

**UNIVERSIDADE PAULISTA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA**

**AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA ADESIVA EM DENTINA  
IRRADIADA COM LASER DE PULSOS ULTRACURTOS  
EM VÁRIAS DENSIDADES DE ENERGIA NA  
UTILIZAÇÃO DE DUAS ESTRATÉGIAS ADESIVAS**

Tese apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Paulista – UNIP, para obtenção do título de Doutor em Odontologia.

**TARCISO PENHA JUNIOR**

**São Paulo**

**2021**

**UNIVERSIDADE PAULISTA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA**

**AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA ADESIVA EM DENTINA  
IRRADIADA COM LASER DE PULSOS ULTRACURTOS  
EM VÁRIAS DENSIDADES DE ENERGIA NA  
UTILIZAÇÃO DE DUAS ESTRATÉGIAS ADESIVAS**

Tese apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Paulista – UNIP, para obtenção do título de Doutor em Odontologia.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maristela Dutra-Correa

**TARCISO PENHA JUNIOR**

**São Paulo**

**2021**

Penha Junior, Tarciso.

Avaliação da resistência adesiva em dentina irradiada com laser de pulsos ultracurtos em várias densidades de energia na utilização de duas estratégias adesivas / Tarciso Penha Junior. - 2021.

10 f. : color. + CD-ROM.

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia, São Paulo, 2021.

Área de concentração: Clínicas odontológicas.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maristela Dutra-Corrêa.

1. Dentina. 2. Laser de Ti:Safira. 3. Femtossegundos.  
4. Ablação por pulsos laser ultracurtos. 5. Adesividade.  
6. Morfologia. I. Dutra-Corrêa, Maristela (orientadora). II. Título.

## **AGRADECIMENTO**

**O presente trabalho foi realizado com apoio da coordenação de aperfeiçoamento de pessoal nível superior – Brasil (CAPES) código de financiamento 001.**



## **AGRADECIMENTO ESPECIAL**

**MINHA FAMILIA**

**MEUS AMIGOS**

**PROFESSORES**

**SEMPRE APOIANDO E ENSINANDO**

Não acredite nos seus olhos, eles só lhes mostram limitações, feche seus olhos e um vasto horizonte se  
abrirá a sua frente,

e você poderá voar. (Fernão Capelo Gaivota – Richard Bach)

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL.....	6
2 CONCLUSÃO.....	8
REFERÊNCIAS DA INTRODUÇÃO .....	9

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

As técnicas adesivas, seus avanços e simplificações tornaram-se de grande importância e uso constante na clínica odontológica. A compreensão das etapas e fases adequadas dos sistemas adesivos nos proporciona resultados clínicos previsíveis.

As pesquisas favoreceram a simplicidade, com redução no número de etapas de aplicação e materiais de frasco único. No entanto, a simplicidade nem sempre se traduz em melhoria de técnicas de uso e a compreensão da utilização do material é fundamental para alcançar o sucesso clínico (1).

Adesivos dentais autocondicionantes, os adesivos universais, foram lançados com objetivo de facilitar o uso, reduzindo o número de componentes e etapas clínicas e objetivando resultados favoráveis (2).

Os adesivos universais são recomendados pelos fabricantes como adesivos *etch-and-rinse* (ER) e *self-etch* (SE), duas estratégias de adesão com excelente comportamento clínico (1-2). A dentina condicionada apresenta descalcificação expondo fibras colágenas, estrutura intertubular altamente microporosa e túbulos dentinários abertos, sem a camada residual de esfregaço (*smear layer*), o que torna a técnica mais sensível ao número de etapas e técnicas de aplicação para cada passo da adesão (1,3,4,). O uso do adesivo SE pode tornar a dentina apenas parcialmente desmineralizada e a maior parte do colágeno dentinário permanece protegido pela própria dentina e material adesivo (5). Na abordagem da técnica adesiva, a aplicação cuidadosa e a atenção aos detalhes do material adesivo buscam fornecer qualidade e durabilidade da união (1).

O condicionamento da dentina com laser está se tornando um procedimento promissor para a odontologia, tendo como características a remoção seletiva, operação indolor, sem vibração e sem ruído de brocas e turbinas e, muitas vezes, sem necessidade do uso de anestésicos (6,7). Lasers de alta intensidade (Er:Yag, Er,Cr:YSGG) são capazes de condicionar a dentina

através da ablação. Nestes lasers de pulsos longos (>ns), o acoplamento elétron-fônon ocasiona uma conversão da energia absorvida em aquecimento. A água encontrada na dentina transforma-se em vapor que promove a expansão e produção de alta pressão, induzindo microexplosões instantâneas e ejeção de partículas do tecido, podendo ocasionar aquecimento e fissuras (8,9,10).

O laser de pulsos ultracurtos, como o de femtossegundos (fs), tem sido utilizado em inúmeras pesquisas (11,12,13,14,15,16) *in vitro* no campo da odontologia para o tratamento da superfície dental por ablação, uma vez que apresenta vantagens como eficiência, seletividade e precisão na remoção do tecido dental com a criação de uma zona afetada pelo calor de poucos micrometros (12,16,17,18,19). As baixas energias de pulso utilizadas, na faixa de microjoules, demandam pequenos focos, conferindo uma precisão micrométrica, que pode ser nanométrica sob certas condições, restringindo ainda mais os efeitos térmicos e preservando o tecido sadio (11,16,18,20,21).

Desta forma, este estudo tem por objetivo avaliar a resistência adesiva em dentina irradiada com laser de pulsos ultracurtos (fs) em várias densidades de energia na utilização de duas estratégias adesivas.



## 2 CONCLUSÃO

Concluiu-se que a irradiação por laser de pulsos ultracurtos com diferentes densidades de energia não afetou a resistência adesiva dos grupos SE (*self-etch*), que foram semelhantes entre si e ao Controle. No entanto, o condicionamento ácido afetou os grupos irradiados, pois o Controle E (*etch-and-rinse*) apresentou valores maiores com diferença estatística em relação aos demais. Para superfícies irradiadas com as duas estratégias adesivas, somente houve diferença estatística para o grupo E2 que demonstrou as menores forças adesivas. Portanto, o condicionamento com laser de pulsos ultracurtos (fs) torna-se favorável para condicionamento de dentina. O grupo Controle E com a estratégia adesiva *etch-and-rinse* demonstrou resultados muito acima da média, comprovando ser uma boa técnica adesiva. Mais estudos devem ser realizados para confirmação de resultados de microtração e também envelhecimento da superfície adesiva. Investigações futuras podem se concentrar nos parâmetros que podem aumentar a eficácia da adesão da interface e substituir os condicionadores dentinários usados atualmente

## REFERÊNCIAS DA INTRODUÇÃO

1. Hayashi M. Adhesive Dentistry: Understanding the Science and Achieving Clinical Success. *Dent Clin North Am.* 2020 Oct;64(4):633-643. doi: 10.1016/j.cden.2020.05.001. Epub 2020 Jul 15. PMID: 32888513
2. Perdigão J, Araujo E, Ramos RQ, Gomes G, Pizzolotto L. Adhesive dentistry: Current concepts and clinical considerations. *J Esthet Restor Dent.* 2020 Dec 2. doi: 10.1111/jerd.12692. PMID: 33264490
3. Montagner AF, Sarkis-Onofre R, Pereira-Cenci T, M S Cenci MS. MMP Inhibitors on Dentin Stability: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Dent Res.* 2014 Aug;93(8):733-43. doi: 10.1177/0022034514538046. Epub 2014 Jun 16. PMID: 24935066
4. Mine A, De Munck J, Van Ende A, Poitevin A, Matsumoto M, Yoshida Y, Kuboki T, Van Landuyt KL, Yatani H, Van Meerbeek B. Limited interaction of a self-adhesive flowable composite with dentin/enamel characterized by TEM. *Dent Mater* 2017; 33:209–217. PMID: 28007394
5. Tay FR, Pashley DH. Biomimetic remineralization of resin-bonded acid-etched dentin. *J Dent Res* 2009; 88:719–724. doi: 10.1177/0022034509341826. PMID: 19734458
6. Alkhudhairy F, Vohra F, Naseem M. Influence of Er,Cr:YSGG Laser Dentin Conditioning on the Bond Strength of Bioactive and Conventional Bulk-Fill Dental Restorative Material. *Photobiomodul Photomed Laser Surg* 2020 Jan;38(1):30-35. doi: 10.1089/photob.2019.4661. Epub 2019 Oct 16. PMID: 31618123
7. Chinelatti MA, Rocha CT, Colucci V, Serra MC, Rodrigues-Júnior AL, Corona SAM. Effect of Er:Yag laser on dentin demineralization around restorations. *Lasers Med Sci* 2017 Feb;32(2):413-418. doi: 10.1007/s10103-016-2136-z. Epub 2017 Jan 4. PMID: 28054260
8. Hibst R, Keller U. Experimental studies of the application of the Er:YAG laser on dental hard substances: I. Measurement of the ablation rate. *Lasers Surg Med* 1989;9(4):338-44. doi: 10.1002/lsm.1900090405. PMID: 2761329
9. Aoki A, Sasaki KM, Watanabe H, Ishikawa I. Lasers in nonsurgical periodontal therapy. *Periodontol* 2000. 2004;36:59-97. doi: 10.1111/j.1600-0757.2004.03679.x. PMID: 15330944
10. Takamori K, Furukawa H, Morikawa Y, Katayama T, Watanabe S. Basic study on vibrations during tooth preparations caused by high-speed drilling and Er:YAG laser irradiation. *Lasers Surg Med.* 2003;32(1):25-31. doi: 10.1002/lsm.10140. PMID: 12516067
11. Daskalova A, Bashir S, Husinsky W. Morphology of ablation craters generated by ultra-short laser pulses in dentin surfaces: AFM and ESEM evaluation. *Applied Surface Science*, 257(3), 1119–1124. doi:10.1016/j.apsusc.2010.08.037
12. Alves S, Oliveira V, Vilar R. Femtosecond laser ablation of dentin. *J Phys D Appl Phys. Femtosecond laser ablation of dentin. Journal of Physics D: Applied Physics*, 2012. 45(24), 245401. doi:10.1088/0022-3727/45/24/245401

13. Bello-Silva MS, Wehner M, De Paula Eduardo C, Lampert F, Poprawe R, Hermans M, et al. Precise ablation of dental hard tissues with ultra-short pulsed lasers. Preliminary exploratory investigation on adequate laser parameters. *Lasers Med Sci* 2013 Jan;28(1):171-84. doi: 10.1007/s10103-012-1107-2. Epub 2012 May 8. PMID: 22565342
14. Chen C, Niu LN, Xie H, Zhang ZY, Zhou LQ, Jiao K, et al. Bonding of universal adhesives to dentine-Old wine in new bottles? *J Dent* 2015 May;43(5):525-36. doi: 10.1016/j.jdent.2015.03.004. Epub 2015 Mar 20. PMID: 25797702
15. Chen H, Li H, Sun YC, Wang Y, Lü PJ. Femtosecond laser for cavity preparation in enamel and dentin: ablation efficiency related factors. *Sci Rep.* 2016 Feb 11;6:1–8:20950. doi: 10.1038/srep20950. PMID: 26864679; PMCID: PMC4750072.
16. Loganathan S, Santhanakrishnan S, Bathe R, Arunachalam M. Prediction of femtosecond laser ablation parameter on Human teeth using chemical compositional analysis. *Procedia Manufacturing*.2019; 34, 379–384. doi:10.1016/j.promfg.2019.06.181
17. Dutra-Correa M, Nicolodelli G, Rodrigues JR, Kurachi C, Bagnato VS. Femtosecond laser ablation on dental hard tissues—Analysis of ablated profile near an interface using local effective intensity. *Laser Physics*, 21(5), 965–971. doi:10.1134/s1054660x11090064
18. Luengo MCL, Portillo M, Sánchez JM, Peix M, Moreno P, García A, et al. Evaluation of micromorphological changes in tooth enamel after mechanical and ultrafast laser preparation of surface cavities. *Lasers Med Sci.* 2013 Jan;28(1):267-73. doi: 10.1007/s10103-012-1144-x. Epub 2012 Jul 4. PMID: 22760228.
19. Penha-Junior T, Rodrigues, MDAP, Zezell DM, Vieira ND, Samad R, Dutra-Correa M. Evaluation of the Adhesive Strength in Dentin after Irradiation with Ti:Sapphire Ultrashort Laser Pulses. 2019 Sbfot Int Opt Photonics Conf Sbfot IOPC 2019. 2019;11–4. doi: 10.1109/SBFoton-IOPC.2019.8910177.
20. Samad RE, Baldochi SL, Vieira JrND. Diagonal scan measurement of Cr:LiSAF 20 ps ablation threshold. *Appl Opt.* 2008; Mar 1;47(7):920-4. doi: 10.1364/ao.47.000920. PMID: 18311263
21. Gamaly EG, Rode A V., Luther-Davies B, Tikhonchuk VT. Ablation of solids by femtosecond lasers: Ablation mechanism and ablation thresholds for metals and dielectrics. *Phys Plasmas*. 2002;9(3):949. doi:10.1063/1.1447555