

INTERVENÇÕES PREVENTIVAS COM LASER E S-PRG NA DESMINERALIZAÇÃO DO ESMALTE DENTÁRIO

Palavras-Chave: DESMINERALIZAÇÃO DENTÁRIA, LASERS DE ESTADO SÓLIDO, PROFILAXIA DENTÁRIA

Autores(as):

JOICE PEQUENO DA SILVA [FOP-UNICAMP], FELIPE FABRÍCIO FARIAS DA SILVA [FOP-UNICAMP] Prof^ª. Dr^ª. CAROLINA STEINER-OLIVEIRA (orientadora) [FOP-UNICAMP]

INTRODUÇÃO

A cárie dentária é uma doença biofilme-açúcar dependente que causa a desmineralização dentária decorrente de ácidos que são produzidos por bactérias quando expostas a carboidratos fermentáveis. Tendo em vista que a placa dentária bacteriana é um fator etiológico necessário para o desenvolvimento da cárie, diversas estratégias de prevenção visam seu controle. O controle mecânico do biofilme, realizado por meio da escovação e uso do fio dental, é o método preventivo mais eficaz, pois promove tanto a desorganização do biofilme quanto a liberação de fluoreto presente nos dentífricos fluoretados. No entanto, o efeito do fluoreto é parcial, visto que sua ação não consegue impedir integralmente o desenvolvimento de lesões de cárie.

Nesse contexto, a associação dos lasers com compostos fluoretados pode ser eficaz na prevenção e no controle da cárie. Os lasers de alta potência atuam modificando a estrutura morfológica do esmalte, tornando a superfície dental mais resistente aos ácidos produzidos pelas bactérias cariogênicas. Lasers como os de Érbio são altamente absorvidos pela água e hidroxiapatita dos tecidos dentais, o que lhes permite alterar a estrutura cristalina, reduzir a solubilidade ácida e a permeabilidade da superfície do dente, aumentando sua resistência à desmineralização.

Além disso, novos materiais com potencial bioativo têm sido desenvolvidos com o objetivo de prevenir a cárie dentária. Um exemplo é o PRG Pro-Care Gel, produzido pela Shofu, um gel bioativo que utiliza a tecnologia Giomer. Os materiais Giomer incorporam partículas de ionômero de vidro pré-reagido à superfície (S-PRG), representando um avanço entre os materiais dentários liberadores de íons, ao combinarem bioatividade, biomimética e biocompatibilidade. As partículas S-PRG liberam íons como fluoreto, alumínio, borato, estrôncio, sódio e silicato, que conferem ao material a capacidade de diminuir a desmineralização, favorecer a remineralização de lesões iniciais de cárie e reduzir a formação de biofilme ao suprimir a aderência e proliferação bacteriana na superfície dentária.

Desta forma, o objetivo deste estudo foi avaliar o potencial da irradiação com laser de Er:YAG e uso do gel bioativo PRG na redução da desmineralização do esmalte dentário sob desafio cariogênico.

METODOLOGIA

Delineamento experimental:

Espécimes de esmalte humano foram aleatoriamente distribuídos em 5 grupos (n = 12): controle (C-), pasta profilática com fluoreto (C+), PRG Pro-Care Gel (PRG), laser (L), laser + PRG Pro-Care Gel (LPRG). A microdureza de superfície (DS) inicial foi realizada para padronização dos blocos. Em seguida, cada grupo recebeu o tratamento correspondente e os espécimes foram submetidos à ciclagem de pH por 8 dias, com o objetivo de simular um desafio cariogênico. Após esse período, foi realizada a DS final e calculada a perda mineral.

Obtenção dos blocos de esmalte

Blocos de esmalte com as dimensões 4 x 4 x 2 mm foram obtidos a partir das superfícies vestibulares e linguais/palatinas de molares humanos. Após a planificação das superfícies de esmalte e polimento com discos de feltro, os blocos foram levados a um banho em cuba ultrassônica. A avaliação da microdureza de superfície inicial foi realizada para padronização dos blocos. Os blocos com valores médios de DS 20% acima ou 20% abaixo da média de toda a amostra, foram excluídos. As faces do bloco, exceto a superfície com esmalte, foram protegidos com verniz ácido-resistente. Em seguida, os mesmos foram armazenados em umidade relativa.

Tratamentos

- Laser de Er:YAG

Os espécimes dos grupos L e LPRG foram irradiados com laser de Er:YAG (Litetouch, Lite Instruments, Israel) no comprimento de onda de 2940 nm, em modo sem contato, a uma distância de 2 mm do bloco, com uma ponteira de safira de diâmetro 1,3 mm, energia de 20 mJ, potência de 0.2 W, frequência de 10 Hz. A irradiação foi realizada por varredura em um movimento uniforme tanto na horizontal quanto na vertical, pelo tempo de exposição de 20 s.

- PRG Pro Care Gel

Os espécimes de esmalte dos grupos PRG e LPRG foram tratados com PRG Pro Care Gel, um gel bioativo utilizado para profilaxia dentária, conforme as recomendações do fabricante. A aplicação foi realizada individualmente com uma taça de borracha macia acoplada a um contra-ângulo em baixa rotação por 10 segundos sobre a superfície de cada bloco.

- Pasta Profilática

Para os espécimes do grupo C+, foi utilizada uma pasta profilática com fluoreto (Herjos, Vigodent). A aplicação foi realizada individualmente com uma taça de borracha macia acoplada a um contra-ângulo em baixa rotação por 10 segundos sobre a superfície de cada bloco.

Formação da película adquirida

A película adquirida salivar foi formada a partir de saliva humana estimulada fresca, coletada de quatro voluntários saudáveis entre 8h00 e 9h00. Após a coleta por mastigação de um filme flexível durante 5 minutos, a saliva foi mantida no gelo, centrifugada ($10.000 \times g$ por 5 min a 4°C) e o sobrenadante filtrado uso imediato. Os espécimes, previamente submetidos aos tratamentos, foram então imersos em 2 ml dessa saliva por 2 horas a 35°C em agitador orbital.

Modelo químico de ciclagem de pH

Os blocos foram submetidos à ciclagem de pH em um modelo que simula uma situação clínica de desafio cariogênico (desmineralização > remineralização). Cada bloco foi imerso individualmente em solução desmineralizante (tampão acetato 0,1 M, pH 5,0 e cálcio 1,28 mM, Pi 0,74 mM e 0,03 μg F/mL) na proporção de 5 mL/mm², por 4 horas. Em seguida, imersão em solução remineralizante (cálcio 1,5 mM, fosfato 0,9 mM, KCl 150 mM, 0,05 μg F/mL, tampão tris 0,1 M, pH 7,0) na proporção de 2,5 mL/mm², por 20 horas a 37°C . Entre cada troca de solução, os blocos foram lavados com água deionizada. Após o quarto dia, as soluções foram renovadas. Ao término do oitavo ciclo, os blocos permaneceram por mais 24 horas em solução remineralizante.

Avaliação da perda mineral

Ao final da ciclagem de pH, foi realizada a microdureza de superfície final. As porcentagens de perda dureza de superfície (PDS) foram calculadas utilizando a seguinte fórmula:

$$\% \text{ PDS} = (\text{DS}_{\text{final}} - \text{DS}_{\text{inicial}}) \times 100 / \text{DS}_{\text{inicial}}.$$

Análise estatística

Os dados da perda da dureza de superfície foram verificados quanto à normalidade e homogeneidade, usando os testes de Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente. A variável foi analisada por meio do teste Kruskal-Wallis, uma ANOVA não-paramétrica, seguido do teste post hoc Dwass-Steel-Critchlow-Fligner, utilizando o software Jamovi (versão 2.6) com nível de significância de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os grupos L e LPRG reduziram significativamente a perda mineral em comparação com o grupo controle ($p < 0,001$). PRG também apresentou diferença significativa em relação ao controle ($p = 0,004$). O grupo C+, por outro lado, não apresentou diferença significativa em relação ao grupo C- ($p = 0,205$). Além disso, observou-se que a combinação laser + PRG foi mais eficaz do que C+ ($p = 0,006$) e PRG isolado ($p = 0,002$). Não houve diferença significativa entre os grupos L e LPRG ($p = 0,928$), sugerindo eficácia comparável entre essas duas abordagens.

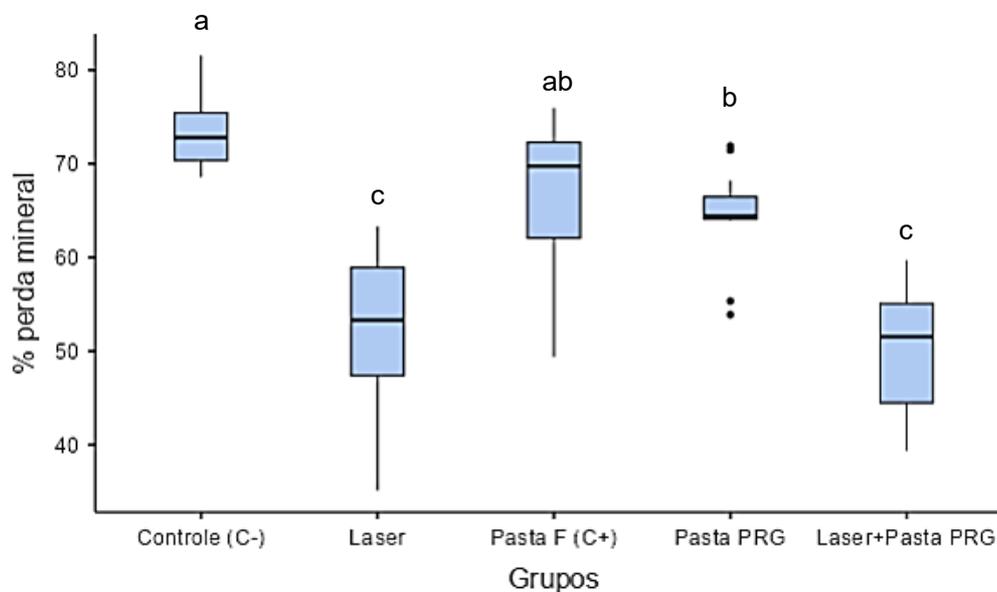


Figura 1. Porcentagem de perda mineral nos diferentes grupos experimentais. Letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas entre os grupos. (Teste de Kruskal-Wallis, seguido do teste post-hoc de Dwass-Steel-Critchlow-Fligner).

Os resultados do presente estudo indicaram que a aplicação do laser, isoladamente ou em combinação com o gel bioativo PRG promoveu uma redução significativa na perda mineral em comparação ao controle negativo. Isso sugere um efeito protetor dessas intervenções sobre o esmalte dentário frente ao desafio cariogênico. Esses achados corroboram estudo prévio (Al-Maliky et al., 2020) que demonstram a capacidade do laser de induzir modificações estruturais e químicas na superfície do esmalte, aumentando sua resistência à desmineralização.

O grupo PRG, isoladamente, também promoveu uma redução significativa da perda mineral, embora menos pronunciada do que a intervenção combinada com laser. Este efeito pode estar relacionado à tecnologia Giomer que incorpora partículas de ionômero de vidro pré-reagido (S-PRG) no material, que segundo Imazato e colaboradores (2023) promove a liberação de íons fluoreto, alumínio, borato, estrôncio, sódio e silicato, os quais inibem a desmineralização e favorecem a remineralização do esmalte.

No grupo C+ embora a pasta profilática contenha fluoreto, não apresentou diferença significativa em relação ao grupo controle negativo, pois a concentração de fluoreto é baixa. Isso pode indicar uma limitação do efeito do fluoreto isolado no protocolo utilizado, ou uma menor capacidade de remineralização frente às outras abordagens testadas.

A ausência de diferença estatística entre os grupos L e LPRG pode indicar que o efeito do laser, por si só, já é bastante expressivo, sendo pouco ampliado pela adição do gel bioativo. No entanto, essa tendência deve ser investigada em protocolos clínicos mais longos ou com variação na frequência de aplicação.

Em conjunto, os dados apontam para uma estratégia promissora de associação entre laser e materiais bioativos na prevenção de lesões cáries iniciais, o que pode ter impacto relevante em protocolos clínicos minimamente invasivos.

CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos, conclui-se que a aplicação do laser de Er:YAG, isoladamente ou em combinação com o gel bioativo PRG foi eficaz na redução da perda mineral do esmalte dental submetido à ciclagem de pH. O gel PRG Pro-Care também demonstrou efeito protetor significativo, embora inferior ao observado com o protocolo combinado. Dessa forma, intervenções que associam tecnologia laser a materiais bioativos representam estratégias promissoras para a prevenção da desmineralização do esmalte dentário.

BIBLIOGRAFIA

Al-Maliky, M. A., Frentzen, M., & Meister, J. (2020). Laser-assisted prevention of enamel caries: a 10-year review of the literature. *Lasers in medical science*, 35(1), 13–30. <https://doi.org/10.1007/s10103-019-02859-5>

Amaechi, B. T., Kasundra, H., Joshi, D., Abdollahi, A., Azees, P. A. A., & Okoye, L. O. (2018). Effectiveness of S-PRG Filler-Containing Toothpaste in Inhibiting Demineralization of Human Tooth Surface. *The open dentistry journal*, 12, 811–819. <https://doi.org/10.2174/1874210601812010811>

Cury, J. A., Francisco, S. B., Simões, G. S., Del Bel Cury, A. A., & Tabchoury, C. P. M. (2003). Effect of a calcium carbonate-based dentifrice on enamel demineralization in situ. *Caries Research*, 37(3), 194–199. <https://doi.org/10.1159/000070444>

Heravi, F., Ahrari, F., Mahdavi, M., & Basafa, S. (2014). Comparative evaluation of the effect of Er:YAG laser and low level laser irradiation combined with CPP-ACPF cream on treatment of enamel caries. *Journal of clinical and experimental dentistry*, 6(2), e121–e126. <https://doi.org/10.4317/jced.51309>

Imazato, S., Nakatsuka, T., Kitagawa, H., Sasaki, J. I., Yamaguchi, S., Ito, S., Takeuchi, H., Nomura, R., & Nakano, K. (2023). Multiple-Ion Releasing Bioactive Surface Pre-Reacted Glass-Ionomer (S-PRG) Filler: Innovative Technology for Dental Treatment and Care. *Journal of functional biomaterials*, 14(4), 236. <https://doi.org/10.3390/jfb14040236>

Machiulskiene, V., Campus, G., Carvalho, J. C., Dige, I., Ekstrand, K. R., Jablonski-Momeni, A., Maltz, M., Manton, D. J., Martignon, S., Martinez-Mier, E. A., Pitts, N. B., Schulte, A. G., Splieth, C. H., Tenuta, L. M. A., Ferreira Zandona, A., & Nyvad, B. (2020). Terminology of Dental Caries and Dental Caries Management: Consensus Report of a Workshop Organized by ORCA and Cariology Research Group of IADR. *Caries research*, 54(1), 7–14. <https://doi.org/10.1159/000503309>

Moecke, S. E., Silva, A. G. C. S., Andrade, A. C. M., Borges, A. B., & Torres, C. R. G. (2022). Efficacy of S-PRG filler varnishes on enamel caries remineralization. *Journal of dentistry*, 119, 104074. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2022.104074>

Queiroz, C. S., Hara, A. T., Paes Leme, A. F., & Cury, J. A. (2008). pH-cycling models to evaluate the effect of low fluoride dentifrice on enamel de- and remineralization. *Brazilian dental journal*, 19(1), 21–27. <https://doi.org/10.1590/s0103-64402008000100004>

Simón-Soro, A., & Mira, A. (2015). Solving the etiology of dental caries. *Trends in microbiology*, 23(2), 76–82. <https://doi.org/10.1016/j.tim.2014.10.010>

Yamamoto, S., Sayed, M., Takahashi, M., Matin, K., Hiraishi, N., Nikaido, T., Burrow, M. F., & Tagami, J. (2021). Effects of a surface prereacted glass-ionomer filler coating material on biofilm formation and inhibition of dentin demineralization. *Clinical oral investigations*, 25(2), 683–690. <https://doi.org/10.1007/s00784-020-03577-x>