



Contemporânea

Contemporary Journal

Vol.X No.X: 01-xx, 202X

ISSN: 2447-0961

Artigo

TRATAMENTO ENDODÔNTICO ASSISTIDO POR LASER DE ALTA POTÊNCIA: RELATO DE DOIS CASOS CLÍNICOS

HIGH-POWER LASER-ASSISTED ENDODONTIC TREATMENT: REPORT OF TWO CLINICAL CASES

TRATAMIENTO ENDODÓNTICO ASISTIDO POR LÁSER DE ALTA POTENCIA: REPORTE DE DOS CASOS CLÍNICOS

DOI:

Receipt of originals: XX/XX/2025

Acceptance for publication: XX/XX/2025

Nome do Autor Ricardo Oertli Dias

Graduação em Odontologia

Instituição de formação: Faculdade Pernambucana de Saúde

Endereço: Recife, Pernambuco, Brasil (Cidade, Estado e País)

E-mail: ricardinhooertli@hotmail.com

Nome do Autor Paulo Mauricio Reis de Melo júnior

Formação mais alta na área: Doutorado em Endodontia

Instituição de formação: Universidade de Pernambuco

Endereço: Recife, Pernambuco, Brasil (Cidade, Estado e País)

E-mail: Paulo.reis@fps.edu.br

RESUMO:

O tratamento endodôntico eficaz depende da eliminação de biofilmes microbianos em canais radiculares complexos, área frequentemente inacessível à instrumentação química e mecânica convencional. A irrigação com hipoclorito de sódio (NaClO) é essencial, mas concentrações elevadas podem comprometer a viabilidade das células embrionárias em procedimentos regenerativos, como revascularização. Técnicas de ativação por laser de alta potência, como Er:YAG (PIPS e SWEEPS) e Nd:YAG, ampliam a penetração do irrigante, promovendo desinfecção eficiente e minimamente invasiva, além de estimular respostas biológicas favoráveis, como proliferação celular e ativação de MMPs, que favorecem reparo



tecidual. Dois casos clínicos ilustram a aplicação dessas técnicas: um paciente adulto com configuração anatômica complexa do canal e uma adolescente com dente imaturo submetido inicialmente à revascularização, posteriormente alterado para apexificação devido ao estreitamento apical. Em ambos os casos, a integração do laser resultou em controle sintomático consistente (EVA = 01 no pós-operatório imediato e em 24 horas) e melhora radiográfica progressiva, incluindo redução da lesão periapical e sinais de reparo apical. O uso do Nd:YAG atuou como coadjuvante, potencializando a desinfecção em áreas de difícil acesso sem evidência de dano aos tecidos periapicais. Estudos *in vitro* e clínicos corroboram que SWEEPS e PIPS removem eficientemente *smear layer*, detritos e biofilmes, superando métodos tradicionais como irrigação por agulha, sônica ou ultrassônica. Embora algumas limitações existam, incluindo necessidade de padronização de parâmetros e mais ensaios clínicos randomizados, a combinação de laser de alta potência com protocolos convencionais demonstra-se promissora na endodontia, promovendo desinfecção eficaz, proteção biológica e conforto do paciente, especialmente em casos de anatomia desafiadora ou dentes imaturos.

PALAVRAS-CHAVE: Dor pós tratamento endodôntico, irrigação atividade por laser, Sweeps, Pips

ABSTRACT: Endodontic treatment success relies on eliminating microbial biofilms in complex root canal systems, areas often inaccessible to conventional chemo-mechanical instrumentation. Sodium hypochlorite (NaOCl) irrigation is essential, yet high concentrations may compromise stem cell viability in regenerative procedures such as revascularization. High-power laser activation techniques, including Er:YAG (PIPS and SWEEPS) and Nd:YAG, enhance irrigant penetration, promoting efficient and minimally invasive disinfection, while stimulating biological responses such as cell proliferation and MMP activation, which support tissue repair. Two clinical cases illustrate these applications: an adult patient with a complex canal anatomy and an adolescent with an immature tooth initially treated with revascularization, later shifted to apexification due to apical narrowing. In both cases, laser integration resulted in consistent symptomatic control (VAS = 01 immediately and 24 hours postoperatively) and progressive radiographic improvement, including periapical lesion reduction and signs of apical repair. Nd:YAG served as an adjunct, enhancing disinfection in difficult-to-reach areas without damaging periapical tissues. *In vitro* and clinical studies confirm that SWEEPS and PIPS efficiently remove smear layer, debris, and biofilms, outperforming traditional needle, sonic, or ultrasonic irrigation. Despite limitations such as parameter standardization and the need for further randomized clinical trials, combining high-power



laser with conventional protocols is a promising strategy in endodontics, offering effective disinfection, biological protection, and patient comfort, particularly in challenging anatomy or immature teeth.

KEYWORDS: Pain after endodontic treatment, laser activity irrigation, Sweeps, Pips

RESUMEN:

El éxito del tratamiento endodóntico depende de la eliminación de biofilms microbianos en sistemas de canales radiculares complejos, áreas frecuentemente inaccesibles a la instrumentación químico-mecánica convencional. la irrigación con hipoclorito de sodio (naocl) es esencial, aunque concentraciones elevadas pueden comprometer la viabilidad celular en procedimientos regenerativos como la revascularización. las técnicas de activación con láser de alta potencia, incluyendo er:yag (pips y sweeps) y nd:yag, mejoran la penetración del irrigante, promoviendo una desinfección eficaz y mínimamente invasiva, al mismo tiempo que estimulan respuestas biológicas como proliferación celular y activación de mmps, favoreciendo la reparación tisular. dos casos clínicos ilustran su aplicación: un paciente adulto con anatomía canalicular compleja y una adolescente con diente inmaduro inicialmente tratado con revascularización, posteriormente modificado a apexificación debido al estrechamiento apical. en ambos casos, la integración del láser resultó en un control sintomático consistente (eva = 01 inmediato y a las 24 horas) y mejora radiográfica progresiva, incluyendo reducción de la lesión periapical y signos de reparación apical. el nd:yag actuó como coadyuvante, potenciando la desinfección en áreas de difícil acceso sin daño a los tejidos periapicales. estudios in vitro y clínicos confirman que sweeps y pips eliminan eficazmente smear layer, detritos y biofilms, superando técnicas tradicionales de irrigación con aguja, sónica o ultrasónica. a pesar de limitaciones como la necesidad de estandarización de parámetros y más ensayos clínicos aleatorizados, la combinación de láser de alta potencia con protocolos convencionales representa una estrategia prometedora en endodoncia, proporcionando desinfección efectiva, protección biológica y confort al paciente, especialmente en anatomías complejas o dientes inmaduros.



PALABRAS CLAVE: Dolor después del tratamiento endodóntico, irrigación con actividad láser, sweeps, pips



Artigo está licenciado sob forma de uma licença
Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.



1. Introdução:

O objetivo central da terapia endodôntica é a limpeza e desinfecção eficazes para a eliminação da camada de esfregaço (*smear layer*), detritos e microrganismos, processos limitados pela complexidade anatômica do canal e pela penetração restrita da irrigação convencional com seringa e agulha

A eliminação do biofilme microbiano no sistema de canais radiculares é amplamente reconhecida como uma das etapas determinantes para o êxito do tratamento endodôntico (TE). A complexidade morfológica desse sistema -comumente caracterizada pela presença de istmos, canais acessórios e laterais, deltas apicais, configurações em "C" e anastomoses - impõe desafios significativos à limpeza e à desinfecção [F.J. Vertucci]. Nessa perspectiva, o desbridamento mecânico isolado mostra-se insuficiente para a remoção completa de bactérias e de tecido necrótico, deixando cerca de 35% da superfície das paredes do canal inalterada após a instrumentação (1)

Assim, a utilização de soluções irrigadoras torna-se indispensável em associação à instrumentação mecânica, com o propósito de potencializar a redução da carga microbiana e mitigar o risco de persistência da doença perirradicular pós-tratamento. Entre os irrigantes disponíveis, o hipoclorito de sódio (NaClO) é o mais empregado em Endodontia, dada sua ação antimicrobiana e sua capacidade de dissolução de tecidos orgânicos (2)

Evidências experimentais indicam que, mesmo após a modelagem mecânica e quando se utiliza irrigação passiva convencional com seringas e agulhas, porções substanciais da superfície do canal radicular permanecem intocadas pelos irrigantes (3). Desse modo, métodos complementares que ampliem a penetração e a eficácia dos irrigantes são necessários para alcançar regiões anatomicamente desafiadoras. Nesse cenário, diversas técnicas de ativação têm sido propostas para otimizar a desinfecção e a remoção da camada de esfregaço (*smear layer*), incluindo a ativação dinâmica manual (ADM), uso de espátulas plásticas acionadas à motor, a ativação sônica (AS), a irrigação ultrassônica passiva (PUI) e a irrigação ativada por laser (IAL) (4).

A amplificação da luz por emissão estimulada de radiação (laser) tem demonstrado inúmeras aplicações em Endodontia, especialmente no aprimoramento do desbridamento e da desinfecção do sistema de canais. Entre os dispositivos disponíveis para IAL, destacam-se os lasers de granada de ítrio-alumínio (YAG) ativada por érbio (Er:YAG), ativada por neodímio (Nd:YAG) e os lasers de diodo [Q. Huang, Z. Li, P. Lyu]. O comprimento de onda do Er:YAG (2940 nm) coincide com o pico de absorção da água,



interagindo de forma eficiente com irrigantes aquosos para gerar bolhas de cavitação que, ao implodirem em alta velocidade, produzem ondas de choque de grande amplitude—fenômeno denominado transmissão fotoacústica induzida por fótons (PIPS) (5)

Adicionalmente, a emissão de pulsos consecutivos de energia, cuidadosamente temporizados, pode acelerar o colapso das bolhas de cavitação, aumentando a eficiência do processo; esse ajuste operacional é conhecido como transmissão fotoacústica por emissão intensificada por ondas de choque (SWEEPS). Em conjunto, PIPS e SWEEPS elevam a vazão do irrigante e geram forças físicas sobre as paredes do canal, favorecendo a remoção da camada de esfregaço, mesmo em preparos conservadores (6 - 7). O SWEEPS é uma modalidade laser-ativada avançada que utiliza o laser Er:YAG (2940 nm), aproveitando a alta absorção desta onda em água. Essa técnica é uma evolução do *Photon-Induced Photoacoustic Streaming* (PIPS) e emprega pulsos duplos ultracurtos, cronometrados para colapsar a primeira bolha de cavitação primária mais rapidamente, o que amplifica as ondas de choque. Este processo gera um fluxo fotodinâmico potente e intenso (o *streaming*), que é o principal responsável pela eficácia aprimorada (7)

A literatura aponta, ainda, que a persistência microbiana no sistema de canais radiculares associa-se à dor pós-operatória quando o controle da infecção é insuficiente (8). Nesse cenário, a avaliação da dor após o tratamento constitui desfecho clínico pertinente—sobretudo diante de estratégias que buscam ampliar a eficácia da desinfecção, como a ativação por laser.

Diante desse panorama, o objetivo deste trabalho é relatar dois casos clínicos de tratamento de dentes anteriores com periodontite apical assintomática, nos quais se empregaram lasers de alta potência (Er:YAG e Nd:YAG) em associação à instrumentação endodôntica—um caso com rizogênese imperfeita e outro com variação anatômica no número de canais radiculares.



3. Relato de caso

Paciente do sexo masculino, 53 anos, leucoderma, brasileiro, compareceu à Clínica-Escola de Odontologia da Faculdade Pernambucana de Saúde (FPS) relatando necessidade de tratamento endodôntico ("tratamento de canal"). Referiu bom estado geral de saúde e negou antecedentes sistêmicos relevantes; informou que sua última consulta odontológica ocorrera cinco meses antes do atendimento e que, nesse período, utilizara ibuprofeno 400 mg em episódios de dor. No exame extraoral, tecidos e linfonodos encontravam-se dentro da normalidade, sendo identificada disfunção temporomandibular associada. No exame intraoral, não se observaram alterações de tecidos moles; entretanto, constatou-se doença periodontal, ausência de 17 elementos dentários, restaurações insatisfatórias e necessidade de tratamento endodôntico no elemento 31.

As manobras semiotécnicas realizadas no dente 31 (palpação apical, percussão vertical e horizontal) mostraram respostas negativas, assim como o teste de sensibilidade pulpar ao frio. O exame radiográfico revelou imagem radiopaca pouco adaptada e próxima à câmara pulpar, compatível com material restaurador, além de radiolucidez cervical compatível com lesão cáries, sem evidências de radiolucidez periapical. Observou-se ainda bifurcação do canal principal com reconfluência e término em forame único, compatível com a configuração de Vertucci tipo III (1-2-1). Diante dos achados clínicos e radiográficos, estabeleceu-se o diagnóstico de terapia endodôntica previamente iniciada, com indicação de aumento de coroa clínica para viabilizar o isolamento absoluto.

O tratamento foi conduzido em duas sessões. Na primeira sessão, procedeu-se à antissepsia da cavidade oral e anestesia com mepivacaína associada à epinefrina; em seguida, realizou-se a remoção do curativo provisório com laser Er:YAG (modo SSP, 9,00 W, 300 mJ, 30 Hz) na plataforma LightWalker (*Fotona d.o.o.*, Ljubljana, Eslovênia). Efetuou-se gengivectomia com laser Nd:YAG (modo SP, 4,00 W, 17 mJ, 30 Hz) e posterior remoção da lesão cáries com Er:YAG. Após o isolamento absoluto, o preparo químico-mecânico do canal radicular foi executado com o sistema Reciproc, instrumento R25 (*VDW GmbH*, Munique, Alemanha), no comprimento de trabalho de 22 mm, sob irrigação com hipoclorito de sódio (NaOCl) 2,5% (20 mL no total). A ativação final ocorreu em três ciclos de 20 segundos (SWEEPS, Er:YAG modo SSP, 0,30 W, 20 mJ, 15 Hz; *Fotona LightWalker*, *Fotona d.o.o.*, Ljubljana, Eslovênia), aplicados com NaOCl 2,5%



e EDTA 17%, com trocas de solução a cada ciclo. O canal foi seco com pontas de papel absorvente estéreis e submetido a desinfecção adicional com Nd:YAG (modo MSP, 1,50 W, 0 J, 15 Hz) em três ciclos de 11 segundos, com intervalos de 30 segundos entre cada ciclo.

Em seguida, realizou-se o selamento provisório com cimento de ionômero de vidro (primeira menção genérica). O paciente recebeu orientações pós-operatórias e foi instruído a registrar a intensidade dolorosa por Escala Visual Analógica (EVA; 0–10) no pós-imediato e em 24 horas, bem como a quantidade de analgésicos utilizados no período.

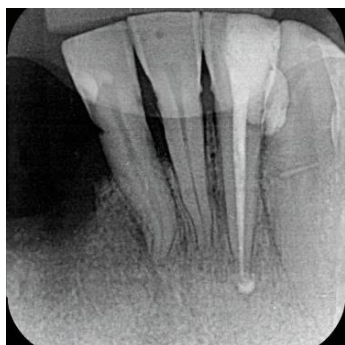
Na segunda sessão (figura número 2), quatro dias após a intervenção inicial, o paciente retornou com os registros solicitados, relatando EVA 01 no pós-imediato e EVA 04 em 24 horas, além do uso de seis comprimidos de dipirona 500mg, nesse intervalo. Ao exame clínico, observaram-se formação de pseudomembrana e sinais de cicatrização satisfatória na região submetida à gengivectomia. Confirmada a evolução dentro da normalidade, repetiram-se antissepsia, anestesia, isolamento absoluto e remoção do selamento provisório; procedeu-se ao complemento do preparo do canal com instrumento de memória, seguido de irrigação com 20 mL de NaOCl a 2,5% e secagem com pontas de papel absorvente. A obturação foi realizada pela técnica do cone único com AH Plus Bioceramic Sealer (cimento endodôntico biocerâmico; *Dentsply Sirona*, Bensheim, Alemanha), e, em seguida, efetuou-se a reconstrução coronária do elemento dentário. Após a sessão de obturação, a avaliação de dor pós-operatória registrou EVA 01 no pós-imediato e em 24 horas. O paciente foi orientado a retornar para acompanhamento clínico e radiográfico aos 3, 6, 9, 12 e 18 meses após a conclusão do tratamento.



Figura 1 imagem radiográfica inicial



Figura 2 imagem radiográfica final



Fonte: autoria própria



Caso 02:

A paciente A.J.D.S.M., sexo feminino, 16 anos, estudante, compareceu à Clínica Odontológica da Faculdade Pernambucana de Saúde (FPS) encaminhada de outra instituição, acompanhada de sua responsável legal, encaminhada por outra clínica de graduação para avaliação do elemento 11. Na anamnese, relatou tratamento ortodôntico em curso, história de trauma dentário na infância e episódios recorrentes de dor na região dos incisivos. No exame clínico inicial, os testes de percussão, palpação e sensibilidade pulpar com gás refrigerante foram negativos. O exame radiográfico evidenciou rizogênese incompleta e associado uma lesão periapical extensa no dente 11. Estabeleceu-se a hipótese diagnóstica de periodontite apical assintomática e planejou-se tratamento regenerativo pulpar (revascularização) em virtude da rizogênese incompleta.

Na segunda sessão, realizou-se anestesia infiltrativa com lidocaína 2% associada à epinefrina 1:50.000, isolamento absoluto e desinfecção superficial do campo com clorexidina 2%. Procedeu-se à abertura coronária. A instrumentação foi mínima, utilizando limas tipo K e Hedström (calibres maiores – 2ª série), com movimentos de “varredura circunferencial” das paredes do canal, sem grande remoção de dentina, até o comprimento aparente do dente menos 4 mm foi aferido esse comprimento por meio de radiografia periapical associado ao localizador apical, sempre sob irrigação com NaOCl 2,5% (20 mL). Em seguida, após a determinação do comprimento de trabalho por meio do localizador apical, posicionou-se a lima a 2 mm aquém do limite apical por teste radiográfico, com contraprova por localizador apical eletrônico, e o preparo foi estendido até esse limite.

Para potencializar a desinfecção, utilizou-se laser de alta potência com Er:YAG (2940 nm) na plataforma LightWalker (*Fotona d.o.o.*, Ljubljana, Eslovênia), modalidade SWEEPS com ponta plana SWEEPS 600 (Fotona). Os parâmetros aplicados foram 40 mJ/pulso, 15 Hz, 0,30 W e 50 µs de duração do pulso; o spray de água da peça de mão permaneceu desligado, em “auto SWEEPS”. Como solução irrigadora, utilizou-se hipoclorito de sódio (volume total 40 mL). Concluída essa etapa, procedeu-se à irrigação com soro fisiológico estéril (5 mL) e EDTA 17% (20 mL). O canal foi então seco com pontas de papel absorvente estéreis e submetido a desinfecção adicional com Nd:YAG (modo MSP, 1,50 W, 0 J, 15 Hz) em três ciclos de 11 s, com intervalos de 30 s entre os ciclos. Em seguida, realizou-se o preenchimento do canal com pasta de hidróxido de cálcio – UltraCal (*Ultradent Products, Inc.*, South Jordan, UT, EUA), e o acesso foi selado com resina composta.

Na terceira sessão (após 4 semanas), a paciente relatou ausência de dor e edema, sem sinais de fístula; contudo, por motivos de falha na resposta do protocolo de revascularização, não se prosseguiu com a fase subsequente do protocolo de revascularização (indução do sangramento, acomodação do



biomaterial sobre o coágulo e acompanhamento da neoformação tecidual). A paciente não referiu dor pós-operatória, registrando EVA 01 no pós-imediato e em 24 horas. Por três meses, a paciente permaneceu sem retorno devido a questões pessoais.

Na quarta sessão, decidiu-se repetir a desinfecção com laser de alta potência, mantendo os mesmos parâmetros previamente descritos, em razão do longo intervalo sem acompanhamento e da possibilidade de reinfecção do espaço endodôntico. O acompanhamento clínico e radiográfico evidenciou regressão da lesão periapical e início de reparo apical, com estreitamento da região; verificou-se também reabsorção parcial da pasta de hidróxido de cálcio. A paciente manteve-se assintomática, com EVA 01 no pós-imediato e em 24 horas. Diante da redução do espaço apical e da baixa probabilidade de êxito da indução do sangramento para formação de coágulo intrarradicular (matriz para neoformação), alterou-se o planejamento para apexificação, objetivando barreira apical artificial imediata que permitisse obturação segura do canal.

Na quinta sessão (aproximadamente 9 meses após a desinfecção), o seguimento clínico-radiográfico mostrou evolução satisfatória da reparação tecidual; a paciente permaneceu assintomática e sem sinais de infecção. Executou-se a sequência operatória para apexificação, com desinfecção química intensiva, confecção de barreira apical seladora (3–5 mm) com MTA/biocerâmico e selamento coronário imediato. Iniciou-se com anestesia local e isolamento absoluto rigoroso, seguidos de acesso coronário e instrumentação mínima, realizando-se cateterismo suave até a região apical com limas manuais finas (K #30–#45), apenas para desorganizar biofilme e favorecer a ação dos irrigantes, com o cuidado de não fragilizar as paredes radiculares e remover a medicação intracanal. A irrigação foi realizada com NaOCl 2,5% (20 mL), por seringa e agulha lateral posicionada $\geq 2-3$ mm aquém do CT, com renovação frequente da solução; em seguida, aplicou-se soro estéril (5 mL) e EDTA 17% (1–3 min) para remoção da *smear layer*, finalizando com soro. As soluções irrigadoras foram ativadas com instrumento plástico Easy Clean (*Easy Equipamentos Odontológicos*, Belo Horizonte, Brasil).

Concluída a irrigação, realizou-se secagem com cones de papel e prosseguiu-se à confecção do “plug” apical com MTA/biocerâmico. O material foi misturado conforme o fabricante (consistência plástica e manuseável) e introduzido com auxílio de cones de guta-percha de grandes calibres, em pequenas porções, até formar barreira apical de 2–4 mm. O controle radiográfico imediato confirmou a espessura (2 mm) e a posição do plug. O dente foi selado provisoriamente com cimento de ionômero de vidro para aguardar a presa (idealmente 24 h) e agendou-se o retorno depois de 28 dias.

Na sexta sessão, após remoção do selamento coronário e novo isolamento absoluto, procedeu-se à verificação da presa do MTA por teste



tátil suave com condensador fino, com confirmação radiográfica periapical. Em seguida, completou-se a obturação do canal com cimento à base biocerâmica da marca MK life *sealer plus* foi utilizado a técnica da condensação lateral e o elemento foi obturado utilizando a guta percha calibrada número 80 e cones acessórios ambos da marca dentsply e cone único de guta-percha calibrado, preenchendo o espaço remanescente até o nível da junção amelo-cementária (JAC). Por fim, realizou-se o selamento coronário imediato, com base de ionômero de vidro e restauração adesiva em resina composta.



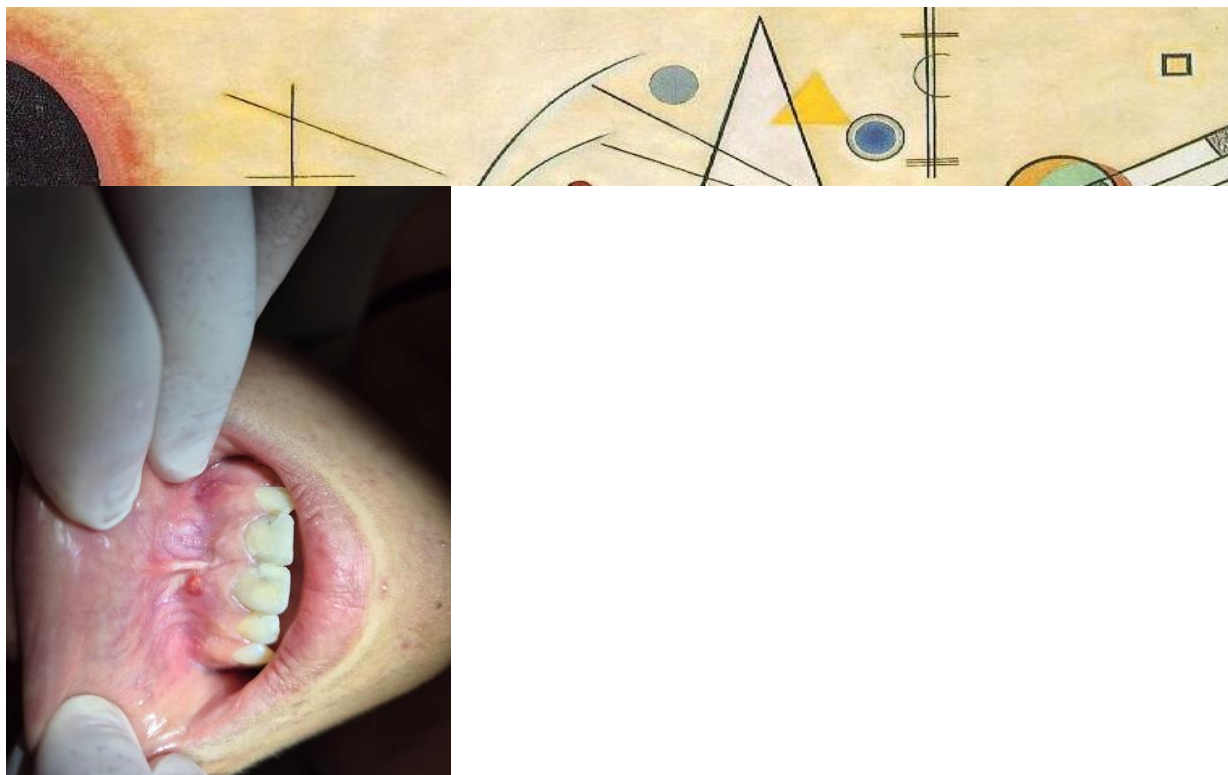


Figura 3 e 4 : fotos iniciais do caso julho 2024

Fonte: autoria própria



Figura 5 e 6 : fotos utilizando o laser de alta potência ER;YAG



Fonte: autoria própria

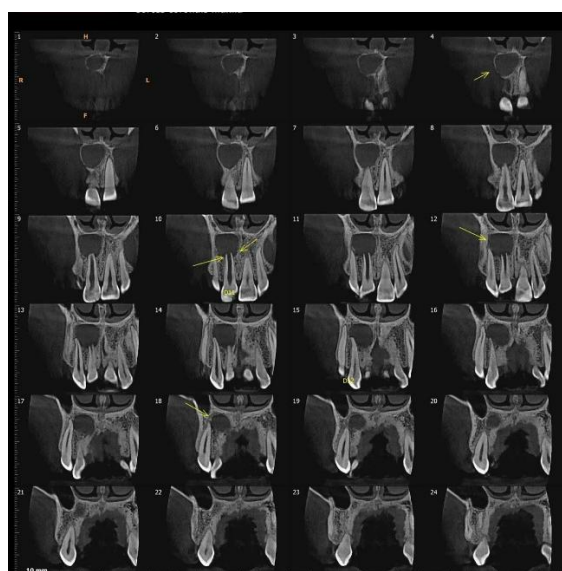
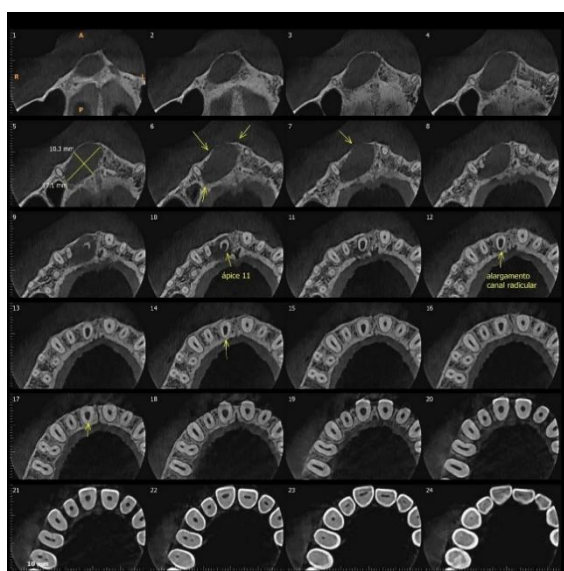
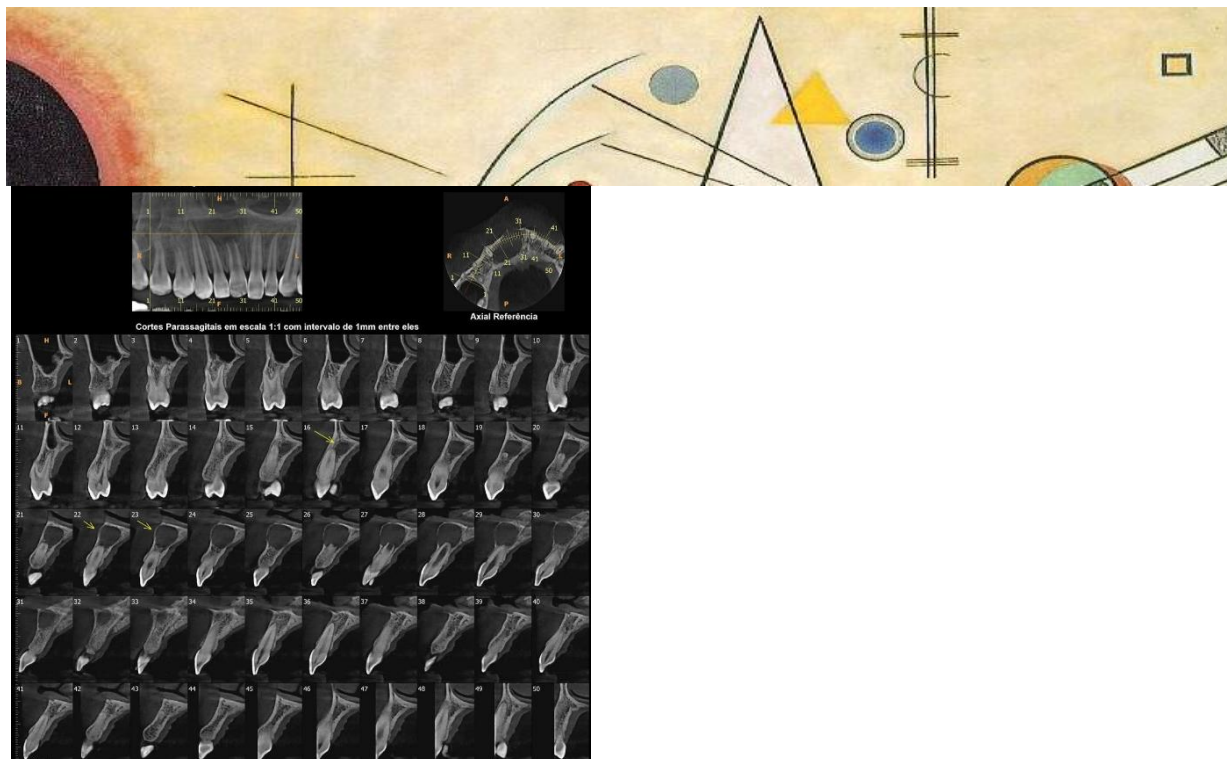


Figura 7 8 e 9 : Cortes de tomografia computadorizada demonstrando a lesão no elemento 11



Fonte: autoria própria



Figura 9 imagens radiográficas iniciais agosto de 2024

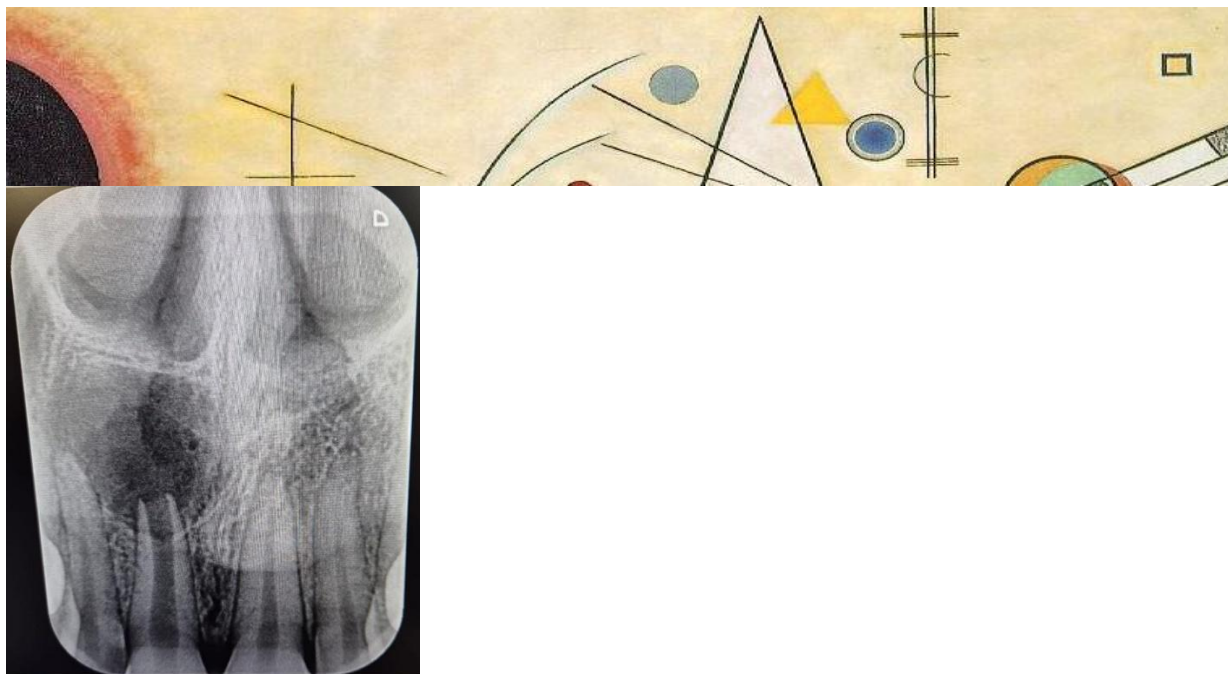


Figura 10 : imagens radiográficas iniciais agosto de 2024

Fonte: autoria própria



Figura 11 á esquerda e 12 : imagem radiográfica durante a instrumentação fotos de outubro de 2024

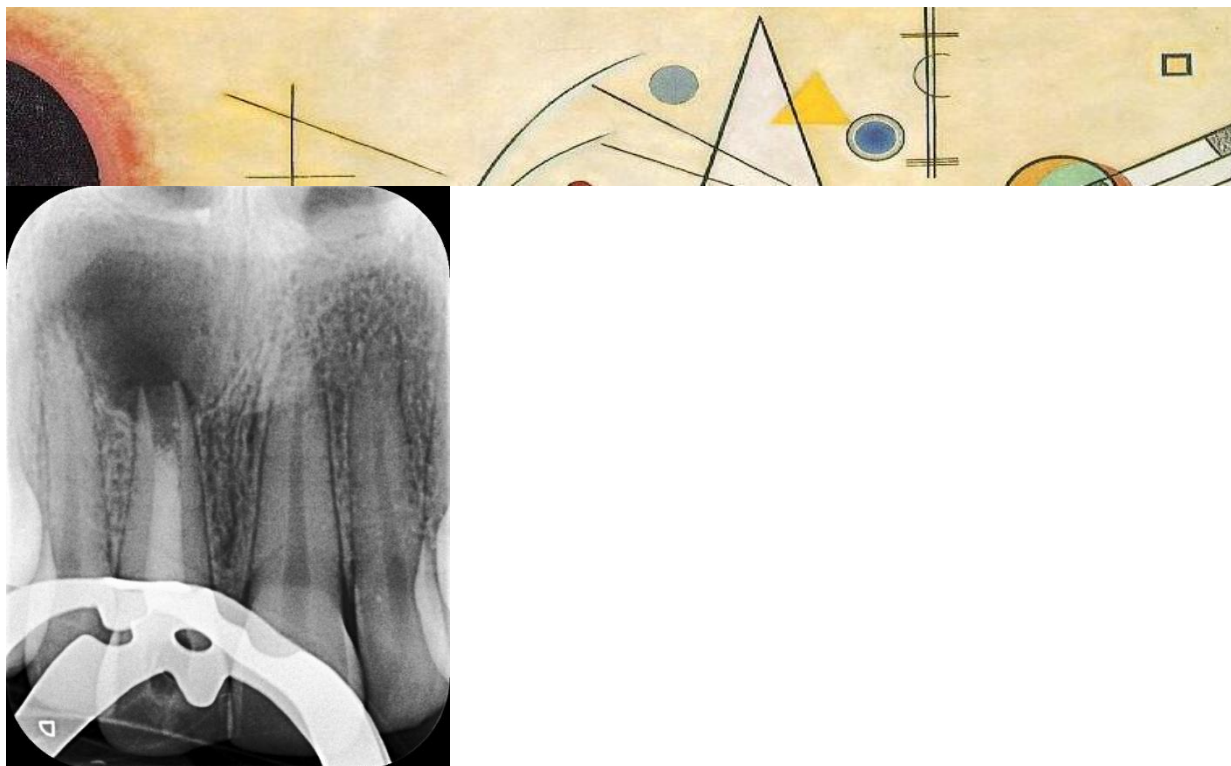


Figura 13: imagem radiográfica em maio de 2025

Fonte: autoria própria



Figura 14: imagem radiográfica em Agosto de 2025

Fonte: autoria própria



Figura 15: imagem radiográfica Final em outubro de 2025



4. Resultados e Discussões

A eficácia do tratamento endodôntico reside fundamentalmente na eliminação da carga microbiana e dos biofilmes complexos que persistem na anatomia intrínseca do sistema de canais radiculares, áreas frequentemente inacessíveis à instrumentação químico-mecânica convencional. Com isto, a energização de irrigantes pela ativação por laser (IAL), incluindo os lasers de alta potência, de Érbio:YAG (Er:YAG) utilizando técnicas avançadas como o Photon-Induced Photoacoustic Streaming (PIPS) e o Shock Wave-Enhanced Emission Photoacoustic Streaming (SWEEPS), e de Neodímio (Nd:YAG) emergem como alternativas promissoras às técnicas já consagradas, como a irrigação ultrassônica passiva (PUI), a irrigação ultrassônica contínua (CUI) a ativação sônica (AS) e a agitação manual com dispositivos plásticos (AMDP) ou cones de guta-percha.

Os dois casos clínicos relatados sugerem que a integração do laser de alta potência aos protocolos de desinfecção associado a irrigação e medicação intracanal, podem contribuir para resultados clínicos e radiográficos favoráveis em Endodontia. Em ambos os pacientes, observou-se remissão dos sinais clínicos sintomáticos (ausência de edema e dor, com EVA = 01 no pós-operatório imediato e em 24 horas) e melhora radiográfica progressiva, com redução da lesão periapical (caso 2) e sinais de reparo apical (caso 1 e 2).

Esses desfechos se alinham aos parâmetros amplamente aceitos de sucesso do tratamento endodôntico, que conjugam a resolução dos sinais e sintomas com a evidência imaginológica de cicatrização. De acordo com Lopes; Siqueira Júnior (2015), sob a ótica exclusivamente clínica, o êxito do tratamento endodôntico é definido pela inexistência de dor, edema, fístula, mobilidade dentária ou quaisquer outros sinais e sintomas, estando ainda relacionado à plena manutenção da função do dente, como foi observado em ambos os casos clínicos. Com base nos achados radiográficos, os resultados do tratamento endodôntico podem ser classificados em quatro categorias: sucesso em potencial, sucesso, insucesso ou condição *questionável* (9) O sucesso em potencial significa que há redução total ou parcial da lesão periapical visualizada radiograficamente, condição observada com evidência no caso clínico 02.

A mensuração da dor por meio da Escala Visual Analógica (EVA) constitui desfecho subjetivo padronizado e útil para comparabilidade entre intervenções. A consistência de EVA = 04 no período imediato e em 24 horas, observada nos dois relatos, é compatível com a hipótese de que maior



eficácia antimicrobiana e melhor controle da infecção tendem a se associar a menor dor pós-operatória. Ainda que a EVA não substitua critérios objetivos, esta adiciona uma dimensão relevante de experiência do paciente ao julgamento global de sucesso. (10) a escala EVA ainda é usada em uma variedade de cenários clínicos e de pesquisa, sendo favorecida por sua facilidade de uso e pelas demandas mínimas que impõe aos pacientes doentes, de fácil entendimento, ainda que sirva para mensuração de algo extremamente complexo que é a subjetividade da dor e por esse motivo foi escolhido como instrumento de coleta de dados nesta pesquisa.

O efeito na dor pós-tratamento endodôntico (DPTE) também foi avaliado em outros estudos que analisaram a ativação a laser Er:YAG (11). Neste contexto, um estudo que comparou SWEEPS, PIPS, ativação sônica e ultrassônica, e observou que o SWEEPS (e PIPS) mitigou a DPTE melhor do que as técnicas ultrassônicas, sônicas e de ativação dinâmica manual no período pós-tratamento inicial (6–48 h) (12) No entanto, é importante notar que não há estudos incluídos nas revisões que comparem o SWEEPS diretamente com a Irrigação Convencional por Agulha, e a eficácia geral do Er:YAG (modalidade da qual o SWEEPS faz parte) na sua redução é geralmente descrita como tendo eficácia de curto prazo (6 a 24 horas) (11-12)

A literatura científica indica que, mesmo após a instrumentação do canal radicular, uma porcentagem significativa das paredes do sistema de canais permanece intocada, especialmente em regiões de difícil acesso (6) Técnicas de fotoativação por laser, como PIPS (Photon-Induced Photoacoustic Streaming) e SWEEPS (Shock-Wave Enhanced Emission Photoacoustic Streaming), combinam efeitos fotoacústicos e micro-hidrodinâmicos que favorecem o transporte, a renovação e a penetração do irrigante em áreas anatômicas complexas, melhorando a limpeza do sistema de canais (13-14)

Os sistemas PIPS e SWEEPS, baseados no laser Er:YAG (2940 nm), utilizam pulsos de energia ultracurtos — 50 μ s para PIPS e 25 μ s para SWEEPS — e baixa potência (20 mJ/pulso), gerando ondas de choque fotoacústicas que induzem um escoamento tridimensional da solução irrigadora por todo o sistema de canais, aumentando a eficácia da irrigação e potencializando a remoção da camada de smear (13-15)

Estudos “in vitro” comprovaram que essas técnicas capitalizam a alta absorção do comprimento de onda de 2940 nm pela água e hidroxiapatita, gerando ondas de choque e correntes fotoacústicas que potencializam significativamente a ação e a penetração dos irrigantes químicos.



Notavelmente, o PIPS proporcionou uma penetração significativamente maior do que o método convencional na área coronal das raízes e, em menor grau, na área média e apical (no caso, o azul de metileno que foi usado como irrigante químico), uma vantagem crítica que mitiga o risco de apical “vapour lock” e extrusão periapical do irrigante. (16)

Ainda, à luz das limitações de mais um estudo “in vitro”, a irrigação ativada por laser (LAI) foi altamente eficaz na redução da carga bacteriana em canais infectados, chegando a eliminar 99,5% do *Enterococcus faecalis*. (17). demonstrando eficácia significativa na disrupção de biofilmes multiespécies nos sulcos apicais artificiais e na eliminação de bactérias colonizadas, em regiões tipicamente de difícil acesso, como sulcos artificiais e túbulos dentinários.

A superioridade do laser de alta potência é particularmente evidente. As técnicas SWEEPS e PIPS, demonstraram eficácia antibiofilme significativa, superando a irrigação convencional por agulha e a irrigação sônica (EDDY). O SWEEPS, em particular, provou ser o mais eficaz na remoção de biofilmes dentro dos sulcos e reentrâncias simuladas. (18).

A eficácia antimicrobiana do protocolo SWEEPS é robusta e comparativamente superior a outros métodos de ativação, e foi mais uma vez legitimada em ambos os casos clínicos, como uma estratégia superior que associa desinfecção otimizada a um perfil de morbidade pós-operatória baixo e altamente aceitável. (19)

A capacidade do laser em reduzir a carga bacteriana *in vivo* é demonstrada por estudos clínicos comparativos, O método PIPS, em dentes com necrose pulpar, reduziu numericamente 98.18% para cepas anaeróbicas facultativas e alcançou 100% para cepas anaeróbicas obrigatórias Gram-negativas no grupo PIPS. (20). De forma similar, um estudo avaliou o protocolo SWEEPS em pacientes com periodontite apical e concluíram que quando usado como suplemento à preparação químico-mecânica, é equivalente à Irrigação Ultrassônica Passiva (PUI) na redução dos níveis de bactérias totais e de *Streptococcus* sp. no canal radicular. (21). Estes resultados indicam que o laser é comparável ou superior aos métodos de ativação tradicionais no combate à infecção endodôntica.

Crucialmente, a superioridade do laser em relação ao conforto do paciente foi ainda mais enfatizada, destacando que a técnica PIPS levou a melhores indicadores de Qualidade de Vida (QoL) no primeiro dia pós-operatório (Dia 1), apresentando diferenças estatisticamente significativas para dor máxima,



difficuldade para comer e dificuldade em realizar funções diárias em comparação com o grupo de irrigação tradicional, pós- tratamento endodôntico. (21), Além disso, outro estudo comparou PIPS e SWEEPS com PUI, sônico (EDDY) e Ativação Dinâmica Manual (ADM) em dentes sintomáticos, e confirmaram que os grupos PIPS e SWEEPS apresentaram o menor nível e prevalência de dor em comparação com os outros métodos de ativação. (22) Finalmente, a pesquisa quando comparado o PIPS com a Irrigação Ativada por Ultrassom (PUI) em pacientes assintomáticos, observou-se que ambos os métodos resultaram em níveis baixos e comparáveis de dor, mas o grupo (PIPS) mostrou uma intensidade e incidência de dor significativamente menor nas 6 horas pós-tratamento(23) Estes resultados fornecem evidências sólidas da eficácia do laser de alta potência (PIPS e SWEEPS) como um adjuvante seguro e superior na desinfecção endodôntica.

Em ambos os casos clínicos, além do laser Er:YAG pelo método SWEEPS também foi usado o laser neodímio (Nd:YAG), devido a consonância com a literatura que indica sua aplicabilidade clínica em canais radiculares infectados, sem evidência de dano aos tecidos periapicais. Destaca-se um ensaio clínico em que 44 dentes com periodontite apical crônica foram instrumentados (técnica step-back) com irrigação de NaOCl a 5% e H₂O₂ a 3%, e, em metade dos casos, o terço apical foi irradiado com Nd:YAG pulsado (1 W, 15 pps, 1 s), resultando em menor sensibilidade à percussão no grupo laser após 1 semana e 3 meses, quando comparado ao controle, embora sem diferenças significativas nos demais desfechos avaliados no seguimento de 3 e 6 meses. (24). Tais achados reforçam o papel coadjuvante do Nd:YAG na redução da carga microbiana em áreas de difícil acesso, como túbulos dentinários e região apical, oferecendo racional biológico e clínico.

Não obstante, o uso do Nd:YAG na endodontia ainda carece de evidências clínicas robustas que comprovem, de forma inequívoca, sua capacidade de promover desinfecção efetiva pelo potencial de conversão fototérmica que eleva a temperatura no espaço endodôntico e pode inativar microrganismos alojados em túbulos dentinários e irregularidades apicais e atribuir causalmente seu papel na redução sustentada da carga microbiana por efeito térmico e seu impacto no reparo de lesões extensas, evitando extrapolações além do status atual de evidências.



Em relação à desinfecção, a literatura revisada indica que o SWEEPS também apresenta resultados robustos. Estudos indicam que remove significativamente mais *smear layer*, detritos e remanescentes de tecido pulpar em comparação com a irrigação convencional, com eficácia superior tanto no terço médio quanto no terço apical dos canais radiculares. Outros estudos confirmaram que o SWEEPS é mais superior na remoção de detritos de tecido duro, especialmente persistentes no terço apical. Sua ativação reduziu significativamente a contagem viável de *Enterococcus faecalis*, uma bactéria comum em infecções endodônticas. A capacidade do SWEEPS de aumentar o contato das bactérias com o cloro e promover a infiltração dos irrigantes nos túbulos dentinários melhora a ação antimicrobiana e permite o uso de concentrações mais baixas de hipoclorito de sódio (NaOCl), minimizando o risco potencial de danos teciduais associados a altas concentrações. O design do SWEEPS oferece vantagens operacionais notáveis. A sua eficácia não é afetada pela curvatura do canal radicular. Não há a necessidade de inserir a ponta do laser profundamente no canal; a colocação da ponta na câmara pulpar é suficiente para o seu funcionamento. Isso é um benefício para canais minimamente preparados. Adicionalmente, o SWEEPS (e PIPS) demonstrou resultar em uma extrusão apical de irrigantes muito menor em comparação com a irrigação convencional por agulha) (25)

Apesar da ampla evidência de superioridade na remoção de debris e tecidos, o SWEEPS ainda apresenta limitações. Alguns estudos contraditórios indicaram que o SWEEPS e a irrigação convencional podem ter resultados semelhantes em termos de profundidade de penetração do irrigante, especialmente em regiões onde a densidade de túbulos dentinários é menor. Além disso, como outras técnicas, o SWEEPS não conseguiu erradicar completamente o biofilme das regiões mais confinadas do sistema de canais radiculares. Conclui-se que o SWEEPS oferece mais benefícios que a irrigação convencional, melhorando a limpeza e desinfecção, mas mais ensaios clínicos randomizados (RaCTs) são necessários para confirmar plenamente a sua eficácia clínica *in vivo*. (25).

No caso 2, o dente apresentava-se imaturo, e a definição do sucesso do seu tratamento deve considerar a estratégia terapêutica adotada. Na apexificação, busca-se a criação de uma barreira apical artificial estável que permita obturação segura e selamento adequado, com resolução periapical. Já nos procedimentos regenerativos (revascularização/apexogênese), o



sucesso envolve, além da remissão clínica e radiográfica, espessamento/alongamento radicular e fechamento apical parcial ou total ao longo do seguimento. (26) .

Para o dente tratado, o tratamento regenerativo foi a primeira escolha, no entanto, devido o avançado desenvolvimento radicular e, a aplicação de medicação intracanal que induziu a mineralização, promoveu o estreitamento do espaço apical, o que reduziu a probabilidade de êxito da indução de sangramento intrarradicular — etapa crítica para a estabilização do coágulo estável e a formação de um arcabouço biológico propício à neoformação tecidual.

Diante desse quadro, a mudança de planejamento para apexificação foi racional, pois atendeu aos requisitos clínicos de previsibilidade, vedamento e restauração oportuna, mantendo o caso dentro de parâmetros de segurança biológica e mecânica e se coaduna com a responsabilidade de equilibrar biologia, mecânica e adesão ao cuidado para alcançar o melhor resultado possível no contexto individual do paciente.

Contudo, a apexificação deve permanecer no repertório como alternativa prudente sempre que o forame apical deixe de se apresentar amplamente patente, pois ambos os tratamentos forneçam resultados confiáveis. (27)

Uma limitação crítica da técnica de Revascularização, entretanto, reside no uso do principal agente desinfetante, o Hipoclorito de Sódio (NaOCl). A utilização de concentrações muito elevadas dessa substância pode trazer riscos à sobrevivência das CÉLULAS EMBRIONÁRIAS, tornando inviável a sua proliferação e diferenciação, além de impedir a expressão de genes importantes para o processo reparador (28)

Esta citotoxicidade é dose-dependente, sendo o uso de concentrações reduzidas (como 1,5%) recomendado pela AAE (2016) para reduzir os efeitos deletérios. Diante deste desafio biológico, surge a necessidade de regimes de desinfecção mais eficazes e, ao mesmo tempo, não destrutivos. Neste contexto, a tecnologia a laser de alta potência é introduzida como uma alternativa viável. A incorporação do laser de diodo no protocolo de Revascularização representa um avanço tecnológico e contribui para aprimorar a desinfecção e resultou em um desfecho significativo na cicatrização periapical em dentes imaturos necrosados. O laser, ao potencializar a eliminação microbiana, oferece uma via para reduzir a dependência ou a concentração do NaClO, protegendo assim o potencial regenerativo das células-tronco amplificando o desempenho do irrigante,



sem exigir contato abrasivo com a dentina, revela-se compatível com a filosofia minimamente invasiva que orienta as terapias regenerativa(29)

Como limitações, reconhece-se que os casos clínicos descritos não permitem inferências causais nem generalizações; a interpretação aqui proposta deve ser vista como sinal clínico convergente com fundamentos físico-biológicos e com a experiência acumulada. Além disso, aspectos como padronização de parâmetros (energia, frequência, modo, tempo de ativação), curva de aprendizagem, custos e protocolos de segurança para o uso de laser merecem atenção sistemática.

Embora se trate de modalidades relativamente novas no mercado — e, portanto, com base de evidências ainda em expansão —, a coerência entre seus fundamentos físico-biológicos e os achados clínicos aqui descritos permite direcionar a associação do laser de alta potência ao protocolo convencional de preparo químico-mecânico, para o alívio de sintomas e favorecimento do reparo periapical em cenários de infecção persistente.

Perspectivas futuras incluem estudos comparativos e controlados, com amostras representativas e acompanhamento prolongado, em cenários de ápice aberto e anatomias complexas, utilizando desfechos clínicos e radiográficos/tomográficos robustos e, quando viável, biomarcadores de regeneração que relatem desfechos centrados no paciente (dor pós-operatória), na biologia (redução microbiana sustentada nos túbulos dentinários e regiões apicais de difícil acesso) e no tecido periapical (taxas de reparo).



5. Conclusão

A integração da ativação por laser de alta potência ao protocolo de desinfecção endodôntica esteve associada, nos dois casos relatados, a controle sintomático consistente (EVA = 04 no pós-imediato e em 24 horas) e a melhora radiográfica progressiva (redução das lesão periapical e indícios de reparo apical). Em anatomias desafiadoras—incluindo dente imaturo—, os modos de ativação por Er:YAG (SWEEPS) e o emprego complementar do Nd:YAG configuraram estratégia adjuvante promissora em relação às formas tradicionais de ativação de irrigantes, sem substituir o rigor dos passos operatórios convencionais.

Referências

1. PETERS OA, SCHÖNENBERGER K, LAIB A. EFFECTS OF FOUR NI-TI PREPARATION TECHNIQUES ON ROOT CANAL GEOMETRY ASSESSED BY MICRO-COMPUTED TOMOGRAPHY. INT ENDOD J. 2001.
2. ROSENFELD EF, JAMES GA, BURCH BS. VITAL PULP TISSUE RESPONSE TO SODIUM HYPOCHLORITE. J ENDOD. 1978.
3. VERSIANI MA, DE-DEUS G. UNTOUCHED CANAL AREAS AND DEBRIS ACCUMULATION AFTER ROOT CANAL PREPARATION WITH ROTARY AND ADAPTIVE SYSTEMS. INT ENDOD J. 2015.



- 4 RADUCKA M, PISZKO A, PISZKO PJ, ET AL. NARRATIVE REVIEW ON METHODS OF ACTIVATING IRRIGATION LIQUIDS FOR ROOT CANAL TREATMENT. APPL SCI. 2023.
- 5 NAGAHASHI T, YAHATA Y, HANDA K, SWIMBERGHE RCD, TZOURMANAS R, ET AL. ER:YAG LASER-INDUCED CAVITATION CAN ACTIVATE IRRIGATION FOR THE REMOVAL OF INTRARADICULAR BIOFILM. SCI REP. 2022.
- 6 MANCINI M, CERRONI L, LUKAČ N, MUC BT, ET AL. FESEM EVALUATION OF SMEAR LAYER REMOVAL FROM CONSERVATIVELY SHAPED CANALS: LASER ACTIVATED IRRIGATION (PIPS AND SWEEPS) COMPARED TO SONIC AND PASSIVE ULTRASONIC ACTIVATION – AN EX VIVO STUDY. BMC ORAL HEALTH. 2021;21(1):1-8.
- 7 JORDANA J, TANDEAN JN, SALIM JF, CAHYANI F, SAMPOERNO G. SHOCK WAVE ENHANCED EMISSION OF PHOTOACOUSTIC STREAMING (SWEEPS): AN ALTERNATIVE TO CONVENTIONAL IRRIGATION IN ENDODONTIC TREATMENT. CONSERV DENT J. 2022;12(2):68-72.
- 8 SELTZER S, NAIDORF IJ. FLARE-UPS IN ENDODONTICS: I. ETIOLOGICAL FACTORS. J ENDOD. 1985 NOV.
- 9 WALTON RE. ENDODONTIC SUCCESS AND FAILURE: DEFINITIONS AND CRITERIA. IN: COHEN S, HARGREAVES KM, EDITORS. PATHWAYS OF THE PULP. 11TH ED. ST. LOUIS: ELSEVIER; 2016.
- 10 MCGUIRE DB. COMPREHENSIVE AND MULTIDIMENSIONAL ASSESSMENT AND MEASUREMENT OF PAIN. J PAIN SYMPTOM MANAGE. 1992.
- 11 EBEID HE, ELAFIFI H, ELBANNA M, ET AL. POST-ENDODONTIC PAIN EVALUATION AFTER DIFFERENT INTRACANAL LASER DISINFECTION TECHNIQUES: A SYSTEMATIC REVIEW. J ENDOD. 2023;49(3):200-207. DOI:10.1016/J.JOEN.2022.12.010
- 12 MCGILLIVRAY A, GÜNDOĞAR M, USLU G, ET AL. POSTOPERATIVE PAIN AFTER SWEEPS, PIPS, SONIC AND ULTRASONIC-ASSISTED IRRIGATION ACTIVATION TECHNIQUES: A RANDOMIZED CLINICAL TRIAL. ODONTOLOGY. 2024;112(2):193-200. DOI:10.1007/S10266-023-00795-7
- 13 KOSARIEH E, SABERI E, SABERI M, ET AL. EFFECT OF ER:YAG LASER IRRADIATION USING SWEEPS AND PIPS TECHNIQUE ON DYE PENETRATION DEPTH AFTER ROOT CANAL PREPARATION. PHOTODIAGNOSIS PHOTODYN THER. 2021;33:102136. DOI:10.1016/J.PDPDT.2020.102136
- 14 LIAPIS D, ET AL. ULTRASONICALLY AND LASER-ACTIVATED IRRIGATION RESULTED IN LOW AND COMPARABLE LEVELS OF POSTOPERATIVE PAIN IN ASYMPTOMATIC PATIENTS RECEIVING



- PRIMARY ROOT CANAL TREATMENT. INT ENDOD J. 2021;54(5):780-788.
- 15 BAO P, LIU H, YANG L, ET AL. IN VITRO EFFICACY OF ER:YAG LASER-ACTIVATED IRRIGATION VERSUS PASSIVE ULTRASONIC IRRIGATION AND SONIC-POWERED IRRIGATION FOR TREATING MULTISPECIES BIOFILMS IN ARTIFICIAL GROOVES AND DENTINAL TUBULES: AN SEM AND CLSM STUDY. BMC ORAL HEALTH. 2024;24(1):261.
- 16 YAMAKAWA S, ET AL. EFFECTS OF ER:YAG AND DIODE LASER IRRADIATION ON DENTAL PULP CELLS AND TISSUES. PHOTODIAGNOSIS PHOTODYN THER. 2018;24.
- 17 MANDRAS M, ET AL. INFLUENCE OF PHOTON-INDUCED PHOTOACOUSTIC STREAMING (PIPS) ON ROOT CANAL DISINFECTION AND POST-OPERATIVE PAIN: A RANDOMIZED CLINICAL TRIAL. J ENDOD. 2020;46(2):180-187.
- 18 HEPSENOGLU YE, ET AL. IS SWEEPS BETTER THAN PUI IN REDUCING INTRACANAL BACTERIA AND INFLAMMATION IN CASES OF APICAL PERIODONTITIS? LASERS MED SCI. 2024;39(1):182.
- 19 ERKAN E, GÜNDOĞAR M, USLU G, ÖZYÜREK T. POSTOPERATIVE PAIN AFTER SWEEPS, PIPS, SONIC AND ULTRASONIC-ASSISTED IRRIGATION ACTIVATION TECHNIQUES: A RANDOMIZED CLINICAL TRIAL. ODONTOLOGY. 2022;110:786-794.
- 20 SILUJJAI J, LINSUWANONT P. TREATMENT OUTCOMES OF APEXIFICATION OR REVASCULARIZATION IN NONVITAL IMMATURE PERMANENT TEETH: A RETROSPECTIVE STUDY. J ENDOD. 2017;43(2):238-245.
- 21 ISMAIL HH, OBEID M, HASSANIEN E. EFFICIENCY OF DIODE LASER IN CONTROL OF POST-ENDODONTIC PAIN: A RANDOMIZED CONTROLLED TRIAL. CLIN ORAL INVESTIG. 2023;27(6):2797-2804.
- 22 DE LUCA MC, SCARPARO RK, ASPESI M, ET AL. CYTOTOXIC, MIGRATION AND ANGIOGENIC EFFECTS OF PHOTODYNAMIC THERAPY AND PHOTOBIMODULATION ASSOCIATED WITH A REVASCULARIZATION PROTOCOL. J ENDOD. 2021;47(1):69-77.
- 23 DE LUCA MC, SCARPARO RK, ASPESI M, ET AL. EFEITOS CITOTÓXICOS, DE MIGRAÇÃO E ANGIOGÊNESE DA TERAPIA FOTODINÂMICA E FOTOBIMODULAÇÃO NAS CÉLULAS ENVOLVIDAS NA TERAPIA DE REVASCULARIZAÇÃO. LUME - REPOSITÓRIO DIGITAL DA UFRGS. 2020.
- 24 DAGHER J, EL FEGHALI R, PARKER S, BENEDICENTI S, ZOGHEIB C. POSTOPERATIVE QUALITY OF LIFE FOLLOWING CONVENTIONAL ENDODONTIC INTRACANAL IRRIGATION COMPARED WITH LASER-ACTIVATED IRRIGATION: A RANDOMIZED CLINICAL STUDY. J ENDOD. 2019;45(5):545-550.



- 25 ELMALLAWANY A, HUSSEIN YF, ALI MM, ET AL. EFFECT OF ULTRASONIC AND DIODE LASER IRRIGATION ACTIVATION ON POST-OPERATIVE PAIN AND MICROBIAL REDUCTION IN SINGLE VISIT ENDODONTIC TREATMENT OF NECROTIC MANDIBULAR MOLARS. OPEN ACCESS MACED J MED SCI. 2022;10(D):210-220.
- 26 KAPLAN T, SEZGIN GP, KAPLAN SS. EFFECT OF A 980-NM DIODE LASER ON POST-OPERATIVE PAIN AFTER ENDODONTIC TREATMENT IN TEETH WITH APICAL PERIODONTITIS: A RANDOMIZED CLINICAL TRIAL. BMC ORAL HEALTH. 2021;21(1):41.
- 27 ABBARA MT, AKIL S, HAMADAH O, ET AL. CAN DIODE LASER 810 NM DECREASE POST ENDODONTIC PAIN IN PATIENTS WITH ASYMPTOMATIC NECROTIC MAXILLARY INCISORS? BDJ OPEN. 2024;10(1):73.
- 28 STA SN, ERDEM BA, GÜNDOĞAR M. COMPARISON OF THE REMOVAL OF INTRACANAL MEDICAMENTS USED IN REGENERATIVE ENDODONTICS FROM ROOT CANAL SYSTEM USING NEEDLE, ULTRASONIC, SONIC, AND LASER-ACTIVATED IRRIGATION SYSTEMS. LASERS MED SCI. 2024;39(1):27.
- 29 MEIRE M, DE MOOR RJG. PRINCIPLE AND ANTIMICROBIAL EFFICACY OF LASER-ACTIVATED IRRIGATION: A NARRATIVE REVIEW. INT ENDOD J. 2024;57(7):841-860.
- 30 SWIMBERGHE RCD, TZOURMANAS R, DE MOOR RJG, ET AL. EXPLAINING THE WORKING MECHANISM OF LASER-ACTIVATED IRRIGATION AND ITS ACTION ON MICROBIAL BIOFILMS: A HIGH-SPEED IMAGING STUDY. INT ENDOD J. 2023;56(8):1274-1287.
- 31 TOOPALLE SV, YADAV I, GUPTA A, ET AL. EFFECT OF LASER THERAPY ON POSTOPERATIVE PAIN AND ENDODONTIC RETREATMENT: A SYSTEMATIC REVIEW AND META-ANALYSIS. INT DENT J. 2024;74:335-342.
- 32 GUERREIRO MYR, MONTEIRO LPB, CASTRO RF, ET AL. EFEITO DA TERAPIA A LASER DE BAIXA INTENSIDADE NA DOR PÓS-OPERATÓRIA EM ENDODONTIA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA ATUALIZADA. COMPLEMENT THER MED. 2021;57:102638.
- 33 BORDEA IR, HANNA R, CHINIFORUSH N, ET AL. EVALUATION OF THE OUTCOME OF VARIOUS LASER THERAPY APPLICATIONS IN ROOT CANAL DISINFECTION: A SYSTEMATIC REVIEW. PHOTODIAGNOSIS PHOTODYN THER. 2020;29:101611.
- 34 KALANTRI SS, SHIRAGUPPI VL, DEOSARKAR BA. ASSESSMENT OF EFFICACY OF LASERS IN PERIAPICAL HEALING IN ENDODONTIC SURGICAL AND NON-SURGICAL TREATMENT IN COMPARISON TO STANDARD OR CONVENTIONAL OR PLACEBO THERAPY: A SYSTEMATIC REVIEW. KERALA DENT J. 2025;48(1):3-9.



- 35 HUANG Q, LI Z, LYU P, ET AL. CURRENT APPLICATIONS AND FUTURE DIRECTIONS OF LASERS IN ENDODONTICS: A NARRATIVE REVIEW. BIOENGINEERING. 2023;10(3):296.
- 36 NAGNOSTAKI E, MYLONA V, PARKER S, ET AL. SYSTEMATIC REVIEW ON THE ROLE OF LASERS IN ENDODONTIC THERAPY: VALUABLE ADJUNCT TREATMENT? DENT J. 2020;8(3):63.
- 37 WALTON RE, TORABINEJAD M. PRINCIPLES AND PRACTICE OF ENDODONTICS. 5TH ED. ELSEVIER; 2014.
- 38 LOPES HP, SIQUEIRA JÚNIOR JF. ENDODONTIA: BIOLOGIA E TÉCNICA. 4TH ED. RIO DE JANEIRO: ELSEVIER; 2015.
- 39 GROSSMAN SA, SHEIDLER VR, MCGUIRE DB, ET AL. A COMPARISON OF THE HOPKINS PAIN RATING INSTRUMENT WITH STANDARD VISUAL ANALOGUE AND VERBAL DESCRIPTOR SCALES IN PATIENTS WITH CANCER PAIN. J PAIN SYMPTOM MANAGE. 1992.

