci.* 2017;32(5):1023–30. doi: 10.1007/s10103-017-2203-0. PMID: 28391435.
- Maleki-Pour MR, Birang R, Khoshayand M, Naghsh N. Effect of Nd:YAG Laser Irradiation on the Number of Open Dentinal Tubules and Their Diameter with and without Smear of Graphite: An in Vitro Study. *J Lasers Med Sci.* 2015;6(1):32–9. PMID: 25699166.
- Marimoto AK, Cunha LA, Yui KCK, Huhtala MFRL, Barcellos DC, Prakki A, et al. Influence of Nd:YAG laser on the bond strength of self-etching and conventional adhesive systems to dental hard tissues. *Oper Dent.* 2013;38(4):447–55. doi: 10.2341/11-383-L. PMID: 23215546.
- Marthaler TM. Changes in dental caries 1953-2003. *Caries Res.* 2004;38(3):173–81. doi: 10.1159/000077752. PMID: 15153686.
- Matos AB, Oliveira DC, Kuramoto M, Eduardo CP, Matson E. Nd:YAG laser influence on sound dentin bond strength. *J Clin Laser Med Surg.* 1999;17(4):165–9. doi: 10.1089/clm.1999.17.165. PMID: 11199840.
- Matos AB, Oliveira DC, Navarro RS, de Eduardo CP, Matson E. Nd:YAG laser influence on tensile bond strength of self-etching adhesive systems. *J Clin Laser Med Surg.* 2000;18(5):253–7. doi: 10.1089/clm.2000.18.253. PMID: 11572240.
- Mjör IA. Dentin permeability: the basis for understanding pulp reactions and adhesive technology. *Braz Dent J.* 2009;20(1):3–16. PMID: 19466224.
- Mobarak EH, El-Badrawy WH. Microshear bond strength of self-etching adhesives to caries-affected dentin identified using the dye permeability test. *J Adhes Dent.* 2012;14(3):245–50. doi: 10.3290/j.jad.a22420. PMID: 22282743.
- Mountouris G, Silikas N, Eliades G. Effect of sodium hypochlorite treatment on the molecular composition and morphology of human coronal dentin. *J Adhes Dent.* 2004;6(3):175–82. PMID: 15536846.
- Nakabayashi N. The hybrid layer: a resin-dentin composite. *Proc Finn Dent Soc.* 1992;88 Suppl 1:321–9. PMID: 1508888.

Nakabayashi N, Kojima K, Masuhara E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates 1982;16:265–73.

Nascimento GG, Correa MB, Opdam N, Demarco FF. Do clinical experience time and postgraduate training influence the choice of materials for posterior restorations? Results of a survey with Brazilian general dentists. *Braz Dent J*. 2013;24(6):642–6. doi: 10.1590/0103-6440201302361. PMID: 24474363.

Naylor F, Aranha ACC, Eduardo CDP, Arana-Chavez VE, Sobral MAP. Micromorphological analysis of dentinal structure after irradiation with Nd:YAG laser and immersion in acidic beverages. *Photomed Laser Surg*. 2006;24(6):745–52. doi: 10.1089/pho.2006.24.745. PMID: 17199476.

Oda M, Oliveira DC, Liberti EA. Morphologic evaluation of the bonding between adhesive/composite resin and dentin irradiated with Er:YAG and Nd:YAG lasers: comparative study using scanning microscopy. *Pesqui Odontol Bras*. 2001;15(4):283–9. PMID: 11787315.

Owens BM. Replacement and initial placement of tooth colored restorations: a review and discussion. *J Tenn Dent Assoc*. 1998;78(1):26–9. PMID: 9800555.

Pashley DH, Andringa HJ, Derkson GD, Derkson ME, Kalathoor SR. Regional variability in the permeability of human dentine. *Arch Oral Biol*. 1987;32(7):519–23. PMID: 3479091.

Pashley DH, Galloway SE. The effects of oxalate treatment on the smear layer of ground surfaces of human dentine. *Arch Oral Biol*. 1985;30(10):731–7. PMID: 3866520.

Pashley DH, Michelich V, Kehl T. Dentin permeability: effects of smear layer removal. *J Prosthet Dent*. 1981;46(5):531–7. PMID: 7028970.

Pashley DH, Tay FR, Yiu C, Hashimoto M, Breschi L, Carvalho RM, et al. Collagen degradation by host-derived enzymes during aging. *J Dent Res*. 2004;83(3):216–21. doi: 10.1177/154405910408300306. PMID: 14981122.

Pashley EL, Tao L, Derkson G, Pashley DH. Dentin permeability and bond strengths after various surface treatments. *Dent Mater*. 1989;5(6):375–8. PMID: 2534805.

Pei D, Liu S, Huang C, Du X, Yang H, Wang Y, et al. Effect of pretreatment with calcium-containing desensitizer on the dentine bonding of mild self-etch adhesives. *Eur J Oral Sci*. 2013;121(3 Pt 1):204–10. doi: 10.1111/eos.12047. PMID: 23659244.

Pereira JC, Segala AD, Gillam DG. Effect of desensitizing agents on the hydraulic conductance of human dentin subjected to different surface pre-treatments-an in vitro study. *Dent Mater*. 2005;21(2):129–38. doi: 10.1016/j.dental.2004.02.007. PMID: 15681011.

Perote LCCC, Kamozaki MBB, Gutierrez NC, Tay FR, Pucci CR. Effect of matrix metalloproteinase-inhibiting solutions and aging methods on dentin bond strength. *J Adhes Dent*. 2015;17(4):347–52. doi: 10.3290/j.jad.a34594. PMID: 26295068.

Phrukkanon S, Burrow MF, Tyas MJ. The influence of cross-sectional shape and surface area on the microtensile bond test. *Dent Mater*. 1998;14(3):212–21. PMID: 10196798.

Prati C, Chersoni S, Pashley DH. Effect of removal of surface collagen fibrils on resin-dentin bonding. *Dent Mater*. 1999;15(5):323–31. PMID: 10863428.

Pucci CR, Barbosa NR, Bresciani E, Yui KC, Huhtala MFR, Barcellos DC, et al. Influence of Dentin Deproteinization on Bonding Degradation: 1-year Results. *J Contemp Dent Pract*. 2016;17(12):985–9. PMID: 27965484.

Pucci CR, Gu L-S, Zeng C, Gou Y-P, Tay FR, Niu L-N. Susceptibility of contemporary single-bottle self-etch dentine adhesives to intrinsic water permeation. *J Dent*. 2017;66:52–61. doi: 10.1016/j.jdent.2017.08.010. PMID: 28844892.

Pucci CR, Gu L-S, Zhang H, Song Q, Xia VW, Davis LB, et al. Water-associated attributes in the contemporary dentin bonding milieu. *J Dent*. 2018;74:79–89. doi: 10.1016/j.jdent.2018.04.016.

Reeder OW, Walton RE, Livingston MJ, Pashley DH. Dentin permeability: determinants of hydraulic conductance. *J Dent Res*. 1978;57(2):187–93. doi: 10.1177/00220345780570020601. PMID: 277512.

Rêgo HMC, Alves TS, Bresciani E, Niu L-N, Tay FR, Pucci CR. Can long-term dentine bonding created in real life be forecasted by parameters established in the laboratory? *Sci Rep*. 2016;6(1):37799. doi: 10.1038/srep37799. PMID: 27886272.

Ribeiro CF, Gonçalves SE de P, Yui KCK, Borges AB, Barcellos DC, Brayner R. Dentin bond strength: influence of Er:YAG and Nd:YAG lasers. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2013;33(3):373–7. PMID: 23593631.

Rolla JN, Mota EG, Oshima HMS, Júnior LHB, Spohr AM. Nd:YAG Laser Influence on Microtensile Bond Strength of Different Adhesive Systems for Human Dentin. *Photomed Laser Surg*. 2006;24(6):730–4. doi: 10.1089/pho.2006.24.730. PMID: 17199473.

Sakae T, Mishima H, Kozawa Y. Changes in bovine dentin mineral with sodium hypochlorite treatment. *J Dent Res*. 1988;67(9):1229–34. doi: 10.1177/00220345880670091601. PMID: 3166007.

Sano H, Shono T, Sonoda H, Takatsu T, Ciucchi B, Carvalho R, et al. Relationship between surface area for adhesion and tensile bond strength--evaluation of a micro-tensile bond test. *Dent Mater*. 1994;10(4):236–40. PMID: 7664990.

Santiago SL, Pereira JC, Martineli ACBF. Effect of commercially available and experimental potassium oxalate-based dentin desensitizing agents in dentin permeability: influence of time and filtration system. *Braz Dent J*. 2006;17(4):300–5. PMID: 17262143.

Scaramucci T, Borges AB, Lippert F, Frank NE, Hara AT. Sodium fluoride effect on erosion-abrasion under hyposalivatory simulating conditions. *Arch Oral Biol*. 2013;58(10):1457–63. doi: 10.1016/j.archoralbio.2013.06.004. PMID: 23830616.

Schaller HG, Weihing T, Strub JR. Permeability of dentine after Nd:YAG laser treatment: an in vitro study. *J Oral Rehabil*. 1997;24(4):274–81. PMID: 9147299.

Scholtanus JD, Purwanta K, Dogan N, Kleverlaan CJ, Feilzer AJ. Microtensile bond strength of three simplified adhesive systems to caries-affected dentin. *J Adhes Dent*. 2010;12(4):273–8. doi: 10.3290/j.jad.a17545. PMID: 20157668.

Schreiner RF, Chappell RP, Glaros AG, Eick JD. Microtensile testing of dentin adhesives. *Dent Mater*. 1998;14(3):194–201. PMID: 10196796.

Silva GO, Barcellos DC, Pucci CR, Borges AB, Torres CRG. Longitudinal bond strength evaluation using the deproteinized dentin technique. *Gen Dent*. 2009;57(4):328-33; quiz 334-5. PMID: 19903611.

Silva TM, Gonçalves LL, Fonseca BM, Esteves SRMS, Barcellos DC, Damião AJ, et al. Influence of Nd:YAG laser on intrapulpal temperature and bond strength of human dentin under simulated pulpal pressure. *Lasers Med Sci*. 2016;31(1):49–56. doi: 10.1007/s10103-015-1827-1. PMID: 26510575.

Siqueira F, Cardenas A, Gomes GM, Chibinski AC, Gomes O, Bandeca MC, et al. Three-Year Effects of Deproteinization on the In Vitro Durability of Resin/Dentin-Eroded Interfaces. *Oper Dent*. 2018;43(1):60–70. doi: 10.2341/16-308-L. PMID: 29284095.

Takamizawa T, Barkmeier WW, Sai K, Tsujimoto A, Imai A, Erickson RL, et al. Influence of different smear layers on bond durability of self-etch adhesives. *Dent Mater*. 2018;34(2):246–59. doi: 10.1016/j.dental.2017.11.002. PMID: 29146046.

Tay FR, Gwinnett AJ, Wei SH. The overwet phenomenon: an optical, micromorphological study of surface moisture in the acid-conditioned, resin-dentin interface. *Am J Dent*. 1996;9(1):43–8. PMID: 9002816.

Tay FR, Pashley DH. Water treeing--a potential mechanism for degradation of dentin adhesives. *Am J Dent*. 2003;16(1):6–12. PMID: 12744405.

Tay FR, Pashley DH, Hiraishi N, Imazato S, Rueggeberg FA, Salz U, et al. Tubular occlusion prevents water-treeing and through-and-through fluid movement in a single-bottle, one-step self-etch adhesive model. *J Dent Res*. 2005;84(10):891–6. doi: 10.1177/154405910508401004. PMID: 16183786.

- Thanatvarakorn O, Nakajima M, Prasansuttiorn T, Ichinose S, Foxton RM, Tagami J. Effect of smear layer deproteinizing on resin–dentine interface with self-etch adhesive. *J Dent*. 2014;42(3):298–304. doi: 10.1016/j.jdent.2013.11.026.
- Thanatvarakorn O, Nakashima S, Sadr A, Prasansuttiorn T, Ikeda M, Tagami J. In vitro evaluation of dentinal hydraulic conductance and tubule sealing by a novel calcium-phosphate desensitizer. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*. 2013a;101(2):303–9. doi: 10.1002/jbm.b.32840. PMID: 23166091.
- Thanatvarakorn O, Nakashima S, Sadr A, Prasansuttiorn T, Thitthaweerat S, Tagami J. Effect of a calcium-phosphate based desensitizer on dentin surface characteristics. *Dent Mater J*. 2013b;32(4):615–21. PMID: 23903644.
- Toledano M, Osorio R, Perdigao J, Rosales JI, Thompson JY, Cabrerizo-Vilchez MA. Effect of acid etching and collagen removal on dentin wettability and roughness. *J Biomed Mater Res*. 1999;47(2):198–203. PMID: 10449630.
- Tung MS, Bowen HJ, Derkson GD, Pashley DH. Effects of calcium phosphate solutions on dentin permeability. *J Endod*. 1993;19(8):383–7. doi: 10.1016/S0099-2399(06)81500-1. PMID: 8263438.
- 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. doi: 10.1016/j.dental.2010.10.023. PMID: 21109301.
- Wakabayashi Y, Kondou Y, Suzuki K, Yatani H, Yamashita A. Effect of dissolution of collagen on adhesion to dentin. *Int J Prosthodont*. 1994;7(4):302–6. PMID: 7993540.
- WHO [internet]. Oral health information systems. WHO. 2010. [cited 2018 Oct 8]; Available from: https://www.who.int/oral_health/action/information/surveillance/en/.
- Zhang Z, Beitzel D, Mutluay M, Tay FR, Pashley DH, Arola D. On the durability of resin–dentin bonds: Identifying the weakest links. *Dent Mater*. 2015;31(9):1109–18. doi: 10.1016/j.dental.2015.06.011. PMID: 26169318.
- Zhou J, Chiba A, Scheffel DLS, Hebling J, Agee K, Niu L-N, et al. Effects of a Dicalcium and Tetracalcium Phosphate-Based Desensitizer on In Vitro Dentin Permeability. *PLoS One*. 2016;11(6):e0158400. doi: 10.1371/journal.pone.0158400. PMID: 27359118.
- Zhou L, Wang Y, Yang H, Guo J, Tay FR, Huang C. Effect of chemical interaction on the bonding strengths of self-etching adhesives to deproteinised dentine. *J Dent*. 2015;43(8):973–80. doi: 10.1016/j.jdent.2015.05.010. PMID: 26054235.