

APRESENTANDO O LASER AZUL NOS TRATAMENTOS OROFACIAIS: UM NOVO GANHO EM EFICIÊNCIA E APLICAÇÕES

Introducing Blue Laser in Orofacial Treatments: a new gain in efficiency and applications

Introducción del Láser Azul en los Tratamientos Orofaciales: una nueva ganancia en eficiencia y aplicaciones

Rosane de Fátima Zanirato Lizarelli¹, Diva Helena Kabariti², Vanderlei Salvador Bagnato³.

RESUMO

Objetivo: Apresentar o uso do laser azul 445nm como um novo instrumento assertivo para procedimentos odontológicos orofaciais. **Revisão Bibliográfica:** Exploramos as potencialidades desse novo instrumento de tratamento e prevenção na Odontologia Orofacial, apresentando, com embasamento científico, seu mecanismo de ação, suas indicações clínicas e os protocolos eficientes e seguros mais atuais, e ainda ilustrando com alguns casos clínicos. **Discussão:** esse novo instrumento permite uma abordagem bastante seletiva e conservadora, ao mesmo tempo, contempla a combinação de mecanismos de interação que otimizam o atendimento clínico, acelerando a recuperação do tecido e o restabelecimento funcional do sistema orofacial. **Considerações Finais:** O laser de 445nm está revolucionando a odontologia ao oferecer tratamentos mais precisos, menos invasivos e com uma recuperação mais rápida. Com suas diversas aplicações, desde o tratamento de tecidos moles até o clareamento dental, essa tecnologia está se tornando uma ferramenta indispensável para os dentistas contemporâneos.

Palavras-chave: laser, fotobiomodulação, despigmentação, descontaminação, ablação.

¹NILO (Núcleo Integrado de Laser em Odontologia), Ribeirão Preto, SP; IFSC (Instituto de Física de São Carlos) da USP (Universidade de São Paulo) BR,

²Clínica particular, Ribeirão Preto, SP, Brasil.

³ IFSC (Instituto de Física de São Carlos) da USP (Universidade de São Paulo), Brasil; Texas A&M University, EUA.

ABSTRACT

Objective: To present the use of the 445nm blue laser as a new assertive instrument for orofacial dental procedures. **Literature Review:** We explored the potential of this new treatment and prevention instrument in Orofacial Dentistry, presenting, with scientific basis, its mechanism of action, its clinical indications and the most current efficient and safe protocols, and illustrating with some clinical cases. **Discussion:** This new instrument allows a very selective and conservative approach, at the same time, it contemplates the combination of interaction mechanisms that optimize clinical care, accelerating tissue recovery and functional reestablishment of the orofacial system. **Final Considerations:** The 445nm laser is revolutionizing dentistry by offering more precise, less invasive treatments with faster recovery. With its diverse applications, from soft tissue treatment to tooth whitening, this technology is becoming an indispensable tool for contemporary dentists.

Key words: laser, photobiomodulation, depigmentation, decontamination, ablation.

RESUMEN

Objetivo: Presentar el uso do láser azul de 445nm como un nuevo instrumento eficaz para procedimientos odontológicos orofaciales. **Revisión Bibliográfica:** Exploramos el potencial de este nuevo instrumento de tratamiento y prevención en Odontología Orofacial, presentando, con base científica, su mecanismo de acción, sus indicaciones clínicas y los protocolos más actuales eficaces y seguros, e ilustrando además con algunos casos clínicos. **Discusión:** este nuevo instrumento permite un abordaje muy selectivo y conservador, al mismo tiempo contempla la combinación de mecanismos de interacción que optimizan la atención clínica, acelerando la recuperación tisular y el restablecimiento funcional del sistema orofacial. **Consideraciones finales:** El láser de 445 nm está revolucionando la odontología al ofrecer tratamientos más precisas, menos invasivos y con una recuperación más rápida. Con sus diversas aplicaciones, desde el tratamiento de tejidos blandos hasta el blanqueamiento dental, esta tecnología se está convirtiendo en una herramienta indispensable para los dentistas contemporáneos.

Palabrasclave: láser, fotobiomodulación, despigmentación, descontaminación, ablación.

INTRODUÇÃO

O uso do laser em diversas áreas da saúde, incluindo a Odontologia, evolui constantemente à medida que o conhecimento científico e as evidências clínicas são construídas. Para os Cirurgiões-Dentistas, a luz azul representa uma ferramenta, clinicamente, muito importante. Desde meados dos anos 1970, porque tem sido, através dessa região espectral de 470 +- 20nm, que os materiais resinosos restauradores e cimentantes fotopolimerizados, permitindo uma manipulação mais facilitada nos procedimentos clínicos de dentisteria¹⁻⁵. Também o clareamento dental, devido a forte interação desta luz com pigmentos, tem sido, fortemente, empregado e com diversas vantagens⁶. Mas o que mais podemos esperar, especificamente, de um laser azul, emitindo em 445nm e entregando alta potência?

A tecnologia a laser tem transformado diversos campos da medicina, e a odontologia não é exceção. Entre as inovações mais recentes, o laser de 445nm tem se destacado por sua eficácia em tratamentos odontológicos, oferecendo benefícios tanto para os profissionais quanto para os pacientes⁷⁻¹¹.

Esse tipo de laser azul opera em um comprimento de onda capaz de interagir, de forma muito eficaz, com a hemoglobina e outras proteínas, resultando em uma grande absorção de energia pelos tecidos moles. Conseqüentemente, isto gera vaporização e coagulação, o que permite cortes com alta precisão, baixo ou nulo sangramento e interação fototérmica/fotoquímica com os tecidos moles sem afetar os tecidos adjacentes, sendo ideal para procedimentos pouco invasivos e odontológicos. Ainda, esse comprimento de onda é altamente absorvido por tecidos moles e duros, tornando-o uma ferramenta versátil para diversos tratamentos. Não

podemos esquecer, que a absorção do azul pode aquecer locais, valorizando a vascularização e aumentando o fluxo sanguíneo, levando a efeitos fotônicos terapêuticos menos profundos, porém mais eficientes. O laser azul, por ser de comprimento de onda mais baixo, tem uma precisão superior, permitindo cortes mais finos e precisos, o que resulta em menos dor e um tempo de recuperação mais rápido para os pacientes¹²⁻¹⁵.

Neste artigo, apresentaremos como essa nova tecnologia está ganhando espaço e promovendo uma revolução em diversas aplicações da Odontologia. É mais um elemento importante para a fototerapia/biofotônica de um modo geral, e descreveremos seus principais usos, vantagens e como ela pode melhorar a experiência do paciente.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Vamos explorar aqui as potencialidades desse novo instrumento de tratamento e prevenção na Odontologia Orofacial, apresentando, com embasamento científico seu mecanismo de ação, suas indicações clínicas e os protocolos eficientes e seguros mais atuais, ilustrados com alguns casos clínicos.

1. Mecanismo de Ação do Laser Azul

Quanto menor o comprimento de onda de um laser, maior será a sua energia por fóton que ele é capaz de emitir. A relação entre a energia do fóton emitido e o comprimento de onda dessa luz, é conhecida como a relação de Planck-Einstein, que é uma fórmula da mecânica quântica que estabelece que a energia de um fóton é proporcional à sua frequência¹⁶. Então quando o tecido-alvo é capaz de absorver essa energia fotônica, alguns processos biológicos poderão acontecer na dependência da dose de luz depositada. Vale salientar que muitas moléculas que não são pigmentadas, irão absorver mais no azul, por conta dessa energia mais alta, e desta forma valorizando mais os mecanismos de fototerapia reabilitadora e mesmo cirúrgica.

Em primeiro lugar é preciso indicar os cromóforos ou moléculas que absorvem no comprimento de onda em de 445nm, mais precisamente entre 400 e 500 nanômetros. Nessa faixa espectral, os principais fotoceptores ou cromóforos são hemoglobina e melanina, mas também podemos considerar flavoproteínas, opsinas, porfirinas, citocromo c-oxidase, e com menor intensidade a riboflavina e a bilirrubina¹⁷⁻¹⁸.

Então, dependendo da dose depositada, e é exatamente esse o tópico mais importante, três mecanismos diferentes poderão acontecer: Fotobiomodulação, Efeito Fotoquímico ou Efeito Fototérmico. Quando a dose for baixa, a energia fotônica promoverá um aumento de radicais livres dentro das células, isto gera o estresse necessário para poder tanto melhorar o metabolismo, auxiliando na cicatrização e controle anti-inflamatório, sinalizando o núcleo celular, gerando o efeito de fotobiomodulação, quanto inibir o metabolismo pelo excesso desses radicais livres (a fotobiomodulação trata, exatamente dessa modulação fisiológica).

Quando a dose for moderada, o mecanismo será semelhante; entretanto, a quantidade de radicais livres formados será bastante alta, capaz de não somente inibir o metabolismo, mas também permitirá reações químicas de quebra de ligações e reticulações, gerando efeito fotoquímico de degradação do tecido-alvo (efeito fotoquímico). Finalmente, quando a dose for alta, como na laser-cirurgia, então a energia fotônica depositada será toda transformada em calor, levando a vaporização as células em torno, gerando o efeito fototérmico.

Lembrando que quase todo processo biológico é termo-ativado, a eficiente e precisa geração de calor, não excessiva, valoriza efeitos desejados para melhoria de certas reações. Esses mecanismos não necessariamente ocorrem de forma independente, muito pelo contrário, dependendo do modo de entrega dessa luz, focalizada ou não, e da região irradiada em relação ao perfil do feixe de luz, então podemos considerar diferentes eventos de interação luz-tecido biológico.

Dessa forma, é possível afirmar que sempre teremos um melhor aproveitamento da energia fotônica entregue quando o comprimento de onda for de 445nm, cada porção resultando numa transformação de toda essa energia nas diferentes reações: luz em calor (fototérmico), luz em aceleração em reações químicas fisiológicas (fotoquímica) e luz em modulação fisiológica (fotobiomodulação).

2. Indicações Clínicas

O laser de 445nm pode ser utilizado em uma variedade de procedimentos odontológicos, desde tratamentos de tecidos moles até a remoção de cáries. É altamente eficaz no tratamento de tecidos moles, como gengivas e mucosas. Já existem trabalhos de pesquisa embasando aplicações nesses tecidos, tais como:

- **Gengivectomias/Gengivoplastias:** remoção de tecido gengival excessivo de forma precisa e sem sangramento¹⁹.
- **Frenecto/Bridecto/Ulo/Ulectomias:** correção de freios/bridas labiais ou linguais, e tecido gengival fibrosado com mínima dor e desconforto²⁰⁻²¹.
- **Cirurgias periodontais:** tratamento de doenças periodontais com menos trauma e uma recuperação mais rápida¹⁹.
- **Descontaminação Periodontal:** promove redução microbiológica isoladamente ou associado a um ativo químico e previne a nova formação de biofilme²²⁻²³.

Essas indicações, para atuar nos tecidos moles orais, permitem expansão de protocolos, com segurança, ou seja, poderíamos sugerir o uso do laser azul em alta intensidade para: afastamento gengival previamente a moldagens protéticas; biopsias²⁴; capeamento pulpar; curetagem de lesões infectadas (como herpes simples labial, úlceras aftosas recorrente); despigmentação gengival²⁵, labial e tissular²⁶; incisões em mucosa e pele e divulsão de tecido conjuntivo; fotocoagulação de hemangiomas e de telangectasias²⁷, hemostasia; reabertura gengival para estágio 2 de implantes; vaporização de lesões exofíticas em mucosa e em pele; e, retração tissular (pele flácida).

Considerando suas características de interação óptica com os tecidos biológicos, poderá ser empregado em tecidos duros dentais, esmalte, dentina e cimento, segundo alguns trabalhos de pesquisa, a saber:

- **Coadjuvante na remineralização de esmalte:** o laser azul 445nm tem um papel coadjuvante ao verniz e/ou gel fluoretado na remineralização do esmalte, ou seja, essa combinação supera a aplicação isolada tanto do laser azul quanto do verniz/gel fluoretado, demonstrando uma sinergia muito conveniente para os procedimentos preventivos e curativos^{28,29};
- **Descontaminação de condutos radiculares – endodontia:** Desinfecção adicional do canal radicular pode, portanto, ser alcançada com irradiação a laser de 445nm após desinfecção química convencional com solução de hipoclorito de sódio, sendo, inclusive, mais eficiente que o laser de diodo no infravermelho próximo de 970nm³⁰⁻³²;
- **Descontaminação de preparos cavitários (toalete da cavidade):** devido sua alta energia por fóton, esse comprimento de onda é capaz de levar a morte os microrganismos, sendo interessante tanto para descontaminar preparos cavitários quanto para vaporizar lesões cáries³³;
- **Limpeza de sulcos e fissuras:** capacidade de descontaminar esmalte e dentina³³, e considerando que moléculas coradas são cromóforos para esse comprimento de onda de 445nm, sulcos escurecidos podem estar bem indicados para serem tratados com o laser azul. Apesar de não haver um estudo específico ainda sobre os efeitos do laser de diodo azul 445nm em esmalte. Palamara J et al. (1992)³⁴ empregando laser de argônio, no espectro eletromagnético azul,, mostrou que as mudanças na camada superficial foram de recristalização e ao crescimento de grãos de cristais novos ou preexistentes, embora a possibilidade de sinterização dos cristais de esmalte originais não pudesse ser descartada.

Ainda podemos ir além, afinal com a dosimetria adequada, será possível promover uma modulação de reações fisiológicas (Fotobiomodulação) e uma aceleração e/ou Fotoativação de biomateriais comumente empregados nos protocolos odontológicos orofaciais. Assim, é possível fazer uso desse laser cirúrgico desfocalizado, operando doses em baixa intensidade (efeito de fotobiomodulação), bem como em intensidade moderada (efeito fotoquímico). Nesse modo de operação, outras indicações clínicas poderão ser associadas:

- **Fotobiomodulação para cicatrização:** Opsinas são expressas na epiderme e derme da pele humana e na epiderme recém-regenerada após ferimento. Um aumento na expressão de OPN3 na língua epitelial pode ser um mecanismo potencial para a estimulação do fechamento da ferida pela luz azul³⁵. O mais importante é entender que dependendo da dose de luz azul, o resultado poderá ser de estímulo ao metabolismo ou de inibição; segundo Prado TP et al. (2023)³⁶, uma baixa densidade de energia (<20 J/cm²) foi capaz de estimular os diferentes tipos de células e proteínas envolvidas na cicatrização, enquanto uma alta densidade de energia, 20,6-50 J/cm², reduziu significativamente a proliferação, migração e metabolismo celular.
- **Foto-hidratação tissular:** Devido sua capacidade em acelerar o metabolismo, e aumentar fluxo sanguíneo, a reestruturação da barreira cutânea e, conseqüentemente, a prevenção do aumento na perda de água transepidermal foi registrada, conferindo, em prazo médio, uma hidratação tissular³⁷, mas em doses moderadas, poderá promover um estímulo nas proteínas de membrana dos queratinócitos permitindo o trânsito de moléculas de água, então hidratando a matriz extracelular³⁸.
- **Terapia Fotodinâmica Antimicrobiana:** empregando um ativo fotossensibilizador a base de curcumina, ácido aminolevulínico (ALA) ou riboflavina, parece ser bem assertivo a fotoativação com o laser azul 445nm, acelerando e otimizando a ação antimicrobiana sinérgica do ativo e da luz, ou seja, doses moderadas a partir de 10J deverão ser empregadas para garantir a indução a apoptose dos microrganismos presentes na região tratada^{18,39}.
- **Fotoclareamento dental:** empregando parâmetros dosimétricos seguros, também para o fotoclareamento dental, ativando um biomaterial a base de peróxido de hidrogênio, o laser azul 445nm pode ser eficiente e seguro, como já era feito com os lasers de argônio que iniciaram, historicamente, os clareamentos dentais foto ativados na década de 90^{40,41}.

3. Apresentação de Casos Clínicos

Todos os pacientes que foram atendidos e cujos casos apresentaremos aqui, foram orientados verbalmente e por escrito quanto aos cuidados caseiros pré e pós-operatórios, bem como a respeito da higienização e proteção da mucosa oral e da pele facial. Eles nos concederam autorização por escrito para receberem os tratamentos com o laser azul 445nm e foram informados sobre os riscos e benefícios, inclusive consentiram o uso de suas imagens para finalidade didática e acadêmica. Durante o uso dos equipamentos de lasers, todas as regras de biossegurança foram seguidas e realizadas como é a exigência pelos órgãos nacionais e internacionais, prevenindo riscos tanto aos pacientes quanto a operadora e assistentes. Todos os equipamentos aqui utilizados, possuem registro na ANVISA e estavam em perfeito estado para uso clínico.

O equipamento que utilizamos e que apresentaremos aqui, é o TW Cyan (MMOptics, São Carlos, São Paulo, Brasil) (**Fig. 1**), um laser de diodo que emite no 445nm, com potência variável de 500mW a 4.000mW, entregue em fibra óptica, podendo operar nos regimes contínuo (CW – “continuous wave”) e pulsado (PW – “pulsed wave”) com taxas de repetição (frequências) de 10 a 100Hz, permitindo parametrizações com regimes de trabalho (“duty cycle”) de 1 a 99% e larguras de pulso de 0,1 a 9,9 milissegundos. Neste equipamento, é possível utilizar fibras ópticas de diâmetro de 200, 300, 400, 600 e 800 micrometros, tornando os procedimentos clínicos mais assertivos.

Por permitir muitas combinações de parâmetros de entrega do laser azul, esse equipamento atende condições cirúrgicas com alta precisão e ausência de sangramento, mas também pode ser preparado para entregar doses muito baixas de luz, permitindo protocolos de Fotobiomodulação, e com doses moderadas de luz, protocolos de Fotoativação de biomateriais.

Para ilustrar as diversas aplicações orofaciais, elegemos alguns casos clínicos que representam o laser azul como um instrumento muito inovador e adequado para otimizar os atendimentos odontológicos no dia-a-dia do consultório.



Figura 1 – Equipamento de laser azul 445nm (TW Cyan, MMOptics, São Carlos, SP, Brasil) (a) e seus acessórios (b) (Imagens cedidas pela empresa MMOptics Ltda).

3.1 Frenectomia Lingual

Procedimentos cirúrgicos, *per se*, demandam habilidade, biossegurança, precisão e eficiência, diante disso, uma das indicações mais bem estabelecidas para o laser azul é a frenectomia lingual. Região anatômica altamente vascularizada, permitindo um acoplamento entre laser-mucosa oral altamente satisfatória, simultaneamente acontece um controle microbiológico por ser um comprimento de onda que leva os microrganismos a morte, devido seus mecanismos de ação, e, adicionalmente, um pós-operatório mais confortável por resultar em menor aquecimento localizado com ausência de carbonização das bordas da ferida.

O caso apresentado na **figura 2** representa o padrão que o laser azul 445nm tem descrito na nossa clínica multidisciplinar para tratamentos orofaciais funcionais com ganho estético.

3.2 Gengivoplastia

Outro procedimento de eleição para harmonizar sorrisos, que pode sempre ser combinado com o fotocloreamento dental, está na plastia gengival, ou seja, no refinamento dos contornos gengivais para gerar um padrão quase de proporção áurea, sempre que possível, e assim resultar num sorriso mais atraente.

Quando a gengivoplastia é realizada com lasers cirúrgicos, torna-se possível escolher locais, quantidade de tecido a ser removido pré-determinada, e adequação, inclusive, da espessura do tecido que vai ser reestruturado. Com o laser azul 445nm ainda é possível um pós-operatório imediato sem “downtime”, ou seja, muitas vezes não é possível identificar que houve uma intervenção cirúrgica no local, tamanha a delicadeza desse laser e sua precisão.

O caso apresentado na **figura 3** ressalta a capacidade de atuar na gengiva marginal livre de apenas 2 elementos dentais e modificar o sorriso da paciente como um todo, ainda permitindo uma cicatrização muito rápida, pois o laser azul também foi aplicado para essa finalidade (fotobiomodulação), de forma complementar à plastia, garantindo conforto pós-operatório.



a

b

c

d



e

f

g

h

Figura 2 – Paciente L.S., 18 anos, sexo feminino, operadora de telemarketing, apresentava grande dificuldade na fonação, e com a manobra de elevação foi detectado um freio delgado e curto com tensão no assoalho bucal, restringindo movimentos funcionais e esperados pela língua (a, b). Sob anestesia infiltrativa com cloridrato de lidocaína e de fenilefrina (S.S.White, Rio de Janeiro, RJ, Brasil)(c), realizamos o corte desse frênulo lingual em duas regiões (centro do frênulo e entre a carúncula ea inserção no rebordo alveolar inferior) empregando o laser azul 445nm (TW Cyan, MMO, São Carlos, SP, Brasil), com a fibra óptica 660 micrometros, em contato e com a fibra ativada, sob os parâmetros de irradiação indicados (2,0W de potência no modo contínuo – CW) (d). A fotobiomodulação foi realizada aplicando laser infravermelho 808nm sob 3J de energia total por ponto, em contato, em quatro pontos (Laser Duo, MMO, São Carlos, SP, Brasil), no pós-operatório imediato (e). O resultado foi uma ferida cirúrgica sem sangramento e sem carbonização (f). A paciente seguiu todas as orientações pós-operatórias e retornou após 4 dias (g), quando a FBM foi repetida da mesma forma, e após 35 dias (h), apresentando maior tonificação muscular e ainda em processo de reparo, confirmando que o procedimento foi bem-sucedido (Imagens clínicas de paciente da clínica NILO – Dra. Rosane F. Z. Lizarelli).

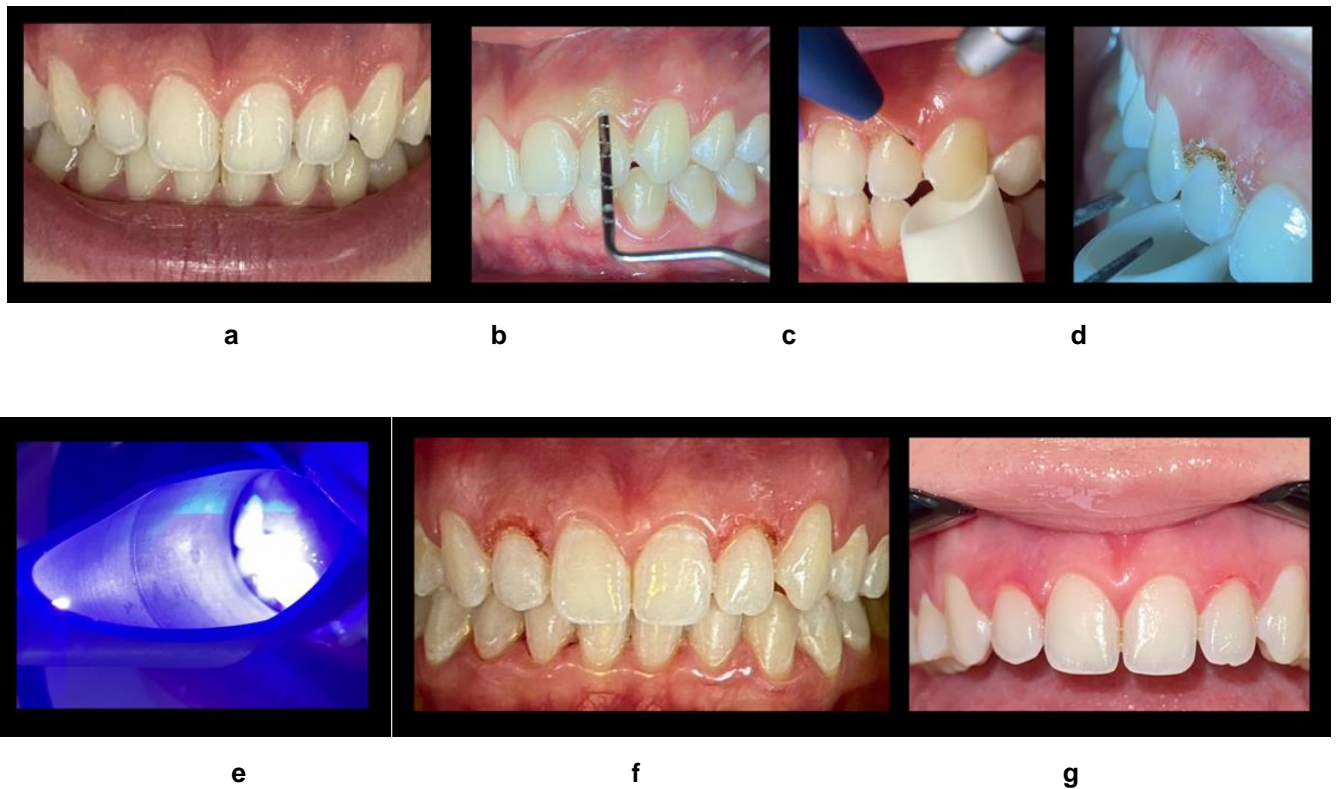


Figura 3 – Paciente M.E.N., 20 anos, sexo feminino, analista de dados, procurou o atendimento insatisfeita com o “tamanho” dos seus dentes anteriores superiores (a). Após exame clínico, constatamos que seria possível remover cerca de 1,0mm da gengiva marginal livre da face vestibular dos incisivos laterais superiores (b), resultando em melhor estética do sorriso. Utilizamos a fibra de 400 micrometros no laser azul 445nm (TW Cyan, MMO, São Carlos, SP, Brasil), mantendo uma angulação de 45 graus com a face vestibular dos elementos dentais, para promover um corte em bisel do tecido gengival (c), que resultou, imediatamente, em tecido cauterizado e modificado, sendo facilmente removido com a pinça clínica (d). A Fotobiomodulação para cicatrização foi realizada com o mesmo equipamento cirúrgico, colocando o espaçador de fotobiomodulação (e) sob o parâmetro de 500mW, no modo pulsado - PW, 50% 50Hz, 10ms, irradiação por 4 segundos (2J), sendo um ponto centralizando o elemento 12 e outro o elemento 22. O resultado imediato (f) apresenta um tecido sem carbonização e sem sangramento, e a paciente não relatou sensibilidade dolorosa. O retorno no pós-operatório de 72h (g) apresentou um tecido cicatrizado com leve inflamação, confirmando a aceleração de reparo do tecido operado (Imagens clínicas de paciente da clínica NILO – Dra. Rosane F. Z. Lizarelli).

3.3 Despigmentação Labial

Muitas vezes nos deparamos com regiões hiperpigmentadas no tecido oral e facial. Esses manchamentos podem ter diferentes causas, porém na pele e na mucosa, na grande maioria dos casos, essas manchas podem ser provocadas pelo acúmulo de melanina e/ou hemoglobina e seus derivados. Então, estamos considerando, aqui, exatamente, os principais cromóforos para o laser azul 445nm.

A moléculas que compõem a mancha absorvem fortemente o laser azul, elas são vaporizadas, degradando a mancha, e então o resultado será o clareamento delas até seu completo desaparecimento, clareando o tecido, ou seja, devolvendo o aspecto histológico original daquele tecido.

Dependendo da composição da lesão hiperpigmentada, o protocolo de irradiação será diferente. Tratamento de lesão vascular, como hemangioma ou mancha resultante da degradação de componentes do sangue, a entrega da luz será no modo desfocalizado e sem contato (procedimento não-ablativo). Tratamento de mancha composta por concentração de melanina, o laser deverá ser entregue no modo focalizado e a fibra óptica em contato com o tecido, ablacionando por pincelando o mesmo.

Na **figura 4**, ve-se aparecimento de mancha melânica: o uso de medicação sistêmica, na adolescência, desenvolvendo uma mancha que continuou na idade adulta, mesmo após cessado o uso da tal medicação.

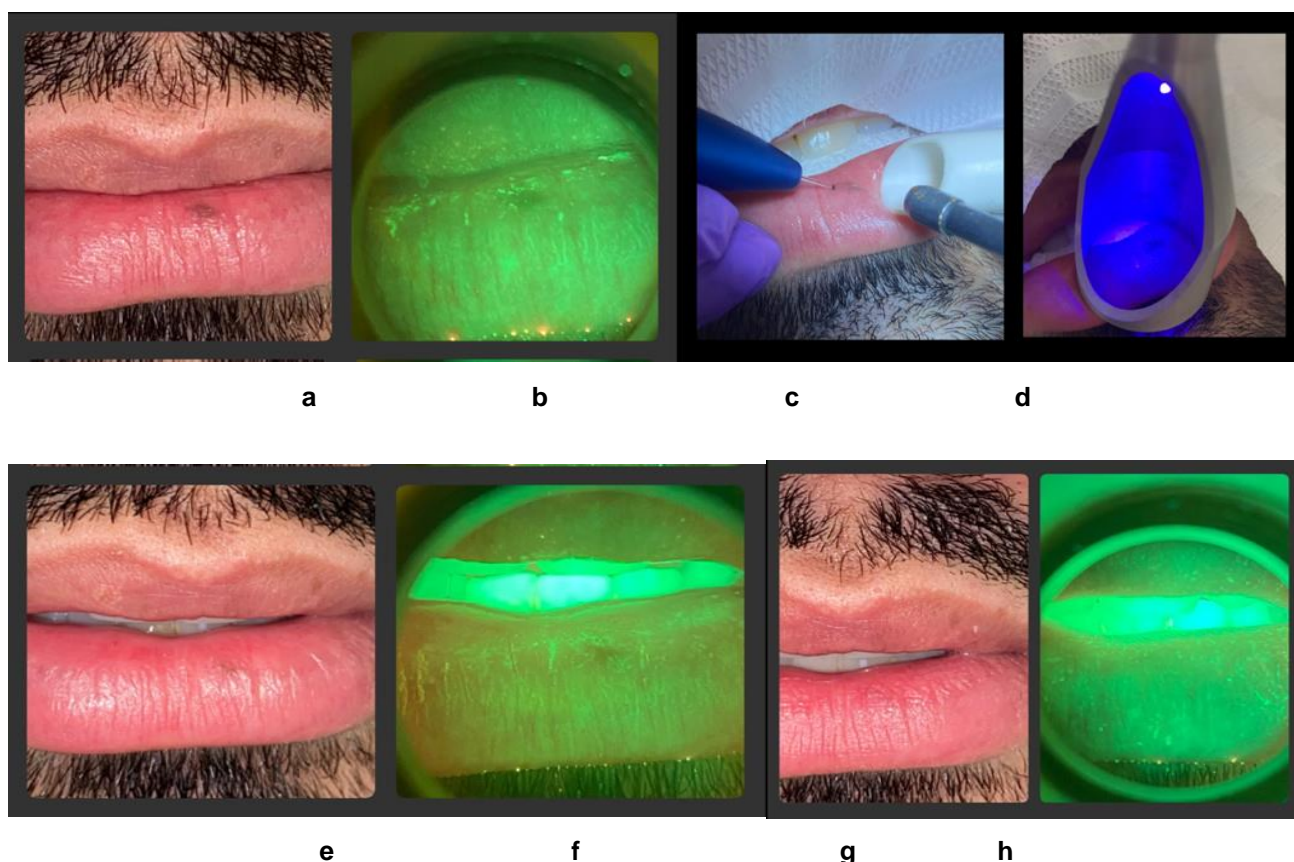


Figura 4 – Paciente G.P.Q.S., 30 anos, sexo masculino, empresário. Relatou mancha no lábio inferior, a esquerda, relacionada a uso de isotretinoína para pele acneica na adolescência. Realizou-se teste de vitro-pressão confirmando mancha melânica (a) que também pode ser observada sob imagem de fluorescência (b) com o equipamento Evince (MMO, São Carlos, SP, Brasil). Explicamos sua remoção por laser azul. Realizou-se vaporização sob os parâmetros de 1,5W no modo contínuo (c) e a fotobiomodulação (FBM) com o espaçador entregando 500mW de potência por 4 segundos (3J) (d), procedimento, realizado em duas vezes, o retorno de 30 dias apresentou melhora de 70% (e, f), repetimos o procedimento e novo retorno em 30 dias. Remoção completa da mancha no lábio inferior (g, h) (Imagens clínicas da clínica NILO – Dra. Rosane F. Z. Lizarel

3.4 Fotocoagulação de Telangectasia

Lesão indicada para o uso do laser azul por ser composta exclusivamente pelo principal cromóforo desse comprimento de onda: a hemoglobina. Pouco procurado com comprometimento estético.

A **figura 5** mostra lesão localizada no alto do nariz, quase na ponta, sendo bastante perceptível, motivos que justificavam, então, a sua vaporização.

A proposta foi usar o laser azul na telangectasias para promover fotocoagulação, ou seja, usar o laser no modo não-ablativo, promovendo a indução da destruição tecidual em profundidade, sem acontecer a solução de continuidade na epiderme. O vaso sanguíneo estava tão dilatado e superficializado que o laser azul fez acoplamento eficiente que a vaporização foi imediata e completa, acontecendo uma ablação fototérmica com resultante fotoquímica, sem retoques e nem danos aos tecidos vizinhos.

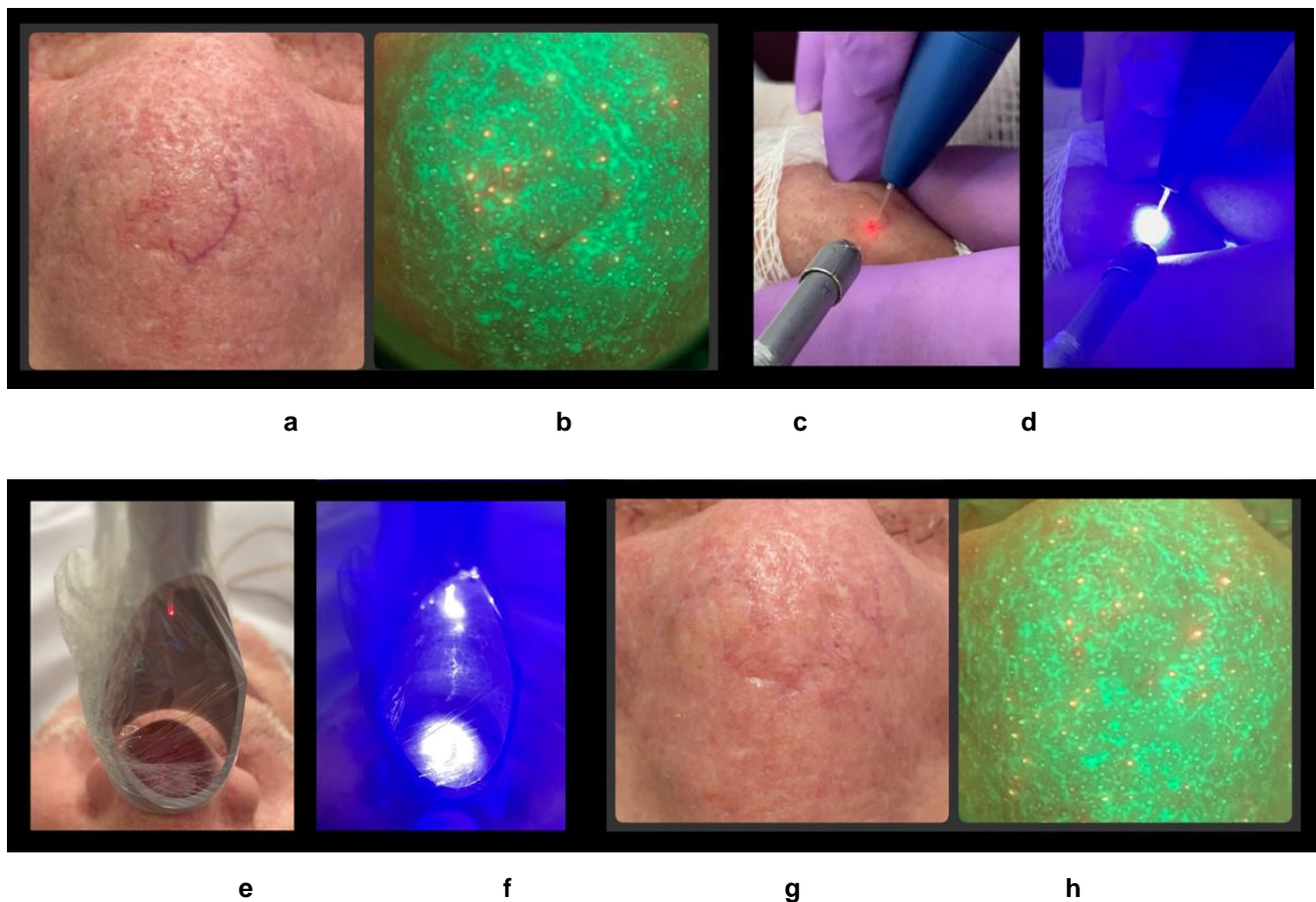


Figura 5 – Paciente A.C.C., 69 anos, sexo masculino, bancário aposentado, insatisfeito com marca de “ferradura” no nariz. Ao exame clínico, vaso sanguíneo superficializado e inflamado, telangectasia (a), confirmada sob imagem de fluorescência com o equipamento Evinco (MMO, São Carlos, SP, Brasil) (b).laser azul extremamente seletivo para vaporizar e fotocoagular lesões vasculares. Procedimento sob anestesia tópica, utilizando fibra óptica de 400 micrometros sob refrigeração a ar com a seringa tríplice (c) sob os parâmetros de 1,5W de potência, no modo CW (d). A FBM imediata foi realizada com colocação do espaçador (500mW, PW, 50% 50Hz, 10ms, irradiação por 4 segundos, 2J por ponto (e, f) resultado bem-sucedido confirmado no retorno de 30 dias, com complete ausência da telangectasia a olho nú (g) e sob imagem de fluorescência (h) (Imagens clínicas de paciente da clínicaNILO – Dra. Rosane F. Z. Lizarelli).

3.5 Vaporização de Lesões Exofíticas

Algumas lesões tissulares pediculadas ou não, podem surgir devido ao excesso de exposição solar, desequilíbrio hormonal ou metabólico, ou mesmo, devido a combinação de todos esses fatores. As ceratoses são muito comuns na pele que fica exposta a radiação solar, deixa a textura da pele alterada e atritar com a roupa, tornando-se numa situação desconfortável. Essas ceratoses podem ser benignas ou pré-cancerígenas, então caso elas estejam presentes devem ser diagnosticadas, o melhor tratamento é removê-las. Trata-se da alteração epidérmica, resultando num aspecto escamoso, avermelhado ou castanho em diferentes tonalidades, áspero e ressecado. Parecido com verruga, porém não é causada por vírus, então não é transmissível.

Na **figura 6**, ve-se a vaporização de 2 ceratoses na região do pescoço, trazia incomodo ao paciente e também preocupava por estar em área manipulada repetidamente, com vácuo e laserterapia. Dessa forma, sugerimos a remoção das lesões e a paciente aderiu ao tratamento.

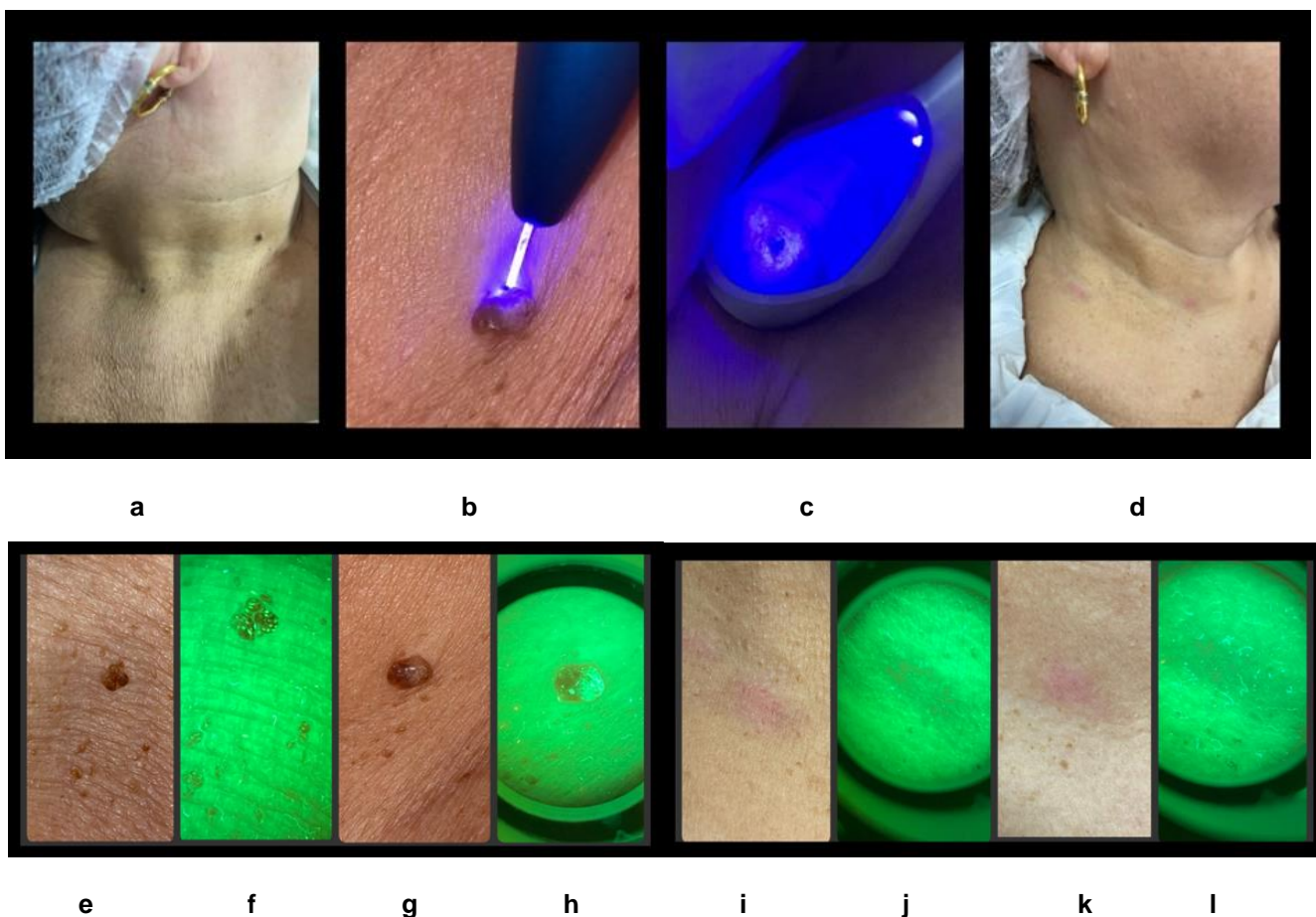


Figura 6 – Paciente M.C.B., 64 anos, sexo feminino, professora universitária, reclamou das lesões onde aplicava vacuolaserterapia para desinflamação neuro-muscular. As lesões com aspecto exofítico, semelhante a ceratoses e de aspecto benigno, constatado clinicamente (a, e, g) e por imagem de fluorescência (f, h). Sugerimos a vaporização das mesmas com o laser azul 445nm (TW Cyan, MMO, São Carlos, SP, Brasil), sob os parâmetros (potência de 2,0 a 1,5W sob modo CW) utilizando uma fibra óptica de 600 micrometros, ativada no carbono de oclusão - lado vermelho. Foi realizada a vaporização (b) e a fotobiomodulação para cicatrização (500mW, PW, 50% 50Hz, 10ms, irradiação por 4 segundos, entregando 2J por ponto) (c). No retorno de 30 dias, observou-se excelente estética clinicamente (d, i, k) e sob imagem de fluorescência (j, l), confirmando o tratamento realizado (Imagens clínicas da clínica NILO – Dra. Rosane F. Z. Lizarelli).

3.6 Fotorejuvenescimento Facial

Protocolo “full-face”, empregando táticas de angulações diferentes com a ponta ativa da fibra óptica, do laser azul, além de modificar o modo de entrega do laser em contínuo e pulsado, podemos combinar retração tecidual, vaporização de lesões exofíticas, degradação de manchas melânicas e a fotobiomodulação. É possível desenhar um plano de tratamento com o laser azul 445nm, e realizar sessões mensais sequenciais para ir conduzindo e reestruturação dos tecidos faciais, a real foto-bioengenharia.

Figura 7 apresenta o caso de paciente tratando para revulhecimento facial com única intervenção, permitindo a reabilitação fisiológica dos tecidos envelhecidos. A qualidade do tecido dessa face que, inicialmente apresentava-se desidratado, ressecado e com metabolismo deficiente, uma evolução, em 30 dias, para um tecido responsivo, hidratado e jovial.



Figura 7 – Paciente V.M.E.N., 59 anos, sexo feminino, professora aposentada, queria melhorar a aparência facial, ressaltando insatisfação com as ceratoses e hiperpigmentações devido envelhecimento (a, b). Propusemos tratamento com o laser azul 445nm (TW Cyan, MMO, São Carlos, SP, Brasil) combinando a vaporização das lesões exofíticas (1,5W, CW), despigmentação tissular (1,5W, PW, 50%, 10Hz, 50ms) e retração de pele flácida em fototipo baixo (2,5W, PW, 50%, 50Hz, 10ms). O pós-operatório de 48h foi realizado com laser azul 445nm com o espaçador de FBM (500mW, PW, 50% 50Hz, 10ms, irradiação por 4 segundos, entregando 2J por ponto) e é possível observar o resultado no retorno de 30 dias (c, d). região periorcular, com tecido renovado de textura mais firme e mais viço e hidratação (e) sem as ceratoses e com menos ptose e flacidez (f) (Imagens clínicas de paciente da clínica NILO – Dra. Rosane F. Z. Lizarelli).

DISCUSSÃO

Durante um bom tempo, o uso da luz azul nos pareceu ser bastante controverso, isso porque alguns trabalhos científicos comprovaram que existe sim a possibilidade de que quando ocorre a exposição excessiva a luz azul, principalmente, a partir das telas de televisores, computadores, celulares e “tablets”, essa irradiação sem controle, pode levar a produção exacerbada de radicais livres, gerando um desequilíbrio metabólico, distúrbios do sono e degeneração dos tecidos biológicos irradiados⁴²⁻⁴³. Contudo, trata-se de situações em que a dose de luz azul recebida é bastante alta e por longo período de exposição, e, muitas vezes, repetidamente, sem controle dosimétrico terapêutico. Essa condição deletéria não se aplica ao uso odontológico do laser azul aqui apresentado, onde a Dosimetria adequada e a Biossegurança são condições mandatórias para a excelência do desempenho clínico.

Neste artigo, apresentamos os mecanismos sinérgicos possíveis de interação da luz azul 445nm com os tecidos biológicos orofaciais, proporcionando uma enorme flexibilidade de protocolos clínicos, desde preparo do terreno biológico (descontaminação), correção (procedimentos não-ablativos e ablativos) e modulação acelerando a reabilitação tecidual (fotobiomodulação). Desde que a dosimetria seja cuidadosamente escolhida e os requisitos de biossegurança sejam respeitados, os resultados clínicos atenderão as expectativas, resultando em completa satisfação por parte dos pacientes.

A introdução do laser de 445nm na Odontologia, abre novas aplicações que antes não eram possíveis, ou só poderiam ser executadas com lasers de potências muito altas, ainda com procedimentos muito mais complexos. Graças a suas vantagens de absorção, ele tem melhorado significativamente a experiência do paciente. Devido à natureza menos invasiva do laser, os pacientes relatam menos dor e desconforto durante e após os procedimentos. Além disso, o tempo de recuperação é muito mais rápido, permitindo que os pacientes retornem às suas atividades normais em menos tempo.

Outro benefício importante é a redução da ansiedade e do medo com relação a certos procedimentos convencionais. Muitos pacientes sofrem de ansiedade quando imaginam que precisam ir ao dentista devido ao uso de brocas, bisturis e outros instrumentos invasivos. O laser de 445nm, por ser mais silencioso, mais delicado e preciso, é menos intimidador, então ajuda a aliviar esse medo, tornando a visita ao cirurgião- dentista uma experiência menos estressante. Em termos de custo-benefício, não há dúvidas quanto as vantagens do laser de 445nm, contribuindo para elevar a capacitação do profissional e melhor satisfação do paciente.

É conveniente também registrar que as pesquisas estão evoluindo e que, em relação às inovações com o laser azul, já existem trabalhos sugerindo sua melhor indicação como fotobiomodulação sistêmica (terapia “ilib”) para pacientes diabéticos⁴⁴, bem como seu uso em tratamentos de FBM cerebral, via transmeatal (conduto auditivo), para certos tipos de depressão⁴⁵.

Aqui, apresentamos apenas alguns casos clínicos, entretanto a grande versatilidade do laser azul 445nm brinda a Odontologia com um novo ganho em indicações, seletividade e rapidez na reabilitação tecidual e funcional. Todos os pacientes ficaram muito satisfeitos com os resultados alcançados e mais ainda com a ausência de desconforto após a realização dos procedimentos. O laser azul 445nm parece oferecer um novo padrão promissor e positivo de respostas a destruição tecidual programada.

Além disso, os pacientes estão se beneficiando de uma experiência mais confortável e menos dolorosa no consultório odontológico. Se você está procurando um tratamento odontológico mais avançado e eficaz, considere conversar com seu dentista sobre o uso do laser de 445nm. Essa tecnologia pode transformar sua experiência e proporcionar resultados superiores. Não se trata de mais uma cor, mas de uma evolução com bases científicas e clínicas. Muito da laserterapia continua com grande sucesso, e a vinda do laser de 445nm, torna aquilo que já era bom em algo ainda melhor.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O laser azul emitindo em 445nm está revolucionando a Odontologia ao oferecer tratamentos mais precisos, menos invasivos e com uma recuperação mais rápida. Com suas diversas aplicações, desde o tratamento de tecidos moles até o clareamento dental, essa tecnologia está se tornando uma ferramenta indispensável para os dentistas contemporâneos.

AGRADECIMENTOS E FINANCIAMENTO

À empresa MMOptics Ltda (São Carlos, SP, Brasil) pela cessão dos equipamentos aqui utilizados; às pacientes pela confiança na proposta de tratamento. Agradecimentos são estendidos ao IFSC (Instituto de Física de São Carlos) - Universidade de São Paulo pelo apoio irrestrito as novas tecnologias. A EMBRAPII- projeto de desenvolvimento de lasers e ao Departamento de Engenharia Biomédicas da Universidade Texas A&M dos EUA.

REFERÊNCIAS

1. Douglas WH, Craig RG, Chen CJ. A new composite restorative based on a hydrophobic matrix. **J Dent Res.** 1979; 58(10):1981-6.
2. Mills RW. Blue light emitting diodes--another method of light curing? **Br Dent J.** 1995 11;178(5):169.
3. Oberholpez G, Botha CT, du Preez IC. Advances in light curing units and curing techniques: a literature review. **SADJ.** 2005;60(10):451-4.
4. Jeong CM, Heo YJ, Jeon YC, Kim HI, Kwon YH. Microhardness and polymerization shrinkage of flowable resins that are light cured using a blue laser. **Lasers Med Sci.** 2012; 27(4):729-33.
5. Lima AF. Transmission of violet and blue light and current light units through glass-reinforced ceramics with different thicknesses. **J Prosthodont Res.** 2021 21;65(3):387-392.
6. Bennett AW, Watts DC. Performance of two blue light-emitting-diode dental light curing units with distance and irradiation-time. **Dent Mater.** 2004 ;20(1):72-9.
7. Hoshyari N, Mesgarani A, Sheikhi MM, Goli H, Nataj AH, Chiniforush N. Comparison of Antimicrobial Effects of 445 and 970 nm Diode Laser Irradiation with Photodynamic Therapy and Triple Antibiotic Paste on *Enterococcus faecalis* in the Root Canal: an *In Vitro* Study. **Maedica (Bucur).** 2024 ;19(1):57-65.
8. Papadopoulou A, Dionysopoulos D, Strakas D, Kouros P, Vamvakoudi E, Tsetseli P et al. Exploring the efficacy of laser-assisted in-office tooth bleaching: A study on varied irradiation times and power settings utilizing a diode laser (445 nm). **J Photochem Photobiol B.** 2024; 257:112970.
9. Mujić JI, Gojko VM, Hadžić S, Pašić E, Muharemović A et al. A Novel Blue Light Laser (445 nm) in Non-surgical Treatment of Chronic Periodontitis: A Clinical and Microbiological Study. **Cureus.** 2024 19;16(8):e67252.
10. Haque AU, Rastogi PK, Lal N, Singhal R. Blue laser-assisted depigmentation of gingiva using non-ablative technique. **BMJ Case Rep.** 2024; 24(10):e260493.
11. Sobouti F, Moallem SA, Aryana M, Hakimiha N, Dadgar S. Maxillary labial frenectomy: a randomized, controlled comparative study of two blue (445 nm) and infrared (980 nm) diode lasers versus surgical scalpel. **BMC Oral Health.** 2024 25;24(1):843.
12. Reichelt J, Winter J, Meister J, Frentzen M, Kraus D. A novel blue light laser system for surgical applications in dentistry: evaluation of specific laser-tissue interactions in monolayer cultures. **Clin Oral Investig.** 2017; 21(4):985-994.
13. Khlopkov AD, Samoilov ID, Shatilova KV. Comparative study of soft tissue surgery by visible and infrared laser radiation. **Lasers Med Sci.** 2023 26;38(1):167.
14. Taher Agha M, Polenik P. Laser Treatment for Melanin Gingival Pigmentations: A Comparison Study for 3 Laser Wavelengths 2780, 940, and 445 nm. **Int J Dent.** 2020:3896386.
15. Möbius D, Braun A, Franzen R. Evaluation of tooth color change after a bleaching process with different lasers. **Odontology.** 2024;112(3):872-883.
16. Bagnato VS. Os fundamentos da luz laser. *Física na Escola* 2001; 2(2):4-9.
17. Plavskii VY, Mikulich AV, Tretyakova AI, Leusenka IA, Plavskaya LG, Kazyuchits OA et al. Porphyrins and flavins as endogenous acceptors of optical radiation of blue spectral region determining photoinactivation of microbial cells. **J Photochem Photobiol B.** 2018; 183:172-183.
18. Sadowska M, Narbutt J, Lesiak A. Blue Light in Dermatology. **Life (Basel).** 2021 8;11(7):670.
19. Hanke A, Fimmers R, Frentzen M, Meister J Quantitative determination of cut efficiency during soft tissue surgery using diode lasers in the wavelength range between 400 and 1500 nm. **Lasers Med Sci** 2021; 36,1633–1647.
20. Verma M, Khan MA, Haque AU, Fiza MS. Diode Laser Frenectomy: A Torch of Freedom for Ankyloglossia. **Cureus.** 2024 15;16(4):e58319.

21. Sobouti F, Moallem SA, Aryana M, Hakimiha N, Dadgar S. Maxillary labial frenectomy: a randomized, controlled comparative study of two blue (445 nm) and infrared (980 nm) diode lasers versus surgical scalpel. *BMC Oral Health*. 2024 Jul 25;24(1):843.
22. Ahrens M, Spörer M, Deppe H, Ritschl LM, Mela P. Bacterial reduction and temperature increase of titanium dental implant models treated with a 445 nm diode laser: an in vitro study. *Sci Rep*. 2024 Aug 5;14(1):18053.
23. Rupel K, Zupin L, Ottaviani G, Bertani I, Martinelli V, Porrelli D, Vodret S, Vuerich R, Passos da Silva D, Bussani R, Crovella S, Parsek M, Venturi V, Di Lenarda R, Biasotto M, Zacchigna S. Blue laser light inhibits biofilm formation in vitro and in vivo by inducing oxidative stress. *NPJ Biofilms Microbiomes*. 2019 Oct 9;5(1):29.
24. Palaia G, Impellizzeri A, Tenore G, Caporali F, Visca P, Del Vecchio A, Galluccio G, Polimeni A, Romeo U. Ex vivo histological analysis of the thermal effects created by a 445-nm diode laser in oral soft tissue biopsy. *Clin Oral Investig*. 2020 Aug;24(8):2645-2652.
25. Mojahedi NSM, Frentzen M, Mayr A, Rahmani S, Anbari F, Meister J et al. Comparison of the Diode Laser Wavelengths 445 nm and 810 nm in Gingival Depigmentation - A Clinical Evaluation. *J Lasers Med Sci*. 2023 Dec 19;14:e63.
26. Szymańczyk J, Trzeciakowski W, Ivonyak Y, Tuchowski P, Bercha A, Szymańczyk J. Blue Laser (450 nm) Treatment of Solar Lentigines. *J Clin Med*. 2021 Oct 24;10(21):4919.
27. Lin CK, Chen YP, Wang YH, Dailey SH, Lai YT. Photoangiolytic effect of the 445-nm Blue Laser and the Potassium-Titanyl- Phosphate Laser: A Comparison. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 2024 Nov;133(11):921-927.
28. Al-Maliky MA, Frentzen M, Meister J. Artificial Caries Resistance in Enamel after Topical Fluoride Treatment and 445 nm Laser Irradiation. *Biomed Res Int*. 2019;9101642.
29. Hashemikamangar SS, Merati H, Valizadeh S, Saberi S. Effects of Lasers and Fluoride Varnish on Microhardness and Calcium and Phosphorus Content of Demineralized Enamel. *Front Dent*. 2024 Jul 22;21:27.
30. Wenzler JS, Falk W, Frankenberger R, Braun A. Impact of Adjunctive Laser Irradiation on the Bacterial Load of Dental Root Canals: A Randomized Controlled Clinical Trial. *Antibiotics (Basel)*. 2021 Dec 20;10(12):1557.
31. Gutknecht, N., Al Hassan, N., Martins, M.R. Conrads G, Franzen R. Bactericidal effect of 445-nm blue diode laser in the root canal dentin on *Enterococcus faecalis* of human teeth. *Laser Dent Sci* 2018; 2, 247–254.
32. Hoshyari N, Mesgarani A, Sheikhi MM, Goli H, Nataj AH, Chiniforush N. Comparison of Antimicrobial Effects of 445 and 970 nm Diode Laser Irradiation with Photodynamic Therapy and Triple Antibiotic Paste on *Enterococcus faecalis* in the Root Canal: an *In Vitro* Study. *Maedica (Bucur)*. 2024 Mar;19(1):57-65.
33. Lusche I, Dirk C, Frentzen M, Meister J. Cavity Disinfection With a 445 nm Diode Laser Within the Scope of Restorative Therapy- A Pilot Study. *J Lasers Med Sci*. 2020 Fall;11(4):417-426.
34. Palamara J, Phakey PP, Orams HJ, Rachinger WA The Effect on the Ultrastructure of Dental Enamel of Excimer-Dye, Argon- Ion and CO2 Lasers. *Scanning Microscopy* 1992; 6(4):16.
35. Castellano-Pellicena I, Uzunbajakava NE, Mignon C, Raafs B, Botchkarev VA, Thornton MJ. Does blue light restore human epidermal barrier function via activation of Opsin during cutaneous wound healing? *Lasers Surg Med*. 2019 Apr;51(4):370-382.
36. Prado TP, Zanchetta FC, Barbieri B, Aparecido C, Melo Lima MH, Araujo EP. Photobiomodulation with Blue Light on Wound Healing: A Scoping Review. *Life (Basel)*. 2023 Feb 18;13(2):575.
37. Menezes PFC, Requena MB, Lizarelli RFZ, Bagnato VS Blue LED irradiation to hydration of skin. *Proc SPIE* 9531, *Biophotonics South America*, 95311W (2015).
38. Lizarelli RFZ, Grandi NDP, Florez FLE, Grecco C, Lopes LA Clinical study on orofacial photonic hydration using phototherapy and biomaterials. *Proc. SPIE* 9531, *Biophotonics South America*, 95311T (2015).
39. Pordel E, Ghasemi T, Afrasiabi S, Benedicenti S, Signore A, Chiniforush N. The Effect of Different Output Powers of Blue Diode Laser along with Curcumin and Riboflavin against *Streptococcus mutans* around Orthodontic Brackets: An In Vitro Study. *Biomedicines*. 2023 10;11(8):2248.
40. Petersen M, Braun A, Franzen R. Thermal Effects on Dental Pulp during Laser-Assisted Bleaching Procedures with Diode Lasers in a Clinical Study. *J Clin Med*. 2024 16;13(8):2301.
41. Smigel I. Laser tooth whitening. *Dentistry Today* 1996; 15(8):32-36.
42. Kumari J, Das K, Babaei M, Rokni GR, Goldust M. The impact of blue light and digital screens on the skin. *J Cosmet Dermatol*. 2023 22(4):1185-1190.
43. Ge G, Wang Y, Xu Y, Pu W, Tan Y, Liu P, Ding H, Lu YM, Wang J, Liu W, Ma Y. Induced skin aging by blue-light irradiation in human skin fibroblasts via TGF- β , JNK and EGFR pathways. *J Dermatol Sci*. 2023 ;111(2):52-59.
44. Amjadi A, Mirmiranpour H, Sobhani SO, Moazami Goudarzi N. Intravenous laser wavelength radiation effect on LCAT, PON1, catalase, and FRAP in diabetic rats. *Lasers Med Sci*. 2020 Feb;35(1):131-138.
45. Sun L, Peräkylä J, Kovalainen A, Ogawa KH, Karhunen PJ, Hartikainen KM. Human Brain Reacts to Transcranial Extraocular Light. *PLoS One*. 2016 Feb 24;11(2):e0149525.