

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a)
autor(a), o texto completo desta tese
será disponibilizado somente a partir
de 10/12/2026

Lara Maria Bueno Esteves

**EFEITO DE BIOPRODUTOS CATALIZADORES E DO LED
VIOLETA NA TERAPIA CLAREADORA: ANÁLISES IN-
VITRO E ESTUDOS CLÍNICOS RANDOMIZADOS**

Lara Maria Bueno Esteves

**EFEITO DE BIOPRODUTOS CATALIZADORES E DO LED
VIOLETA NA TERAPIA CLAREADORA: ANÁLISES IN-
VITRO E ESTUDOS CLÍNICOS RANDOMIZADOS**

Tese apresentada à Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Odontologia de Araçatuba, para obtenção do título de Doutora.

Área de Concentração: Dentística

Orientador: Professor Associado Doutor André Luiz Fraga Briso

Coorientador: Professor Associado Doutor Carlos Alberto de Souza Costa

Catálogo na Publicação (CIP)

Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação – FOA / UNESP

E79e

Esteves, Lara Maria Bueno.

Efeito de bioprodutos catalizadores e do LED violeta na terapia clareadora : análises in-vitro e estudos clínicos / randomizados / Lara Maria Bueno Esteves. - Araçatuba, 2025

195 f. : il. ; tab.

Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Odontologia de Araçatuba

Orientador: Prof. André Luiz Fraga Briso

1. Clareamento dental 2. Materiais biocompatíveis
3. Peróxido de hidrogênio 4. Técnicas de laboratório clínico 5. Sensibilidade da dentina 6. Peroxidase do Rábano Silvestre I. T.

Black D2
CDD 617.6

Dedicatória

A Deus,

Por Ele, para Ele, são todas as coisas. Entre altos e baixos, este trabalho só foi possível porque um Deus maior me carregou no colo, me amparou, me abraçou, me ergueu e me iluminou a cada segundo. A Ele, toda a minha fé, meu respeito e meu amor.

Ao alicerce do meu sonho,

Francisco Donizete Esteves, Rita Maria Bueno Esteves, Rubens da Costa Queiroz e Sonia Maria Bueno Queiroz

Sem vocês, nada disso seria possível. Tudo isso é resposta de orações que talvez eu nem saiba que foram feitas. Obrigada por não medirem esforços para me ver aqui, hoje, realizando o maior sonho da minha vida. É por vocês e para vocês! Eu os amo incondicionalmente.

À Professora,

Taylane Soffener Berlanga de Araújo (in memoriam),

Mesmo não estando presente fisicamente, este momento é a concretização de um sonho que a senhora sonhou comigo. Obrigada por me estender a mão durante a graduação, por me ajudar a trilhar o caminho e me conduzir até a FOA, para que hoje eu possa vivenciar essa conquista. A falta que a senhora faz é imensa! Não apenas pela profissional brilhante que foi, mas pelo ser humano raro: acolhedora, atenta e cuidadosa. Obrigada por tudo. Dedico este trabalho à senhora, ao seu legado e ao papel que teve, tem e sempre terá na minha trajetória acadêmica. Com imensa saudade, eterna gratidão e profunda admiração, carinho e respeito.

Agradecimentos

Especiais

Ao meu orientador,

Professor André Luiz Fraga Briso

"Sonho que se sonha só é apenas um sonho. Mas sonho que se sonha junto se torna realidade."

Professor, se escrever artigos científicos já exige esforço, encontrar palavras que expressem minha admiração, respeito e gratidão por sua orientação é, sem dúvida, um desafio ainda maior. Foram anos intensos, repletos de aprendizados, inquietações, superações e conquistas e nada disso teria sido possível sem a sua presença constante, generosa e transformadora. Este trabalho, assim como toda a trajetória que ele representa, só se concretizou porque, um dia, o senhor disse "sim" à minha orientação. E esse "sim" transformou profundamente minha vida acadêmica e pessoal. Enxergo no senhor um verdadeiro espelho, não apenas como Pesquisador e Professor, mas como um ser humano comprometido, generoso, íntegro e inspirador. Sua postura profissional e ética me ensinou que conhecimento e caráter devem caminhar lado a lado, e que o verdadeiro mestre é aquele que não apenas aponta o caminho, mas caminha junto ao aluno.

Obrigada por me acolher em sua equipe, por acreditar no meu potencial mesmo quando eu mesma duvidei, e por me proporcionar uma das experiências mais enriquecedoras da minha vida. Obrigada por ensinar com paciência, por vibrar comigo nas conquistas e por me oferecer apoio e carinho sincero nos momentos de insegurança. Sou imensamente grata por cada orientação precisa, cada palavra encorajadora, cada conselho oportuno, cada carinho e por literalmente me conduzir passo a passo ao longo dessa jornada. Espero ter correspondido às suas expectativas e poder continuar honrando a confiança que o senhor depositou em mim.

Que este seja apenas mais um entre os muitos frutos da nossa parceria, e que possamos seguir, juntos, trilhando caminhos de ciência, crescimento e realizações.

Aos meus coorientadores,

Professor Carlos Alberto de Souza Costa,

Querido Professor Beto, que honra foi tê-lo como coorientador ao longo desta trajetória. Sou imensamente grata por todas as oportunidades, pelo carinho e pelo cuidado constantes que o senhor sempre teve comigo. Desde os momentos em seu laboratório, onde sempre fui recebida com acolhimento, incentivo e apoio, até os inúmeros encontros nas reuniões da SBPqO, sua presença atenta e generosa esteve sempre marcada. Em cada conversa, o senhor soube transformar o nervosismo em confiança e me transmitiu serenidade com seu olhar cuidadoso e palavras encorajadoras. Até mesmo durante o ADM, em San Diego, seu cuidado se fez presente, preocupado com minha experiência no exterior, atento aos detalhes e, mais uma vez, transmitindo apoio e segurança. As experiências que compartilhei com o senhor ao longo dessa jornada foram fundamentais e decisivas na minha formação acadêmica e pessoal. Inspiro-me no seu modo humano, atento e carinhoso de orientar, de estar próximo mesmo à distância, de formar com sensibilidade e responsabilidade. Obrigada por me coorientar, por me acompanhar com tamanha dedicação e por estar sempre presente. Minha eterna gratidão.

Professora Cristina de Mattos Pimenta Vidal,

Cris, não tenho palavras para agradecer todo o carinho e cuidado durante a minha estadia em Iowa. Você proporcionou uma experiência única e transformadora na minha vida. Obrigada por abrir as portas da Instituição e me permitir vivenciar um ensino de excelência, conhecer uma nova cultura, viver experiências inesquecíveis e crescer, não apenas como profissional, mas também como ser humano. Sua atenção constante e seu cuidado tornaram esses meses alguns dos mais especiais e significativos da minha trajetória. Aprendi imensamente com a seriedade, o comprometimento e a forma exemplar com que você conduz a ciência e a pesquisa. Sua postura ética, firme e inspiradora me marcou e ampliou minha visão sobre o que é ser pesquisadora de verdade. Obrigada por me acolher com tanto afeto, inclusive em datas importantes, ao lado da sua família, e por me permitir vivenciar o que Iowa tinha de melhor. Foi uma experiência que levarei comigo para sempre. Obrigada por cada gesto de incentivo, cada palavra de apoio e todo o carinho ao longo dessa jornada. Serei eternamente grata por você ter me proporcionado viver algo tão grandioso.

À banca examinadora,

Professora Ticiane Cestari Fagundes,

Eterna gratidão pelo seu sim! Jamais esquecerei da sua importância na minha vida. Ontem estávamos frente a frente na entrevista e, hoje, a Senhora permitiu que eu pudesse estar aqui, finalizando uma etapa tão importante na minha vida e registrando tamanho agradecimento e carinho. Quanta admiração e carinho tenho pela senhora, não apenas pela profissional admirável que é, mas pela pessoa generosa, sensível e inspiradora que sempre demonstrou ser. Minha eterna gratidão por cada momento compartilhado ao longo dessa jornada, por cada palavra amiga, cada gesto de carinho, cada conselho que veio na hora certa. A senhora me escutou com atenção e me orientou com sabedoria nas muitas vezes em que a caminhada exigiu força extra. Seu apoio incondicional e seu incentivo constante foram fundamentais para que eu pudesse seguir em frente com confiança. Admiro profundamente sua trajetória de excelência na pesquisa, seu compromisso com tudo o que faz e, acima de tudo, a forma íntegra, ética e inspiradora com que conduz sua vida e sua atuação profissional. Sou imensamente grata por sua companhia ao longo desses anos. Obrigada por tudo, Professora. A sua influência positiva será sempre lembrada com carinho e admiração ao longo da minha vida. A Senhora é meu espelho de garra, coragem e determinação. Obrigada pelo seu sim neste momento tão especial e importante.

Professor Paulo Henrique dos Santos,

Desde os primeiros passos no mestrado até os desafios mais recentes, o senhor esteve ao meu lado com generosidade, sabedoria e uma presença que sempre me fortaleceu. Ao longo dessa jornada, fui imensamente acolhida, orientada e incentivada pela sua dedicação e carinho. Sou profundamente grata por tudo o que aprendi com o senhor, não apenas sobre Odontologia, mas, principalmente, sobre humanidade, compromisso e a paixão verdadeira pelo que fazemos. Cada conquista que alcancei até aqui carrega, sem dúvida, uma enorme parte de sua contribuição. O carinho e respeito que tenho pelo senhor são imensuráveis. Sempre foi o senhor quem me ajudou a traçar os caminhos para alcançar meus sonhos, sem medir esforços para apoiar, cuidar e orientar em cada fase dessa caminhada. Até nos momentos mais desafiadores, como no intercâmbio, o senhor esteve presente, sempre atento a cada detalhe, preocupado com meu bem-estar e com o sucesso da experiência. Agradeço profundamente por ser a pessoa incrível que é, por nossa cumplicidade e pelo carinho constante. Não tenho palavras suficientes para expressar minha gratidão por tudo o que fez por mim. Obrigada pelo seu sim neste momento tão especial e importante da minha vida.

Professora Vanessa Cavalli Gobbo,

Gostaria de expressar minha mais profunda admiração e gratidão por tudo o que a senhora representa para a ciência, para a Odontologia e, principalmente, para todos nós que temos o privilégio de acompanhar sua trajetória. Desde o nosso encontro no ADM, em San Diego, onde a senhora, com palavras amigas e conselhos generosos, me inspirou a seguir em frente, até as bancas da SBPqO e os cursos nos quais sempre tive a honra de participar, tenho testemunhado de perto a dedicação, o profissionalismo e o respeito que a senhora deposita em tudo o que faz. Sua contribuição à ciência é imensa, mas é a sua forma ímpar de ser, cuidadosa, atenta e sempre disposta a apoiar, que me inspira tanto, não apenas como profissional, mas como ser humano. O compromisso com a excelência, o respeito pelo próximo e o cuidado com cada detalhe em cada projeto, curso ou orientação demonstram o alto nível de responsabilidade e paixão com que a senhora exerce sua profissão. É uma grande honra tê-la como parte da minha banca examinadora. Sua presença, sabedoria e olhar atento são um privilégio insurpassável, e sou profundamente grata pela oportunidade de estar sendo avaliada por alguém tão exemplar. A senhora é, sem dúvida, uma referência de excelência e integridade.

Professor Leandro Augusto Hilgert,

Gostaria de expressar a imensa admiração que tenho pelo senhor. Em cada curso que tive a oportunidade de participar, pude perceber a paixão, o carinho e a seriedade com que o senhor se dedica à Odontologia. A sua forma de ensinar, sempre com o equilíbrio entre rigor e humanidade, me inspirou profundamente e foi essencial para a minha formação. Admiro profundamente o seu trabalho, a maneira ética com que conduz suas pesquisas e, principalmente, a solidez da sua carreira, que serve de modelo e tanto me inspira. Receber seu aceite para compor minha banca examinadora foi motivo de grande honra e alegria. Sou imensamente grata por sua disponibilidade, por seu olhar cuidadoso e por contribuir com tanto conhecimento neste momento tão especial da minha trajetória. Muito obrigada pelo seu sim.

Aos membros suplentes,

Professor Alessandro Dourado Lequercio,

Professor, obrigada pela imensa contribuição que o senhor oferece à Odontologia. Com pesquisas de impacto e uma trajetória sólida, o senhor e seu grupo se destacam como referências que nos inspiram a crescer e a acreditar na ciência. Sinto-me profundamente honrada por ter recebido o seu sim para fazer parte deste momento tão especial da minha trajetória.

Professor Carlos Eduardo Franceti,

Professor, obrigada pelo aceite para este momento tão especial da minha trajetória. O ensino e a pesquisa liderados pelo senhor são exemplos de seriedade, compromisso e excelência. Sua atuação inspira todos que têm o privilégio de acompanhá-lo, tanto pelo rigor científico quanto pela generosidade em compartilhar conhecimento.

Professor Anderson Catelan,

Professor, minha profunda gratidão pelo carinho, companheirismo e presença constante ao longo dessa jornada. Tenho imensa admiração pelo seu trabalho, pela seriedade com que conduz seus projetos e pela sensibilidade com que orienta e colabora com os que têm o privilégio de caminhar ao seu lado. Obrigada por cada palavra amiga, pelo incentivo nos momentos desafiadores, pelo cuidado atento e pela escuta generosa. Até mesmo um simples café na salinha se tornava um momento de acolhimento e força. A sua trajetória, marcada por persistência, ética e comprometimento, é uma verdadeira inspiração. Obrigada por ter aceitado estar presente neste momento tão especial e por todo o convívio diário que tanto me ensina e motiva.

Professora Marcelle Danelon,

Querida Professora Marcelle, sua presença é, de fato, um presente. Obrigada por estar comigo nesta reta final, contribuindo com tanto carinho, cuidado e sabedoria. Cada palavra amiga, cada gesto atencioso, cada conselho compartilhado fizeram toda a diferença nesse momento tão decisivo e desafiador. Me inspiro profundamente na sua trajetória e na forma com que conduz sua carreira, com força, sensibilidade e fé. A senhora lidera a pesquisa com maestria, seriedade e compromisso, e isso é um marco importante e inspirador para todos que têm o privilégio de caminhar ao seu lado. Sua dedicação incansável e sua postura ética e afetuosa mostram que é possível aliar excelência acadêmica com humanidade. Obrigada por acreditar em mim, por me apoiar, escutar, orientar e por ser essa presença acolhedora e iluminadora. Você é exemplo de profissional e de ser humano e merece tudo de melhor que a vida pode oferecer. Minha eterna admiração e gratidão.

Professor Caio César Pavani,

Falar sobre você é uma tarefa difícil diante de toda a admiração, amizade e orgulho que sinto por você e pela sua trajetória. Você não mediu esforços para chegar aonde chegou, e isso, mais do que tudo, me inspira profundamente. Agradeço de coração por ter me acompanhado desde o meu primeiro dia na FOA. Você foi acolhimento, apoio nos momentos desafiadores e sempre me incentivou a seguir em frente, nunca permitindo que eu desistisse. Passamos por tantos momentos juntos: vitórias, desafios, aprendizados... e mesmo quando eu estava longe, você sempre se fez presente. Em todos esses momentos, você esteve ao meu lado, sempre com seu jeito único de me fortalecer e me fazer acreditar. Sou grata pela nossa amizade, por seu companheirismo e por cada palavra amiga. Sua dedicação, carinho e apoio têm sido essenciais para que eu chegasse até aqui. Obrigada por ser Professor, amigo e parceiro de jornada. Agradeço por sonhar meus sonhos comigo, me ajudar a conquistar e por sempre me incentivar a ir além. Obrigada pelo seu aceite e pela nossa amizade.

Ao Professor do Departamento de Odontologia Restauradora,

Silvia José Mauro,

O meu muito obrigada pelo acolhimento, carinho e compreensão durante este período em que pudemos conviver. Com certeza aprendi muito com o Senhor. Que eu possa aprender mais e mais com o seu conhecimento. Obrigada por tudo!

Aos Eternos Professores do Departamento de Odontologia Restauradora,

Renato Herman Sundfeld,

É um orgulho imenso chegar até aqui e contar com a companhia e o apoio de alguém tão grandioso, generoso e especial como o senhor. Sua presença é daquelas que transformam caminhos, que inspira e ensina com simplicidade, profundidade e humanidade. Não há como mensurar o valor de cada momento em que passamos durante o período que o senhor estava no Departamento e até mesmo agora após a sua aposentadoria. Foram inúmeras conversas, ensinamentos, palavras de incentivo e, principalmente, da escuta atenta e acolhedora. O senhor soube estar presente de forma verdadeira e cuidadosa, e isso fez toda a diferença na minha trajetória. Agradeço por compartilhar seu conhecimento com tanta dedicação, por acreditar, apoiar e me incentivar sempre. Tenho um orgulho enorme de ter caminhado ao seu lado durante essa jornada e de ter aprendido tanto com o senhor, não apenas sobre a Odontologia, mas sobre integridade, generosidade e compromisso com o que se faz. Que eu ainda tenha muitas oportunidades de continuar aprendendo com o senhor. Minha gratidão é eterna.

Ricardo Coelho Okida,

Professor de um carisma ímpar, de uma singularidade particular, levarei todos os aprendizados, carinhos e conselhos para o resto da minha vida. Com certeza o Senhor é do tipo de pessoa que acrescenta na nossa vida e que queremos contato sempre. Obrigada por cada vez que me ajudou, aconselhou, me deu oportunidades para crescer e aprender com o seu trabalho. Sem dúvidas minha admiração, gratidão e carinho serão eternos.

Aos funcionários e amigos do Departamento de Odontologia Restauradora,

Jorge Trevelin, Carlos Suetake e Autran Santiago

Com certeza, vocês são fundamentais para a realização dos nossos sonhos dentro do departamento. Cada gesto de vocês — desde um simples “bom dia”, uma brincadeira no corredor, um cafezinho compartilhado, até os desabafos nos momentos de angústia — carrega um valor imensurável. O cuidado, a seriedade e o comprometimento com que conduzem tudo ao nosso redor são essenciais para que nossos ideais se concretizem com leveza e segurança.

Jorge, obrigada por ter entrado em nosso departamento e, desde o início, conduzir tudo com tamanha seriedade, respeito e parceria. Você se tornou um verdadeiro amigo. Seu incentivo constante me fortalece em muitos momentos. Serei eternamente grata por confiar na “pequena” e por tornar o nosso convívio leve, acolhedor e produtivo.

Carlos, obrigada por cada ensinamento, conselho e pelas trocas no dia a dia do departamento e da clínica. Sua escuta, seu exemplo e sua generosidade fizeram — e fazem — toda a diferença na minha trajetória. O convívio com você é essencial para a concretização de tantos sonhos e aprendizados.

Autran, obrigada por cada sorriso, cada palavra de incentivo, por suas brincadeiras que aliviam as tensões do cotidiano e tornam o ambiente mais leve.

Vocês três, de formas únicas, foram presença, apoio e força em todos os momentos. Seja numa folha impressa, num problema resolvido ou num simples gesto de cuidado, vocês sempre fizeram a diferença — e, por isso, minha gratidão é eterna. Obrigada, de coração, por tudo.

Ao meu braço direito e esquerdo, Karen Milaré Seicento Aidar,

Minha primeira filha científica, amiga para a vida, braço direito, esquerdo e coração dessa jornada. Não existem palavras suficientes para expressar a gratidão que sinto por tudo o que vivemos e construímos juntas. Desde o primeiro momento, você foi além das expectativas: mergulhou de corpo e alma em cada projeto, em cada desafio, em cada sonho que parecia grande demais para ser real — e que só se concretizou porque você esteve ao meu lado. Obrigada por acreditar em mim, mesmo nas vezes em que eu mesma duvidei. Por me apoiar incondicionalmente, por ser presença firme nas horas difíceis, e por topiar cada nova ideia — das mais simples às mais ousadas — com entusiasmo e competência. Você fez valer cada *et al.* com excelência, entrega e compromisso. Nossa parceria ultrapassou os limites da ciência e se tornou um elo de afeto, admiração genuína e amizade para a vida. É um privilégio enorme ter te acompanhado tão de perto, ver sua evolução, seu crescimento, sua força e a luz que você carrega. Desejo a você uma trajetória repleta de conquistas, reconhecimento e felicidade. Que nunca te falte coragem para sonhar alto, nem apoio para seguir em frente. E que você saiba, sempre, que mamain estará aqui — com orgulho no coração, braços abertos e uma torcida que nunca se apaga. Obrigada por tudo.

À minha Amiga de pós e cúmplice de Iowa, Mariana Elias Queiroz,

Pensar que nosso primeiro contato foi durante a pandemia, em um cenário de incertezas, distanciamento e medo, e que mesmo assim conseguimos construir uma amizade verdadeira, é emocionante. Mas mal sabíamos o que a vida ainda nos reservaria. E então, veio uma das experiências mais transformadoras da minha vida: os seis meses em Iowa. E eu tive o privilégio de vivê-los com você. Você foi meu alicerce, minha força, meu entusiasmo nos dias mais incertos. Obrigada, Mariana, por não me deixar desistir, por segurar minha mão todas as vezes que o medo tentou falar mais alto, por ser presença constante, leve e firme. Você tornou aquela experiência — que tinha tudo para ser desafiadora — em algo lindo, feliz e inesquecível. Compartilhamos aventuras, loucuras, aprendizados e momentos que levarei para sempre na memória e no coração. “*Laura em Iowa*” não teria sido possível, ou ao menos não teria sido tão intenso e significativo, sem você ao meu lado. Você é especial, essencial e eterna parte dessa jornada. Obrigada por tudo, minha Amiga.

Aos amigos de pós do Departamento de Odontologia Restauradora,

Alice, André, Bruna, Erika, Fernanda, Guilherme, Jully, Vitória

Obrigada por cada momento compartilhado ao longo dessa caminhada. Os dias de pesquisa, estudo e prazos apertados seriam muito mais difíceis sem a presença, o carinho e a leveza que encontrei em vocês. Cada conversa no corredor, cada risada no meio do caos e, claro, cada cafezinho compartilhado fizeram toda a diferença. Foram nesses pequenos gestos do cotidiano — numa escuta atenta, num incentivo sincero ou numa simples troca de olhares cúmplices — que encontrei força para seguir. A convivência com vocês tornou a rotina mais leve e transformou a experiência da pós em algo verdadeiramente especial e memorável. Sou muito grata por ter vivido tudo isso ao lado de pessoas tão generosas e inspiradoras. Obrigada por fazerem parte dessa trajetória.

Às alunas de Iniciação Científica,

*Adrianna, Cintia, Camila, Jaqueline, Júlia, Leandra, Maria Eduarda, Maria Eugênia, Monara,
Tatiane e Thamires*

Meu sincero agradecimento pela confiança depositada em mim e, sobretudo, pelo comprometimento com que abraçaram cada etapa dos trabalhos propostos. É uma alegria enorme poder acompanhar de perto o crescimento de vocês — não apenas técnico e científico, mas também pessoal. Ver o empenho, a curiosidade e a dedicação com que se entregaram às atividades me enche de orgulho e reforça minha esperança na formação de profissionais éticas, comprometidas e apaixonadas pelo que fazem. Vocês foram parte fundamental dessa trajetória, e sou imensamente grata por terem caminhado ao meu lado. Que esse seja apenas o início de uma longa e promissora jornada científica.

Ao Laboratório de Patologia Experimental e Biomateriais,

Rafael, Uxua e demais membros

Agradeço imensamente pela forma tão acolhedora com que fui recebida e pela prontidão com que vocês sempre estiveram dispostos a me auxiliar. Vocês são verdadeiros exemplos de parceria, comprometimento e seriedade no trabalho. Foi uma honra dividir essa jornada com cada um de vocês.

Em especial, agradeço ao Rafael, que sempre esteve disponível com atenção e gentileza, pronto para me auxiliar, responder uma mensagem, salvar com a produção interminável dos Scaffolds e atender sempre que precisei. Sua dedicação, disponibilidade fizeram toda a diferença ao longo desse percurso. Muito obrigada por tudo!

Ao Departamento de Dentística Operatória da Universidade de Iowa,

Dra. Erica Teixeira, Dra. Ariene Leme Kraus, Dr. Victor Feitosa, Dra. Sandra Guzman-Armstrong, Dra. Aditi Jain, Dra. Justine Kolker, Dra. Natalia Restrepo-Kennedy, Michelle Zubeic

Meu mais profundo agradecimento por todo o período de conhecimento, crescimento e aprendizado que tive ao lado de vocês. As trocas culturais, científicas e pessoais que vivenciamos deixaram marcas na minha trajetória e certamente farão diferença por toda a vida. Obrigada pela receptividade em Iowa, pelo cuidado em cada detalhe, pelas palavras gentis e pelo carinho com que fui acolhida. Vocês fizeram com que esse capítulo fosse ainda mais especial e inesquecível. Saibam que fazem parte da minha história e levarei comigo, com gratidão, tudo o que vivemos juntos.

Aos meus amigos da Universidade de Iowa,

Dra. Aline Petrin, Erika Araújo, Dra. Sandra Cunha, Senthilguru Kulanthaiivel

Vocês são presentes preciosos que a experiência em Iowa me deu. Sou profundamente grata por cada troca, cada churrasco, cada vinho, cada passeio, cada conselho, cada experimento e por todos os momentos e conversas que compartilhamos durante o tempo em que estive aí. Vocês foram essenciais para tornar esse período não apenas especial, mas inesquecível. Aprendi muito com vocês, sobre ciência, sobre amizade, sobre respeito e sobre leveza. Levo cada um com imenso carinho, admiração e gratidão. Obrigada, de coração, por fazerem parte dessa história tão significativa da minha vida.

Ao maior presente que Iowa poderia me dar,

Ligiane de Paula Machado,

Quem diria, sair de Araçatuba para encontrar uma verdadeira araçatubense do outro lado do mundo? Ligi, faltam palavras para expressar o que você representa na minha vida. Acredito profundamente que tudo tem um propósito e, com certeza, Iowa tinha como propósito trazer você para o meu caminho. Desde o primeiro dia, você estendeu a mão com seu jeitinho único e peculiar, me abraçou e fez com que essa jornada fosse de ressignificação e crescimento. Você foi mãe e irmã ao mesmo tempo, foi caos e paz, foi carinho, colo e conforto. Me proporcionou as maiores alegrias e as mais profundas reflexões. Sempre teve tempo para me ouvir, para me ajudar a “sair da ilha para enxergar a ilha”. E o mais bonito é que, mesmo com a distância, nada mudou. Continuamos com esse elo de carinho infinito, que não se mede em quilômetros. Nos falamos sempre, nos alegramos com as conquistas, nos apoiamos nas decisões e seguimos juntas, fortes e unidas. Sua fíota tem um orgulho imenso da sua trajetória e do seu caminho, e me inspiro constantemente na garra e coragem que você tem para enfrentar o mundo. Você, mãe leoa, é uma inspiração para mim. E que sorte a minha ter você e o Gu comigo. Obrigada pelas maiores aventuras, pelas risadas mais sinceras e pelos melhores conselhos e vinhos. Sinto sua falta constantemente, mas carrego você comigo para sempre.

Aos meus familiares,

Aos meus pais Francisco Donizete Esteves e Rita Maria Bueno Esteves,

Logo eu, que tanto amo escrever, me vejo sem palavras quando o assunto é agradecer vocês, meus pais. Nenhuma frase parece ser suficiente para expressar o tamanho da minha gratidão, do meu amor e da importância que vocês têm na minha vida. Caminho firme, enfrento os desafios com coragem e sigo lutando pelos meus sonhos porque sei que, mesmo quando não estão fisicamente ao meu lado, vocês são minha base sólida, meu alicerce, meu porto seguro.

Vocês são a estrutura sobre a qual construo tudo o que sou e tudo o que ainda desejo ser. São vocês que me sustentam quando tudo parece desabar, que me impulsionam quando me sinto cansada e que me lembram, com o olhar, com o gesto, que posso ir além. Tudo o que conquistei e o que ainda vou conquistar carrega um pouco de vocês, da dedicação, dos sacrifícios e do amor incondicional que sempre me ofereceram. Vocês já abriram mão de tantas coisas por mim... já se doaram, se reinventaram, se fizeram fortes quando talvez quisessem apenas descansar. E tudo isso por mim. Por isso, obrigada por me darem o privilégio de chamá-los de pais. Obrigada por serem minha origem e meu destino, meu amor maior, minha saudade diária, minha inspiração constante. Vocês são meu abrigo, meu espelho de vida, meu escudo contra o mundo. Tenho uma admiração que transborda, um amor que não cabe no peito e uma gratidão que não se mede. Oro todos os dias para que Deus retribua tudo — absolutamente tudo — que vocês já fizeram e ainda fazem por mim. Que Ele cuide, proteja e ilumine cada passo de vocês, como vocês sempre cuidaram de mim. Eu os amo com todas as minhas forças e por toda a eternidade. Obrigada por serem meu tudo. Obrigada por nunca soltarem a minha mão.

Aos meus tios Rubens da Costa Queiroz e Sonia Maria Bueno Queiroz,

Agradeço a Deus todos os dias por ter vocês na minha vida. Poder ser um pouco filha de vocês é um privilégio imenso, um presente divino que carrego com orgulho e gratidão. Compartilhar essa caminhada com vocês e receber tanto amor, carinho, compreensão e entrega é o que me fortalece nos dias bons e, principalmente, nos dias difíceis. Vocês são meu refúgio e minha luz — são colo nos momentos de dor, conforto nas incertezas, fé nas tempestades e estímulo constante para que eu siga em frente, acreditando no impossível. Obrigada por não medirem esforços, por segurarem minha mão quando tremia e por torcerem por mim como ninguém. Cada conquista minha carrega um pedaço de vocês, e é isso que torna tudo mais bonito, mais leve e mais significativo. O amor de vocês me alcança, me acolhe e me impulsiona. Vocês são parte dessa construção, dessa base sólida que me mantém de pé. A dedicação, o carinho e o apoio incondicional que sempre me ofereceram também fazem morada no meu coração. Sou imensamente grata por saber que posso contar com vocês, por me amarem como filha e por fazerem parte dessa história com tanta entrega e verdade. Eu os amo infinitamente.

Aos meus avós Lázaro Rosa Bueno e Terezinha da Conceição Bueno,

Obrigada por existirem e por nunca medirem esforços para que eu pudesse realizar os meus sonhos. Vocês sempre foram muito mais do que avós, foram abrigo, colo, carinho, cuidado e verdadeiros sinônimos de fé. Em cada gesto de amor, em cada palavra de incentivo, em cada silêncio cheio de presença e oração, eu encontrei força, segurança e inspiração para seguir em frente. Eu sou imensamente abençoada por ter a honra de conviver com duas pessoas tão cheias de garra, sabedoria, fé e amor incondicional. Vocês são exemplos vivos de generosidade, paciência e entrega — e tudo o que me ensinaram, nos detalhes do cotidiano e nas lições mais profundas, levo comigo como herança do coração, para toda a vida. Obrigada por cada segundo que pude viver ao lado de vocês. Cada memória tem valor incalculável, cada sorriso compartilhado carrega um pedaço do meu amor por vocês. Eu os amo com toda a minha alma e sou eternamente grata pela presença tão significativa de vocês na minha história. Vocês são, e sempre serão, parte essencial de quem eu sou. Amo vocês.

Aos meus tios, primos, padrinhos e demais familiares

Com o coração cheio de amor e gratidão, deixo aqui o meu mais sincero agradecimento. Tenho plena certeza de que o verdadeiro combustível da vida está nas relações que cultivamos com afeto, e vocês são, para mim, fonte inesgotável de amor, carinho, cuidado e proteção. Sorte a minha ser a caçulinha da família e, com isso, carregar a alegria de receber tanto acolhimento, tantas orações, tantos gestos silenciosos de apoio que me mantêm firme, forte e cheia de fé para seguir em busca dos meus propósitos. Vocês nunca mediram esforços para sonhar comigo, torcer pelas minhas conquistas e, principalmente, caminhar ao meu lado, mesmo quando a jornada parecia mais difícil. Cada palavra de incentivo, cada gesto de cuidado, cada comemoração compartilhada me mostra o quanto sou privilegiada por ter uma base familiar tão especial. Eu os amo incondicionalmente e carrego no peito um carinho imenso por cada um de vocês. Obrigada por me amarem com tanta verdade e por fazerem parte essencial da minha história.

Liliane Rodrigues Barion e Carlos Alberto Barion,

Com certeza vocês fizeram, e continuam fazendo, toda a diferença na minha vida. Eu sou imensamente abençoada por ter recebido um presente tão valioso como a presença de vocês. Quando cheguei em Araçatuba, sem conhecer ninguém, em meio às incertezas e ao novo, fui agraciada com o colo, o carinho e o acolhimento que só uma verdadeira família é capaz de oferecer. Vocês abriram não só as portas da casa de vocês, mas também as portas do coração. Me deixaram entrar, ficar e me sentir parte. E ser “Larirope” se tornou algo essencial na minha caminhada. Foi esse vínculo que me sustentou nos momentos de saudade de casa, de dificuldade, de solidão. Vocês foram amparo, segurança e amor nos momentos em que eu mais precisei. Obrigada por serem tão especiais, tão generosos e tão presentes. Que Deus retribua em dobro toda a bondade, acolhimento e amor que vocês espalham pelo mundo. Eu os amo profundamente.

Julio Cesar Sandrini Depieri, Josiane Sandrini, Rodrigo Depieri

Ju, é tão difícil falar de você... Você foi, sem dúvida, o acontecimento mais improvável que o destino poderia me oferecer. Você é luz nos meus dias escuros, é o caos e, paradoxalmente, também a calma que me abraça nas horas de medo e incerteza. Você é porto seguro, é fé viva, é abraço que cura e palavra que guia. Sempre ao meu lado, com o coração disposto, com a escuta atenta, com a palavra certa, aquela que vem carregada de sabedoria, de esperança e de uma presença de Deus que me fortalece. Só nós sabemos o quanto foi desafiador chegar até aqui. Quantas vezes o mundo desabou e parecia não haver saída. E você esteve lá. Presente. Firme. Me oferecendo a mão quando eu mal conseguia me manter de pé. Me sustentando em oração, em silêncio, em amor. Obrigada por cada gesto de entrega, por cada demonstração de respeito, cuidado, afeto e carinho. Eu te agradeço, por tudo. Para sempre.

Jo e Rodrigo, muito obrigada por todo o carinho, cuidado e compreensão. Sou profundamente grata por ter vocês ao meu lado, me apoiando em cada passo, sonhando os meus sonhos comigo e me incentivando a seguir em frente. A presença de vocês faz toda a diferença na minha caminhada, e eu me sinto verdadeiramente abençoada por poder contar com tanto amor e parceria.

Aos meus amigos da vida,

Fernanda de Souza e Silva Ramos,

Com certeza, a pós-graduação traz desafios intensos, mas também nos presenteia com encontros que mudam a nossa vida, e você, Fer, foi um grande presente. Companheira de todas as horas, escudo nos dias difíceis e riso certo nos dias bons. Desde o início, dividimos muito mais do que a angústia; dividimos as provas da vida, os medos, as incertezas, as noites mal dormidas, as metas quase inalcançáveis... e, felizmente, também compartilhamos as conquistas, as vitórias, os sorrisos sinceros e os momentos que vão ficar eternamente guardados no coração. Você se tornou um dos pilares da minha trajetória aqui em Araçatuba. Sua presença foi âncora quando eu precisei de firmeza e asas quando eu quis voar. Com você, aprendi que é possível crescer junto, com afeto, com parceria, com lealdade. Obrigada por cada conversa, cada conselho, cada gesto de carinho, cada abraço silencioso que dizia “estou aqui”. Obrigada por ter compartilhado sua vida comigo, por ter aberto espaço para que eu fizesse parte da sua jornada e por caminhar ao meu lado com tanta generosidade e verdade. Você é uma daquelas pessoas que a gente leva pra vida, não importa o tempo ou a distância. Obrigada por tudo, tudo, tudo. Te levo comigo. Para sempre.

Ariane Rodrigues Barion,

Impossível falar de você sem que meu coração transborde em carinho e uma gratidão imensurável. Você é aquele tipo de presente raro que a vida nos dá, e que a gente acolhe com todo o amor do mundo. Você abriu não só as portas da sua casa, mas, principalmente, do seu coração. Foi abrigo quando tudo parecia desabar, foi proteção nas horas incertas, foi colo, coragem e fé nos meus dias mais turbulentos. Obrigada por ser essa irmã de alma, essa amiga tão verdadeira, tão inteira, que chega e fica. Você conhece cada pedaço da minha história, você esteve lá — e segue estando — com o olhar generoso e a escuta sincera. A sua presença é paz, é força, é presença de Deus na minha vida. Você, mais do que ninguém, sabe da importância que tem no meu caminho. E que presente bonito é ter você de volta nesse turbilhão que é o doutorado.

Que venham muitos outros capítulos, risadas, cafés, desabafos e conquistas para compartilharmos. Obrigada por cada segundo de vida que já dividimos e pelos tantos outros que ainda virão. Ter você por perto é um privilégio e uma benção. Você é luz. Você é abrigo. Você é minha irmã. E eu te levo comigo, sempre.

Isis Amela Endo Hoshino e Martin Adriazola

Desde o primeiro dia de mestrado, vocês me acolheram com um carinho que eu jamais esquecerei. Lembro claramente do nosso primeiro almoço junto, da sensação de acolhimento e de como cada um de vocês, em sua singularidade, se fez presente de uma maneira que tocou profundamente minha vida. Cada um, com sua generosidade e sabedoria, contribuiu de maneira única para minha trajetória, me auxiliando degrau por degrau na busca dos meus sonhos. Hoje, tenho o privilégio imenso de chamá-los de amigos, e essa amizade é um dos maiores presentes que a vida me deu. Obrigada por estarem ao meu lado, por acreditarem em mim e por, com seu apoio e incentivo, me ajudarem a conquistar tudo o que eu sonhei. Vocês não apenas compartilharam comigo o processo, mas me fizeram sentir parte de algo maior, mais forte, mais significativo. Agradeço de coração por cada momento, por cada palavra de encorajamento e por sonharem comigo. Nossa caminhada junto é algo que levo para sempre, com imenso carinho e gratidão.

Livia Bueno Reis, Micaela Pereira Izidoro e Nicole Bueno Almeida.

Não há irmandade mais linda e profunda do que a nossa. São 29 anos de vida compartilhada, onde cada sorriso, cada lágrima, cada angústia, cada abraço e cada vitória se tornaram marcos de uma trajetória que só faz sentido porque estamos juntas. Obrigada por serem quem são, por se apresentarem sempre como escudo, fortaleza, união, fidelidade e amor. Cada um desses valores é uma base sólida que fortalece ainda mais o laço que nos une. Hoje, celebramos mais uma vitória, mas sei que esta é apenas uma entre tantas outras que virão, porque nossa força junta é imbatível. Eu amo infinitamente cada uma de vocês, com um carinho e gratidão que não cabem em palavras. Obrigada por existirem, por fazerem parte da minha vida, por me ensinarem tanto e por serem o alicerce em cada momento que compartilhamos.

Alexandre Nasser Barbosa e Ana Carolina dos Santos Camile

Eu só tenho a agradecer por ter alicerces tão sólidos e verdadeiras amizades como as de vocês. Em cada momento da minha jornada, vocês estiveram presentes, sustentando-me e apoiando minhas escolhas, compreendendo cada momento de ausência e vibrando intensamente comigo a cada conquista alcançada. A generosidade, o carinho e a dedicação de vocês tornaram cada desafio mais leve e cada vitória ainda mais doce.

Obrigada por existirem, por serem meu refúgio e minha força. Sou imensamente grata por ter pessoas tão especiais como vocês ao meu lado, fazendo parte da minha vida de maneira tão profunda e verdadeira.

Ao Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos,

Grande apreço e reconhecimento por todo o apoio e carinho durante a minha trajetória.

É impossível nomear todos que fizeram parte da minha trajetória durante os intensos e transformadores anos da graduação. Professores, secretários, auxiliares de clínica, equipe da infraestrutura, limpeza e toda a família UNIFEB: cada um de vocês, com sua presença, dedicação e cuidado, contribuiu para que esses quatro anos fossem vividos com sentido, aprendizado e crescimento.

Chegar até aqui, concluindo mais uma etapa tão significativa da minha vida, só foi possível porque, no passado, tive o apoio, o incentivo e a confiança de pessoas que acreditaram em mim — e vocês foram esse suporte silencioso e essencial.

Meu agradecimento especial ao Professor Lelo, Professor Fabiano, Professora Taylane e Professora Zuza. Vocês foram faróis em minha jornada, me apresentando o universo acadêmico com entusiasmo, me abrindo portas e oferecendo oportunidades que mudaram o rumo da minha caminhada. Levo comigo o exemplo, a admiração e a gratidão por cada palavra, cada orientação e cada voto de confiança.

A todos os demais professores e à família UNIFEB, minha eterna gratidão. Cada um, à sua maneira, foi fundamental. Seja em sala de aula, nos corredores, nas clínicas ou nos momentos de dúvida e incerteza, encontrei em vocês coragem, incentivo e segurança para continuar.

Vocês fazem parte desta vitória e têm um lugar especial na minha história.

Agradecimientos

AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Odontologia do Campus de Araçatuba - UNESP, ao diretor Prof. Dr. Alberto Carlos Botazzo Delbem e ao vice-diretor Prof. Dr. Luciano Tavares Ângelo Cintra.

Ao Departamento de Odontologia Restauradora e ao Chefe de Departamento Professor Elói Dezan Júnior, pelos anos de convívio.

À Faculdade de Odontologia do Campus de Araraquara - UNESP, na pessoa do Professor Carlos Alberto de Souza Costa e demais membros do Laboratório.

À Faculdade de Odontologia da Universidade de IOWA – EUA, na pessoa da Professora Cristina de Mattos Pimenta Vidal e demais funcionários do Departamento de Odontologia Operatória.

Ao coordenador do curso de Pós-graduação em odontologia Professor. Wirley Gonçalves Assunção e a vice-coordenadora Professora Roberta Okamoto, pela disponibilidade e empenho para que o programa de pós-graduação seja de excelência.

Aos professores do curso de pós-graduação e graduação por todo o conhecimento que nos proporcionaram.

Aos funcionários da Biblioteca, Ana e Cláudio, que com muito carinho nos auxiliam e nos ajudam na formação deste sonho. Sem vocês, sem a dedicação, carinho e compreensão de vocês, nada disso teria sido possível. Obrigada

Aos funcionários da sessão de pós-graduação, que sempre estiveram presentes nos ajudando em todos os momentos.

Esta pesquisa utilizou instalações do Laboratório Nacional de Nanotecnologia (LNNano), do Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEM), uma Organização Social supervisionada pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI).

O presente trabalho foi realizado com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Processo: 156744/2021-0), do Programa Institucional de Internacionalização da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES - PRINT) - Código de Financiamento 001 - (Processo: 88887.802663/2023-00) e com o apoio do Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) (Processo: 2022/04364-6).

O nosso muito obrigado!

Epígrafe

"O esforço que se exige mede o valor do que se alcança."

Resumo

RESUMO

Esteves LMB. Efeito de bioprodutos catalizadores e do led violeta na terapia clareadora: análises in-vitro e estudos clínicos randomizados [tese]. Araçatuba: Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Odontologia; 2025.

Com os avanços nas técnicas de clareamento dental, a associação entre peróxido de hidrogênio e bioprodutos catalisadores surgiu como uma alternativa promissora para potencializar a eficácia estética e reduzir os efeitos colaterais associados à terapia convencional. Esta tese teve como objetivo avaliar, por meio de análises in vitro e estudos clínicos randomizados, o desempenho de protocolos clareadores com tempo reduzido de aplicação (15 minutos), baseados na combinação de peroxidase, scaffold polimérico de nanofibras e LED violeta, comparando-os à técnica convencional com peróxido de hidrogênio a 35% aplicado por 45 minutos. No Capítulo I (in vitro), investigaram-se os efeitos da associação entre scaffold e peroxidase, com ou sem LED violeta, sobre a eficácia clareadora, difusão trans-amelodentinária de H_2O_2 , microdureza e rugosidade do esmalte bovino. No Capítulo II, os diferentes protocolos clareadores foram analisados por ATR-FTIR, liberação de espécies reativas de oxigênio (EROs), microscopia confocal a laser 3D e EDS, avaliando-se alterações estruturais e composicionais do esmalte humano. O Capítulo III consistiu em um estudo clínico com 30 pacientes, comparando a técnica convencional à terapia teste com tempo reduzido (15 minutos), aplicadas em hemiarcos, analisando alteração cromática, sensibilidade dentária e autopercepção estética. Por fim, no Capítulo IV, 60 pacientes foram randomizados para três grupos, com ou sem LED violeta, avaliando-se eficácia clareadora, sensibilidade, pH e degradação do peróxido. Os resultados demonstraram que, nos estudos in vitro, a terapia combinada com scaffold, peroxidase e LED, aplicada por apenas 15 minutos, promoveu maior alteração cromática, menor difusão de H_2O_2 e preservação da integridade do esmalte, com menores perdas de cálcio, menores alterações nas razões PO_4^{3-}/CO_3^{2-} e Ca/P, e maior liberação controlada de EROs. Nos estudos clínicos, a técnica teste apresentou eficácia clareadora semelhante à técnica convencional, mesmo com tempo reduzido, e foi associada a menor sensibilidade espontânea e térmica, menor queda de pH e maior degradação do peróxido. A irradiação com LED violeta aumentou a eficácia apenas nos protocolos com curta

duração de aplicação. Assim, conclui-se que a combinação de scaffold polimérico, peroxidase e LED violeta, aplicada por 15 minutos, é uma alternativa eficaz, segura e clinicamente viável ao clareamento convencional. Essa abordagem permitiu reduzir em dois terços o tempo de aplicação, mantendo resultados estéticos semelhantes e promovendo menor agressão ao esmalte e maior conforto ao paciente, destacando-se como uma estratégia promissora para o clareamento dental em consultório.

Palavras-chave: clareamento dental; biomateriais; peróxido de hidrogênio; análise clínica; sensibilidade da dentina; peroxidase do rábano silvestre.

Abstract

ABSTRACT

Esteves LMB. Effect of catalytic bioproducts and violet LED in whitening therapy: in-vitro analyses and randomized clinical studies [tese]. Araçatuba: Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Odontologia; 2025.

With advances in tooth whitening techniques, the combination of hydrogen peroxide with catalytic bioproducts has emerged as a promising alternative to enhance aesthetic efficacy while reducing the side effects associated with conventional therapy. This thesis aimed to evaluate, through in vitro analyses and randomized clinical studies, the performance of whitening protocols with reduced application time (15 minutes), based on the combination of peroxidase, polymeric nanofiber scaffold, and violet LED, comparing them to the conventional technique using 35% hydrogen peroxide applied for 45 minutes. In Chapter I (in vitro), the effects of the combination of scaffold and peroxidase, with or without violet LED, on whitening efficacy, trans-amelodentinal diffusion of H_2O_2 , microhardness, and roughness of bovine enamel were investigated. In Chapter II, the different whitening protocols were analyzed by ATR-FTIR, release of reactive oxygen species (ROS), 3D laser confocal microscopy, and EDS, evaluating structural and compositional changes in human enamel. Chapter III consisted of a clinical study with 30 patients, comparing the conventional technique to the test therapy with reduced application time (15 minutes), applied to split arches, analyzing color change, tooth sensitivity, and aesthetic self-perception. Finally, Chapter IV included 60 patients randomized into three groups, with or without violet LED, evaluating whitening efficacy, sensitivity, pH, and peroxide degradation. The results demonstrated that, in the in vitro studies, the combined therapy using scaffold, peroxidase, and LED applied for only 15 minutes promoted greater color change, lower H_2O_2 diffusion, and preservation of enamel integrity, with lower calcium loss, less alteration in $\text{PO}_4^{3-}/\text{CO}_3^{2-}$ and Ca/P ratios, and greater controlled ROS release. In the clinical studies, the test technique showed similar whitening efficacy to the conventional one, even with the reduced application time, and was associated with lower spontaneous and thermal sensitivity, less pH drop, and greater peroxide degradation. Violet LED irradiation enhanced efficacy only in the short-application protocols. Thus, it is concluded that the combination of polymeric scaffold, peroxidase, and violet LED applied for 15 minutes is an effective, safe, and clinically

viable alternative to conventional whitening. This approach allowed for a two-thirds reduction in application time, while maintaining similar aesthetic results and promoting less enamel damage and greater patient comfort, standing out as a promising strategy for in-office tooth whitening.

Keywords: tooth whitening; biomaterials; hydrogen peroxide; clinical analysis; dentin sensitivity; horseradish peroxidase.

Listas

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 1	Figura 1. Imagens SEM representativas com ampliação de 5,00K.	75
Capítulo 2	Fig. 1. Alterações topográficas superficiais em esmalte após o tratamento clareador, analisadas por microscopia confocal a laser 3D.	101
	Fig. 2. Razão $\text{PO}_4\text{-}3/\text{CO}_3\text{-}2^-$ para Intensidade e Área do Pico de acordo com os tratamentos. (Anova-2 critérios de medidas repetidas, pós-teste de Tukey $p < 0,05$).	105
	Fig. 3. Espectros de FTIR de acordo com os tratamentos ao longo dos tempos de análise.	105
	Fig. 4. Valores médios de liberação de radicais livres (ROs) pelos géis clareadores (Anova-2 critérios de medidas repetidas, pós-teste de Tukey $p < 0,05$).	106
	Fig. 5. Valores médios ($\pm dp$) da concentração em peso (%) dos elementos químicos observados por meio de Espectroscopia de Dispersão de Raios-x (EDS) do esmalte dentário submetido a diferentes tratamentos com agentes clareadores.	107
	Fig. 6. Valores médios ($\pm dp$) da relação Ca/P, de acordo com os grupos de tratamento.	108

Capítulo 3

Figura 1. Protocolo da sessão de clareamento (A – arco do paciente pronto para receber o tratamento clareador; B – aplicação da barreira gengival fotopolimerizável em todo o arco superior; C – posicionamento do scaffold no hemiarco de estudo; D – aplicação do gel clareador em todo o arco conforme o protocolo; E – remoção do scaffold e do gel clareador do hemiarco teste após 15 minutos e reaplicação do gel clareador no hemiarco convencional; F – finalização da sessão de clareamento).	128
Figura 2. Fluxograma CONSORT com as fases do desenho do estudo.	132
Figura 3. Dados de perceptibilidade e aceitabilidade para a diferença de ΔE_{00} entre os grupos.	134
Figura 4. Dados de perceptibilidade e aceitabilidade para a diferença de ΔWID entre os grupos	135
Figura 5. Diferença nos valores de limiar de sensação térmica em relação ao valor inicial (°C).	137

Capítulo 4

- Figura 1: Protocolo clareador para as terapias TT e TTL. (A: imagem inicial do paciente; B: posicionamento do scaffold no hemiarco; C: aplicação do gel clareador; D: uma hemimoldeira de cor negra foi posicionada para bloquear a passagem de luz em um dos hemiarcos, enquanto o hemiarco contralateral permaneceu descoberto, recebendo a aplicação do LED associado ao protocolo clareador.; E: irradiação; F: repetição do protocolo no outro hemiarco, porém sem irradiação). Os demais grupos seguiram o mesmo protocolo, exceto pela ausência do scaffold e da peroxidase no gel. 159
- Figura 2: Fluxograma CONSORT com as fases do desenho do estudo. 164
- Figura 3: Avaliação do índice de clareamento entre TC45 e TTL (*Letras maiúsculas comparam as terapias dentro de uma mesma sessão e Letras minúsculas comparam a evolução dos tratamentos ao longo do tempo. (Anova de medidas repetidas, dois critérios, com pós-teste de Tukey $p < 0,05$)) 167
- Figura 4: Avaliação dos critérios de aceitabilidade e perceptibilidade TC45 e TTL. 168
- Figura 5: Avaliação do limiar de sensação termica ($^{\circ}\text{C}$) dos diferentes tratamentos ao longo do tempo (Anova de medidas repetidas, três critérios, com pós-teste de Tukey $p < 0,05$) 170

Figura 6: Avaliação do limiar de sensação térmica sensorial dos grupos TC45 X TTL ao longo do tempo (Anova de medidas repetidas, dois critérios, com pós-teste de Tukey $p < 0,05$) 171

Figura 7: Avaliação do pH dos diferentes tratamentos ao longo do tempo (Anova, dois critério, com pós-teste de Tukey $p < 0,05$) 172

Figura 8: Avaliação do consumo de PH através da titulação dos diferentes tratamentos ao longo do tempo (Anova um critério, com pós-teste de Tukey $p < 0,05$) 173

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1	Tabela 1: Descrição dos grupos experimentais do estudo	66
	Tabela 2: Valores médios e desvio padrão da alteração cromática (ΔE_{00}) ao longo das sessões de clareamento	72
	Tabela 3: Valores médios e desvio padrão do índice de clareamento (ΔWID) ao longo das sessões de clareamento	73
	Tabela 4: Média e desvio padrão da difusão transamelodentinária nos grupos	73
	Tabela 5: Rugosidade média e desvio padrão antes e depois do clareamento	74
	Tabela 6: Microdureza superficial média e desvio padrão antes e depois da terapia clareadora	75
Capítulo 2	Tabela 1 Dados de Rugosidade (R_a e R_z) e microdureza de superfície (KHN) de esmalte humano, de acordo com os tratamentos.	100
	Tabela 2 Média ($\pm dp$) da Intensidade e Área do Pico de PO_4^{3-} de acordo com os tratamentos.	103
	Tabela 3 Média ($\pm dp$) da Intensidade e Área do Pico de CO_3^{2-} de acordo com os tratamentos.	103
Capítulo 3	Tabela 1: Valores médios e desvio padrão da mudança cromática (ΔE_{00}) obtidos em CT e TT, ao longo das sessões de clareamento.	133

	Tabela 2: Valores médios e desvio padrão da alteração cromática (Δ WID) obtidos em CT e TT, ao longo das sessões de clareamento.	134
	Tabela 3: Número de eventos e risco absoluto (%) de sensibilidade dental durante as sessões de clareamento.	136
	Tabela 4: Valores médios e desvio padrão da Intensidade da Sensibilidade Dental ao longo das sessões de clareamento pela VAS.	136
	Tabela 5: Valores médios atribuídos ao questionário OES - avaliação da autopercepção estética.	137
Capítulo 4		
	Tabela 1: Análise de $\Delta E00$ das diferentes terapias testadas ao longo do tempo.	165
	Tabela 2: Análise de ΔWID das diferentes terapias testadas ao longo do tempo.	166
	Tabela 3: Análise da Intensidade de sensibilidade ao longo do tempo	169

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

°C	Graus Célsius
1- β	Poder do teste
ATR-FTIR	Espectroscopia de Infravermelho com Transformada de Fourier e Reflexão Total Atenuada
c	Saturação
C	Concentração
Ca	Cálcio
Cm	Centímetro
cm ⁻¹	Centímetro ⁻¹
Cm2	Centímetro quadrado
CN	Controle Negativo
CO ₃ ²⁻	Carbonato
CPA	Câmara pulpar artificial
CTW	Clareamento convencional
E ₀₀	Alteração cromática
EDS	Espectroscopia de Raios X por Dispersão de Energia
EROS	Espécies Reativas de Oxigênio
FC	fator de correção da solução de permanganato de potássio
g	Gramas
G15	Grupo 15
G15SP	Grupo Scaffold e Peroxidase
G15SPL	Grupo Scaffold Peroxidase Luz
G45	Grupo 45 minutos
GT	Gel Teste
GTL	Gel este Luz
H	Tonalidade
H ₂ O ₂	Peróxido de hidrogênio
HO ⁻	Hidroxila
HO ²⁻	Peri hidroxila
HP	Peróxido de Hidrogênio
HPMC	Policaprolactona

HRP	Peroxidase
KV	Quilovolt
L	Led
L	Luminosidade
M	Mol
M	Massa da amostra
m/v	Massa por volume
mg	Miligrama
Mg/mL	Miligrama por mililitro
ml	Miligramas
mL	Mililitro
mL/h	Mililitro por hora
mm	Milímetro
mM	Milimol
Mm/s	Milímetros por segundo
mm ²	Milímetro quadrado
mW/cm ²	Miliwatts por centímetro quadrado
Nm	Nanômetros
OES	Escala estética orofacial
PBS	Fosfato salino tamponado
PCL	Policaprolactona
pH	Potencial hidrogeniônico
PM	Peso molecular
PO ₄ ³⁻	Fosfato
R	Interação
REBEC	Registro Brasileiro de Ensaio Clínicos
RLs	Radicais Livres
ROs	Radicais Livres
SC	Compensação de saturação
SCP	Scaffold
SH	Compensação de tonalidade
SL	Compensação de luminosidade
SPs	Scaffold

T	Tempo
T15	Técnica de 15 minutos
TC	Terapia Convencional
TC45	Técnica 45 minutos
TSA	Teste termo sensorial
TT	Técnica Teste
V	Volume
VAS	Escala visual analógica
VLED	Violeta Led
VLED	Led
W	Watt
W _{ID}	Índice de clareamento

Sumário

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	49
2 PROPOSIÇÃO GERAL	53
2.1 Capítulo 1	53
2.1.1 Proposição Específica	53
2.2 Capítulo 2	53
2.2.1 Proposição Específica	53
2.3 Capítulo 3	54
2.3.1 Proposição Específica	54
2.4 Capítulo 4	54
2.4.1 Proposição Específica	54
3 CAPÍTULO 1 - ASSOCIAÇÃO DE CATALISADORES COM LEDS VIOLETAS PARA REDUÇÃO DO TEMPO DE CLAREAMENTO EM CONSULTÓRIO	58
3.1 Resumo	58
3.1 Introdução	59
3.2 Metodologia	61
3.2.1 Desenho do estudo	62
3.2.2 Fase I – Testes de alteração cromática, índice de clareamento e difusão transamelodentinária de H ₂ O ₂	62
3.2.2.1 Preparo e seleção das amostras	63
3.2.2.2 Análise da alteração cromática inicial	64
3.2.2.3 Confeção do <i>scaffold</i>	65
3.2.2.4 Tratamento Clareador	66
3.2.2.5 Análise da Variação de Cor (ΔE_{00})	66
3.2.2.6 Índice de Branqueamento para Odontologia (ΔW_{ID})	67
3.2.2.7 Quantificação da Difusão Trans-Amelodentinária de H ₂ O ₂	67
3.2.3 Fase II - Testes de Rugosidade e Microdureza	68
3.2.3.1 Desenho do Estudo	68
3.2.3.2 Preparação e Seleção da Amostra	69
3.2.3.3 Rugosidade Inicial da Superfície e Microdureza	69
3.2.3.4 Rugosidade e Microdureza Final	70
3.2.3.5 Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)	70
3.2.4 Análise Estatística	70

3.3 Resultados	71
3.3.1 Análise de Alteração de Cor	71
3.3.2 Análise de Difusão transamelodentinária de H ₂ O ₂	72
3.3.3 Rugosidade	73
3.3.4 Microdureza da Superfície	73
3.3.5 Análise qualitativa de Microscopia Eletrônica de Varredura	74
3.4 Discussão	75
3.5 Conclusão	79
3.6 Referências	79
4 CAPÍTULO 2 - INFLUÊNCIA DO TEMPO DE APLICAÇÃO E DAS ESTRATÉGIAS CATALÍTICAS NOS EFEITOS QUÍMICOS E MORFOLÓGICOS DO CLAREAMENTO DENTAL EM CONSULTÓRIO	877
4.1 Resumo	877
4.1 Introdução	888
4.2 Metodologia	90
4.2.1 Desenho do Estudo	90
4.2.2 Fase I – Pó de esmalte	91
4.2.2.1 Preparação de amostras	91
4.2.2.2 Avaliação da composição química por espectroscopia no infravermelho por transformada de Fourier (FTIR) com reflectância total atenuada (ATR)	92
4.2.2.3 Confeção dos Scaffolds	92
4.2.2.4 Tratamento clareador	93
4.2.2.5 Lavagem e preparação do Pó	94
4.2.2.6 Quantificação de Espécies Reativas de Oxigênio (EROs)	95
4.2.3 Fase II – amostras de dentes humanos	95
4.2.3.1 Preparação de amostras	95
4.2.3.2 Tratamento clareador	96
4.2.3.3 Análise de microdureza superficial	97
4.2.3.4 Análise da rugosidade e morfologia de superfície em microscópio confocal de varredura a laser 3D	98
4.2.3.5 Espectroscopia de raios X por energia dispersiva	98
4.2.4 Análise estatística	99
4.3 Resultados	99

4.3.1 Análise de Rugosidade e Microdureza Superficial	99
4.3.2 Análise Topográfica do Esmalte	100
4.3.3 Análise de PO_4^{3-} e CO_3^{2-} por ATR-FTIR	101
4.3.4 Análise da Produção de Radicais Livres (ROs)	105
4.3.5 Espectroscopia de raios X por energia dispersiva	106
4.4 Discussão	108
4.5 Conclusão	112
4.6 Referências	112
5 CAPÍTULO 3 - BIOPRODUTOS CATALISADORES E A REDUÇÃO DO TEMPO DAS SESSÕES DE CLAREAMENTO: UMA ANÁLISE CLÍNICA RANDOMIZADA DE BOCA DIVIDIDA	121
5.1 Resumo	121
5.2 Introdução	122
5.2 Materiais e Métodos	124
5.2.1 Delineamento Experimental	124
5.2.2 Seleção dos Pacientes	125
5.2.3 Randomização e Intervenção	126
5.2.4 Confeção do scaffold polimérico para a terapia teste	126
5.2.4.1 Processo de desinfecção da malha de nanofibras	126
5.2.5 Protocolo de execução	127
5.2.6 Análise digital da mudança de cor	128
5.2.6.1 Análise de aceitabilidade e perceptibilidade - ΔE_{00}	129
5.2.7 Índice de Clareamento (W_{ID})	129
5.2.7.1 Análise de aceitabilidade e perceptibilidade – W_{ID}	129
5.2.8 Análise de Sensibilidade Dentária - Escala Visual Analógica (VAS)	130
5.2.9 Análise do Limite de Sensação Térmica - TSA II	130
5.2.10 Satisfação do paciente (autopercepção estética)	131
5.2.11 Análise estatística	131
5.3 Resultados	131
5.3.1 Características dos participantes incluídos	131
5.3.2 Análise da alteração cromática e índice de clareamento	133
5.3.2.1 Análise de ΔE_{00}	133
5.3.2.2 Análise de ΔW_{ID}	134

5.3.3 Análise de sensibilidade dentária	135
5.3.3.1 Análise VAS	135
5.3.3.2 Análise TSA	136
5.3.4 Análise da autopercepção estética	137
5.4 Discussão	138
5.5 Conclusão	142
5.6 Referências	143
6 CAPÍTULO 4 - INFLUÊNCIA DO LED VIOLETA E BIOCATALISADORES NA ALTERAÇÃO CROMÁTICA E SENSIBILIDADE NO CLAREAMENTO EM CONSULTÓRIO: UM ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO DE BOCA DIVIDIDA	151
6.1 Resumo	151
6.2 Introdução	152
6.2 Materiais e Métodos	153
6.2.1 Desenho do estudo	154
6.2.2 Seleção de Pacientes	155
6.2.3 Randomização e Intervenção	156
6.2.4 Confeção do Scaffold Polimérico para a terapia teste	157
6.2.4.1 Processo de desinfecção da malha de nanofibra:	157
6.2.5 Protocolo de execução	157
6.2.6 Análise da alteração cromática	159
6.2.7 Índice de clareamento (W_{ID})	160
6.2.7.1 Análise de aceitabilidade e perceptibilidade	160
6.2.8 Análise da Sensibilidade Dental – VAS	160
6.2.9 Análise do Limiar Térmico Sensorial	161
6.2.10 Análise de pH	161
6.2.11 Análise da concentração de peróxido por permanganometria	162
6.2.12 Análise estatística	163
6.3 Resultados	163
6.3.1 Características dos participantes incluídos	163
6.3.2 Resultados primários e secundários	164
6.3.3 Alteração cromática	165
6.3.4 Sensibilidade Dental	168
6.3.5 Análise de pH	171

6.3.6 Análise da titulação de PH	172
6.4 Discussão	173
6.5 Conclusão	177
6.6 Referências	178
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	184
ANEXOS	186

Introdução

Geral

1 INTRODUÇÃO GERAL*

A alteração cromática dos elementos dentários é um dos principais fatores que motiva os pacientes a buscarem tratamentos estéticos. Entre as opções terapêuticas disponíveis, o clareamento dental destaca-se por sua aplicação relativamente simples, pelos resultados estéticos expressivos e pela boa relação custo-benefício para o paciente^{1,2}.

Atualmente, a terapia clareadora pode ser realizada por meio da técnica caseira (at-home), na qual o paciente realiza o tratamento em domicílio sob supervisão profissional, ou da técnica de consultório (in-office), conduzida exclusivamente pelo cirurgião-dentista. Ambas as modalidades utilizam o peróxido de hidrogênio como princípio ativo, sendo que sua concentração é, em geral, mais elevada na técnica in-office^{3–5}.

Independentemente da técnica empregada, o clareamento ocorre a partir da reação das moléculas cromóforas com Radicais livres, liberadas durante o contato do agente clareador com o tecido dentário. Devido ao seu baixo peso molecular e alta instabilidade, os radicais livres se difundem rapidamente pelas estruturas dentárias, promovendo a clivagem das cadeias carbônicas dos cromóforos, o que resulta em uma aparência dental mais clara^{6–8}. No entanto, diversos estudos têm relatado efeitos colaterais associados ao clareamento, como aumento da rugosidade superficial, redução da microdureza e alterações morfológicas na estrutura dentária^{9–12}.

Apesar dos resultados estéticos satisfatórios promovidos pelas técnicas de clareamento dental, os efeitos adversos associados à terapia clareadora convencional ainda são amplamente relatados, sendo diretamente proporcionais à concentração e ao tempo de exposição ao peróxido de hidrogênio (H_2O_2)^{13–17}. Acuña et al.¹⁴ (2019) demonstraram que géis clareadores com concentrações entre 30% e 40% de H_2O_2 podem causar efeitos tóxicos significativos sobre o tecido pulpar. Além disso, as moléculas residuais de peróxido, conhecidas como *free* H_2O_2 , apresentam elevado potencial de difusão através dos tecidos mineralizados, o que favorece a interação com as células pulpares e pode levar ao desenvolvimento de lesões de diferentes intensidades^{16,17}.

* Lista de referências Anexo A

Assim, estima-se que o aumento da reatividade do H_2O_2 com o substrato dental, aliado à redução do tempo de exposição, seja decisivo para reduzir a quantidade de *free* H_2O_2 , limitar sua difusão para o tecido pulpar e, simultaneamente, potencializar a eficácia do clareamento^{18–20}.

Com o objetivo de otimizar a reatividade das Espécies Reativas de Oxigênio (EROs), pesquisas vêm sendo conduzidas com o uso de agentes catalisadores enzimáticos, que buscam intensificar a liberação de radicais altamente reativos, como a hidroxila ($\text{OH}\cdot$)^{18–20}. Dentre os catalisadores enzimáticos mais estudados, a enzima Horseradish Peroxidase (HRP) se destaca como uma das mais promissoras, sendo obtida de fonte vegetal a partir da raiz da *Armoracia rusticana*, que apresenta um centro metálico Fe^{3+} , viabilizando a ruptura homolítica do H_2O_2 . Soares *et al.*¹⁹, em 2019, associaram o HRP ao espessante do gel clareador e observaram aumento da alteração cromática promovida pela terapia clareadora e redução significativa da difusão transamelodentinária de *free*- H_2O_2 . Já Ortecho-Zuta *et al.*¹⁷, ao adicionarem 10 mg/mL de HRP em um gel com 35% de H_2O_2 , observaram redução significativa da citotoxicidade transamelodentinária, com aumento de 34% da viabilidade celular e de 24% da eficácia estética do tratamento, logo após a primeira sessão de clareamento. Entretanto, mesmo com resultados positivos, os autores constataram que o benefício biológico se manteve limitado, uma vez que as células pulpares ainda se apresentaram sensíveis ao estresse oxidativo mediado pelo H_2O_2 ¹⁷.

Desta forma, ao compreender a necessidade de minimizar o estresse oxidativo promovido pelo tratamento, foram desenvolvidos Scaffolds com base de hidroxipropil metilcelulose (HPMC à 12,5%, com *electrospinning* de 45'), apresentando nanopartículas que mimetizam a nanomorfologia estrutural do tecido dental e potencializam a degradação do H_2O_2 residual presente no gel clareador^{21–23}. Ortecho- Zuta *et al.*¹⁷, observaram que o recobrimento do esmalte dental previamente ao tratamento clareador com compostos orgânicos formadores de Scaffolds, promoveram maior alteração cromática e melhora de 72% na viabilidade celular em comparação ao grupo que recebeu o protocolo de clareamento tradicional de consultório. Com isso, os Scaffolds podem se tornar uma estratégia interessante, uma vez que são capazes de degradar mais facilmente o H_2O_2 residual e limitar a chegada dessas ERO no esmalte dental, tornando os procedimentos clareadores mais seguros.

De modo a otimizar a resposta da terapia clareadora com as terapias testes, Ortecho-Zuta *et al.*¹⁷ associaram a aplicação destes dois bioprodutos promissores (Primer Catalisador e Scaffold) e obtiveram efeitos positivos e biologicamente seguros. Os pesquisadores, em estudo *in-vitro*, observaram que o emprego do gel clareador com 35% de H₂O₂ associado a estes biomateriais polímero-enzimáticos pelo tempo reduzido de 15 minutos, apresentou redução em 60% do efeito citotóxico proporcionado pela técnica convencional com efeito estético similar ao da terapia com 45 minutos de exposição.

Ainda com o intuito de viabilizar a técnica clareadora e, como estratégia complementar do clareamento dental, tem sido proposta a utilização de LEDs Violeta (VIO) (λ 405 – 410 nm), idealizados para produzir efeito clareador quando associado ou não aos géis clareadores. A emissão de luz na faixa do violeta corresponde ao pico máximo de absorção das moléculas pigmentadas, o que poderia resultar em fotólise destas estruturas orgânicas coloridas. Gallinari *et al.*^{24,25}, em 2019 e em 2020, compararam a aplicação do Led-Violeta com a terapia convencional e observaram que o emprego do Led pode resultar em um efeito positivo na alteração cromática das estruturas dentárias.

Dessa forma, diante dos avanços promissores das novas abordagens em clareamento dental, justifica-se a realização de um estudo laboratorial e clínico que avalie a associação do LED violeta a terapias inovadoras baseadas em catalisadores e scaffolds poliméricos. Essas estratégias, quando aplicadas isoladamente, demonstraram potencial para intensificar a alteração cromática e reduzir os efeitos adversos do clareamento, especialmente quando comparadas aos protocolos convencionais, que envolvem longos tempos de aplicação e altas concentrações de peróxido de hidrogênio^{24,25}. Espera-se que essa combinação tecnológica aumente a reatividade do H₂O₂ com o substrato dental, ao mesmo tempo em que reduz o tempo de exposição, favorecendo uma resposta clareadora mais rápida e eficaz. Além disso, essa abordagem pode minimizar a difusão residual do peróxido para a polpa dentária, preservando a integridade dos tecidos dentais e reduzindo riscos de sensibilização ou danos estruturais^{16–18}.

6.5 Conclusão

Com base nos resultados obtidos, conclui-se que as técnicas TT e TTL, que combina bioprodutos como scaffold de policaprolactona e peroxidase ao peróxido de hidrogênio ativado ou não por LED violeta, com tempo reduzido de aplicação constitui uma abordagem eficaz e segura para o clareamento dental em consultório. Essas estratégias apresentaram desempenho equivalente à técnica convencional

em termos de alteração cromática e índice de clareamento, com menor incidência de sensibilidade dentária espontânea e estimulada, configurando-se como uma alternativa promissora na prática clínica.

6.6 Referências

1. Briso ALF, Rahal V, Gallinari MO, Soares DG, Costa CAS (2016) Complications from the use of peroxides. In: Perdigão J (ed) Tooth whitening. Springer, Cham, pp. 55–70. https://doi.org/10.1007/978-3-319-38849-6_4
2. Tavares RJ, Lima SN, Malheiros AS, Menezes LL, Bandeca MC, Miranda RC, Ferreira MC (2021) Assessment of the aesthetic impact and quality of life of home dental bleaching in adult patients. *J Clin Exp Dent* 13(5):e440–e445. <https://doi.org/10.4317/jced.57831>
3. Kovacevic Pavicic D, Kolceg M, Lajnert V, Pavlic A, Spalj S (2020) Changes in quality of life induced by tooth whitening are not influenced by global self-esteem: a randomized double-blind placebo-controlled trial. *Odontology* 108(1):143–151. <https://doi.org/10.1007/s10266-019-00442-6>
4. Maran BM, Bersezio C, Martin J, Favoreto MW, Rezende M, Vallejo-Izquierdo L, Reis A, Loguercio AD, Fernandez E (2024) The influence of dental bleaching on patient's quality of life: a multistudy analysis of aesthetic and psychosocial outcomes. *J Dent* 150:105397. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2024.105397>
5. Oliveira Duque CC, Soares DG, Briso ALF, Ortecho-Zuta U, Oliveira Ribeiro RA, Hebling J, Souza Costa CA (2020) Influence of tooth pigmentation on H₂O₂ diffusion and its cytotoxicity after in-office tooth bleaching. *Oper Dent* 45(6):632–642. <https://doi.org/10.2341/19-013-L>
6. Esteves L, Fagundes TC, Santos PH, Silva L, Alcântara S, Cintra L, Briso ALF (2022) Does the bleaching gel application site interfere with the whitening result? A randomized clinical trial. *Oper Dent* 47(1):20–30. <https://doi.org/10.2341/20-236-C>
7. Melo PBG, Souza LVS, Maia LC, Marañón-Vásquez GA, Kury M, Cavalli V (2024) Effect of the reduction in the exposure time to at-home bleaching gel on

- color change and tooth sensitivity: a systematic review and meta-analysis. Clin Oral Investig 28(12):679. <https://doi.org/10.1007/s00784-024-06036-z>
8. Soares DG, Marcomini N, Duque CCO, Bordini EAF, Zuta UO, Basso FG, Hebling J, Costa CAS (2019) Increased whitening efficacy and reduced cytotoxicity are achieved by the chemical activation of a highly concentrated hydrogen peroxide bleaching gel. J Appl Oral Sci 27:e20180453. <https://doi.org/10.1590/1678-7757-2018-0453>
9. Ortecho-Zuta U, Oliveira Duque CC, Leite ML, Bordini E, Basso FG, Hebling J, Souza Costa CA, Soares DG (2019) Effects of enzymatic activation of bleaching gels on hydrogen peroxide degradation rates, bleaching effectiveness, and cytotoxicity. Oper Dent 44(4):414–423. <https://doi.org/10.2341/17-276-L>
10. Ortecho-Zuta U, Oliveira Duque CC, Oliveira Ribeiro RA, Leite ML, Soares DG, Hebling J, Briso ALF, Souza Costa CA (2021) Polymeric biomaterials maintained the esthetic efficacy and reduced the cytotoxicity of in-office dental bleaching. J Esthet Restor Dent 33(8):1139–1149. <https://doi.org/10.1111/jerd.12805>
11. Ortecho-Zuta U, Oliveira Duque CC, Oliveira Ribeiro RA, Leite ML, Soares DG, Hebling J, Briso ALF, Souza Costa CA (2022) Strategy for reducing cytotoxicity and obtaining esthetic efficacy with 15 min of in-office dental bleaching. Clin Oral Investig 26(5):4099–4108. <https://doi.org/10.1007/s00784-022-04379-z>
12. Esteves LMB, Souza Costa CA, Leopoldo JAS, Bezerra J, Ribeiro RAO, Aidar KMS, Fagundes TC, Briso ALF. Association of catalysts with violet LEDs to reduce the time of in-office whitening therapy. Oper Dent. *In press*.
13. Esteves LMB, Costa CAS, Cintra LTA, Aidar KMS, Vidal CMP, Santos AO, Briso ALF. Influence of violet LED and biocatalysts on chromatic change and sensitivity in in-office bleaching: a split-mouth randomized clinical trial. Oper Dent. *In press*.
14. Oliveira Ribeiro RA, Martins BV, Dias MF, Peruchi V, Soares IPM, Anselmi C, Hebling J, Souza Costa CA (2024) Catalysis-based approaches with biopolymers and violet LED to improve in-office dental bleaching. Lasers Med Sci 39:21. <https://doi.org/10.1007/s10103-024-03721-4>

15. Zanin F (2016) Recent advances in dental bleaching with laser and LEDs. *Photomed Laser Surg* 34:135–136. <https://doi.org/10.1089/pho.2015.4048>
16. Kury M, Wada EE, Silva DPD, Tabchoury CPM, Giannini M, Cavalli V (2020) Effect of violet LED light on in-office bleaching protocols: a randomized controlled clinical trial. *J Appl Oral Sci* 28:e20190720. <https://doi.org/10.1590/1678-7757-2019-0720>
17. Gallinari MO, Fagundes TC, Silva LM, Almeida Souza MB, Barboza A, Briso ALF (2019) A new approach for dental bleaching using violet light with or without the use of whitening gel: study of bleaching effectiveness. *Oper Dent* 44(5):521–529. <https://doi.org/10.2341/18-174-L>
18. Gallinari MO, Cintra LTA, Barboza ACS, Silva LMAV, Alcantara S, Santos PH, Fagundes TC, Briso ALF (2020) Evaluation of the color change and tooth sensitivity in treatments that associate violet LED with carbamide peroxide 10%: a randomized clinical trial of a split-mouth design. *Photodiagnosis Photodyn Ther* 30:101679. <https://doi.org/10.1016/j.pdpdt.2020.101679>
19. Pérez MM, Herrera LJ, Carrillo F, Pecho OE, Dudea D, Gasparik C, Ghinea R, Bona AD (2019) Whiteness difference thresholds in dentistry. *Dent Mater* 35(2):292–297. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2018.11.022>
20. Almeida LCAG, Soares DG, Gallinari MO, Souza Costa CA, Santos PH, Briso ALF (2015) Color change, diffusion of hydrogen peroxide and cytotoxicity caused by in-office whitening protocols. *Clin Oral Investig* 19(3):673–680. <https://doi.org/10.1007/s00784-014-1285-3>
21. Campos LA, Marôco J, John MT, Santos-Pinto A, Campos JADB (2020) Development and psychometric properties of the portuguese version of the Orofacial Esthetic Scale: OES-Pt. *PeerJ* 8:e8814. <https://doi.org/10.7717/peerj.8814>
22. Kwon SR, Wertz PW (2015) Review of the Mechanism of tooth whitening. *J Esthet Restor Dent* 27(5):240–257. <https://doi.org/10.1111/jerd.12152>
23. Favoreto MW, Camargo CM, Forville H, Carneiro TS, Ñaupari-Villasante R, Wendlinger M, Reis A, Loguercio AD (2024) Bleaching efficacy of in-office dental bleaching with different application protocols: a single-blind randomized controlled trial. *Clin Oral Investig* 28:295. <https://doi.org/10.1007/s00784-024-05697-0>

24. Martins BV, Dias MF, Oliveira Ribeiro RA, Leite MLAS, Hebling J, Souza Costa CA (2022) Innovative strategy for in-office tooth bleaching using violet LED and biopolymers as H₂O₂ catalysts. *Photodiagnosis Photodyn Ther* 38:102886. <https://doi.org/10.1016/j.pdpdt.2022.102886>
25. Li K, Chen S, Wang J, Xiao X, Song Z, Liu S (2024) Tooth whitening: current status and prospects. *Odontology* 112:700–710. <https://doi.org/10.1007/s10266-024-00914-4>
26. Krishnakumar K, Tandale A, Mehta V, Khade S, Talreja T, Aidasani G, Arya A (2022) Post-operative sensitivity and color change due to in-office bleaching with the prior use of different desensitizing agents: a systematic review. *Cureus* 14:e24028. <https://doi.org/10.7759/cureus.24028>
27. Aragão WAB, Chemelo VS, Alencar CM, Silva CM, Pessanha S, Reis A, Souza-Rodrigues RD, Lima RR (2024) Biological action of bleaching agents on tooth structure: a review. *Histol Histopathol* 39:1229–1243. <https://doi.org/10.14670/HH-18-726>
28. Rahal V, Gallinari MO, Barbosa JS, Martins-Junior RL, Santos PHD, Cintra LTA, Briso ALF (2018) Influence of skin cold sensation threshold in the occurrence of dental sensitivity during dental bleaching: a placebo controlled clinical trial. *J Appl Oral Sci* 26:e20170043. <https://doi.org/10.1590/1678-7757-2017-0043>
29. Rastelli ANS, Dias HB, Carrera ET, Barros ACP, Santos DDL, Panhoca VH, et al (2018) Violet LED with low concentration carbamide peroxide for dental bleaching: a case report. *Photodiagnosis Photodyn Ther* 23:270–272. <https://doi.org/10.1016/j.pdpdt.2018.06.002>
30. Cintra LT, Benetti F, Silva Facundo AC, Ferreira LL, Gomes-Filho JE, Ervolino E, Rahal V, Briso AL (2013) The number of bleaching sessions influences pulp tissue damage in rat teeth. *J Endod* 39:1576–1580. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2013.08.007>
31. Joiner A, Luo W (2017) Tooth colour and whiteness: a review. *J Dent* 67:S3–S10. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2017.09.006>
32. Alkahtani R, Stone S, German M, Waterhouse P (2020) A review on dental whitening. *J Dent* 100:103423. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2020.103423>

33. Le Fur-Bonnabesse A, Bodéré C, Hérou C, Chevalier V, Goulet JP (2017) Dental pain induced by an ambient thermal differential: pathophysiological hypothesis. *J Pain Res* 10:2845–2851. <https://doi.org/10.2147/JPR.S142539>
34. Markowitz K (2010) Pretty painful: why does tooth bleaching hurt. *Hypotheses* 74:835–840. <https://doi.org/10.1016/j.mehy.2009.12.048>
35. Manzoli TM, Costa JLSG, Besegato JF, Gelio MB, Galvani LD, Bordini EAF, Kuga MC, Dantas AAR (2022) Violet LED associated with high concentration hydrogen peroxide: effects on bleaching efficacy, pH, and temperature. *Photodiagnosis Photodyn Ther* 40:103133. <https://doi.org/10.1016/j.pdpdt.2022.103133>
36. Kury M, Rueggeberg FA, Soto-Montero JR, André CB, Resende BA, Giannini M, Cavalli V (2022) Characterization and effectiveness of a violet LED light for in-office whitening. *Clin Oral Investig* 26:3899–3910. <https://doi.org/10.1007/s00784-021-04357-x>
37. Eppele M, Meyer F, Enax J (2019) A critical review of modern concepts for teeth whitening. *Dent J* 7:79. <https://doi.org/10.3390/dj7030079>