



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE ARAÇATUBA
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA RESTAURADORA

Marjorie de Oliveira Gallinari

**Análise da eficácia clareadora e dos efeitos adversos
provocados pelo uso da luz violeta no clareamento dental**



**Araçatuba
2019**

Marjorie de Oliveira Gallinari

**Análise da eficácia clareadora e dos efeitos adversos
provocados pelo uso da luz violeta no clareamento dental**

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de Araçatuba, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - UNESP, para obtenção do Grau de “Doutora em Odontologia” - Área de concentração: Dentística.

Orientador: Prof. Associado III André Luiz Fraga Briso

**Araçatuba
2019**

Catálogo na Publicação (CIP)

Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação – FOA / UNESP

G169a Gallinari, Marjorie de Oliveira.
Análise da eficácia clareadora e dos efeitos adversos
provocados pelo uso da luz violeta no clareamento dental /
Marjorie de Oliveira Gallinari. – Araçatuba, 2019
196 f. : il. ; tab. + 1 CD-ROM

Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Odontologia de Araçatuba
Orientador: Prof. André Luiz Fraga Briso

1. Peróxido de hidrogênio 2. Clareamento dental 3. Cor
4. Sobrevivência celular 5. Sensibilidade da dentina I. Título

Black D2
CDD 617.6



Dedicatória

Aos meus queridos pais, Dozinetti e Edna

Meus queridos pais, hoje é um dos dias mais importantes da minha vida. Hoje, eu cumpro mais uma missão, pois este é o dia da minha Defesa de Doutorado e eu tenho muito a agradecer a vocês. Vocês vieram preparando o meu caminho, desde que eu nasci, para que esse dia enfim chegasse. Vocês se sacrificaram, se dedicaram, abdicaram de tempo e de muitos projetos pessoais para que eu tivesse a oportunidade de estudar e de ter uma boa formação profissional, mas também pessoal. Eu devo tudo que sou a vocês, e se sinto orgulho de mim e do lugar onde cheguei, é porque sei que vocês vieram segurando a minha mão. Hoje é o primeiro dia do resto da minha vida. E eu agradeço a vocês, como agradeço pela vida que me deram, e por serem os melhores pais do mundo. Eu dedico este título a vocês. Obrigada meu pai e minha mãe! Sem vocês, nada disso seria possível. Vocês são uma bênção sem comparação e só espero que um dia os meus filhos possam sentir um orgulho igual por mim.

Obrigado por tudo, de coração. Amo muito vocês!

À minha querida Irmã, Cunhado e sobrinho

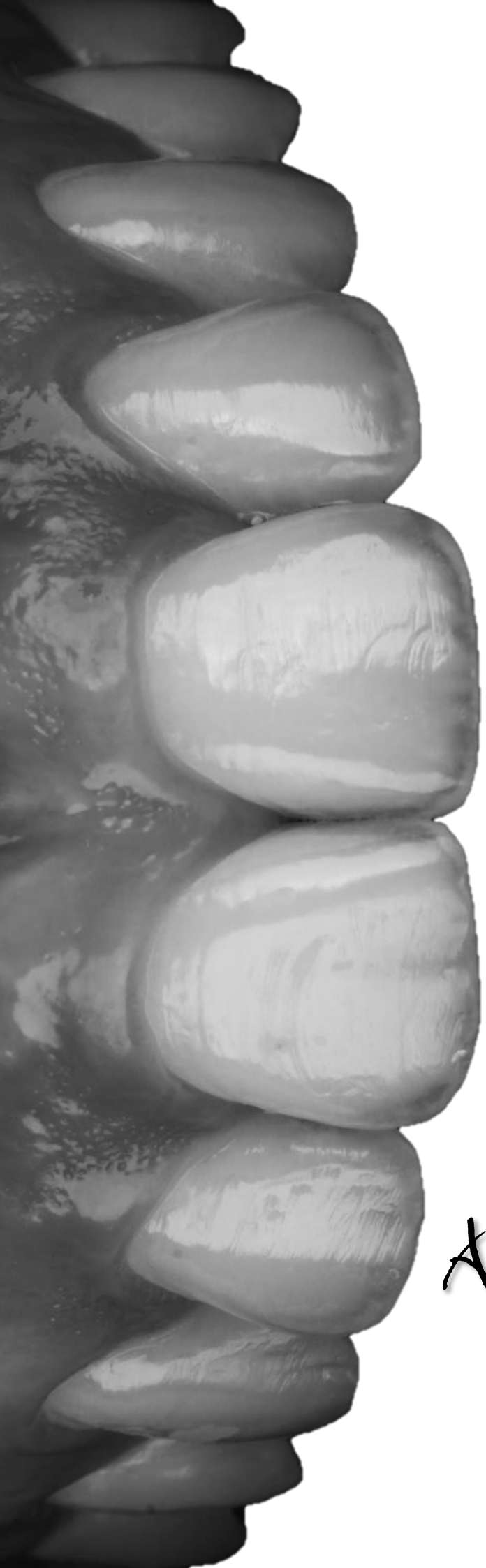
À minha irmã Belize, ao meu cunhado Juninho que amo muito, e que me proporcionaram uma alegria ímpar, de confiar em mim a responsabilidade de ser madrinha do meu querido e amado afilhado Heitor, uma criança cheia de luz que veio nos encher de alegria e muito amor. Obrigada por estarem sempre ao meu lado, me ajudando sempre quando precisei.

Amo muito vocês. Obrigada por tudo.

À minha eterna dupla de Laboratório Fernandinha

Você não está mais entre nós fisicamente, mas sei de que está daí de cima torcendo pelo meu sucesso como sempre fez durante todos esses anos. Você faz muita falta, e como faz. É difícil de acreditar, mas meu coração se enche de alegria de saber que tive a grande oportunidade de dividir todos os meus dias com você durante nossa graduação. Você não está mais aqui, mas deixo meu eterno agradecimento aos seus pais, Marcelo e seu filho lindo Davi. Eles são muito abençoados em ter você como um anjo, e o Davzinho lindo, que guri abençoado. Em terra, farei de tudo para ele saber a mãe maravilhosa que ele tem e a lição mais do que especial que você sempre nos ensinou: amar ao próximo!

Amor eterno minha amiga!



Agradecimientos

Ao Prof. Associado III André Luiz Fraga Briso

Professor, grande amigo e mestre, que com sua atenção e carinho me ofereceu todo o seu precioso saber e que, de coração aberto, me acolheu e se tornou indispensável em meu caminho acadêmico. Foram 10 anos de muito aprendizado, companheirismo e 10 anos de uma parceria muito forte. Mas não acabará aqui, para mim você será meu eterno Orientador. Onde quer que eu esteja, serei eternamente grata por tudo o que fez por mim durante todos esses anos, colaborando com meu crescimento como pessoa e como profissional. Obrigada por sempre estar ao meu lado e por me ajudar a superar os momentos mais difíceis desta jornada! Se hoje eu sou o que sou como pesquisadora, o que tenho e conquistei, devo muito ao senhor.

Obrigada pelas oportunidades

Obrigada pelas broncas

Obrigada pelas risadas

Obrigada por tudo!

A Deus

Eu creio em um Deus que habita em meu coração e que transforma tudo ao meu redor. Creio em um universo que trabalha sempre a meu favor e me mostra sempre o melhor caminho a seguir. Creio na força dos anjos, que se ancoram ao meu lado quando a cruz parece pesada demais para eu suportar. Creio na alma humana, feita a imagem e semelhança de Deus e desta forma, nenhum mal me atinge.

Institucional

À **Faculdade de Odontologia de Araçatuba – FOA - Unesp**, na pessoa do Ilustríssimo Direto Professor Wilson Roberto Poi, por toda infra-estrutura oferecida. Completando meu 11º ano nesta instituição, e não me canso de me orgulhar por tudo que essa faculdade faz pelos alunos e pela comunidade, tanto no âmbito clínico como na pesquisa, muito me orgulho de ser filho desta Universidade.

A **Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP**, pelo apoio desde minha iniciação científica (Processos nº 2009/01459-2, 2010/10298-9), no Mestrado através do auxílio pesquisa concedido (Processo nº 2015/01366-4) e pelo financiamento do meu Doutorado (Processo nº 2016/19982-6). Isso possibilitou muitas conquistas, sendo fundamental para o meu desenvolvimento como pesquisador. Parabéns pelos que a fazem uma Instituição de respeito e de orgulho do nosso estado.

À **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES**, pela bolsa de Mestrado concedida no período de março/2014 a fevereiro/2016 e pela bolsa de Doutorado concedida no período de junho/2016 a janeiro/2017.

Ao **Departamento de Odontologia Restauradora** da Faculdade de Odontologia de Araçatuba – FOA - UNESP, por me proporcionar infraestrutura adequada para realização do meu Doutorado.

Ao **Laboratório de Patologia Experimental e Biomateriais do Departamento de Fisiologia e Patologia** da Faculdade de Odontologia de Araraquara – FOAr - UNESP, por permitir a utilização das instalações do departamento para o desenvolvimento do meu trabalho.

À **Coordenadoria do Programa de Pós-Graduação em Odontologia**, pela dedicação ao curso buscando sempre sua melhoria. Sou muito grata por carregar em minha formação o nome desta Universidade.

As funcionárias da secção de pós-graduação **Valéria, Cristiane e Lilian** que sempre muito pacientes e prestativos me ajudaram em vários momentos. Muito obrigada pelo carinho. Parabéns pela eficiência e dedicação de vocês.

Aos atuais e ex funcionários do Departamento de Odontologia Restauradora (**Jorge, Carlos, Nelci, Elaine, Claudia, Rosinha, Neusinha e Peterson**) por todo o convívio, pelas conversas e risadas que certamente alegrou e facilitou, de alguma forma, a minha estadia durante todos esses anos no departamento. Deixo o meu muito obrigado por todo o carinho e respeito que tiveram comigo durante minha estadia neste departamento.

Aos vigias da **Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP**, o meu muito obrigado por sempre guardar a faculdade e pelas vezes que aparecia na madrugada e tinham que abrir o portão só para eu entrar e fazer meus experimentos. Muito obrigada!

Aos Professores

Aos professores da pós-graduação **Renato Herman Sundfeld, Paulo Henrique dos Santos, Ticiane Cestari Fagundes e Rodolfo Bruniera Anchieta** por toda a dedicação com o curso fazendo com que nós tivéssemos a melhor formação. Muito obrigado por todo o ensinamento e paciência que tiveram conosco. Deixo expressa minha grande admiração a vossas pessoas por muitas vezes não assumir a posição de professor e conversar de igual para igual nos incentivando, aconselhando e apoiando em nossas decisões pessoais. Muito obrigado por tudo, sempre referenciarei vocês com muito orgulho.

À minha eterna orientadora professora **Dóris Hissako Sumida** a quem agradeço eternamente por ter despertado esse espírito de pesquisadora em mim e fazer com que eu desse continuidade aos meus estudos. Deixo aqui minha eterna admiração e meu muito obrigado.

À professora **Mara Antônio Monteiro de Castro** que além de uma excelente profissional, é minha querida madrinha. Obrigada por sempre estar presente na minha vida, passando ensinamentos, experiências e aprendizados. Uma pessoa espetacular, de coração enorme e uma fé inabalável. A minha admiração pela senhora vai além das palavras. Obrigada por todo o carinho. Agradeço também ao **José Antônio Monteiro de Castro** que participou da minha vida acadêmica, e também na minha vida pessoal. Obrigada por todos os momentos compartilhados.

Aos demais professores da Dentística **Ricardo Coelho Okida e Silvio José Mauro** por me proporcionarem oportunidades maravilhosas com o pessoal da graduação, que de certa forma contribuíram muito com minha formação. Grandes profissionais os quais gostaria de ter um pouco da qualidade de cada um. Sou grata a cada um de vocês, muito obrigado!

Ao professor **Luciano Tavares Ângelo Cintra** que felizmente tive a honra de conviver, trabalhar, além do mais, sempre me orientando e sanando minhas dúvidas quando precisei. Muito obrigado por todo o apoio, ajuda prestada, e principalmente pela paciência que sempre teve comigo.

E aos demais professores do departamento de Odontologia Restauradora **Gustavo Sivieri de Araújo, Rogério Castilho, Eloi Dezan Junior e João Eduardo Gomes Filho** obrigada pelo convívio e ensinamentos passados durante esses dois anos. Certamente contribuíram de alguma forma para o meu aprendizado.

Ao Professor **Carlos Alberto de Souza Costa**, por aceitar a me receber no seu laboratório para realização do meu Doutorado. Nos dois meses que fiquei no departamento, fiz amizades incríveis, aprendi muita coisa e também aprendi muito como é a rotina de um laboratório de excelência. Agradeço de coração por todos os ensinamentos que tive com você, por permitir que eu aprendesse com você, até mesmo ensinamentos que tive durante as reuniões semanais do laboratório, por permitir assistir à sua aula que foi fantástica. Sempre admirei muito seu trabalho, desde minha iniciação, e poder trabalhar um pouco no seu laboratório e com sua equipe foi uma honra para mim, absolutamente sensacional. Admiração eterna pelo senhor, e grata por tudo que aprendi em Araraquara.

À professora **Diana Soares Gabriela**, te agradecer por toda paciência que teve comigo durante meus experimentos em Araraquara, por ensinar todos os detalhes, desde o básico da cultura de células. Sempre muito paciente, brincalhona, foi muito agradável trabalhar contigo. Tenho uma admiração enorme pela sua pessoa, pela sua vida. Espero poder ser 50% do que você é hoje como pessoa e como pesquisadora também. Agradecer também por me dar a oportunidade de poder aprender ainda mais com você no meu Pós-Doutorado. Acredito que juntas iremos conquistar muito mais coisas, sempre somando. Obrigada!

A Banca Examinadora

Certamente a escolha desta banca foi muito bem pensada. Pensada em professores que tivessem a competência e conhecimento de poder enriquecer este trabalho com toda perícia científica. É com grande satisfação que vou contar para a composição desta banca com os professores: **Ticiane Cestari Fagundes (FOA - UNESP), Carlos Alberto de Souza Costa (FOAr - UNESP), Marcelo Giannini (FOP - UNICAMP), Carlos Eduardo Francci (FO - USP)**

Muito obrigada por aceitarem o meu convite.

Aos Amigos

À **Vanessa e Letícia** que estiveram comigo desde do começo da minha iniciação científica. Obrigada pela amizade e pela ajuda que me proporcionaram ao longo da minha estadia no laboratório. Obrigada pela paciência que sempre tiveram comigo.

À **Thais**, obrigada pela convivência e por todos os conselhos para lidar com a pós-graduação. Obrigada pela paciência e carinho, tenho enorme admiração por você, e tenho certeza que fará muito sucesso ainda na sua carreira.

À **Janaina**, minha dupla do mestrado. Obrigada por ser essa companheira que você foi durante a nossa jornada. E pode ter certeza, que torço muito pelo seu sucesso, e sei que vai alcançar todos os seus sonhos e objetivos.

À minha querida amiga **Morganna**, obrigada pelo carinho que você tem por mim, e saiba que todo o carinho, e todo o sentimento é recíproco. Obrigada por estar sempre do meu lado, me dando forças quando precisei. Serei eternamente grata.

À minha amiga **Ana Carolina** você foi peça fundamental para mim durante esses anos, e quero levar sua amizade para onde eu for. Conte comigo sempre que precisar. Força que você consegue alcançar todos os seus objetivos, eu tenho muita fé nisso. Acredite também. Amo você minha amiga.

À minha amiga **Francine** que me ajudou desde o começo do meu mestrado. Você é aquela amiga que sei que posso contar tudo, desabafar de tudo, que não vai me julgar com minhas loucuras e paranoias. Obrigada Fran pelos ensinamentos, companheirismo, amizade, e conte comigo sempre que precisar.

À fia **Mariana** pelo convívio durante esses anos, pelas loucuras, pelas risadas e pelas histórias que compartilhamos durante esse tempo. Com certeza você tem grande responsabilidade por tornar esse curso mais agradável e animador. Obrigada por toda ajuda, por toda conversa, conte comigo sempre!

Às Pauletes **Bruna e Ana Tereza** obrigada pelo convívio destes últimos tempos. Obrigada por entrarem na minha vida e tornarem ela mais feliz.

Ao **Enrico**, também orientado do Prof. Paulinho, que sempre se mostrou competente em tudo o que faz, com certeza terá muito sucesso na sua caminhada.

À minha amiga **Laura**, obrigada por ser essa amiga tão especial, que fez meus dias mais fáceis de lidar e mais felizes, e mesmo longe, continuou a amizade. Conte comigo para tudo o que precisar, para chorar, dar risada, se divertir.

Ao meu amigo **Fábio** um amigo que Deus me deu, e não abro mão nunca mais. Obrigada por sempre estar presente, e me defendendo. Obrigada pela sua amizade, carinho e toda sinceridade.

Ao meu amigo **Lucas** obrigada pela amizade e todo o conhecimento que você compartilhou comigo durante esse tempo que convivemos juntos. A odontologia brasileira tem muito a ganhar com você ainda.

À minha amiga **Livia**, começou como aluna de iniciação científica onde tive a honra de ajudar na sua orientação, e agora amiga de pós. Você tem um futuro brilhante te esperando nessa vida. Obrigada por toda ajuda e companheirismo de sempre. Conte comigo para o que precisar!

À turma de mestrado de 2019 **Diego** e **Sibele** agradeço pelo convívio de vocês. Vocês ainda têm um futuro brilhante pela frente na pós-graduação. Qualquer coisa que precisarem podem contar comigo sempre.

À turma de mestrado de 2018 **Lara**, **Fernanda** e **Fabrcio**, agradeço pelo convívio de vocês e pelas histórias compartilhadas. Com certeza ajudaram muito a lidar com as situações da vida.

À turma de mestrado de 2017 **Caio**, **Glívia** e **Isis**. Isis agradeço pelo convívio desses anos, Caio pelas seus churrascos sensacionais e risadas e Glívia pelas suas histórias e seu jeitinho que sempre alegrava quando estava no departamento.

Aos estagiários da Dentística **Luana**, **Livia**, **Amanda**, **Mariana**, **Thaísa** agradeço pelos dias convividos juntos. Desejo todo o sucesso para vocês, e que esse tempo que passarem no departamento possa ser muito produtivo, e o que precisarem sempre estarei lá para ajudar no que for possível.

À minha amiga **Bruninha** te agradecer basicamente pela sua amizade, por sempre me apoiar, me dar os melhores conselhos, por sempre estar presente em tudo que tenho vivido nos últimos anos. Pode contar sempre comigo, para qualquer coisa. Beijos no coração!

À minha amiga **Natália Conti** obrigada por todos os conselhos, todas as risadas, todas as conversas. Continue sendo essa pessoa maravilhosa e doida que você. Obrigada por ser quem é, e pela amizade e carinho e sempre me dando apoio durante todo esse tempo.

Aos meus amigos do **Clubinho (Coró, Clícia, Alana, Mari, Gustavo, Aline e Jamille)**, meus amores que sempre me apoiaram e me deram força em tudo durante toda a graduação, e mesmo depois. Esse ano passamos por momentos dolorosos, mas que serviram para nos unir mais. Amo ter vocês como amigos, sempre levarei vocês comigo para onde eu for. Minha amizade com vocês sempre será a mesma. Amo muito, e obrigada sempre pelo apoio que vocês me dão em tudo. Beijo grande.

À **Mah Hildebrand**, uma menina de um coração enorme, maravilhosa, e sempre esteve por perto torcendo e me dando apoio. Obrigada por todo o companheirismo que tivemos durante a graduação, o estágio, saiba que tenho enorme admiração por ti, e sempre estarei torcendo por você.

À turma mais linda e animada da universidade **Turma X**, turma que passei grudada todos os dias durante seis anos na graduação. Tenho saudades do nosso convívio até das brigas bestas que tínhamos. Turma que vai ficar para a história e permanecerá eternamente no meu coração. Tenho orgulho de falar aos quatro cantos do mundo: Fiz parte da TURMA X da FOA, meu eterno orgulho e saudade.

Aos meus amigos de infância **Daniel, Priscila e Miriam**. Como agradecer aqueles amigos que são tipo irmãos? Não sei nem por onde começar, amizade de longa data, uma média de 20 anos de amizade, são poucos que mantêm. Amo ter vocês por perto, amo ter vocês como amigos. Obrigada por existirem, por ser essas pessoas maravilhosas, por dentro e por fora.

Ao meu amigo de pós-graduação **Cleidiel** você foi tipo irmão para mim na pós, sempre me ajudando com palavras de conforto, ajudando no que era preciso. Você é uma pessoa muito competente e ágil, quem não te conhece, logo de cara percebe que você será uma pessoa de muito sucesso na sua vida. Saiba que sempre estarei aqui torcendo por você, pela sua felicidade, e pelo seu sucesso.

Às minhas amigas queridas de Araraquara **Carlinha, Malu e Ester**. Vocês foram tão importantes para mim o tempo que fiquei em Araraquara. Primeira vez fora de casa, e vocês me acolheram de uma tal forma, que não queria mais voltar para Araçatuba. Vocês entendem as minhas agonias, compartilhamos dos mesmos pensamentos. Obrigada por toda a ajuda que vocês me deram, pelas preocupações comigo por tudo o que aconteceu. Serei eternamente grata à vocês e contem comigo para qualquer coisa.

Aos meus **queridos pacientes** que tornaram possível a realização deste estudo.

Ao meu Namorado

Ao meu namorado **Bruno**. Meu amor, quem diria que de uma simples troca de olhares, você entraria na minha vida desse jeito. Meu maior presente, meu porto seguro. É com você que divido todas minhas angústias e alegrias. É com você que planejo meu futuro. Foi a partir de um olhar que hoje estou vivendo um sonho: estar com alguém que me completa, que me traz alegria, que eu amo muito e que posso dividir todas minhas conquistas! Você trouxe o pedaço que faltava ao meu coração e deu um novo significado à minha vida. Obrigada por ser quem é, pela parceria, pelo companheirismo, por acreditar em mim sempre, por simplesmente me aceitar na sua vida! Te amo muito!

A Família

Aos meus **18 tios e tias**, obrigada por ser essa família linda e maravilhosa que tanto amo, e que sempre me apoia nas minhas escolhas e torcem pelo meu sucesso sempre. Em especial para **Tia Lucia, Tio Elmo, Tia Eny, Tio Valdomiro, Tio Enio, Tia Vanda, Tio Edinho, Tio Elvis** que são os tios que mais tenho contato, obrigada por sempre estarem presente em todos os momentos da minha vida e por partilhar de todas as minhas alegrias e conquistas. Obrigada por serem meus tios queridos. Amo todos vocês.

Aos meus **35 primos e primas**, obrigada por ser minha família, e me apoiarem sempre que preciso. Obrigada por toda a palhaçada que passamos juntos. Um agradecimento especial para **Murilo, Danilo, Jorge Luiz, Poliane, Gusavo, Juliana Paes, Pamela, Luenia, Alanis, Lucas Gallinari, Juliana Gallinari** que foram os primos que mais tenho afinidade, obrigada por serem tão próximos, pelas brincadeiras de quando éramos crianças, alguns vejo com mais frequência do que os demais, mas meu sentimento por vocês é muito grande. Amo vocês e morro de saudade sempre.

À minha tia de coração **Tuca** e à minha irmã de coração **Amanda**, sinto tanta admiração e consideração por vocês, duas pessoas maravilhosas, de um coração enorme. Desde criança me acompanhando, todos os meus passos, minhas vitórias e conquistas, sempre me parabenizando e compartilhando da minha felicidade. Amo muito vocês, sempre levarei no meu coração para onde eu for. Não posso deixar de agradecer ao tio **Usan**, porque se não fosse seus conselhos, suas conversas, com certeza hoje não estaria aqui, não chegaria onde cheguei. Por toda força e apoio que me deu quando tive meus problemas pessoais. Devo muito à vocês. Meus sinceros agradecimentos e meu eterno carinho por vocês.

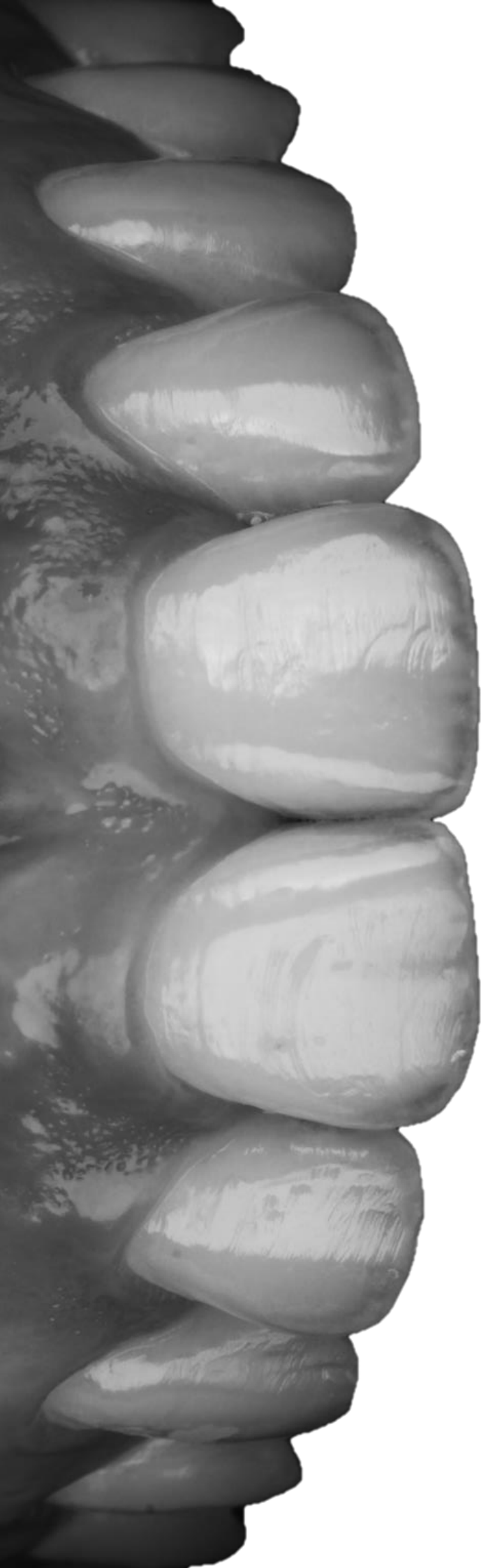
Aos meus avós paternos **Vó Elvira e Vô Vito** e aos meus avós maternos **Vó Denisia e Vô Vicente**, sei que vocês, de qualquer lugar que estejam, sempre vão estar do meu lado, me dando forças, acreditando no meu potencial, e torcendo por mim. Alguns momentos, que queria desistir e sentia que não tinha mais forças para continuar, do nada surgia uma vontade de lutar e ir em diante, que no momento me parecia até estranho. Mas hoje paro e penso: certeza que eram vocês, meus anjos, tentando me ajudar, me acalmando e me dando forças para continuar. Obrigada meus anjos, obrigada por serem meus avós tão queridos e amados.



Epigrafe

"Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para
que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas
Graças a Deus, não sou o que era antes"

Martin Luther King



Resumo

GALLINARI, M. O. **Análise da eficácia clareadora e dos efeitos adversos provocados pelo uso da luz violeta no clareamento dental.** 2019. 195 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, Araçatuba, 2019.

RESUMO

Pesquisadores tem proposto um clareamento dentário apenas com a irradiação da Luz violeta (VIO), sem a necessidade do gel clareador. Portanto foi o objetivo deste trabalho avaliar *in vitro* e *in vivo* este novo tratamento associado com diferentes concentrações de peróxido de hidrogênio (PH) quanto a sua eficácia clareadora e os possíveis efeitos adversos. Para o estudo *in vitro*, foram selecionados 567 (n=67) dentes e distribuídos em 9 grupos: Sem Gel(SG)-Sem Luz(SL), PH17,5%-SL, PH35%-SL, SG-LED/Laser(LED), PH17,5%-LED, PH35%-LED, SG-VIO, PH17,5%-VIO e PH35%-VIO. A aplicação dos géis seguiu as recomendações do fabricante. O LED foi irradiada 3 vezes de 3 minutos, a VIO foi irradiada 3 vezes de 7 minutos. Após os procedimentos clareadores, foram realizadas as análises de alteração cromática superficial e intensidade de fluorescência (n=10), considerando 5 tempos de análise (T0-inicial, T1-1º sessão, T2-2º sessão, T3-3º sessão, T4-14 dias após), alteração de cor em profundidade (n=15), condutância hidráulica (n=10), difusão do PH (n=10), viabilidade celular (n=8) e a variação da temperatura intrapulpar (n=10). Os dados foram submetidos à testes estatísticos adequados para cada tipo de análise. A VIO quando utilizado isoladamente proporcionou alterações cromáticas superficiais e em profundidade, mas seu efeito foi estatisticamente menor do que o proporcionado pelo gel clareador. Na fluorescência, o T1 e T3 do PH35%-SL foram diferentes. A difusão do PH e a permeabilidade dentária, os grupos PH35% apresentou os maiores valores, sendo potencializado quando associado com LED/Laser. No metabolismo celular, os

grupos PH35% apresentaram os menores valores, e a VIO isolado aumentou a temperatura intrapulpar e diminuição da viabilidade celular. Para a parte *in vivo* do estudo, inicialmente foram selecionados 6 pacientes e distribuídos em 3 tratamentos para o estudo piloto (n=2): Peróxido de Carbamida (PC) 10%+VIO, VIO e PH17,5%+VIO. Somente o lado direito associou a irradiação com a VIO com gel clareador, enquanto que o lado esquerdo recebeu apenas a aplicação do gel clareador. Foram realizadas 9 sessões clínicas, sendo que em cada sessão, foram realizadas 20 irradiações de 1 minuto com intervalo de 30 segundos. Os pacientes que receberam PC10%+VIO apresentaram maior diferença entre as hemi-arcadas, com resultados positivos para o lado que recebeu a associação com a luz, porém constatou-se maior sensibilidade dentária nesta associação. No segundo estudo, foi selecionado o tratamento com a maior diferença observada no estudo piloto (PC10%+VIO). Então foram selecionados 20 pacientes, e a seleção das hemi-arcadas e tratamentos foram realizados por sorteio. O gel clareador foi aplicado por 8 horas diárias pelo paciente e o mesmo retornou ao consultório 2 vezes/semana durante 3 semanas para irradiação com a VIO por 30 minutos em cada sessão clínica. Os dados foram submetidos à testes estatísticos ANOVA 2 fatores com medidas repetidas e observou-se que o hemi-arco que recebeu a associação apresentou resultados favoráveis na alteração de cor, porém houve um aumento da sensibilidade dentário, mesmo após o término do tratamento (14 dias após). Conclui-se que o uso da VIO com géis menos concentrados apresentam eficácia satisfatória, porém deve-se ser utilizado com cautela para não causar efeitos colaterais.

Palavras-chaves: peróxido de hidrogênio, LED, clareadores dentários



Abstract

GALLINARI, M. O. **Analysis of the bleaching efficacy and adverse effects caused by the use of violet light in dental bleaching.** 2019. 195 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, Araçatuba, 2019.

ABSTRACT

Researchers have proposed tooth whitening only with the irradiation of violet light (VIO), without the need for whitening gel. Therefore, the objective of this study was to evaluate in vitro and in vivo this new treatment associated with different concentrations of hydrogen peroxide (PH) for its bleaching efficacy and possible adverse effects. For the in vitro study, 567 (n = 67) teeth were selected and divided into 9 groups: No Gel (SG) -Without Light (SL), PH17.5% -SL, PH35% -SL, SG-LED / Laser (LED), PH17.5% -LED, PH35% -LED, SG-VIO, PH17.5% -VIO, and PH35% -VIO. The application of the gels followed the manufacturer's recommendations. The LED was applied 3 times 3 minutes, the VIO was applied 3 times 7 minutes. After the bleaching procedures, superficial chromatic alteration and fluorescence intensity analyzes were performed (n = 10), considering 5 analysis times (initial T0, T1-1st session, T2-2nd session, T3-3th session, T4- 14 days later), depth color change (n = 15), hydraulic conductance (n = 10), PH diffusion (n = 10), cell viability (n = 8) and intrapulp temperature variation (n = 10). Data were submitted to appropriate statistical tests for each type of analysis. VIO when used alone provided superficial and deep color changes, but its effect was statistically smaller than that provided by the whitening gel. In fluorescence, the T1 and T3 of PH35% -SL were different. PH diffusion and dental permeability, the PH35% groups presented the highest values, being potentiated when associated with LED / Laser. In cell metabolism, the PH35% groups presented

the lowest values, and the isolated VIO increased intrapulp temperature and decreased cell viability. For the in vivo part of the study, 6 patients were initially selected and assigned to 3 treatments for the pilot study (n = 2): 10% Carbamide Peroxide (PC) + IVI, IVI and PH17.5% + IVI. Only the right side associated the irradiation with VIO with whitening gel, while the left side received only the application of the whitening gel. Nine clinical sessions were held, and in each session, 20 1-minute irradiations were performed at 30-second intervals. Patients receiving PC10% + VIO presented greater difference between hemi-arches, with positive results for the side that received the association with light, but it was found greater tooth sensitivity in this association. In the second study, the treatment with the largest difference observed in the pilot study (PC10% + VIO) was selected. Then, 20 patients were selected, and the selection of hemi-arches and treatments were performed by lot. The whitening gel was applied for 8 hours daily by the patient and he returned to the office 2 times / week for 3 weeks for IV irradiation for 30 minutes in each clinical session. Data were submitted to repeated-measures 2-way ANOVA statistical tests and it was observed that the hemi-arch that received the association showed favorable results in color change, but there was an increase in tooth sensitivity even after the end of treatment (14 days after). It is concluded that the use of IVC with less concentrated gels is satisfactory, but should be used with caution not to cause side effects.

Keywords: hydrogen peroxide, LED, tooth whitening



Listas

LISTA DE FIGURAS

	Figura 1 – Fluxograma da seleção das amostras destacando a exclusão dos dentes, a alocação nos grupos de estudo, acompanhamento e análises durante o estudo	44
	Figura 2 – Pigmentação das amostras com chá preto	46
Capítulo 1	Figura 2 – Marcações realizadas nos espécimes e matrizes para padronização do local da mensuração da cor	51
	Figura 3 – Fatias de dente obtidos a partir do disco de dente bovino, sendo uma fatia de (a) dentina, uma fatia da (b) junção amelodentinária e uma fatia restrita ao (c) esmalte	53
	Figura 1 – Fluxograma indicando a seleção dos espécimes destacando os dentes excluídos, a alocação nos grupos de estudos, acompanhamento e análises durante o estudo	83
	Figura 2 – Posicionamento dos espécimes na câmara pulpar artificial e vedamento com cera rosa fundida nº 7	87
	Figura 3 – Material clareador sobre os discos de esmalte/dentina adaptados nas CPAs	88
	Figura 4 – Solução com coloração azulada indicando a reação do PH com a enzima peroxidase	90
	Figura 5 – Espectrofotometro de Reflexão Ultravioleta Visível*, Modelo UV-2450 (Shimazu, Kyoto, Japão)	91
Capítulo 2	Figura 6 – CPA posicionadas de modo que a superfície dentinária ficasse voltada para cima para realizar a implantação das células nessa superfície	93
	Figura 7 – Clareamento sendo realizado nos discs de esmalte/dentina para realizar a análise de viabilidade celular	94
	Figura 8 – Artefato preto opaco em posição para que os raios secundários não atingissem as células	95
	Figura 9 – Placas de 96 “wells” contendo a solução de isopropanol acidificado e os cristais de violeta dissolvidos	97
	Figura 10 – (a) Coroa seccionado no nível da junção amelocementária; (b) Conduto preenchido com a pasta térmica Implastec®; (c) Termopar do tipo K; e (d) Termopar tipo K posicionado dentro da câmara pulpar do dente bovino.	99

	Figura 11 – Paquímetro digital (Mitutoyo) mensurando a espessura dos discos de esmalte e dentina que foram utilizados no teste da condutância hidráulica.	100
	Figura 12 – Máquina de permeabilidade dentinária para realizar o teste de condutância hidráulica.	101
	Figura 13 – Deslocamento da bolha de ar (seta) dentro do tubo capilar acoplado na máquina de permeabilidade dentinária	102
	Figura 14 – Micrografias representativas dos grupos experimentais	106
<hr/>		
	Figura 1 – Tratamento com 10% de PC e luz violeta	131
Capítulo 3	Figura 2 – Tratamento 2 com PH17,5% e Luz violeta	133
	Figura 3 – Tratamento 3 com Luz violeta	135
	Figura 4 – Escala visual analógica usada para avaliar a sensibilidade dentária do paciente	138
<hr/>		
	Figura 1 – Fluxograma da seleção dos voluntários destacando a inscrição, alocação, acompanhamento e análise durante o estudo (declaração CONSORT)	162
	Figura 2 – Moldeira de acetato com perfurações na vestibular para padronização do local da leitura com espectrofotômetro digital Vita EasyShade.	164
Capítulo 4	Figura 3 – Posicionamento da moldeira customizada durante a irradiação impedindo que a luz irradiasse o hemiarco direito	165
	Figura 4 – Escores relacionado com a intensidade da sensibilidade dental	167
	Figura 5 – Padronização da região dentária através de perfuração na moldeira de acetato e posicionamento do termode.	168
	Figura 6 – Aspecto clínico final, mostrando a alteração cromática entre os tempos e entre as hemi-arcadas. Hemi-arco direito recebeu Led Violeta.	171
<hr/>		

LISTA DE QUADROS, TABELAS E GRÁFICOS

Capítulo 1	Quadro 1 – Divisão dos grupos experimentais segundo a terapia clareadora adotada.	47
	Tabela 1 – Médias (desvio padrão) dos valores de Delta E para cada grupo nos tempos analisados.	55
	Tabela 2 – Médias (desvio padrão) dos valores de WID para cada grupo nos tempos analisados.	57
	Tabela 3 – Médias (desvio padrão) dos valores de fluorescência para cada grupo nos tempos analisados.	58
	Tabela 4 – Médias (desvio padrão) dos valores absoluto da cor para cada grupo em diferentes profundidades.	60
	Tabela 5 – Médias (desvio padrão) do WId para cada grupo em diferentes profundidades.	62
Capítulo 2	Quadro 1 – Divisão dos grupos experimentais segundo a terapia clareadora adotada.	86
	Tabela 1 – Médias e desvio padrão dos valores referentes à concentração do peróxido de hidrogênio permeado pela estrutura dentária.	104
	Tabela 2 – Representação em porcentagem (%) do metabolismo celular (desvio padrão) de acordo com os tratamentos analisados.	105
	Tabela 3 – Médias (desvio padrão) do ΔT ($^{\circ}C$) detectado durante o tratamento clareador.	107
	Gráfico 1 – Gráfico representativo da variação da temperatura ($^{\circ}C$) durante os tratamentos clareadores.	108
	Tabela 4 – Médias (desvio padrão) do aumento da permeabilidade (em %) para os protocolos clareadores em discos de esmalte	109
	Tabela 5 – Médias (desvio padrão) do aumento da permeabilidade (em %) para os protocolos clareadores em discos de tecido dentinário.	109
Capítulo 3	Quadro 1 – Tempos de análise	136
	Quadro 2 - Pontuações atribuídas à escala de cores (Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Alemanha), ordenadas por luminosidade.	137
	Tabela 1 – Valores médios de ΔE obtidos em cada hemi-arco nos períodos analisados.	140
	Tabela 2 – Valores médios de ΔL , Δa e Δb obtidos em cada hemi-arco nos períodos analisados.	141

	Tabela 3 – Média das diferenças dos escores da escala Vita do central e canino	142
	Tabela 4 – Análise da intensidade da sensibilidade dentária espontânea obtida por meio da Escala Visual Analógica (EVA) nos diferentes períodos de estudo	143
	Gráfico 5 – Temperaturas médias (°C) de detecção de frio obtidas nos dentes caninos em cada hemiarcada (Sem luz e luz violeta)	144
<hr/>		
	Quadro 1 – Divisão dos grupos experimentais segundo a terapia clareadora adotada	160
	Gráfico 1 – Média da alteração de cor (ΔE) dos dentes de cada hemiarcada	172
	Gráfico 2 – Média da alteração da coordenada L* (ΔL) dos dentes de cada hemiarcada	172
Capítulo 4	Gráfico 3 – Média da alteração da coordenada a* (Δa) dos dentes de cada hemiarcada	173
	Gráfico 4 – Média da alteração da coordenada b* (Δb) dos dentes de cada hemiarcada	174
	Gráfico 5 – Gráfico representando as médias das temperaturas (°C) detectadas pelos dentes analisados de cada hemiarcada ao longo dos tempos de análises.	175

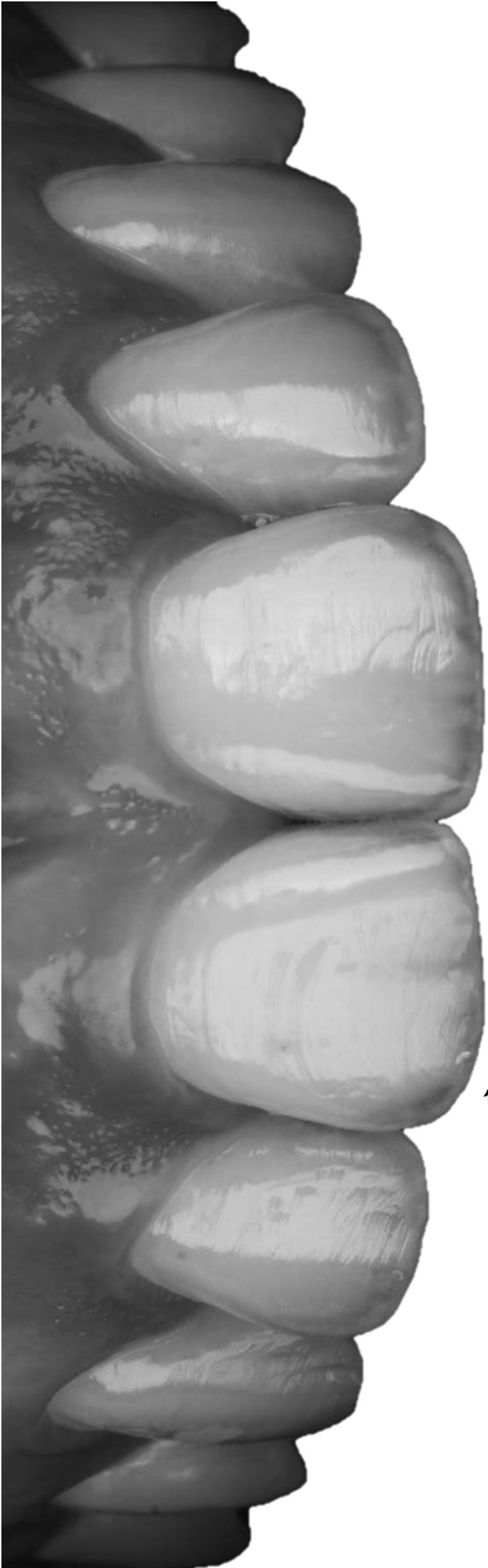


Sumário

SUMÁRIO

1	Introdução geral	31
2	CAPÍTULO 1 - Análise das propriedades ópticas dos dentes submetidos à diferentes tratamentos clareadores, associando ou não à fontes luminosas	37
	Resumo	39
	Abstract	40
	2.1. Introdução	41
	2.3. Materiais e Métodos	43
	2.2. Resultados	54
	2.5. Discussão	62
	2.6. Conclusão	69
	2.7. Referências Bibliográficas	70
3	CAPÍTULO 2 - Efeitos da associação de diferentes géis clareadores com LED violeta ou LED / Laser com diferentes géis clareadores na difusão do peróxido, citotoxicidade e temperatura intrapulpar	76
	Resumo	78
	Abstract	79
	3.1. Introdução	80
	3.2. Objetivos	82
	3.3. Materiais e Métodos	82
	3.4. Resultados	103
	3.5. Discussão	110
	3.6. Conclusão	115
	3.7. Referências Bibliográficas	116
4	CAPÍTULO 3 - Análise clínica de mudança de cor e sensibilidade dentária ao LED violeta durante o clareamento: série de casos com desenho de boca dividida	123
	Resumo	125
	Abstract	126
	4.1. Introdução	127

4.2. Relato de casos clínicos	129	
4.3. Discussão	144	
4.4. Conclusão	148	
4.5. Referências Bibliográficas	149	
5	CAPÍTULO 4 - Estudo clínico randomizado sobre a eficácia clareadora e análise neurosensorial da sensibilidade dentária em tratamentos que associam LED Violeta com peróxido de carbamida 10%	153
	Resumo	155
	Abstract	156
5.1. Introdução	157	
5.2. Objetivos	159	
5.3. Materiais e Métodos	159	
5.4. Resultado	170	
5.5. Discussão	176	
5.6. Conclusão	179	
5.7. Referências Bibliográficas	180	
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	184
7	REFERÊNCIAS GERAL	186
8	ANEXOS	190
10.1. Comitê de ética animal	191	
10.2. Comitê de ética de pesquisa em humanos	192	
10.3. Normas da revista	195	



1. Introdução

Geral

1. INTRODUÇÃO

A procura pelo sorriso perfeito tem estimulado avanços consideráveis na Odontologia estética. Parcela considerável dos pacientes preocupados em promover a aparência de seu sorriso procuram os consultórios odontológicos para realizarem clareamento dentário, sendo este procedimento capaz de proporcionar melhorias estéticas significativas em um tempo relativamente rápido e com baixo custo.

Como proposta de tratamento clareador, Haywood & Heymann (1989), propuseram a técnica de clareamento caseira, baseada na aplicação de produtos clareadores à base de peróxido de carbamida de baixas concentrações empregado em moldeiras de acetato.¹ Quando bem aplicados e supervisionados pelo cirurgião-dentista, esta técnica proporciona um padrão estético altamente satisfatório,² sendo considerada segura e apontada como o padrão ouro para a comparação com outras terapias.³

Clarear o elemento dental é possível devido à permeabilidade da estrutura dental aos agentes clareadores^{4; 5; 6} e ao baixo peso molecular dos princípios ativos liberados pelos géis clareadores.⁴ Com isso, as Espécies Reativas derivadas do Oxigênio (EROs) permeiam a estrutura dentária e oxidam as moléculas cromóforas que estão presentes na dentina, principal tecido responsável pela pigmentação dentária. A oxidação destas substâncias resulta em moléculas cada vez menores, proporcionando tonalidades mais claras aos dentes tratados.⁷

No intuito de acelerar e aumentar a eficácia do tratamento clareador, produtos com altas concentrações de H_2O_2 têm sido desenvolvidos e associados com diferentes fontes luminosas como luz halógena, diodos emissores de luz (LED), laser e outras.⁸ Estas associações baseiam-se na hipótese de que a luz projetada sobre um produto clareador seja absorvida e, parcialmente, convertida em calor, aumentando a liberação de EROs e a eficácia da técnica. Deste modo, as fontes de luz agiriam como

catalisadoras da degradação do produto clareador, facilitando a sua difusão na estrutura dental.^{3; 9} No entanto, apesar de ser a técnica preferida por muitos profissionais e pacientes, o emprego destes recursos associados ao uso de peróxidos altamente concentrados pode proporcionar uma penetração exagerada de H₂O₂ na câmara pulpar, o que tem sido relacionado com o comprometimento da saúde pulpar.^{10; 11; 12; 13; 14}

Sabe-se que as EROs possuem ação inespecífica, não se limitando à oxidação dos agentes pigmentantes. Com isso, não sendo raros os relatos de detecção de concentrações expressivas de peróxido no tecido pulpar, após a aplicação do gel clareador sobre o esmalte dental.^{10; 11; 15} Este fato tem sido associado desde a uma hipersensibilidade branda e transitória até um processo inflamatório que ocasiona comprometimento irreversível da polpa.^{12; 16; 17; 18} Neste contexto, estudos *in vitro* demonstraram alterações morfológicas^{14; 19} e diminuição da taxa de respiração mitocondrial de células odontoblastóides MDPC-23.¹⁴ Por sua vez, estudos *in vivo* em dentes humanos reportaram discreta perturbação na camada odontoblástica no tecido pulpar de pré-molares após o tratamento clareador *in office*,¹⁷ além de áreas de necrose de coagulação em incisivos inferiores submetidos ao tratamento clareador.¹²

Com intuito de amenizar estes efeitos colaterais, recentemente, alguns pesquisadores têm proposto o clareamento dentário com o emprego do LED Violeta, associando-o ou não com aos géis clareadores.²⁰ A faixa do comprimento de onda da luz violeta é de 405 – 410 nm, o que coincide com o pico de absorção das moléculas pigmentadas, interagindo de forma seletiva e quebrando-as em partes menores e incolores.²⁰ Porém, por ser uma tecnologia recente, faltam estudos sobre sua real eficácia clareadora, bem como seus possíveis efeitos colaterais.

A American Dental Association (ADA, 1972) elaborou uma padronização de testes para avaliar a biocompatibilidade dos materiais odontológicos, dividindo em 3 níveis: testes iniciais, testes secundários e testes de aplicação clínica (pré-clínicos).²¹ Os testes iniciais têm por objetivo avaliar o potencial irritante e a citotoxicidade do

material, incluindo vários métodos como por exemplo, o teste em cultura de células. Além dos testes de citotoxicidade, neste nível podem ser incluídos também testes que avaliam alterações estruturais que possam favorecer a citotoxicidade do material, como alteração da permeabilidade do elemento dentário, bem como a capacidade de penetração de algum produto químico frente à barreira natural da polpa dentária, que seria o esmalte e a dentina.

Como se trata de um novo tratamento clareador, a análise da cor e da intensidade de fluorescência são imprescindíveis, uma vez que esses fatores são fenômenos complexos que tem grande importância na estética dentária. Spitzer e colaboradores (1976) comprovaram que os componentes orgânicos que são os responsáveis pela intensidade de fluorescência do elemento dentário, tanto em dente bovino quanto humano.²² Sabe-se que para ocorrer o clareamento é necessário que o peróxido de hidrogênio penetre nos tecidos dentais atingindo as moléculas cromóforas, quebrando-as em compostos menores e mais claros. No entanto, essa ação não é restrita a esses componentes, podendo atuar sobre o conteúdo orgânico da dentina, alterando assim a intensidade de fluorescência natural dos dentes.

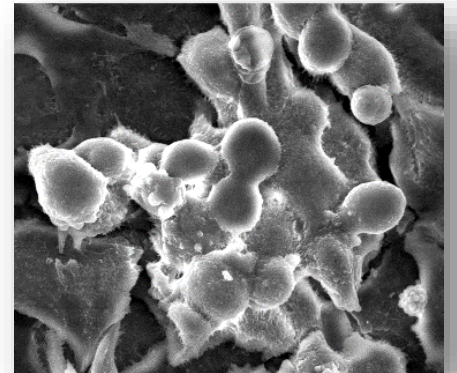
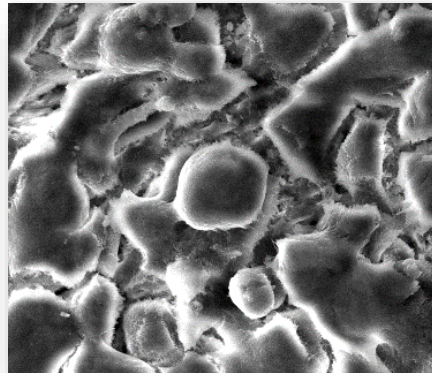
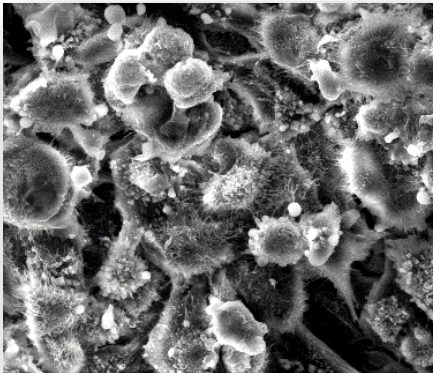
Para realizar a análise de cor existe diversos métodos.^{23; 24; 25; 26} O sistema CIE L*a*b* empregando um espectrofotômetro^{23; 26} é considerado um dos mais precisos,²⁷ pois permite a especificação de percepções de cores de forma tridimensional, sendo feita a comparação da cor dos dentes após as sessões de clareamento com a cor inicial. Além da medição da cor, a medição adequada do efeito clareador é importante para a pesquisa e a fabricação de materiais odontológicos e para a prática clínica, incluindo o monitoramento do clareamento dentário. Em termos espectrais, um material branco é o material cuja refletância ao longo de toda a faixa de comprimento de onda visível é constante e alta.

A análise da cor superficial é comumente realizada nos estudos que analisam a eficácia clareadora,^{9; 10; 11; 14; 26} porém não há estudos que avaliam a sua efetividade em

profundidade. Isso se torna importante pois, uma quebra física dos pigmentos só poderia ocorrer em profundidades em que a luz consiga penetrar. Ressalta-se também que, com o passar dos anos, há um desgaste natural do esmalte, permitindo a maior visualização da dentina, responsável pela cor do dente.

Assim, espera-se que com os dados que poderão ser obtidos neste estudo, seja possível propor um protocolo clínico com a mesma eficácia da técnica *in office*, porém utilizando géis clareadores de menores concentrações, associando-se com a capacidade clareadora da Luz violeta, o que proporcionaria um tratamento com menor efeito colateral possível para o paciente. Vale ainda salientar que a grande vantagem desta nova técnica seria a possibilidade de realizar um clareamento sem produtos químicos oxidativos. Porém, surgem muitas dúvidas com relação à eficácia, frente aos métodos clareadores tradicionais, bem como aos possíveis efeitos colaterais relacionados com a permeabilidade da estrutura dentária, bem como à segurança biológica do emprego deste tipo de luz. De toda forma, a possibilidade de se clarear dentes expondo-o a uma menor quantidade de agentes oxidantes pode representar a quebra de um dos paradigmas atuais da Odontologia estética, merecendo ser profundamente estudada.

Estudos laboratoriais





2. Capítulo 1

2. Capítulo 1

Analysis of the optical properties of teeth submitted to different bleaching treatments, combined or not with light sources*

Short Title: Efficacy of violet light

Marjorie de Oliveira Gallinari¹, Lívia Maria Alves Valentim da Silva¹, Ticiane Cestari Fagundes¹, Ana Carolina Souza Barboza¹, Paulo Henrique dos Santos², André Luiz Fraga Briso¹

¹ Department of Restorative Dentistry, São Paulo State University (UNESP), School of Dentistry, Araçatuba

² Department of Dental Materials and Prosthodontics, São Paulo State University (UNESP), School of Dentistry, Araçatuba

Corresponding author:

Profa. Associado André Luiz Fraga Briso

Disciplina de Dentística, Faculdade de Odontologia do Campus de Araçatuba, UNESP

Rua José Bonifácio 1193, CEP: 16015-050, Araçatuba, SP, Brasil.

Phone: +55-18-3636-3201 Fax: +55-18-3636-3332. E-mail: andre.briso@unesp.br

De acordo com as instruções aos autores do periódico *Operative Dentistry

(<https://www.elsevier.com/journals/journal-of-dentistry/0300-712?generatepdf=true>)

Análise das propriedades ópticas dos dentes submetidos a diferentes tratamentos clareadores, associando ou não às fontes luminosas

RESUMO

Este estudo objetivou avaliar as alterações ópticas (alteração cromática superficial, em profundidade e fluorescência) proporcionadas pela aplicação isolada do VIO e LED ou em associação com géis clareadores. Para tanto 315 dentes bovinos foram divididos aleatoriamente em 9 grupos SG-SL, PH17,5-SL, PH35-SL, SG-LED, PH17,5-LED, PH35-LED, SG-VIO, PH17,5-VIO e PH35-VIO. Os tratamentos clareadores foram realizados em 3 sessões, com 3 aplicações de 15 minutos em cada sessão. Os espécimes dos grupos que receberam a irradiação com VIO foram submetidos ao total 21 ciclos de irradiações de 1 minuto com 30 segundos de descanso entre cada uma delas. Foram realizados 7 ciclos de irradiação à cada troca do gel clareador, nos grupos com LED foram aplicadas 3 irradiações de 3 minutos cada, com 1 irradiação a cada troca do produto. Foram considerados 5 tempos de estudo para as análises de cor superficial e fluorescência (T1-inicial, T2-1ª sessão, T3-2ª sessão, T4-3ª sessão e T5-14 dias após o tratamento). Para a análise em profundidade (n=15), os dentes foram seccionados, sendo analisada a alteração cromática em esmalte, na junção amelo-dentinária e na dentina. Os dados foram submetidos aos testes ANOVA e Tukey ($\alpha < 0.05$). O VIO quando utilizado isoladamente proporcionou alterações cromáticas superficiais e em profundidade, mas seu efeito foi estatisticamente menor do que o proporcionado pelo gel clareador. Na fluorescência, o T1 e T3 do PH35%-SL foram diferentes. Conclui-se que o uso da VIO proporcionou clareamento da estrutura dentária, não interferindo na fluorescência. No entanto, os tratamentos mais efetivos foram àqueles que utilizaram PH35%, porém com pouca influência na fluorescência do elemento dentário.

Palavras-chaves: cor, fluorescência, peróxido de hidrogênio, LED

Analysis of the optical properties of teeth submitted to different bleaching treatments, associating or not with light sources

SUMMARY

The objective of this study was to evaluate the optical changes (superficial, depth and fluorescence color changes) provided by the isolated application of VIO and LED or in association with bleaching gels. For this, 315 bovine teeth were randomly divided into 9 groups SG-SL, PH17,5-SL, PH35-SL, SG-LED, PH17,5-LED, PH35-LED, SG-VIO, PH17,5-VIO and PH35. -VIO. The bleaching treatments were performed in 3 sessions, with 3 applications of 15 minutes in each session. The specimens from the groups receiving VIO irradiation were subjected to a total of 21 cycles of 1-minute irradiation with 30 seconds of rest between them. They were, and 7 cycles of irradiation were performed at each change of the whitening gel, and the groups that received irradiation with LED were submitted to 3 irradiations of 3 minutes each, and it was performed with 1 irradiation in each exchange of the product. We considered 5 study times for surface color and fluorescence analysis (T1-initial, T2-1 session, T3-2 session, T4-3 session and T5-14 days after treatment). For the in-depth analysis (n = 15), the teeth were sectioned, and the color change in enamel, the dentin-junction and dentin was analyzed. Data were submitted to ANOVA and Tukey tests ($\alpha < 0.05$). When used VIO alone, provided superficial and deep color changes, but its effect was statistically smaller than that provided by the whitening gel. In fluorescence, the T1 and T3 of PH35-SL were different. It was concluded that the use of violet light provided lightening of the dental structure, not interfering with fluorescence. However, the most effective treatments were those using 35% HP, but with little influence on the fluorescence of the dental element.

Keywords: color, fluorescence, hydrogen peroxide, LED

2.1. INTRODUÇÃO

Com intuito de acelerar e aumentar a eficácia do tratamento clareador, produtos com altas concentrações de peróxido de hidrogênio (PH) geralmente são associados com diferentes fontes de luz, como luz halógena, LEDs, laser e outros.^{6, 7} Essas associações baseiam-se na hipótese de que a luz irradiada é absorvida pelos produtos clareadores e parcialmente convertida em calor, aumentando a liberação de espécies reativas de oxigênio e a eficácia da técnica. Dessa forma, as fontes luminosas atuam como catalisadores para a degradação do gel clareador, facilitando a sua difusão para a estrutura dental.^{8, 9}

Sabe-se que a ação das EROs não se limita à oxidação de agentes pigmentantes, e a detecção de concentrações expressivas de PH na câmara pulpar, após a aplicação de géis clareadores no esmalte dentário, não são incomuns.¹⁰⁻¹² Isso também pode estar associado à hipersensibilidade leve e transitória, até um processo inflamatório irreversível se estabeleça na polpa.¹³⁻¹⁶ Nesse contexto, estudos in vivo, com humanos, relatam desde discretas alterações na camada odontoblástica de pré-molares,¹⁴ até áreas de necrose por coagulação nos incisivos inferiores submetidos ao tratamento clareador com PH 35%.¹⁵

Objetivando evitar esta condição de estresse oxidativo, recentemente foi proposto o clareamento dentário com a luz violeta (λ : 405-410 nm), associando-a ou não aos géis clareadores.¹⁷ O Led violeta possui um comprimento de onda de 405-410 nm, que coincide com o pico de absorção das moléculas pigmentantes, interagindo seletivamente e dividindo-as em moléculas menores e sem cor.¹⁷ Entretanto, por ser uma técnica recente, faltam estudos sobre sua real eficácia na alteração cromática dentária.

Como se trata de uma nova abordagem do tratamento clareador, as análises de cor e intensidade de fluorescência são imprescindíveis, uma vez que esses fatores são

fenômenos complexos que tem grande importância na estética dentária. Spitzer e colaboradores (1976) comprovaram que os componentes orgânicos são os responsáveis pela intensidade de fluorescência do elemento dentário, tanto em dente bovino quanto humano.¹⁸ Assim, como não se tem informações se esta nova fonte luminosa atuaria de alguma forma no conteúdo orgânico da dentina, de forma análoga que ocorre nas moléculas cromóforas, torna-se fundamental delinear estudos específicos para ter o conhecimento se o gel clareador, associado ou não às fontes luminosas, influenciaria a fluorescência da estrutura dental.

Vale ressaltar que a eficácia do tratamento clareador normalmente é analisada por meio da alteração de cor ocorrida na superfície dentária,^{9-11, 19, 20} porém não há estudos que avaliem a capacidade clareadora de forma estratificada, ou seja, que explorem a repercussão do tratamento na alteração cromática das camadas superficiais, médias e profundas do elemento dentário. Isso se torna importante pois sabe-se que a maior quantidade dos pigmentos se encontra na estrutura dentinária, e uma quebra física dos pigmentos só poderia ocorrer em profundidades em que a luz violeta ou o gel clareador conseguiriam penetrar.

Existem vários métodos para analisar a alteração cromática superficial,²⁰⁻²² mas o sistema de Comissão Internacional da Iluminação (CIE) ($L^* a^* b^*$) é um dos métodos mais empregados,^{10, 19} podendo ainda ser complementado com índice para efeito clareador (Wld) proposto por Perez et al. (2016),²³ que contempla todos os eixos avaliados no sistema CIELab, focando especificamente o efeito clareador de determinado tratamento.

Assim, considerando que a possibilidade de clarear os dentes, expondo-os a quantidades menores de agentes oxidantes, pode representar a quebra de um dos paradigmas atuais da Odontologia estética, este estudo teve como objetivo avaliar in vitro a alteração cromática superficial e em profundidade, o efeito clareador e a intensidade de fluorescência causada pelas diferentes terapias de clareamento,

associadas ou não à fonte de luz violeta. As hipóteses nulas são: (1) os diferentes tratamentos clareadores não interfeririam na mudança de cor superficial ao longo do tempo; (2) os vários tratamentos clareadores associados ou não à fontes luminosas não influenciariam na intensidade de fluorescência ao longo do tempo; (3) As técnicas clareadoras testadas não interfeririam na mudança de cor em diferentes profundidades.

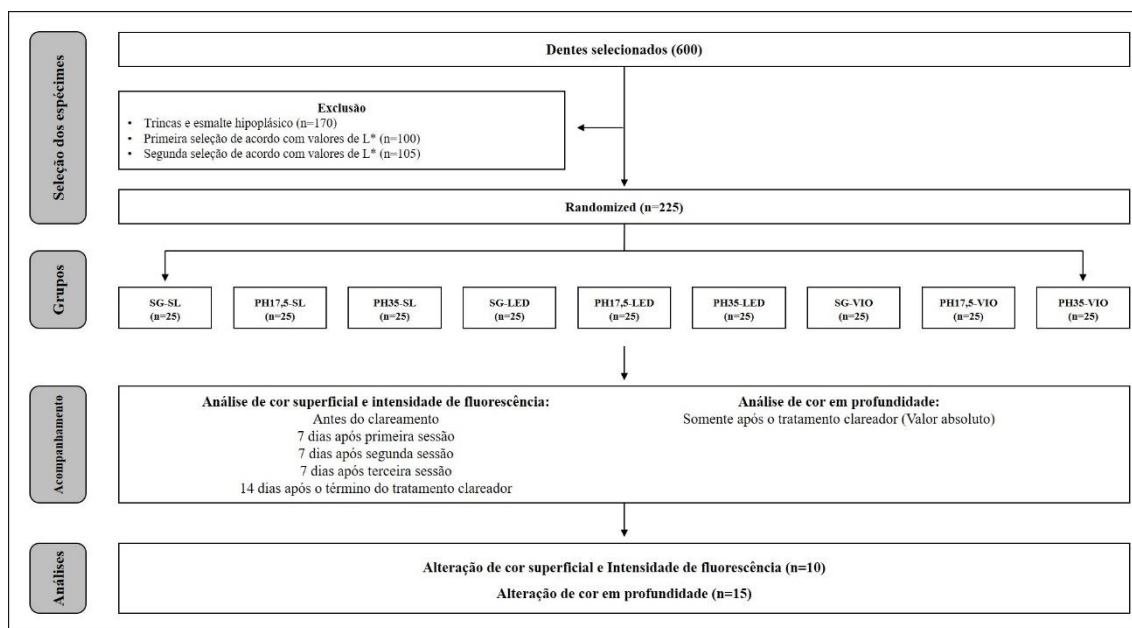
2.2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.2.1. Delineamento experimental

Este estudo incluiu os seguintes fatores: (1) géis clareadores em 3 níveis (sem gel, peróxido de hidrogênio 17.5% e peróxido de hidrogênio 35%); (2) fontes luminosas em 3 níveis (sem luz, LED/Laser e LED violeta). Para as variáveis de resposta, alteração de cor superficial e fluorescência, inclui também o fator (3) tempo em 4 níveis (7, 14 e 21 dias após o início do tratamento clareador e 14 dias após o término do tratamento clareador). Em relação à variável índice de clareamento, o fator tempo apresentou 5 níveis (inicial, 7, 14 e 21 após o início do tratamento clareador e 14 dias após o término do tratamento clareador).

A amostragem foi de 225 espécimes, sendo $n=10$ para a alteração cromática superficial, índice de clareamento superficial e intensidade de fluorescência e $n=15$ para as análises em profundidade e o índice de clareamento em profundidade (Figura 1).

Figura 1 – Fluxograma da seleção das amostras destacando a exclusão dos dentes, a alocação nos grupos de estudo, acompanhamento e análises durante o estudo



2.2.2. Obtenção das amostras

Inicialmente foram selecionados 500 incisivos bovinos obtidos a partir de animais com idade entre 24 e 36 meses. Após a extração, os dentes foram limpos mecanicamente com curetas periodontais e, em seguida, foram submetidos à profilaxia com auxílio de pedra pomes e água. Para evitar a proliferação bacteriana, os dentes limpos foram armazenados em solução salina fisiológica contendo timol a 0,1% e mantidos em refrigerador em temperatura aproximada a 4°C até o início da fase experimental.

Após a limpeza, os dentes tiveram as raízes separadas da coroa na junção amelo-cementária. Em seguida, as coroas foram fixadas em um dispositivo acoplado à plataforma de uma furadeira de bancada (modelo FGC-16, Ferrari, São Paulo, SP, Brasil), e com auxílio de uma ponta diamantada para corte de vidro (8 mm em diâmetro, Dinser Diamond Tools Ltda, Sacomã, SP, Brasil), sob constante irrigação, foram obtidos

discos de esmalte/dentina com 5,7mm de diâmetro, a partir do terço médio da face vestibular de cada dente.

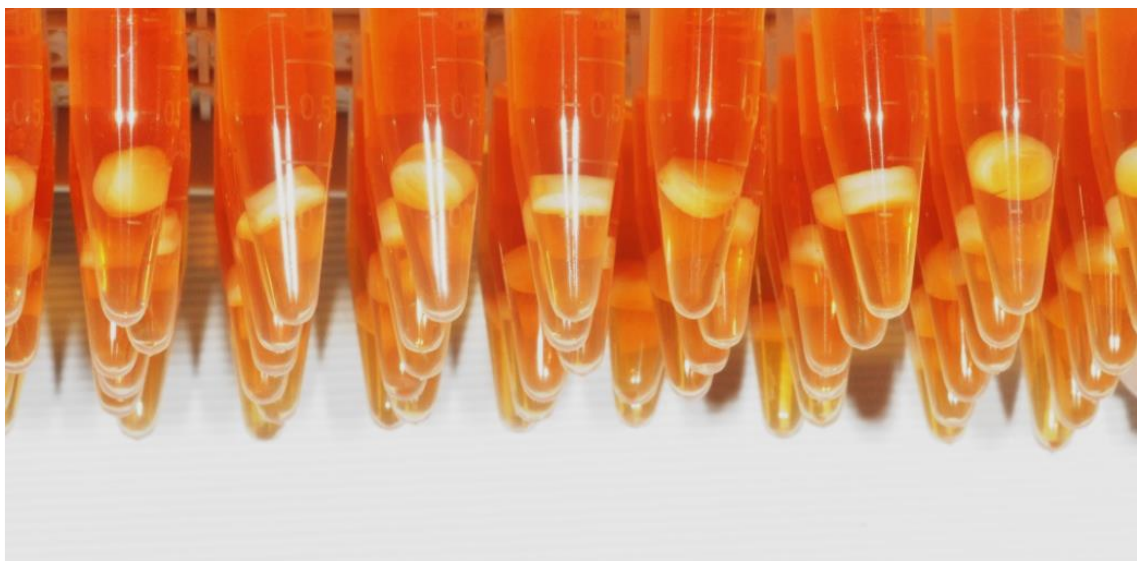
Inicialmente, todos os discos foram submetidos à regularização da superfície dentinária por meio de movimentos giratórios manuais sobre lixas de óxido de alumínio de granulação 400 e 600 (T469-SF-Noton, Saint-Gobam Abrasives Ltda, Jundiai, SP, Brasil), até que apresentassem a espessura de 4 mm (1,3 mm de esmalte e 2,7 mm de dentina +0,2mm), aferida com paquímetro digital (modelo 500-144B, Mitutoyo Sul América Ltda, SP, Brasil). Para remoção da *smear layer*, foi aplicada solução de EDTA 0.5M, pH 7,2 por 30 segundos, seguido de lavagem com água deionizada.¹⁰

2.2.3. Seleção inicial das amostras

Após a obtenção dos discos, os mesmos foram submetidos à leitura inicial do valor de L^* , utilizando o aparelho espectrofotômetro de Reflexão Ultravioleta Visível*, Modelo UV-2450 (Shimadzu, Kyoto, Japão), que utiliza o sistema de cores CIE $L^*a^*b^*$. Obtidos os valores L^* , foi calculada a média de toda a amostragem, sendo selecionados os 450 blocos dentais que apresentaram valores de L^* mais próximos do valor médio ($\pm 67,19$), respeitando a tolerância de 5%.

2.2.4. Pigmentação das amostras

Após a seleção descrita no item anterior, os 450 espécimes foram armazenados em tubos de polipropileno (Eppendorf, Hamburgo, Alemanha) contendo 1ml de infusão de chá preto à temperatura ambiente. A infusão foi feita empregando 1,6g de chá preto (Chá Matte Leão, Curitiba, PR, Brasil) para cada 100 ml de água destilada. O processo de pigmentação foi monitorado durante 6 dias, sendo realizado a troca da solução diariamente (Figura 2).

Figura 2 – Pigmentação das amostras com chá preto

Concluído o tratamento pigmentante, foi realizada a segunda seleção das amostras, de forma semelhante à descrita anteriormente. Nesta oportunidade, permaneceram no estudo 315 blocos dentais pigmentados, sendo 90 espécimes para as análises de cor superficial e intensidade de fluorescência ($n=10$) e 225 espécimes para a análise de cor em profundidade.

As seleções acima descritas objetivaram padronizar a cor inicial, bem como a intensidade de pigmentação dos blocos dentários, padronizando a capacidade clareadora dos espécimes.

Para a análise da cor em profundidade foram selecionados inicialmente 225 espécimes previamente selecionados, conforme descrito anteriormente. Após, foi realizada uma terceira seleção, levando em consideração a alteração cromática (ΔE) gerada pela pigmentação do esmalte e da dentina, restando em 135 dentes ($n=15$). Baseado nestes valores de ΔE , os espécimes foram sistematicamente distribuídos, padronizando assim a cor inicial da superfície de esmalte quanto de dentina.

2.2.5. Divisão dos Grupos

Os blocos foram divididos em 09 grupos experimentais (n=25), de acordo com o protocolo de clareamento a ser realizado, conforme apresentado no Quadro 1 e descrito a seguir.

Quadro 1 – Divisão dos grupos experimentais segundo a terapia clareadora adotada.

Grupos	Posologia Gel	Posologia Luz
SG-SL	-----	
PH17,5-SL	PH 17,5% 3 sessões de 3 aplicações semanais de 15 minutos, com intervalo de 7 dias entre cada sessão	-----
PH35-SL	PH 35% 3 sessões de 3 aplicações semanais de 15 minutos, com intervalo de 7 dias entre cada sessão	
SG-LED	-----	LED / Laser* (470 nm)
PH17,5-LED	PH 17,5% 3 sessões de 3 aplicações semanais de 15 minutos, com intervalo de 7 dias entre cada sessão	1 irradiação de luz por 3 minutos à cada troca do gel clareador
PH35-LED	PH 35% 3 sessões de 3 aplicações semanais de 15 minutos, com intervalo de 7 dias entre cada sessão	
SG-VIO	-----	LED Violeta** (405-410nm)
PH17,5-VIO	PH 17,5% 3 sessões de 3 aplicações semanais de 15 minutos, com intervalo de 7 dias entre cada sessão	1 irradiação de luz por 7 minutos à cada troca do gel clareador
PH35-VIO	PH 35% 3 sessões de 3 aplicações semanais de 15 minutos, com intervalo de 7 dias entre cada sessão	

* Whitening Lase II, DMC Equipamentos Ltda, São Carlos, SP, Brasil

** Fotoclareador Bright Maxx Whitening, MMOptics Ltda., São Carlos, SP, Brasil

Grupo SG-SL – Não recebeu aplicação de gel clareador e também não recebeu nenhum tipo de irradiação, mantendo os espécimes em câmara escura durante os procedimentos clareadores.

Grupo PH17,5%-SL – Os espécimes deste grupo receberam o gel clareador à base de peróxido de hidrogênio a 17,5%, resultante da diluição do produto à base de peróxido de hidrogênio a 35% (Whiteness HP Maxx - FGM Produtos Odontológicos, Joinville, SC, Brasil). Assim, foi adotada a proporção 3:3:2, sendo 3 gotas de peróxido para 3 gotas de água destilada para 2 gotas do agente aglutinante.(1) Após a sua manipulação, o produto foi aspirado por uma micropipeta de líquidos viscosos (Microman M100E, Gilson, Middleton, WI), sendo aplicado 40µL sobre a superfície de esmalte de cada espécime, permanecendo em contato com o tecido dental por 15 minutos. Em seguida, o esmalte foi lavado e seco com papel absorvente, sendo realizadas mais duas aplicações de 15 minutos cada, totalizando 45 minutos de contato do dente com o gel clareador. O procedimento foi realizado por 3 vezes, com intervalo de uma semana entre as sessões.

Grupo PH35%-SL – Neste grupo foi utilizado o produto à base de peróxido de hidrogênio a 35% (Whiteness HP Maxx - FGM Produtos Odontológicos, Joinville, SC, Brasil), que se apresenta comercialmente em dois frascos, um contendo o peróxido de hidrogênio e o outro, o agente espessante. A sua manipulação consiste na mistura das duas soluções na proporção de 3:1, de acordo com as instruções do fabricante. Após a obtenção do produto, o mesmo foi aplicado sobre a superfície de esmalte de cada espécime conforme descrito no grupo **PH17,5%-SL**, permanecendo em contato com a estrutura dentária por 15 minutos. Posteriormente, a superfície foi limpa com sugadores e papel absorvente e duas novas aplicações foram efetuadas, totalizando 45 minutos de exposição ao clareador. O procedimento foi repetido por 3 vezes com intervalo de uma semana entre as sessões.

Grupo SG-LED – Os espécimes deste grupo receberam apenas a irradiação de uma fonte de LED/Laser (Whitening Lase II, DMC Equipamentos Ltda, São Carlos, SP, Brasil) sem aplicação de nenhum tipo de gel. Essa luz é composta por 6 LEDs, com intensidade de 120 mW/cm² e comprimento de onda 470 nm, além de 3 emissores de

laser infravermelho de comprimento de onda de 808 nm e potência 0,2 W. A fonte de luz foi irradiada 3 vezes por 3 minutos cada irradiação, com 1 minuto de descanso, totalizando 9 minutos de irradiação nos dentes.

Grupo PH17,5%-LED – Os espécimes deste grupo receberam o gel clareador a base de peróxido de hidrogênio 17,5%, obtido e aplicado da mesma forma descrita para o **Grupo PH17,5%-SL**, porém neste grupo foi realizada a irradiação semelhante ao **Grupo SG-LED**.

Grupo PH35%-LED – Os dentes foram submetidos ao tratamento clareador igual do **Grupo PH35%-SL**, porém neste grupo foi realizada a irradiação com a fonte de luz LED/Laser como citado no **Grupo SG-LED**.

Grupo SG-VIO – Neste grupo foi realizado apenas a irradiação com a fonte de Luz LED Violeta (Fotoclareador Bright Maxx Whitening, MMOptics Ltda., São Carlos, SP, Brasil), com comprimento de onda de 405-410 nm, sem nenhum gel na superfície. Foram realizados 21 ciclos de irradiação da fonte de luz violeta, sendo o ciclo de 1 irradiação de 30 segundos seguido de 1 minuto de descanso, totalizando 10 minutos e 30 segundos de irradiação no dente. Foram realizadas 3 sessões de 7 ciclos de irradiação com intervalo de descanso de 4 minutos e 30 segundos entre cada sessão. Foram realizadas 3 sessões por semana (único dia), durante 3 semanas de tratamento.

Grupo PH17,5%-VIO – foi realizado o tratamento clareador com PH 17,5% como explicado no **Grupo PH17,5%-SL**, sob a mesma irradiação e o mesmo protocolo de uso realizado no **Grupo SG-VIO**.

Grupo PH35%-VIO – Os espécimes deste grupo receberam o tratamento clareador semelhante ao **Grupo PH35%-SL**, sob a irradiação da fonte LED Violeta, conforme descrito no **Grupo SG-VIO**.

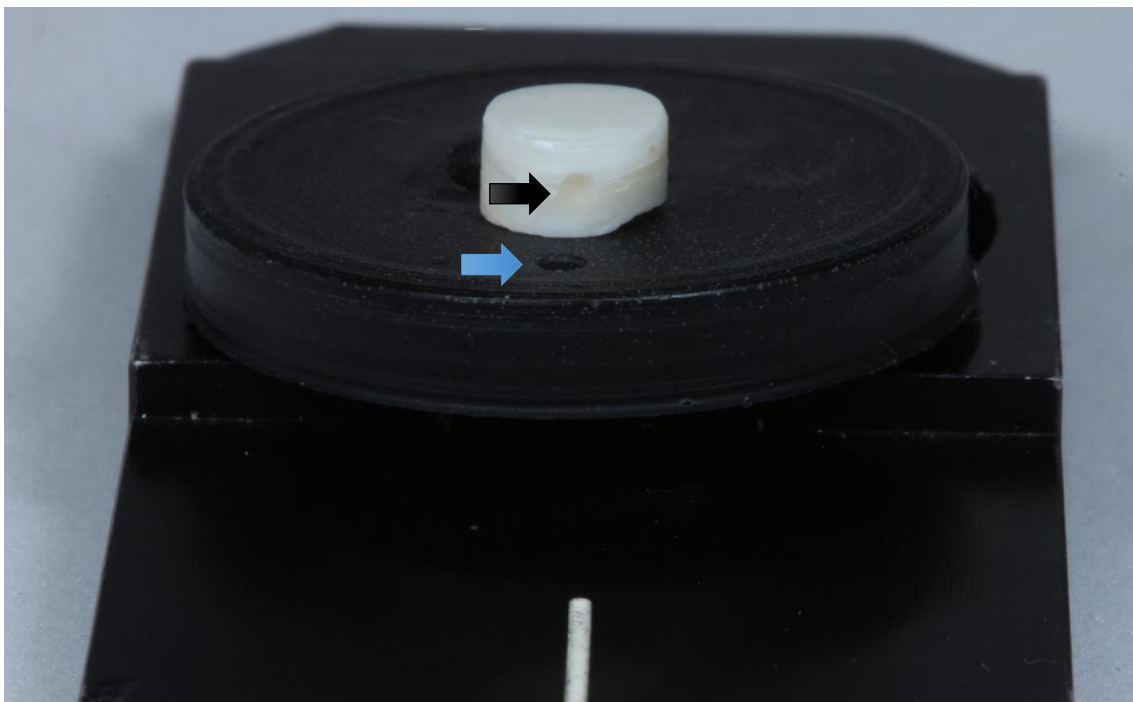
2.2.6. Alteração Cromática Superficial

Para esta análise foram utilizados os 90 dentes (n=10) previamente selecionados de acordo com o item 2.4. As mensurações de cor foram realizadas em espectrofotômetro de Reflexão Ultravioleta Visível*, Modelo UV-2450 (Shimadzu, Kyoto, Japão), a cada sessão de consultório, bem como após o término do tratamento. Este aparelho utiliza o modelo de cores CIE $L^*a^*b^*$, estabelecido pela Comissão Internationale de l'Eclairage – CIE (Comissão Internacional sobre Iluminação), que permite a especificação de percepções de cores em modelos tridimensionais.

As leituras foram realizadas na superfície vestibular dos espécimes e comparadas à leitura inicial, através do comprimento de onda versus reflexão. A axial “L” é conhecida como luminosidade e se estende de 0 (preto) a 100 (branco perfeito). A coordenada “a” representa a quantidade de vermelho (valores positivos) e de verde (valores negativos), enquanto a coordenada “b” representa a quantidade de amarelo (valores positivos) e de azul (valores negativos).

Para realização da leitura foram confeccionados suportes de silicone preto de espessura 4mm e com um orifício no centro com diâmetro de 5,7mm e para que os discos de esmalte/dentina pudessem se encaixar perfeitamente no suporte, padronizando a posição do espécime e fazendo com que o feixe de luz atinja sempre o mesmo local (Figura 3).

Figura 3 – Marcações realizadas nos espécimes (seta preta) e nas matrizes (seta azul) para coincidir o local da mensuração da cor



Os tempos de análise foram: T0- leitura inicial; T1- 7 dias após a primeira sessão clareadora; T2- 7 dias após a segunda sessão clareadora; T3- 7 dias após a terceira sessão de clareamento. Objetivando analisar a estabilização cromática, os espécimes ainda foram analisados em T4- quatorze dias após o término do tratamento.

O sistema CIE L*a*b* calcula a distância de cor entre dois pontos através da fórmula:

$$\Delta E = [(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2]^{1/2}.$$

2.2.7. Índice de clareamento baseado no sistema CIELab (WI_D)

Pérez e colaboradores (2016)²³ propuseram um índice de clareamento para Odontologia que se correlaciona com precisão à percepção do clareamento dentário. O índice de clareamento proposto (WI_D) é uma formulação linear simples, obtida usando

os valores das três coordenadas cromáticas do CIELab. O índice foi calculado em todos os tempos analisados (T0-inicial, T1-primeira, T2-segunda, T3-terceira sessão de clareamento e T4 – 14 dias após o término do tratamento clareador) utilizando a seguinte fórmula:

$$WI_D = (0,511 \times L^*) - (2,324 \times a^*) - (1,100 \times b^*)$$

Valores positivos do índice WI_D indicam maior efeito clareador da amostra, enquanto que valores baixos e até negativos indicam menor efeito clareador da amostra.

2.2.8. Análise da intensidade de fluorescência

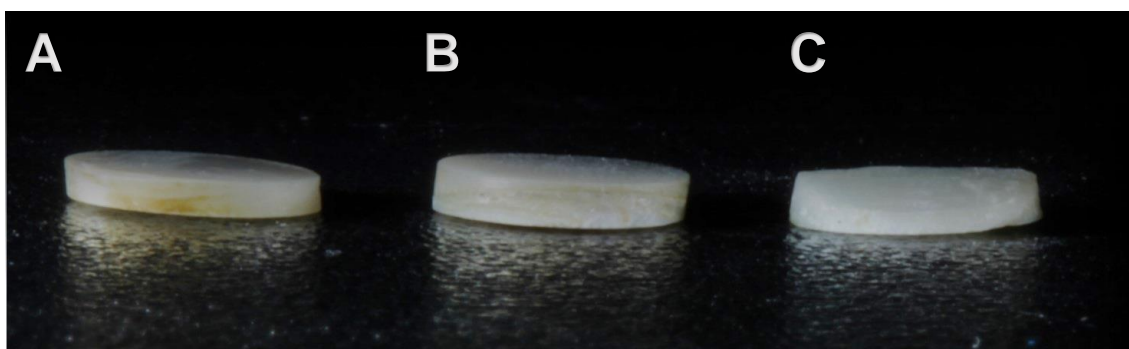
As leituras de intensidade de fluorescência foram realizadas em espectrofluorímetro RF-5301 PC (Shimadzu Corp., Kyoto, Japão) e os espécimes foram fixados de forma que a incidência do feixe de excitação, sendo ele de 380 nm, ocorresse no centro da amostra, com “slits” de emissão e excitação de 1,5 nm de abertura. Os dados, que se encontraram no espectro de luz visível entre 300nm e 500nm, foram registrados e então foi calculada a média dos valores de intensidade de fluorescência. Três leituras foram realizadas em cada espécime e a média aritmética foi utilizada como a média de intensidade de fluorescência do espécime.

2.2.9. Análise da alteração de cor em profundidade

Foram utilizados nesta análise os 135 dentes previamente selecionados como descritos no item 2.2.4. Os espécimes foram seccionados no sentido horizontal, paralelamente à superfície externa do fragmento, objetivando avaliar a profundidade das alterações cromáticas obtidas com as terapias clareadoras testadas. Para tanto os espécimes foram fixados em placas de resina acrílica e seccionados no sentido longitudinal com auxílio de discos diamantados dupla face acoplados no micro-motor,

sob intensa refrigeração a água. Foram obtidas 3 fatias de 0,8 mm de espessura + 0,3mm, sendo um restrito ao esmalte, um envolvendo a união amelo-dentinária e um restrito ao tecido dentinário (Figura 4).

Figura 4 – Fatias de dente obtidos a partir do disco de dente bovino, sendo uma fatia de (a) dentina, uma fatia da (b) junção amelodentinária e uma fatia restrita ao (c) esmalte



Esses cortes foram posicionados em guias de silicone confeccionados na cor preta com diâmetro (5,7mm) e espessura (0,8 mm), correspondente às dimensões do disco a ser analisado. Foram realizadas 3 leituras de cor das duas superfícies de cada disco. A cor foi calculada utilizando a seguinte fórmula:

$$E = [(L)^2 + (a)^2 + (b)^2]^{1/2}.$$

2.2.10. Análise estatística

Após a tabulação, análise descritiva e exploratória dos dados foi constatado o atendimento às pressuposições de normalidade e homogeneidade com o software BioStat 5.0. Em seguida, os dados de fluorescência, análise de cor superficial e índice de clareamento superficial foram submetidos aos testes ANOVA 3 fatores com medidas repetidas e Tukey. Os dados da análise de cor em profundidade e o índice de

clareamento das fatias foram submetidos aos testes estatísticos ANOVA 3 fatores e o teste de Tukey. Foi usado o programa estatístico de software StatView, com nível de significância a 5%.

3. RESULTADOS

- Alteração de cor superficial

Na tabela 1 pode-se observar que em relação aos valores de ΔE , a comparação dos diferentes géis com a mesma fonte de luz mostrou que as alterações cromáticas foram proporcionais às concentrações dos géis, ou seja, produtos mais concentrados proporcionaram as maiores mudanças de cor com exceção do tempo T3, quando PH35%-VIO e PH17,5%-VIO, bem como PH35%-LED e PH17,5%-LED foram semelhantes.

Constatou-se também que todos os grupos que foram tratados com géis clareadores associando ou não às fontes luminosas, bem como o grupo que recebeu apenas a luz violeta (PH35%-SL, PH17,5%-SL, PH35%-LED, PH17,5%-LED, SG-VIO, PH35%-VIO e PH17,5%-VIO) apresentaram mudanças de cor gradativas e contínuas até o final dos procedimentos clareadores (T1, T2, T3), mantendo-se sem alteração no tempo T4. Já os espécimes dos grupos SG-SL e SG-LED não apresentaram alterações cromáticas significativas ao longo do estudo.

Comparando as diferentes fontes luminosas quando empregadas com o mesmo gel (letras sobrescritas), observou-se que SG-VIO diferenciou-se das demais fontes (SG-SL e SG-LED) em todos tempos analisados, mostrando que esta fonte luminosa proporciona alterações cromáticas, mesmo quando aplicada isoladamente. Os grupos PH17,5%-LED e PH17,5%-VIO de uma forma geral foram semelhantes entre si e proporcionaram maiores alterações cromáticas que o grupo PH17,5%-SL, com exceção

de T2, quando o grupo PH17,5%-VIO foi semelhante ao grupo PH17,5%-SL. Nos grupos que receberam PH35% não houve diferença estatística entre as fontes em nenhum dos tempos do estudo.

Tabela 1 – Médias (desvio padrão) dos valores de Delta E para cada grupo nos tempos analisados.

		T1	T2	T3	T4
SL	SG	01,30 (0,56) C a ^b	01,52 (0,42) C a ^b	1,26 (0,50) C a ^b	01,57 (0,39) C a ^b
	PH17,5%	05,64 (1,77) B c ^a	09,42 (1,64) B b ^b	11,62 (1,73) B a ^b	10,90 (2,03) B a ^b
	PH35%	09,55 (1,44) A c ^a	14,24 (1,77) A b ^a	16,33 (1,55) A a ^a	15,58 (2,18) A ab ^a
LED	SG	01,33 (0,52) B a ^b	01,19 (0,31) C a ^b	01,31 (0,32) B a ^b	01,32 (0,37) C a ^b
	PH17,5%	07,83 (2,53) A c ^a	12,59 (2,93) B b ^a	15,08 (2,88) A a ^a	14,28 (2,49) B a ^a
	PH35%	09,44 (1,93) A b ^a	15,55 (2,45) A a ^a	17,25 (2,45) A a ^a	16,38 (2,44) A a ^a
VIO	SG	02,66 (1,85) C c ^a	04,25 (1,61) C b ^a	06,48 (1,54) B a ^a	05,93 (1,52) C ab ^a
	PH17,5%	06,56 (1,66) B c ^a	11,59 (1,21) B b ^{ab}	14,32 (1,47) A a ^a	13,79 (2,95) B a ^a
	PH35%	10,24 (1,12) A c ^a	14,50 (1,61) A b ^a	16,10 (1,85) A a ^a	15,41 (1,28) A a ^a

Letras maiúsculas comparam linhas em cada fonte de luz (géis). Letras minúsculas comparam colunas (tempo). Letras sobrescritas comparam as diferentes fontes luminosas com o mesmo gel (fontes luminosas).

- Índice de clareamento (WI_D)

Na tabela 2 pode-se observar que a pigmentação artificial proporcionou graus semelhantes de WI_D em T0. A comparação da ação dos diferentes géis com a mesma fonte de luz mostrou que nos grupos que receberam LED (SG-LED, PH17,5%-LED e PH35%-LED) e nos que não receberam irradiação (SG-SL, PH17,5%-SL e PH35%-SL), o índice de clareamento foi proporcional às concentrações dos géis a partir do T1, ou

seja, produtos mais concentrados proporcionaram maior efeito clareador. Em relação aos grupos VIO (SG-VIO, PH17,5%-VIO e PH35%-VIO), em todos os tempos analisados o PH17,5%-VIO se assemelhou ao PH35%-VIO, apresentando índice significativamente maior do que o obtido com o grupo sem gel (SG-VIO).

Constatou-se também que todos os grupos que foram tratados com géis clareadores associando ou não às fontes luminosas, bem como o grupo que recebeu apenas a luz violeta (PH35%-SL, PH17,5%-SL, PH35%-LED, PH17,5%-LED, SG-VIO, PH35%-VIO e PH17,5%-VIO) apresentaram efeito clareador gradativos e contínuos até o final dos procedimentos clareadores (T0, T1, T2 e T3), sendo que os grupos PH17,5%-SL, PH35%-SL e PH35%-VIO mantiveram o efeito clareador 14 dias após o término do tratamento clareador (T4), enquanto que os grupos PH35%-SL, PH17,5%-LED, SG-VIO e PH17,5%-VIO assemelharam ao efeito clareador obtido no T2. Já os espécimes dos grupos SG-SL e SG-LED não apresentaram alterações significativas no índice clareador ao longo do estudo.

Comparando as diferentes fontes luminosas quando empregadas com o mesmo gel (letras sobrescritas), observou-se que SG-VIO diferenciou-se das demais fontes (SG-SL e SG-LED) a partir de T2, mostrando que esta fonte luminosa proporcionou efeito clareador nos espécimes, mesmo quando aplicada isoladamente. Os grupos PH17,5%-LED e PH17,5%-VIO de uma forma geral foram semelhantes entre si e proporcionaram maiores alterações no índice clareador do que o grupo PH17,5%-SL de T2 a T4. Em relação aos grupos que receberam PH35%, no T4, o PH35%-VIO apresentou o menor efeito clareador, diferenciando-se apenas do PH35%-LED.

Tabela 2 – Médias (desvio padrão) dos valores de WI_D para cada grupo nos tempos analisados.

		T0	T1	T2	T3	T4
SL	SG	11,76 (1,25) Aa ^a	11,24 (1,58) Ca ^a	11,51 (2,17) Ca ^b	11,64 (1,75) Ca ^b	11,75 (1,92) Ca ^b
	PH17,5%	11,79 (5,41) Ad ^a	18,33 (4,44) Bc ^a	22,14 (4,71) Bb ^b	28,28 (2,59) Ba ^b	28,43 (2,59) Ba ^b
	PH35%	11,53 (2,92) Ad ^a	26,11 (3,05) Ac ^a	29,70 (2,08) Ab ^a	35,06 (2,91) Aa ^a	31,50 (2,91) Ab ^{ab}
LED	SG	11,88 (4,83) Aa ^a	11,58 (4,49) Ca ^a	11,83 (3,36) Ca ^b	12,13 (3,93) Ca ^b	11,64 (2,32) Ca ^b
	PH17,5%	11,17 (4,03) Ad ^a	19,50 (4,56) Bc ^a	27,06 (2,41) Bb ^a	31,05 (2,90) Ba ^{ab}	29,65 (2,90) Bab ^{ab}
	PH35%	11,70 (3,29) Ac ^a	24,40 (2,37) Ab ^a	32,09 (2,35) Aa ^a	34,48 (2,17) Aa ^a	33,57 (2,17) Aa ^a
VIO	SG	11,33 (5,45) Ad ^a	13,15 (4,49) Bcd ^a	15,65 (3,23) Bbc ^a	19,45 (3,70) Ba ^a	18,18 (3,67) Bab ^a
	PH17,5%	11,83 (2,82) Ad ^a	22,23 (3,64) Ac ^a	27,22 (2,52) Ab ^a	32,75 (3,42) Aa ^a	31,93 (3,42) Ab ^a
	PH35%	11,74 (3,14) Ad ^a	25,49 (3,85) Ac ^a	29,61 (3,97) Ab ^a	34,39 (2,83) Aa ^a	29,58 (2,83) Aa ^b

Letras maiúsculas comparam linhas em cada fonte de luz (géis). Letras minúsculas comparam colunas (tempo). Letras sobrescritas comparam as diferentes fontes luminosas com o mesmo gel (fontes luminosas).

- Fluorescência

Em relação aos valores de intensidade de fluorescência, a tabela 3 mostra que na comparação entre os diferentes géis com a mesma luz utilizada, não foi possível observar diferença estatística em nenhum tempo analisado, independente da luz utilizada.

Ao longo do tratamento clareador apenas os grupos que receberam PH35% apresentaram diferença estatística. Os grupos PH35%-SL e PH35%-VIO aumentaram os valores até T2 retornando aos valores iniciais em T3 e T4. O PH35%-LED reduziu os valores em T1, e a partir do T2 restabeleceu a normalidade. Os demais grupos não apresentaram diferença estatística.

Observando a influência das diferentes fontes luminosas quando utilizadas com o mesmo gel clareador, observou-se que nos tempos T1 e T2 o PH35%-LED proporcionou menores valores de fluorescência em relação ao PH35%-VIO e o PH35%-SL. Nos demais tempos analisados não houve diferença estatística, independente do gel utilizado.

Tabela 3 – Médias (desvio padrão) dos valores de fluorescência para cada grupo nos tempos analisados

		T0	T1	T2	T3	T4
SL	SG	279,52 (74,16) Aa ^a	278,31 (52,74) Aa ^a	282,07 (44,61) Aa ^a	276,06 (66,12) Aa ^a	275,47 (71,55) Aa ^a
	PH17,5%	272,72 (77,24) Aa ^a	267,37 (74,02) Aa ^a	286,79 (99,59) Aa ^a	275,46 (77,43) Aa ^a	274,94 (76,46) Aa ^a
	PH35%	257,88 (81,21) Ab ^a	304,82 (76,70) Aab ^a	319,45 (59,06) Aa ^a	264,27 (89,45) Aab ^a	262,58 (74,68) Aab ^a
LED	SG	261,13 (72,44) Aa ^a	262,93 (97,05) Aa ^a	265,78 (51,07) Aa ^a	263,28 (57,69) Aa ^a	264,44 (71,46) Aa ^a
	PH17,5%	270,03 (72,45) Aa ^a	220,31 (42,40) Aa ^a	246,28 (36,87) Aa ^a	240,45 (69,67) Aa ^a	245,03 (49,55) Aa ^a
	PH35%	245,80 (59,63) Aa ^a	195,67 (36,52) Ab ^b	236,84 (53,26) Aab ^b	216,98 (59,58) Aab ^a	225,78 (41,79) Aa ^a
VIO	SG	246,61 (81,66) Aa ^a	272,40 (99,87) Aa ^a	280,46 (93,45) Aa ^a	266,49 (77,25) Aa ^a	256,16 (74,59) Aa ^a
	PH17,5%	261,22 (79,90) Aa ^a	280,56 (69,68) Aa ^a	277,40 (56,89) Aa ^a	228,40 (73,09) Aa ^a	252,77 (67,84) Aa ^a
	PH35%	281,00 (69,78) Aab ^a	298,10 (63,39) Aa ^a	322,65 (91,22) Aa ^a	216,98 (48,95) Ab ^a	254,51 (45,21) Aab ^a

Letras maiúsculas comparam linhas em cada fonte de luz (géis). Letras minúsculas comparam colunas (tempo). Letras sobrescritas comparam as diferentes fontes luminosas com o mesmo gel (fontes luminosas).

- Alteração de cor em profundidade

Na tabela 4 é possível observar que entre os grupos que não receberam luz, o tratamento com PH35% proporcionou os maiores valores em todas as regiões analisadas, sendo que os valores obtidos pelo tratamento PH17,5%-SL foram

semelhantes ao SG-SL em todas as fatias analisadas. Com relação à irradiação com LED, observou-se que no esmalte o grupo SG-LED, apresentou os menores valores, diferenciando-se do PH17,5%-LED e do PH35%-LED, que foi estatisticamente superior aos demais. Na região amelodentinária o PH35%-LED proporcionou as maiores alterações, enquanto que PH17,5%-LED permaneceu semelhante ao SG-LED, que obteve os valores mais baixos. Já no tecido dentinário o SG-LED se assemelhou tanto ao grupo PH17,5%-LED quanto ao grupo PH35%-LED. Em relação à irradiação com o LED Violeta (VIO), o grupo PH35%-VIO apresentou maior valor no esmalte, dentina e JAD, enquanto que o PH17,5%-VIO e o SG foram semelhantes.

Quando analisamos o efeito das terapias nas diferentes regiões (minúsculas na horizontal), inicialmente nos grupos que não receberam nenhuma luz (SL), observou-se que o grupo SG-SL valores mais elevados de cor no tecido dentinário. Quando se empregou o produto a base de PH17,5% as 3 regiões avaliadas foram semelhantes e quando se utilizou o gel mais concentrado o esmalte e a JAD apresentaram valores mais elevados do que a dentina. A comparação da cor das regiões irradiadas pela luz LED mostra que os espécimes que não receberam gel apresentaram o esmalte com uma coloração inferior às observadas na JAD e na dentina. As três regiões dos espécimes clareados com o gel a base de PH17,5% foram semelhantes, enquanto que nos espécimes que receberam o PH35% o esmalte e a JAD apresentaram os valores mais elevados. Por fim, a comparação entre as regiões dos espécimes que receberam a luz Violeta, mostrou que após o uso isolado desta fonte, a JAD apresentou valores mais elevados. A associação da luz com PH17,5% deixou o esmalte semelhante a todas as estruturas, mas a dentina ficou com resultados inferiores aos observados na JAD. Finalmente, quando associou o LED Violeta com o PH35%, todas as regiões foram semelhantes.

Comparando a ação das diferentes fontes luminosas (letras sobrescritas), observou-se que o grupo SG-VIO gerou resultados superiores aos observados nos

grupos SG-LED ou SG-SL ao nível de esmalte e JAD. Na dentina todas as fontes foram semelhantes entre si. Analisando os grupos PH17,5%, o PH17,5%-VIO apresentou os maiores valores nas fatias mais superficiais (esmalte e JAD), porém, na JAD, o PH17,5%-VIO assemelhou-se ao PH17,5%-SL e no esmalte assemelhou-se apenas ao PH17,5%-LED. Na dentina não houve diferença estatística. Em relação aos grupos PH35%, o grupo PH35-LED apresentou os menores valores, diferenciando dos demais grupos (PH35%-SL e PH35%-VIO). Em dentina, o grupo PH35%-VIO apresentou os maiores valores, diferenciando-se das demais fontes luminosas avaliadas (PH35%-SL e PH35%-LED).

Tabela 4 – Médias (desvio padrão) dos valores absoluto da cor para cada grupo em diferentes profundidades.

		Esmalte	JAD	Dentina
SL	SG	52,64 (4,18) B b ^b	57,49 (3,19) B a ^b	59,96 (1,56) B a ^a
	PH17,5%	55,05 (1,67) B a ^b	60,51 (2,91) B a ^a	58,99 (3,31) B a ^a
	PH35%	67,51 (4,17) A a ^a	68,87 (1,80) A a ^a	63,51 (3,63) A b ^b
LED	SG	50,55 (5,01) C b ^b	56,85 (7,45) B a ^b	58,73 (3,37) AB a ^a
	PH17,5%	57,64 (3,46) B a ^{ab}	58,40 (3,12) B a ^b	56,21 (2,86) B a ^a
	PH35%	61,72 (5,02) A a ^b	62,61 (4,51) A a ^b	60,31 (4,29) A b ^b
VIO	SG	58,03 (1,03) B b ^a	62,18 (2,84) B a ^a	60,14 (1,72) B ab ^a
	PH17,5%	59,85 (3,57) B ab ^a	62,90 (2,54) B a ^a	57,89 (4,09) B b ^a
	PH35%	67,39 (1,64) A a ^a	68,29 (2,53) A a ^a	67,04 (1,81) A a ^a

Letras maiúsculas comparam linhas em cada fonte de luz (géis). Letras minúsculas comparam colunas (profundidade). Letras sobrescritas comparam as diferentes fontes luminosas com o mesmo gel (fontes luminosas).

- Índice clareador para análise em profundidade

A tabela 5 apresenta o índice de clareamento das diferentes regiões, sendo possível observar que entre os grupos que não receberam luz, o tratamento com PH35% proporcionou o maior efeito clareador em todas as regiões analisadas, enquanto que efeito clareador obtido pelo tratamento PH17,5%-SL foi sempre semelhante ao SG-SL em todas as fatias analisadas. Com relação à irradiação com LED e ao Led Violeta, observou-se que em esmalte o efeito clareador foi proporcional à concentração do gel utilizado. Na região JAD e na dentina o PH17,5%-LED foi semelhante ao SG-LED e estatisticamente diferente do PH35%-LED, que alcançou os maiores valores.

Quando analisamos o efeito das terapias nas diferentes regiões (minúsculas na horizontal), inicialmente nos grupos que não receberam nenhuma luz (SL), observou-se que o grupo SG-SL não apresentou diferença estatística entre as regiões analisadas. Quando se empregou o produto a base de PH17,5% e Ph35% o esmalte e a JAD apresentaram valores mais elevados do que a dentina. A comparação da cor das regiões irradiadas pela luz LED mostra que os espécimes que não receberam gel apresentaram a dentina com uma coloração inferior às observadas na JAD, sendo ambas semelhantes ao esmalte. Nos espécimes que receberam o Ph17,5% e PH35% o esmalte apresentou os valores mais elevados, diferenciando das demais regiões. Por fim, a comparação entre as regiões dos espécimes que receberam a luz Violeta, mostrou que após o uso isolado desta fonte, a JAD apresentou valores mais elevados. A associação da luz com PH17% proporcionou diferença entre todas as regiões analisadas, sendo que esmalte apresentou os maiores valores e dentina os menores valores. Finalmente, quando associou o led Violeta com o PH35%, as regiões esmalte e JAD foram semelhantes, e a dentina apresentou os menores valores.

Comparando a ação das diferentes fontes luminosas (letras sobrescritas), observou-se que o grupo SG-VIO gerou um efeito clareador superior ao observado nos grupos SG-LED ou SG-SL à nível de esmalte e JAD. Na dentina todos as fontes foram

semelhantes entre si. Analisando os grupos PH17,5%, o PH17,5-VIO apresentou os maiores valores em todas as fatias analisadas, porém, no esmalte e dentina, o PH17,5-VIO assemelhou-se somente ao PH17,5-LED, e na JAD se diferenciou dos demais grupos (PH17,5%-SL e PH17,5%-LED). Em relação aos grupos PH35%, o grupo PH35%-LED apresentou os menores valores em todas as fatias analisadas, porém somente na dentina que apresentou semelhança estatística com o grupo PH35%-SL.

Tabela 5 – Médias (desvio padrão) do WI_d para cada grupo em diferentes profundidades.

		Esmalte	JAD	Dentina
SL	SG	11,31 (3,02) B a ^{ab}	11,33 (0,73) B a ^b	9,21 (1,76) B a ^a
	PH17,5%	10,97 (5,16) B a ^b	13,41(2,04) B a ^b	6,58 (2,75) B b ^b
	PH35%	35,61 (3,63) A a ^a	35,68 (4,50) A a ^a	18,05 (6,31) A b ^b
LED	SG	10,98 (2,65) C ab ^b	11,53 (2,38) B a ^b	8,42 (3,23) B b ^a
	PH17,5%	23,53 (5,36) B a ^a	13,40 (2,87) B b ^b	10,90 1,59) B b ^a
	PH35%	27,90 (3,67) A a ^b	19,29 (3,67) A b ^b	15,33 (3,89) A b ^b
VIO	SG	15,63 (4,13) C b ^a	20,84 (3,33) B a ^a	10,36 (3,57) B c ^a
	PH17,5%	26,69 (3,05) B a ^a	21,73 (5,41) B b ^a	11,18 (2,69) B c ^a
	PH35%	37,16 (1,81) A a ^a	36,50 (2,49) A a ^a	22,84 (2,75) A b ^a

Letras maiúsculas comparam linhas em cada fonte de luz (géis). Letras minúsculas comparam colunas (profundidade). Letras sobrescritas comparam as diferentes fontes luminosas com o mesmo gel (fontes luminosas).

3.1. DISCUSSÃO

Embora os tratamentos clareadores em consultório possam fornecer uma rápida mudança cromática, eles também têm efeitos colaterais importantes, o que foi

comprovado em vários experimentos.^{10, 11, 25} Em contraste, a técnica caseira, embora eficaz e biologicamente pouco contestada, ainda apresenta algumas desvantagens como a necessidade de uso diário da moldeira, alteração cromática mais lenta, além do comprometimento da adesão que todos os procedimentos clareadores causam.²⁶⁻²⁹

Nesse sentido, clarear os dentes sem submetê-los aos efeitos colaterais típicos de terapias baseadas na aplicação tópica de peróxidos pode resultar em uma mudança de paradigma da Odontologia, abrindo possibilidades para tratamentos mais seguros. A possibilidade de usar luz violeta com ou sem associação com o gel clareador chamou a atenção de profissionais e pesquisadores, embora existam apenas duas publicações que exploram o assunto.^{17, 30} Lago et al. (2016) realizaram um caso clínico utilizando esse tipo de luz para clareamento dental e observaram que essa técnica foi eficaz, alterando a cor de A3 para A1 em apenas três sessões de clareamento realizado pelo Led Violeta.³⁰ As sessões de clareamento foram realizadas por um protocolo semelhante ao da presente pesquisa, ou seja, durou 30 minutos, com 20 ciclos de 1 minuto de irradiação com intervalos de 30 segundos entre os ciclos.

O presente estudo avaliou alternativas de protocolos “in office” com o objetivo de manter a eficácia do clareamento, utilizando uma fonte de LED violeta para decompor parcial ou totalmente as moléculas cromóforas.¹⁷ Os resultados deste estudo mostraram que a luz violeta não influenciou na eficácia dos tratamentos que utilizaram peróxidos a 35%, sendo observadas alterações cromáticas semelhantes, independentemente do uso da luz. Provavelmente, a alta disponibilidade de peróxidos no tecido dentário mascarou o possível efeito da luz. Assim, os três grupos que receberam este gel apresentaram, de uma forma geral, resposta mais rápida tanto na alteração cromática, como no efeito clareador.

O uso de substâncias clareadoras mais concentradas favoreceu uma alteração cromática mais rápida e intensa no início do tratamento, com tendência de resultados iguais entre os diferentes protocolos quando analisados por longos períodos, negando

assim a primeira hipótese nula deste estudo. Existem relatos de saturação cromática após três sessões de clareamento,^{10, 24} entretanto, no presente estudo houve alteração cromática e efeitos clareadores significativos mesmo após a terceira sessão de clareamento. É possível que esse fato esteja relacionado à pigmentação do substrato, o que permitiu obter valores de Delta E maiores que 16, fato que dificilmente ocorrerá em condições clínicas de rotina, cujos valores de Delta E estão estabilizados entre 5 a 8,34.³¹

Corroborando com essa informação, de Oliveira Duque et al. (2017) compararam o desempenho de um gel clareador à base de PH a 10% com o tratamento tradicional com 35% de PH.³¹ Os autores observaram que o gel menos concentrado foi eficaz na terapia de clareamento; no entanto, enfatizaram que para alcançar o efeito clareador desejado é imprescindível aumentar o número de sessões. Os autores também observaram que os dentes pré-molares atingiram a saturação da mudança de cor na quinta sessão, enquanto os incisivos centrais saturaram na segunda sessão, quando foi utilizado peróxido de hidrogênio a 35%. Ao utilizar um gel experimental à base de PH 10%, observaram que os espécimes com espessura de pré-molares não atingiram a saturação de cor mesmo após seis sessões de aplicação de 15 minutos cada, enquanto que nos incisivos centrais, a saturação foi obtida na quinta sessão de clareamento.

Destaque deve ser dado ao uso isolado do LED Violeta, uma vez que o seu emprego, sem qualquer associação com géis contendo peróxidos, propiciou uma alteração cromática e efeito clareador significativo ao longo do tempo de estudo. Embora este grupo tenha apresentado menor efeito branqueador quando comparado aos tratamentos com géis tradicionais, deve-se observar que a alteração seria clinicamente perceptível, pois ultrapassou o valor de 3,3, considerado visualmente detectável, fato comprovado pela análise do índice Wid.^{32, 33} O estudo desta nova tecnologia pode ser promissor e deve evoluir para se viabilizar na prática clínica, possibilitando o clareamento com redução da exposição aos peróxidos.

Ressalta-se que a alteração de cor observada no grupo que recebeu somente a luz violeta, provavelmente tenha ocorrido em razão da quebra das moléculas pigmentantes pela luz violeta, uma vez que não foi observado, visualmente, quaisquer resíduos de pigmentos no meio de armazenamento, o que poderia sugerir lixiviação da pigmentação produzida pelo chá. Segundo Zanin (2016), as moléculas pigmentantes da estrutura dentária são fotorreceptoras e, portanto, altamente reativas à luz.¹⁷ Acredita-se que o comprimento de onda da luz violeta (405-410 nm) coincide com o pico de absorção das moléculas de pigmento presentes na estrutura dental¹⁷. Esse fato faz com que a luz agite as moléculas, dividindo-as em compostos menores e mais claros.¹⁷

Panhoca et al. (2015) estudaram a eficácia da luz violeta em dentes pigmentados e obtiveram resultados semelhantes aos observados no presente estudo.³⁴ No entanto, os autores não compararam os resultados do uso da luz com a técnica tradicional com o gel clareador, enfatizando apenas que o uso da luz violeta foi efetivo para o clareamento dental. Já no presente estudo, observou-se que a luz isolada produziu resultados significativamente inferiores daqueles obtidos a partir de técnicas convencionais, com clara necessidade de aumentar o número de sessões fototerápicas ou associar o Led violeta com géis clareadores para obter um efeito clareador desejável.

O uso da luz híbrida LED/Laser proporcionou resultados semelhantes ao uso do LED Violeta quando associados com géis clareadores, porém quando utilizado sem gel clareador, o LED/laser não apresentou eficácia. Isso porque o comprimento de onda utilizado neste aparelho (480nm) é maior do que o comprimento de onda das moléculas que pigmentam o dente, não ocorrendo o mesmo mecanismo que ocorre com o LED violeta. Porém, logo na primeira sessão, o uso do LED/laser intensificou o efeito clareador do PH17,5%, assemelhando-se ao grupo que recebeu a mesma irradiação com PH35%. Este fato pode estar relacionado com a boa interação da luz com o produto, que pela coloração apresentada,³⁵ libera com maior facilidade as EROs.

Para a avaliação da cor dos dentes, sabe-se que o uso do espectrofotômetro e os parâmetros CIE Lab são precisos e eficazes para a determinação de cor de unidades dentárias.^{10, 11, 24, 36, 37} Neste sistema a coordenada L* indica a luminosidade, e seus valores podem ser numerados de zero a 100, onde o zero é preto, 100 é branco. Os parâmetros a* e b* indicam a direção da cor, onde os valores positivos de a* indicam a cor vermelha e os valores positivos de b* indicam a cor amarela. Os valores negativos de a* indicam cor verde e os valores negativos de b* indicam cor azul. Os valores do centro são considerados espécimes sem coloração.

Embora o sistema CIELAB seja usado rotineiramente na pesquisa de cor em odontologia,^{10, 11, 24, 31, 32, 36-38} a percepção de efeito clareador pode diferir dos resultados encontrados com a alteração de cor baseado nas coordenadas do sistema CIELAB. Em função disso, Perez et al. (2016) propôs um índice (WId,) que permite correlacionar de maneira mais adequada os resultados visuais encontrados após a realização de um tratamento clareador com as coordenadas do sistema CIELAB, sendo possível verificar se houve um clareamento ou escurecimento dental.²³ Neste caso, altos valores do WId indicam maior efeito clareador dos espécimes, enquanto que valores baixos indicam o menor efeito clareador.

Sendo assim, neste estudo podemos observar, que a luz violeta potencializou o efeito clareador do PH17,5% e quando utilizado isoladamente foi possível observar efeito clareador no último tempo analisado (T4), corroborando com o efeito clareador observado nos casos clínicos apresentados até o presente momento utilizando peróxidos de baixa concentrações ou até mesmo o uso isolado da luz.^{30, 36, 39}

O presente estudo também avaliou a fluorescência dentária ao longo do tratamento clareador. Fluorescência é a propriedade de uma substância que absorve luz e em seguida a emite espontaneamente em um comprimento de onda maior. Em Odontologia, a fluorescência tem sido assumida como absorção de luz ultra-violeta (UV)

e emissão de luz visível na região espectral do azul.⁴⁰ Segundo Yu e Lee (2008) o dente natural emite uma forte fluorescência azul sob ação da luz UV.⁴¹

Em um estudo sobre o tema, utilizando a espectroscopia Raman e microscopia de varredura confocal a laser, Gotz et al. (2007) observaram diminuição na fluorescência após o clareamento, contrapondo aos resultados encontrados neste estudo, que foi observado pouca oscilação durante o tratamento clareador.⁴² Spitzer e Bosch (1976) afirmam que a matéria orgânica do esmalte e dentina é a responsável pela fluorescência dos elementos dentários.¹⁸ Especula-se que as alterações encontradas na fluorescência dos tecidos após o clareamento possam estar ligadas às alterações no conteúdo orgânico do esmalte e dentina.^{42, 43}

Levando este fato em consideração, vale ressaltar que neste estudo os dentes receberam pigmentação com chá preto. Neste caso, acredita-se que o agente clareador agiu inicialmente no conteúdo orgânico do chá, fazendo com que somente o gel a 35% produzisse uma redução significativa e transitória da fluorescência, restabelecendo os valores de normalidade em T4, negando assim a segunda hipótese nula. Acredita-se que este restabelecimento dos valores esteja associado com a reorganização do conteúdo orgânico dos elementos dentários após a conclusão do tratamento clareador.

Além disso, outro fato que pode explicar tais resultados, é que o chá utilizado na pigmentação contém as catequinas, que são antioxidantes químicos capazes de destruir radicais livres, sendo a epigallocatequina-galato (EGCG) a mais ativa e presente no mesmo. Sabe-se que estes polifenóis são capazes de promover aumento da resistência à degradação enzimática, o que levaria a um aumento da estabilidade de colágeno e conseqüentemente pouca alteração da fluorescência durante os tratamentos clareadores.⁴⁴

Por se tratar de umas das propriedades ópticas mais importantes do dente, é importante avisar o paciente sobre as possíveis alterações em algumas situações em

que a luz negra esteja presente, mas que são temporárias. De qualquer modo, o desenvolvimento de espectrofluorímetros portáteis será bem-vindo para se avaliar clinicamente a real influência das técnicas clareadoras na fluorescência dentária.

Em relação à cor em profundidade, no presente estudo avaliou-se separadamente as alterações ocorridas no esmalte, dentina como também na região da junção amelo-dentinária. Foi observado que todas as regiões, de fato, apresentaram alterações no valor absoluto da cor quando comparado com o grupo controle, sendo estas compatíveis com o efeito clareador, negando assim a terceira hipótese nula deste estudo. Os dados obtidos, de certa forma ratificam as observações já conhecidas em estudos prévios.^{45, 46, 47}

Pelas Tabelas 4 e 5 podemos observar que o clareamento com PH a 35% e 17,5% não apresentaram diferenças estatísticas para os substratos estudados. Sendo assim, tanto as alterações cromáticas do esmalte como as da dentina apresentam papel importante no resultado final do tratamento. Estes achados descartam a possibilidade do efeito do clareamento ser exclusivamente devido ao mascaramento superficial do esmalte, como destacado por Chiappinelli e Walton (1992).⁴⁸

Vale ressaltar que o uso da luz violeta isoladamente proporcionou que a região da JAD apresentasse valor cromático semelhante ao do grupo PH35% com a irradiação da mesma luz, mostrando que a luz violeta foi capaz de incidir e penetrar na superfície do esmalte, atingindo e modificando as características ópticas desta região mais profunda. Porém, nos discos obtidos no tecido dentinário, não foi possível observar o mesmo desempenho, mostrando que o Led violeta se limita à JAD, agindo nos pigmentos ali presentes. Apesar de existirem alguns relatos sobre a eficácia desta fonte,^{17, 24, 36, 39, 49} esta informação é bastante importante pois até o momento não há estudos sobre a sua profundidade de ação.

Além disso, foi possível constatar que quando se utilizou o PH 35% sem uso de nenhuma irradiação, os discos de dentina apresentaram menores valores. O mesmo não foi observado quando alguma luz foi utilizada. Isso nos mostra que o uso da luz potencializou o efeito do gel clareador na dentina mais profunda, fazendo com se assemelhasse à cor do esmalte dentário, que naturalmente é mais claro que a dentina.

Por se tratar de uma nova tecnologia são obrigatórios os estudos dos efeitos adversos das terapias, as propriedades mecânicas da dentina, bem como as propriedades ópticas. Os resultados observados deixam dúvidas sobre o efeito das terapias testadas frente a outros agentes pigmentantes, bem como sobre a estabilidade cromática em períodos maiores de acompanhamento. No entanto, os resultados trazem luz para uma perspectiva interessante de clarear os dentes sem ou com menor exposição ao agente oxidante.

3.2. CONCLUSÃO

Neste estudo, concluiu-se que:

- 1- O uso de luz violeta ou led/laser em associação com 17,5% de gel PH aumentaram o efeito clareador;
- 2- A luz violeta isolado clareou os dentes, porém em menor intensidade do que a associação com os géis clareadores à base de PH;
- 3- O Led violeta foi capaz de clarear até a região JAD, enquanto que o uso do PH 35%, associando ou não com fontes luminosas, foi possível clarear até nível de dentina.

3.3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Haywood VB & Heymann HO (1989) Nightguard vital bleaching Quintessence Int 20(3) 173-176.
2. Arwill T, Myrberg N & Soremark R (1969) Penetration of radioactive isotopes through enamel and dentine. II. Transfer of ^{22}Na in fresh and chemically treated dental tissues Odontol Revy 20(1) 47-54.
3. Hanks CT, Fat JC, Wataha JC & Corcoran JF (1993) Cytotoxicity and dentin permeability of carbamide peroxide and hydrogen peroxide vital bleaching materials, in vitro J Dent Res 72(5) 931-938, 10.1177/00220345930720051501.
4. Pashley DH (1988) Consideration of dentine permeability in cytotoxicity testing Int Endod J 21(2) 143-154.
5. Joiner A (2006) The bleaching of teeth: a review of the literature J Dent 34(7) 412-419, 10.1016/j.jdent.2006.02.002.
6. Luk K, Tam L & Hubert M (2004) Effect of light energy on peroxide tooth bleaching J Am Dent Assoc 135(2) 194-201; quiz 228-199.
7. De Moor RJ, Verheyen J, Verheyen P, Diachuk A, Meire MA, De Coster PJ, De Bruyne M & Keulemans F (2015) Laser teeth bleaching: evaluation of eventual side effects on enamel and the pulp and the efficiency in vitro and in vivo ScientificWorldJournal 2015 835405, 10.1155/2015/835405.
8. Buchalla W & Attin T (2007) External bleaching therapy with activation by heat, light or laser--a systematic review Dent Mater 23(5) 586-596, 10.1016/j.dental.2006.03.018.
9. Kwon SR, Oyoyo U & Li Y (2013) Effect of light activation on tooth whitening efficacy and hydrogen peroxide penetration: an in vitro study J Dent 41 Suppl 3 e39-45, 10.1016/j.jdent.2012.12.003.
10. de Almeida LC, Soares DG, Gallinari MO, de Souza Costa CA, Dos Santos PH & Briso AL (2015) Color alteration, hydrogen peroxide diffusion, and cytotoxicity caused by

in-office bleaching protocols Clin Oral Investig 19(3) 673-680, 10.1007/s00784-014-1285-3.

11. Goncalves RS, Costa CA, Soares DG, dos Santos PH, Cintra LT & Briso AL (2016) Effect of Different Light Sources and Enamel Preconditioning on Color Change, H₂O₂ Penetration, and Cytotoxicity in Bleached Teeth Oper Dent 41(1) 83-92, 10.2341/14-364-I.

12. Marson FC, Goncalves RS, Silva CO, Cintra LT, Pascotto RC, Santos PH & Briso AL (2015) Penetration of hydrogen peroxide and degradation rate of different bleaching products Oper Dent 40(1) 72-79, 10.2341/13-270-I.

13. Anderson DG, Chiego DJ, Jr., Glickman GN & McCauley LK (1999) A clinical assessment of the effects of 10% carbamide peroxide gel on human pulp tissue J Endod 25(4) 247-250, 10.1016/s0099-2399(99)80152-6.

14. Kina JF, Huck C, Riehl H, Martinez TC, Sacono NT, Ribeiro AP & Costa CA (2010) Response of human pulps after professionally applied vital tooth bleaching Int Endod J 43(7) 572-580, 10.1111/j.1365-2591.2010.01713.x.

15. Costa CA, Riehl H, Kina JF, Sacono NT & Hebling J (2010) Human pulp responses to in-office tooth bleaching Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 109(4) e59-64, 10.1016/j.tripleo.2009.12.002.

16. Seale NS, McIntosh JE & Taylor AN (1981) Pulpal reaction to bleaching of teeth in dogs J Dent Res 60(5) 948-953, 10.1177/00220345810600051701.

17. Zanin F (2016) Recent Advances in Dental Bleaching with Laser and LEDs Photomed Laser Surg 34(4) 135-136, 10.1089/pho.2016.4111.

18. Spitzer D & Bosch JJ (1976) The total luminescence of bovine and human dental enamel Calcif Tissue Res(2) 201-208.

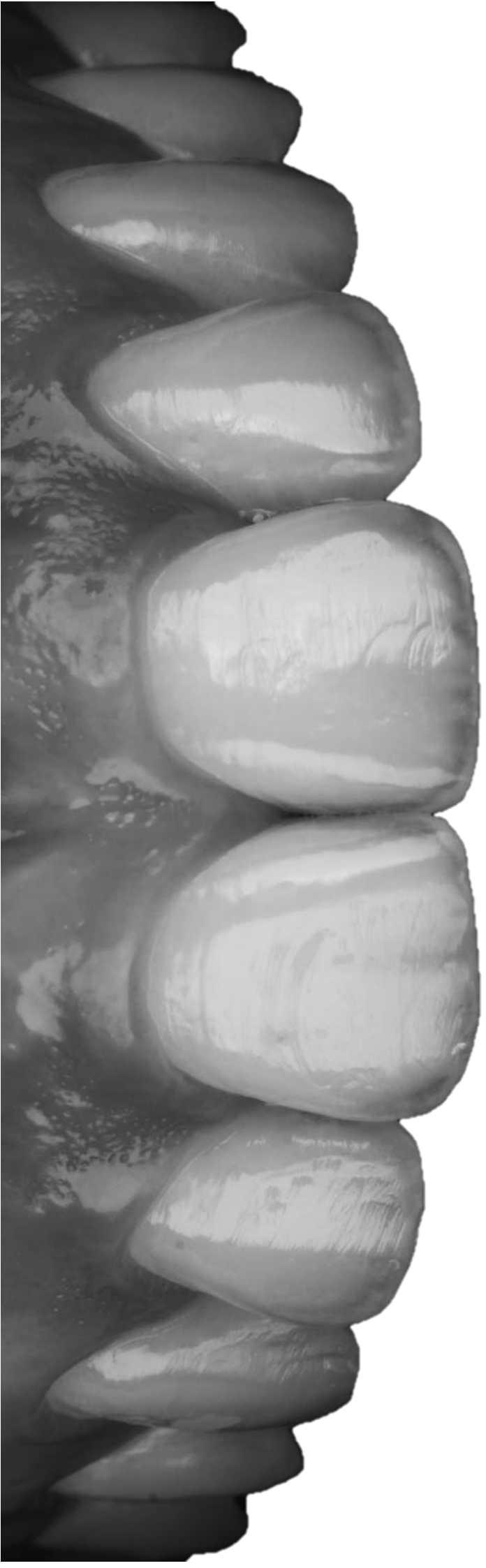
19. Soares DG, Basso FG, Hebling J & de Souza Costa CA (2014) Concentrations of and application protocols for hydrogen peroxide bleaching gels: effects on pulp cell viability and whitening efficacy J Dent 42(2) 185-198, 10.1016/j.jdent.2013.10.021.

20. Wetter NU, Barroso MC & Pelino JE (2004) Dental bleaching efficacy with diode laser and LED irradiation: an in vitro study *Lasers Surg Med* 35(4) 254-258, 10.1002/lsm.20103.
21. Guan YH, Lath DL, Lilley TH, Willmot DR, Marlow I & Brook AH (2005) The measurement of tooth whiteness by image analysis and spectrophotometry: a comparison *J Oral Rehabil* 32(1) 7-15, 10.1111/j.1365-2842.2004.01340.x.
22. Matis BA, Cochran MA, Eckert GJ & Matis JI (2007) In vivo study of two carbamide peroxide gels with different desensitizing agents *Oper Dent* 32(6) 549-555, 10.2341/07-10.
23. Perez Mdel M, Ghinea R, Rivas MJ, Yebra A, Ionescu AM, Paravina RD & Herrera LJ (2016) Development of a customized whiteness index for dentistry based on CIELAB color space *Dent Mater* 32(3) 461-467, 10.1016/j.dental.2015.12.008.
24. Gallinari MO, Fagundes TC, da Silva LM, de Almeida Souza MB, Barboza A & Briso A (2019) A New Approach for Dental Bleaching Using Violet Light With or Without the Use of Whitening Gel: Study of Bleaching Effectiveness *Oper Dent*, 10.2341/17-257-I.
25. Alonso de la Pena V & Lopez Raton M (2014) Randomized clinical trial on the efficacy and safety of four professional at-home tooth whitening gels *Oper Dent* 39(2) 136-143, 10.2341/12-402-c.
26. Vaz MM, Lopes LG, Cardoso PC, Souza JB, Batista AC, Costa NL, Torres EM & Estrela C (2016) Inflammatory response of human dental pulp to at-home and in-office tooth bleaching *J Appl Oral Sci* 24(5) 509-517, 10.1590/1678-775720160137.
27. Briso ALF, Rahal V, Sundfeld RH, Santos PH & Alexandre RS (2014) Effect of Sodium Ascorbate on Dentin Bonding After Two Bleaching Techniques *Oper Dent* 39(2) 195-203.
28. Briso AL, Toseto RM, Rahal V, dos Santos PH & Ambrosano GM (2012) Effect of sodium ascorbate on tag formation in bleached enamel *J Adhes Dent* 14(1) 19-23, 10.3290/j.jad.a21492.

29. Sundfeld RH, Briso AL, De Sa PM, Sundfeld ML & Bedran-Russo AK (2005) Effect of time interval between bleaching and bonding on tag formation Bull Tokyo Dent Coll 46(1-2) 1-6.
30. Lago ADN, Ferreira WDR & Furtado GS (2017) Dental bleaching with the use of violet light only: Reality or Future? Photodiagnosis Photodyn Ther 17 124-126, 10.1016/j.pdpdt.2016.11.014.
31. Machado LS, Anchieta RB, dos Santos PH, Briso AL, Tovar N, Janal MN, Coelho PG & Sundfeld RH (2016) Clinical Comparison of At-Home and In-Office Dental Bleaching Procedures: A Randomized Trial of a Split-Mouth Design Int J Periodontics Restorative Dent 36(2) 251-260, 10.11607/prd.2383.
32. de Oliveira Duque CC, Soares DG, Basso FG, Hebling J & de Souza Costa CA (2017) Influence of enamel/dentin thickness on the toxic and esthetic effects of experimental in-office bleaching protocols Clin Oral Investig 21(8) 2509-2520, 10.1007/s00784-017-2049-7.
33. Vichi A, Ferrari M & Davidson CL (2004) Color and opacity variations in three different resin-based composite products after water aging Dent Mater 20(6) 530-534, 10.1016/j.dental.2002.11.001.
34. Panhoca V, de Oliveira BP & Bagnato V (2015) Dental bleaching efficacy with light application: In vitro study International Photodynamics Association World Congress Photodiagnosis and Photodynamic Therapy 357.
35. Benetti F, Lemos CAA, de Oliveira Gallinari M, Terayama AM, Briso ALF, de Castilho Jacinto R, Sivieri-Araujo G & Cintra LTA (2018) Influence of different types of light on the response of the pulp tissue in dental bleaching: a systematic review Clin Oral Investig 22(4) 1825-1837, 10.1007/s00784-017-2278-9.
36. de Oliveira Gallinari M, Angelo Cintra LT, de Almeida Souza MB, Souza Barboza AC, Bueno Esteves LM, Fagundes TC & Fraga Briso AL (2019) Clinical analysis of color change and tooth sensitivity to violet LED during bleaching treatment: a case series with split-mouth design Photodiagnosis Photodyn Ther, 10.1016/j.pdpdt.2019.05.016.

37. Dietschi D, Rossier S & Krejci I (2006) In vitro colorimetric evaluation of the efficacy of various bleaching methods and products Quintessence Int 37(7) 515-526.
38. Cintra LT, Benetti F, Ferreira LL, Gomes-Filho JE, Ervolino E, Gallinari Mde O, Rahal V & Briso AL (2016) Penetration Capacity, Color Alteration and Biological Response of Two In-office Bleaching Protocols Braz Dent J 27(2) 169-175, 10.1590/0103-6440201600329.
39. de Souza Rastelli AN, Dias HB, Carrera ET, de Barros ACP, Dos Santos DDL, Panhoca VH & Bagnato VS (2018) Violet LED associated to low concentration carbamide peroxide on the dental bleaching: A case report Photodiagnosis Photodyn Ther, 10.1016/j.pdpdt.2018.06.021.
40. Rudd KD, Morrow RM, Welker WA & Jendresen MD (1967) Some uses of fluorescence in prosthodontics J Prosthet Dent 18(6) 543-549.
41. Yu B & Lee YK (2008) Differences in color, translucency and fluorescence between flowable and universal resin composites J Dent 36(10) 840-846, 10.1016/j.jdent.2008.06.003.
42. Gotz H, Duschner H, White DJ & Klukowska MA (2007) Effects of elevated hydrogen peroxide 'strip' bleaching on surface and subsurface enamel including subsurface histomorphology, micro-chemical composition and fluorescence changes J Dent 35(6) 457-466, 10.1016/j.jdent.2007.01.004.
43. Berger SB, Pavan S, Vidal Cde M, Santos PH, Giannini M & Bedran-Russo AK (2012) Changes in the stiffness of demineralized dentin following application of tooth whitening agents Acta Odontol Scand 70(1) 56-60, 10.3109/00016357.2011.575176.
44. Hiraishi N, Sono R, Sofiqul I, Yiu C, Nakamura H, Otsuki M, Takatsuka T & Tagami J (2013) In vitro evaluation of plant-derived agents to preserve dentin collagen Dent Mater 29(10) 1048-1054, 10.1016/j.dental.2013.07.015.
45. Sulieman M, Addy M, Macdonald E & Rees JS (2005) The bleaching depth of a 35% hydrogen peroxide based in-office product: a study in vitro J Dent 33(1) 33-40, 10.1016/j.jdent.2004.07.008.

46. Wiegand A, Vollmer D, Foitzik M, Attin R & Attin T (2005) Efficacy of different whitening modalities on bovine enamel and dentin Clin Oral Investig 9(2) 91-97, 10.1007/s00784-004-0291-2.
47. Kugel G, Petkevis J, Gurgan S & Doherty E (2007) Separate whitening effects on enamel and dentin after fourteen days J Endod 33(1) 34-37, 10.1016/j.joen.2006.07.012.
48. Chiappinelli JA & Walton RE (1992) Tooth discoloration resulting from long-term tetracycline therapy: a case report Quintessence Int 23(8) 539-541.
49. Kury M, Resende BAL, da Silva DP, Wada EE, Antonialli FM, Giannini M & Cavalli V (2019) Clinical Application of Violet LED In-office Bleaching with or without Traditional Systems: Case Series Oral Health and Dental Studies 2(1) 11.



3. Capítulo 2

3. Capítulo 2

Effects of LED Violet or LED/Laser irradiation during bleaching treatment on H₂O₂ diffusion, intrapulp temperature, cell viability and substrate permeability

Short Title: Deleterious effects of violet light

Marjorie de Oliveira Gallinari¹, Carlos Alberto de Souza Costa², Livia Maria Alves Valentim da Silva¹, Diana Gabriela Soares³, Carla Carolina de Oliveira Duque², André Luiz Fraga Briso¹

¹ Department of Restorative Dentistry, São Paulo State University (UNESP), School of Dentistry, Araçatuba, SP, Brazil

² Department of Physiology and Pathology, São Paulo State University (UNESP), School of Dentistry, Araraquara, SP, Brazil

³ Department of Operative Dentistry, Endodontics and Dental Materials, Bauru School of Dentistry, University of São Paulo, Bauru, SP, Brazil

Corresponding author:

Profa. Associado André Luiz Fraga Briso

Disciplina de Dentística, Faculdade de Odontologia do Campus de Araçatuba, UNESP

Rua José Bonifácio 1193, CEP: 16015-050, Araçatuba, SP, Brasil.

Phone: +55-18-3636-3201 Fax: +55-18-3636-3332. E-mail: andre.briso@unesp.br

***De acordo com as instruções aos autores do periódico Operative Dentistry**

(<https://www.elsevier.com/journals/journal-of-dentistry/0300-712?generatepdf=true>)

Efeitos da irradiação do LED violeta ou LED/Laser durante o tratamento clareador na difusão de H₂O₂, temperatura intrapulpal, viabilidade celular e permeabilidade do substrato

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de diferentes fontes luminosas aplicadas sobre os géis clareadores quanto à difusão do peróxido de hidrogênio (PH), a resposta das células odontoblastóides, temperatura intrapulpal e permeabilidade dos substratos. Para tanto, 342 dentes bovinos (n=38) foram distribuídos aleatoriamente em 9 grupos: SG-SL, PH17,5%-SL, PH35%-SL, SG-LED, PH17,5%-LED, PH35%-LED, SG-VIO, PH17,5%-VIO e PH35%-VIO. Foram realizadas três sessões de clareamento e as fontes luminosas seguiram as instruções de uso do fabricante. Quantificação do PH difundido (n=10), análise da viabilidade celular (MTT, n=6) e morfologia celular (MEV, n=2), temperatura intrapulpal (n=10) e permeabilidade dos substratos (n=10), foram realizadas, sendo os dados submetidos aos testes estatísticos ANOVA Two-way e teste de Tukey, ao nível de significância de 5%. A difusão de HP foi significativamente maior nos grupos clareados com gel contendo 35% de HP, principalmente quando o produto foi irradiado com luz LED/Laser. Os tratamentos com PH35 resultaram em maiores danos às células, com exceção do grupo ativado pelo LED Violeta, quando os dados obtidos foram semelhantes, independentemente do gel utilizado. O emprego do LED/Laser potencializou os danos gerados pelo tratamento com HP 17,5%, porém seu uso não influenciou na temperatura intrapulpal. A irradiação do gel placebo com a Luz Violeta, reduziu a viabilidade celular e aumentou a temperatura intrapulpal

Palavras-chaves: peróxido de hidrogênio, citotoxicidade, temperatura

Effects of LED Violet or LED/Laser irradiation during bleaching treatment on H₂O₂ diffusion, intrapulp temperature, cell viability and substrate

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of different light sources applied on the bleaching gels regarding hydrogen peroxide (PH) diffusion, odontoblast cell response, intrapulp temperature and substrate permeability. For this, 342 bovine teeth (n = 38) were randomly distributed in 9 groups: SG-SL, PH17,5%-SL, PH35%-SL, SG-LED, PH17,5%-LED, PH35%-LED, SG-VIO, PH17,5%-VIO and PH35%-VIO. Three whitening sessions were performed and the light sources followed the manufacturer's instructions for use. Quantification of widespread PH (n = 10), cell viability analysis (MTT, n = 6) and cell morphology (SEM, n = 2), intrapulp temperature (n = 10) and substrate permeability (n = 10) were evaluated. The data were submitted to two-way ANOVA and Tukey test at a significance level of 5%. HP diffusion was significantly higher in gel-bleached groups containing 35% HP, especially when the product was irradiated with LED / Laser light. PH35 treatments resulted in greater damage to cells, except for the group activated by the Violet LED, when the data obtained were similar, regardless of the gel used. The use of LED / Laser enhanced the damage generated by the treatment with HP 17.5%, but its use did not influence the intrapulp temperature. Irradiation of placebo gel with Violet Light reduced cell viability and increased intrapulp temperature.

Key-words: hydrogen peroxide, cytotoxicity, temperature

3.1. INTRODUÇÃO

Acredita-se que o clareamento das estruturas dentárias ocorra devido à difusão das espécies reativas de oxigênio (EROs), principalmente o peróxido de hidrogênio (PH) através dos tecidos dentários.¹⁻³ As EROs são moléculas extremamente reativas que ao se ligarem aos cromóforos presentes no esmalte e dentina, causam sua oxidação e transformando-os em moléculas menores, o que resulta no clareamento dos dentes submetidos a esta terapia estética.^{4, 5}

Estudos mostram que além de promover efeito clareador, o PH e os subprodutos gerados de sua decomposição também podem causar alterações na morfologia e composição do esmalte dentário, o que parece estar associado ao aumento da permeabilidade desse tecido.⁶⁻⁸

Já na dentina, as EROs circulam facilmente pelos túbulos dentinários e, conseqüentemente podem alcançar o tecido pulpar, constituindo a causa mais provável da sensibilidade dentária pós clareamento. A difusão do PH pelas estruturas dentárias tem sido comprovada por várias pesquisas.¹⁰⁻¹⁵

No intuito de acelerar e aumentar a eficácia do tratamento clareador, produtos com altas concentrações de PH têm sido desenvolvidos e associados com diferentes fontes luminosas como luz halógena, diodos emissores de luz (LED), laser e outras.¹⁶ Estas associações baseiam-se na hipótese de que a luz projetada sobre um produto clareador seja absorvida e, parcialmente, convertida em calor, aumentando a liberação de EROs com alto poder oxidativo, o que favorece o resultado estético do tratamento realizado em consultório.¹⁷ No entanto, apesar de ser a técnica preferida por muitos profissionais e pacientes, o emprego de fontes de luz para irradiar géis clareadores com elevadas concentrações de PH tem sido relacionado com o comprometimento da saúde pulpar.^{12, 13, 18}

Objetivando amenizar estes efeitos colaterais negativos, tem sido recentemente proposto o emprego do LED Violeta (VIO) (λ 405 – 410 nm) para o clareamento dentário, associando-o ou não aos géis clareadores.¹⁹ A faixa do comprimento de onda do VIO coincide com o pico de absorção das moléculas pigmentadas, interagindo de forma seletiva e quebrando-as em partes menores e incolores.¹⁹ No entanto, não há estudos demonstrando a eficácia desta nova modalidade de terapia de clareamento e seus possíveis efeitos colaterais em comparação com as técnicas convencionais.

Em relação à eficácia clareadora do VIO, recentemente Gallinari e colaboradores analisaram, *in vitro*, a alteração cromática proporcionada pelo emprego isolado do VIO, bem como quando associado a géis clareadores com diferentes concentrações.²⁰ Baseado nos dados obtidos, os autores praticamente descartaram a possibilidade de substituir o clareamento tradicional de consultório, no qual são utilizados géis com elevados concentrações de PH, pela aplicação isolada da luz violeta. No entanto, naquelas condições experimentais foi constatado aumento da alteração cromática, quando o Led Violeta foi associado com géis de baixa concentração.²⁰ Assim, apesar desta alteração cromática ter sido potencializada pelo uso da luz Violeta, este benefício estético deve ser acompanhado pela redução da penetração de PH na câmara pulpar e pela segurança biológica do procedimento.^{12, 13}

Neste contexto, umas das preocupações recorrentes quando se emprega fontes luminosas no tratamento clareador relaciona-se com a produção e propagação do calor para o interior do espaço pulpar.^{17, 21-25} Além disso, sabe-se que a grande vantagem desta nova técnica de clareamento dentário seria a possibilidade de realizar uma terapia sem incorporação de produtos químicos oxidativos tóxicos. Porém, surgem muitas dúvidas com relação aos possíveis efeitos colaterais relacionados com a permeabilidade da estrutura dentária, bem como à segurança biológica do emprego deste tipo de luz. De toda forma, a possibilidade de se clarear dentes expondo-o a uma

menor quantidade de EROs altamente reativos pode representar a quebra de um dos paradigmas atuais da Odontologia estética, merecendo ser profundamente estudada

3.2. OBJETIVOS

O objetivo deste estudo foi comparar os efeitos que o uso do VIO ou o uso de uma luz LED/Laser, associando ou não à géis clareadores de diferentes concentrações, podem causar sobre células odontoblastóides (citotoxicidade) e no interior da câmara pulpar (variação da temperatura e difusão do PH) bem como na alteração da permeabilidade dos substratos.

As hipóteses nulas testadas foram que a associação de diferentes fontes luminosas com géis de concentrações variadas não interferiria:

- 1- Na penetração trans-amelodentinária do PH;
- 2- Na citotoxicidade do tratamento clareador;
- 3- Na alteração da temperatura intrapulpar;
- 4- Na permeabilidade das diferentes estruturas dentais (esmalte e dentina)

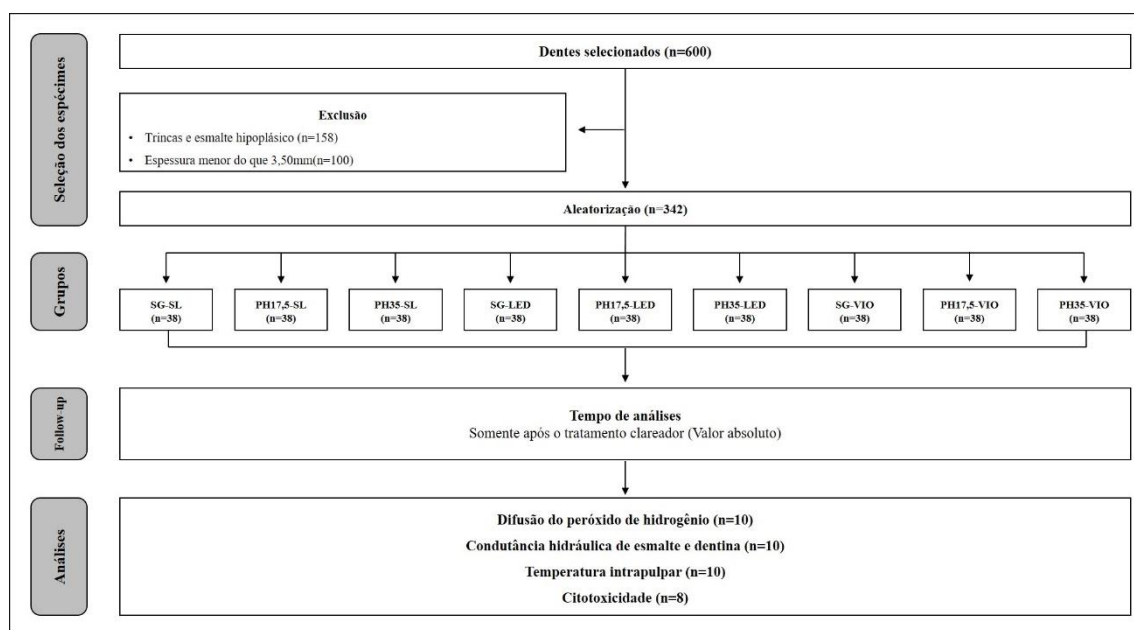
3.3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.3.1. Delineamento experimental

Este estudo fatorial randomizado incluiu os seguintes fatores: (1) géis clareadores (sem gel, PH 35% e PH 17.5%); (2) fontes luminosas (sem luz, LED/Laser e VIO). Foram utilizados um total de 342 incisivos permanentes bovinos, que foram divididos aleatoriamente em 9 grupos, de acordo com a variável de resposta em análise: condutância hidráulica de esmalte e dentina (n=10), análise da temperatura intrapulpar (n=10), quantificação do peróxido de hidrogênio (n=10), testes de citotoxicidade (n=8),

sendo eles o teste de MTT (n=6) e a análise da morfologia celular através de microscopia eletrônica de varredura (MEV) (n=2) (Figura 1).

Figura 1 – Fluxograma indicando a seleção dos espécimes destacando os dentes excluídos, a alocação nos grupos de estudos, acompanhamento e análises durante o estudo



3.3.2. Preparação dos espécimes

Os dentes selecionados foram limpos com curetas periodontais, seguidos de profilaxia com pedra-pomes e água, utilizando uma escova Robinson (KG Sorensen Ind. E Com. Ltd., Cotia, São Paulo, Brasil) em baixas velocidades. Para evitar a proliferação bacteriana, os dentes limpos foram armazenados em soro fisiológico contendo 0,1% de timol e mantidos em geladeira a aproximadamente 4°C até o início da fase experimental. Os discos de dentina e esmalte medindo 5,7 mm de diâmetro foram obtidos com brocas de diamante para corte de vidro (Dinser Ferramentas Diamantadas Ltd., São Paulo, São Paulo, Brasil). Em seguida, todos os discos foram submetidos à regularização da superfície dentinária por meio de movimentos rotatórios manuais sobre lixas de óxido

de alumínio de granulação 400 e 600 (T469-SF-Noton, Saint-Gobain Abrasivos Ltda., Jundiaí, São Paulo, Brasil), até apresentarem a espessura de 3,7 mm (1,3 mm de esmalte e 2,4 mm de dentina + 0,2 mm), medida com paquímetros digitais (modelo 500-144B, Mitutoyo Sul América Ltda, São Paulo, São Paulo, Brasil).

Para as análises de temperatura intrapulpar, difusão do PH e da viabilidade celular, os discos foram colocados em câmaras pulpares artificiais (CPAs), que são compostas de dois compartimentos. O compartimento superior com um diâmetro de abertura de 8 mm e a parte inferior com uma abertura de 6 mm, permitindo a adaptação da amostra. O compartimento inferior tinha perfurações laterais que permitiam a circulação da solução usada para quantificar o H₂O₂ que penetrava no espécime. Para auxiliar na fixação dos discos dentais, foram utilizados dois anéis de silicone com diâmetro interno de 4,47 mm e 1,78 mm de espessura (OR 008; Rolemag - Rolamentos e Peças Ltda, Araçatuba, SP, Brasil) e cera rosa fundida. Com as câmaras pulpares artificiais montadas, os tratamentos clareadores foram realizados, conforme descrito a seguir.

3.3.3. Tratamento clareador e irradiação

Os **grupos SG-SL (Sem gel-Sem Luz), SG-LED (sem Gel-Led) e SG-VIO (Sem gel-Violeta)** não receberam géis clareadores, sendo considerados controles. A forma de emprego de cada fonte luminosa está descrita posteriormente.

Nos **grupos PH17,5%-SL, PH17,5%-LED e PH17,5%-VIO** foram aplicados gel clareador à base de peróxido de hidrogênio a 17,5% (Whiteness HP Maxx - FGM Produtos Odontológicos, Joinville, Santa Catarina, Brasil). Para tanto, um gel clareador a 35% (Whiteness HP Maxx - FGM Produtos Odontológicos, Joinville, Santa Catarina, Brasil) foi diluído na proporção 3:3:2, sendo 3 gotas de peróxido, 3 gotas de água e 2 gotas do espessante.²⁰ A mistura obtida foi aspirada por uma micropipeta de líquidos

viscosos (Microman M100E, Gilson, Middleton, WI) e 40 µL foram depositados na superfície do esmalte e mantidos durante 15 minutos. Posteriormente, o produto foi reaplicado duas vezes, totalizando 45 minutos de contato entre o gel clareador e o esmalte dentário (Quadro 1).

Para os **grupos PH35%-SL, PH35%-LED e PH35%-VIO** foi utilizado o gel clareador à base de peróxido de hidrogênio 35%. Para tanto, a manipulação do produto foi realizada de acordo com as recomendações do fabricante, misturando 3 gotas de peróxido de hidrogênio com uma gota do agente espessante. O modo de aplicação e a quantidade do gel clareador foram os mesmos descritos nos grupos anteriores.

Durante o tratamento clareador, espécimes dos **grupos SG-SL, PH17,5%-SL e PH35%-SL** foram mantidos dentro de uma câmara escura, evitando a irradiação de qualquer tipo de fonte de luz. Os **grupos SG-LED, PH17,5%-LED e PH35%-LED** foram irradiados com uma fonte de luz de LED/Laser (Branqueamento Lase II, DMC Equipamentos Ltda, São Carlos, SP, Brasil) composto por 6 LEDs, com comprimento de onda de 470 nm, bem como 3 emissores laser infravermelhos com um comprimento de onda de 808 nm. A fonte de luz foi irradiada por 3 minutos em cada troca do produto clareador, com 1 minuto de repouso, totalizando 9 minutos de irradiação nos dentes. Os **grupos SG-VIO, PH17,5%-VIO e PH35%-VIO** foram irradiados com uma fonte de luz de LED violeta (Bright Maxx Whitening Light Source, MMOptics Ltda., São Carlos, São Paulo, Brasil), com um comprimento de onda de 405 -410 nm. A luz violeta foi irradiada durante 7 min em cada troca do produto de branqueamento.

Quadro 1 – Divisão dos grupos experimentais de acordo com a terapia clareadora adotada.

Grupos	Posologia Gel	Posologia Luz
SG-SL	-----	
PH17,5%-SL	PH 17,5% 3 sessões de 3 aplicações semanais de 15 minutos, com intervalo de 7 dias entre cada sessão	-----
PH35%-SL	PH 35% 3 sessões de 3 aplicações semanais de 15 minutos, com intervalo de 7 dias entre cada sessão	
SG-LED	-----	LED / Laser*
PH17,5%-LED	PH 17,5% 3 sessões de 3 aplicações semanais de 15 minutos, com intervalo de 7 dias entre cada sessão	(470 nm)
PH35%-LED	PH 35% 3 sessões de 3 aplicações semanais de 15 minutos, com intervalo de 7 dias entre cada sessão	1 irradiação de luz por 3 minutos à cada troca do gel clareador
SG-VIO	-----	LED Violeta**
PH17,5%-VIO	PH 17,5% 3 sessões de 3 aplicações semanais de 15 minutos, com intervalo de 7 dias entre cada sessão	(405-410nm)
PH35%-VIO	PH 35% 3 sessões de 3 aplicações semanais de 15 minutos, com intervalo de 7 dias entre cada sessão	1 irradiação de luz por 7 minutos à cada troca do gel clareador

* Whitening Lase II, DMC Equipamentos Ltda, São Carlos, SP, Brasil

** Fotoclareador Bright Maxx Whitening, MMOptics Ltda., São Carlos, SP, Brasil

3.3.4. Penetração trans-amelodentinária de H₂O₂

Os discos foram adaptados a uma Câmara Pulpar Artificial (CPA), um dispositivo desenvolvido no Laboratório de Patologia Experimental e Biomateriais da Faculdade de Odontologia de Araraquara-Unesp. Cada CPA apresenta 2 compartimentos: o da porção superior, apresenta uma abertura de 8 mm de diâmetro, e outra abaixo com 6 mm de abertura, permitindo o posicionamento e travamento adequado do espécime; a porção inferior apresenta perfurações laterais que permitem a circulação da solução utilizada para quantificar o peróxido penetrado no espécime.

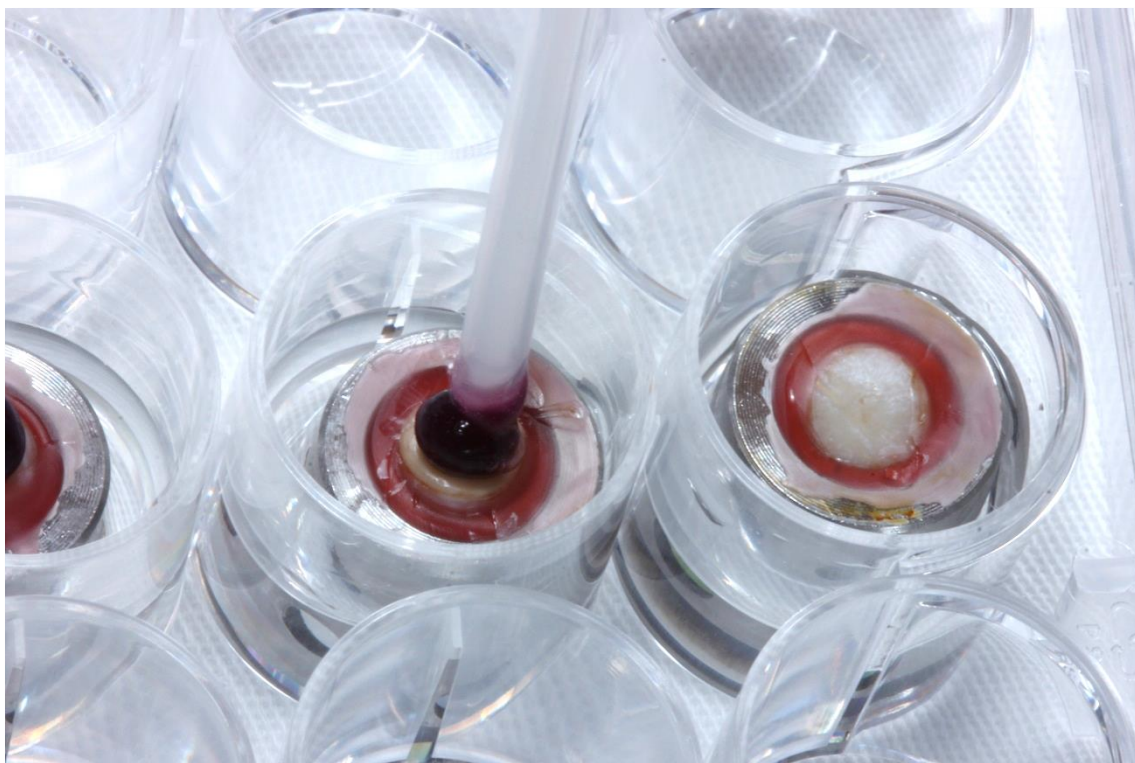
Os espécimes foram posicionados nas CPAs entre dois anéis de silicone com diâmetro interno de 4,47 mm e espessura de 1,78 mm (Veda-Ata, Araçatuba, SP, Brasil). Em seguida, foi realizado vedamento adicional com cera rosa fundida nº 7 (Wilson®, Polidental, Cotia, SP, Brasil) (Figura 2).

Figura 2 – Posicionamento dos espécimes na câmara pulpar artificial e vedamento com cera rosa fundida nº 7



Com as câmaras pulpares artificiais montadas, os tratamentos clareadores foram realizados, conforme a descrição realizada no item 3.3.3, para cada grupo experimental (Figura 3). Destaca-se que os produtos clareadores utilizados foram manipulados, conforme descrito anteriormente e foi aspirado 40µL do produto obtido por uma pipeta específica para líquidos viscosos e em seguida, os géis foram depositados sobre cada espécime, conforme o protocolo estabelecido para cada grupo.

Figura 3 – Material clareador sobre os discos de esmalte/dentina adaptados nas CPAs



Nos momentos em que o tratamento clareador não estavam sendo realizados, os espécimes permaneceram em contato com uma bolinha de algodão umedecida com saliva artificial a 37°C.

Preparo das soluções e penetração trans-amelodentinária de H₂O₂

Para quantificar o H₂O₂ que penetra através dos discos de esmalte e dentina, 1 mL de solução tampão de acetato foram despejados em casulos (placas de cultura celular) que também receberam as CPAs. A superfície dentinária permaneceu em contato com essa solução e o peróxido de hidrogênio difundido através da estrutura dental fez parte da mesma. Após o clareamento foi então adicionada a solução de corante violeta leucocristal e a solução contendo enzima peroxidase.

Para o preparo da solução tampão de acetato foram misturadas, em volumes iguais, as soluções previamente manipuladas de acetato de sódio 2M e ácido acético 2M. O pH resultante foi ajustado para 4,5.¹²

Para a solução de leucocristal, o corante violeta leucocristal foi dissolvido em solução ácido clorídrico (HCl 0,5% v/v), obtendo assim uma solução com concentração 0,5 mg/ml.¹²

A solução com enzima peroxidase foi confeccionada com peroxidase extraída de rábano silvestre diluído em água deionizada, com a obtenção de uma solução com concentração de 1mg/ml.

Este método foi preconizado por Mottola e colaboradores (1970) e baseia-se na reação do peróxido de hidrogênio e violeta leucocristal, catalizado pela enzima peroxidase.²⁶ A coloração dessa mistura varia sua intensidade de acordo com a quantidade de peróxido (Figura 4). Assim, como a absorbância é proporcional à concentração do peróxido, foi possível avaliar indiretamente a quantidade de peróxido que difundiu da superfície dental para a solução contida na CPA.

Figura 4 – Solução com coloração azulada indicando a reação do PH com a enzima peroxidase



A leitura da solução foi realizada com o Espectrofotômetro de Reflexão Ultravioleta Visível*, Modelo UV-2450 (Shimadzu, Kyoto, Japão), 30 minutos após cada sessão clareadora (Figura 5).

Os valores obtidos das leituras das soluções de concentração conhecida e das obtidas das placas acrílicas após o clareamento permitirão criar um gráfico de absorvância \times concentração que foi utilizado para a determinação da difusão do peróxido para o interior da CPA.

Figura 5 - Espectrofotômetro de Reflexão Ultravioleta Visível*, Modelo UV-2450 (Shimadzu, Kyoto, Japão)



3.3.5. Citotoxicidade celular

Esta etapa experimental foi realizada no Laboratório de Patologia Experimental e Biomateriais da Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP, em colaboração com o Prof. Dr. Carlos Alberto de Souza Costa. Foram utilizados 90 incisivos bovinos, divididos aleatoriamente em 9 grupos (n=10). A obtenção e padronização dos espécimes foi realizada da mesma maneira mencionada anteriormente. Dos 10 blocos de cada grupo, 8 foram utilizados para realizar o teste metabólico MTT e 2 espécimes foram destinados à análise da morfologia de celular através da microscopia eletrônica de varredura das células.

Cultura de células

Para avaliação da citotoxicidade dos materiais experimentais foram utilizadas células imortalizadas de linhagem odontoblástica MDPC-23. Estas células foram

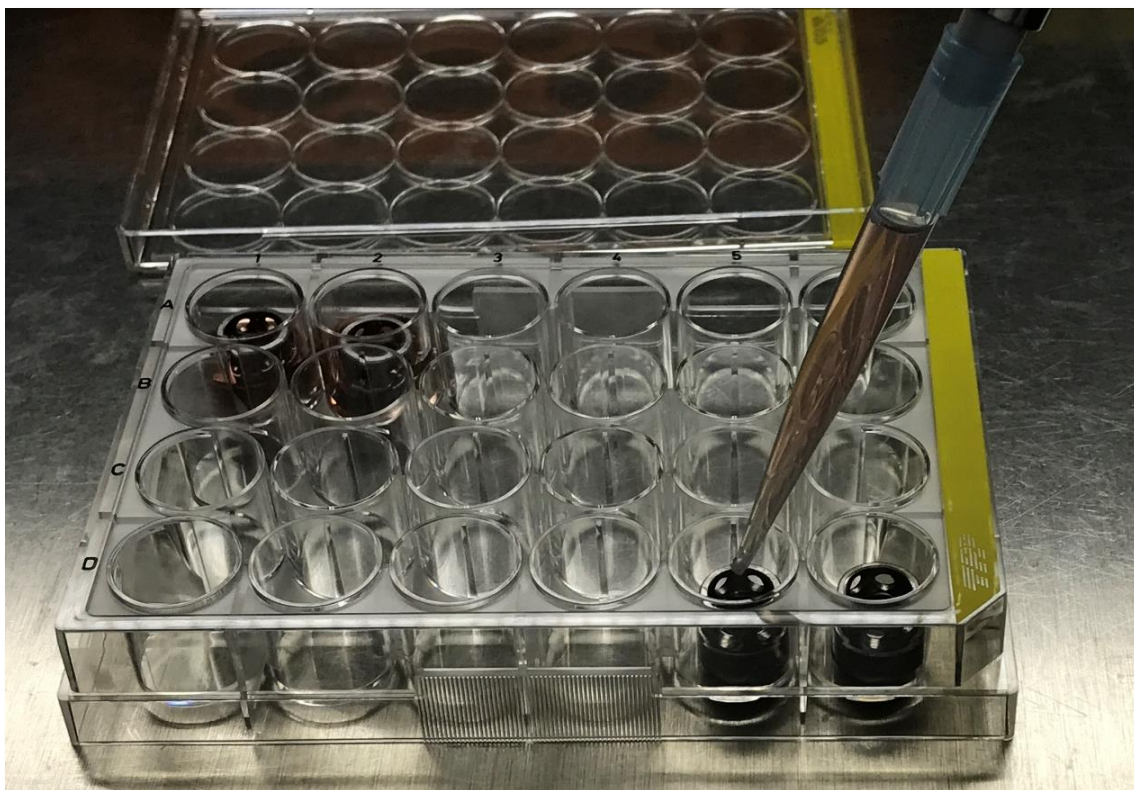
descongeladas e cultivadas em garrafas plásticas de 75 cm² (Costar Corp., Cambridge, MA, USA) em meio de cultura Dulbecco's Modified Eagle's Medium (DMEM, SIGMA Chemical Co., St. Louis, MO, USA) contendo 10% de soro fetal bovino (SFB, Cultilab, Campinas, SP, Brasil), 100 IU/mL e 100 µg/mL, respectivamente, de penicilina e estreptomicina, e 2 mmol/L de glutamina (GIBCO, Grand Island, NY, USA). As células foram subcultivadas a cada 3 dias em incubadora (Isotemp Fisher Scientific, Pittsburgh, PA, USA) com atmosfera umedecida contendo 5% de CO₂, 95% de ar e temperatura de 37°C. Esta subcultura foi obtida a partir do deslocamento das células que estavam aderidas ao substrato plástico da base das garrafas de 75cm² através de aplicação de EDTA 0,05M em tampão fosfato pelo tempo de 5 minutos na temperatura de 37°C. As células foram suspensas em DMEM contendo 10% de soro fetal bovino e contadas em microscopia de luz invertida, utilizando-se para isto uma câmara de Newbauer. Assim, o repique das células foi realizado diversas vezes até que se obteve o número adequado de células para execução da pesquisa.

Avaliação da citotoxicidade

Em seguida, as CPAs contendo os discos adaptados foram esterilizados em óxido de etileno (ACECIL - Central de Esterilização Com. Ind. Ltda, Campinas, SP, Brasil) foram levados para câmara de fluxo laminar (Bio Protector Plus 12, Veco do Brasil – Ind. Com. de Equipamentos Ltda, Campinas, SP, Brasil), sendo este conjunto disco/dispositivo colocados de maneira invertida nos compartimentos “wells” das placas de acrílico de 24 “wells” (Coastar Corp. Cambridge, MA, USA). Assim, as superfícies pulpares dos discos ficaram posicionadas para cima (Figura 6), permitindo que as células MDPC-23 fossem semeadas e crescessem no substrato dentinário da superfície pulpar destes discos. Nestes compartimentos contendo os dispositivos com os discos, as células MDPC-23 foram semeadas (10.000 células/cm²). As placas com os discos

foram mantidas por 48 horas em incubadora com atmosfera úmida à 37°C com 5% de CO₂ e 95% de ar.

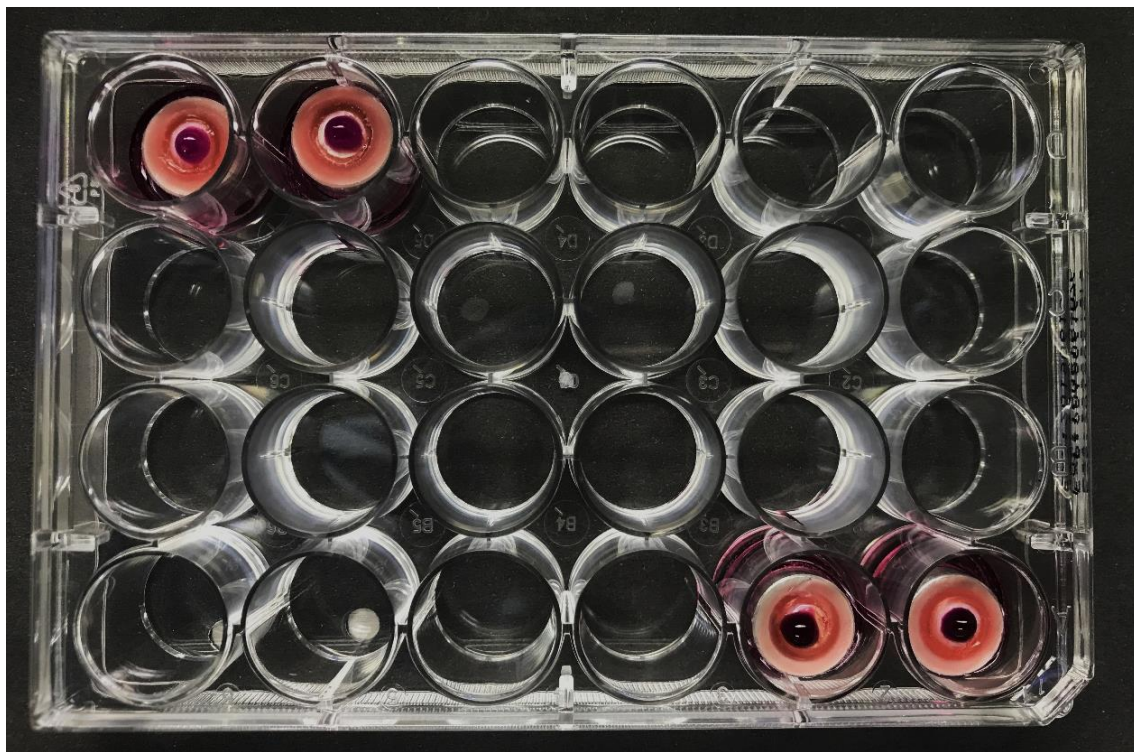
Figura 6 – CPA posicionadas de modo que a superfície dentinária ficasse voltada para cima para realizar a implantação das células nessa superfície.



Após este período de 48 horas de incubação, as células odontoblastóides entraram em confluência sobre a superfície pulpar do disco de dentina, simulando a camada odontoblástica, que reveste internamente a câmara pulpar em dentes íntegros. Então, cada dispositivo com os discos de dentina foi cuidadosamente removido dos seus compartimentos “wells” e posicionados de tal forma que as células cultivadas sobre a superfície pulpar do disco de dentina ficassem em contato contínuo com o meio de cultura (superfície voltada para baixo) (Figura 6). Posteriormente, o material clareador

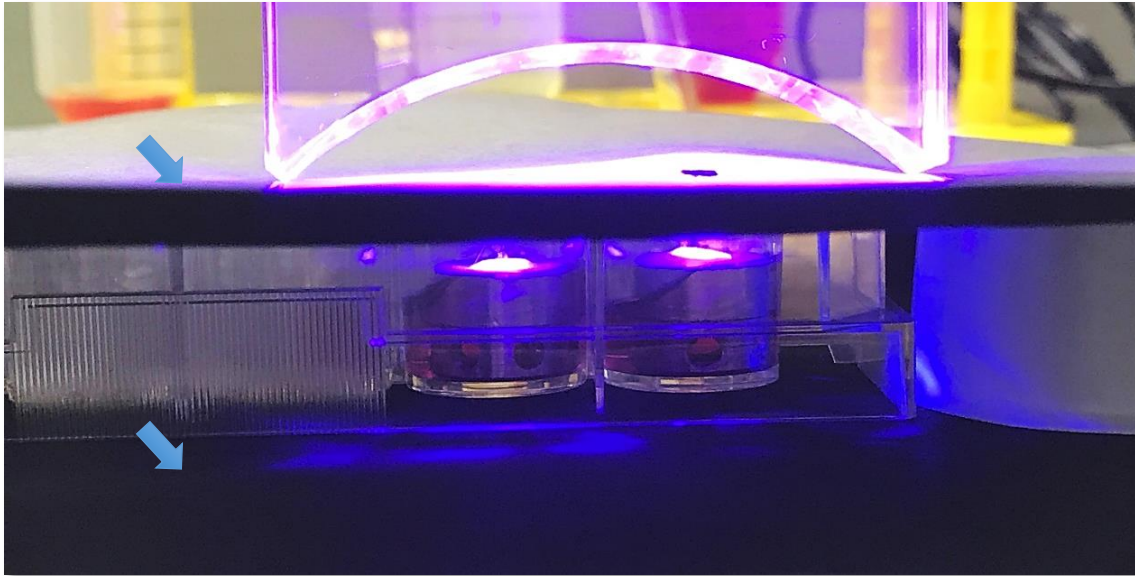
foi aplicado na superfície vestibular do disco de esmalte/dentina (voltada para cima), simulando as condições clínicas (Figura 7).

Figura 7 – Clareamento sendo realizado nos discos de esmalte/dentina para realizar a análise de viabilidade celular



Para realizar a irradiação com a luz violeta, além de posicionar os espécimes agrupados de dois em dois, foi confeccionado um artefato preto opaco (cartolina preta) e colocado sobre a placa de cultura de células com orifícios de mesmo diâmetro dos discos (5,7mm) para que a irradiação atingisse somente a superfície de esmalte dos discos. O mesmo artefato também foi posicionado sob a placa de cultura de células para que irradiações indiretas fossem bloqueadas e não promovessem influência nas células implantadas na superfície dentinária (Figura 8).

Figura 8 – Artefato preto opaco (setas) em posição para que os raios atingissem somente os espécimes



Avaliação do Metabolismo Celular – teste do MTT

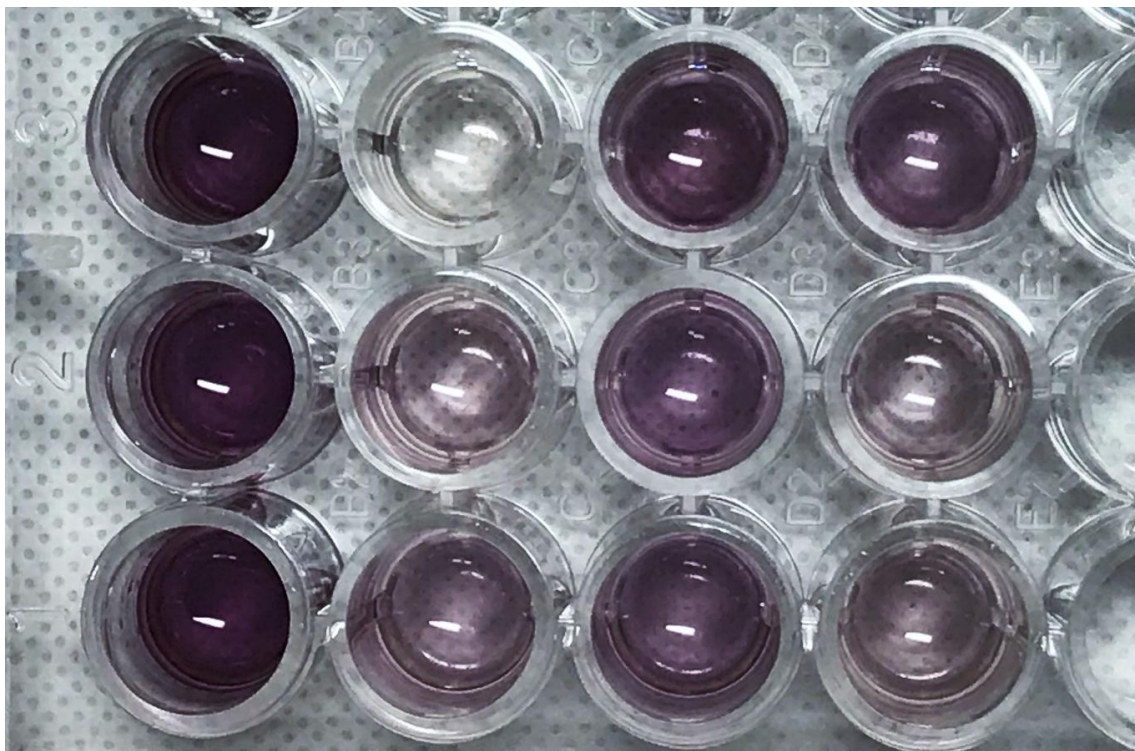
Oito amostras de cada grupo (n=8) foram submetidas à análise do metabolismo celular. Esta avaliação foi realizada por meio da aplicação do método colorimétrico do metiltetrazolium (Teste de MTT),^{27, 28} através da demonstração citoquímica da desidrogenase succínica (SDH), que representa a taxa de respiração mitocondrial das células. Esse método é baseado na habilidade das mitocôndrias ativas de converter o composto tetrazolium em um produto insolúvel. A enzima desidrogenase succínica das células viáveis quebra a estrutura do sal de tetrazolium, produzindo cristais de formazan de coloração azul. Assim, as diferentes tonalidades de azul foram avaliadas em leitor de Elisa.

Para a preparação da solução de MTT, 25 mg do sal de metiltetrazolium foi pesado em balança analítica de alta precisão (AG 2000 GEHAKA, Diadema, SP, Brasil) e, posteriormente, adicionados a 5 mL de solução salina de tampão fosfato (PBS), alcançando uma mistura final de concentração igual a 5mg/mL.²⁹ Sobre a superfície

pulpar dos discos de dentina foi adicionado 900 μ L de meio de cultura (DMEM) associado a 100 μ L de solução de MTT (5 mg/mL de PBS). Esta solução sobre os discos com as células foi incubada em estufa umidificada na temperatura de 37°C pelo tempo de 4 horas. Decorrido este período, as placas de cultura de células foram retiradas da incubadora, sendo que a mistura do meio de cultura com a solução do sal de metiltetrazolium mais PBS foi aspirada cuidadosamente.

Então, uma solução composta por 250 μ L de isopropanol acidificado com HCl 0,4N foi aplicada em cada compartimento, com o objetivo de dissolver os cristais violeta resultantes da clivagem do anel do sal de metiltetrazolium pela enzima desidrogenase succínica das mitocôndrias das células viáveis. Após agitação e verificação da homogeneidade das soluções com suas possíveis diferenças de tonalidade violeta, duas alíquotas de 100 μ L de cada compartimento foram transferidas para uma placa de 96 “wells” (Costar Corp., Cambridge, MA, USA) (Figura 9). Em seguida, essa placa de 96 wells foi posicionada no aparelho para fazer a leitura das soluções.

Figura 9 – Placa de 96 “wells” contendo a solução de isopropanol acidificado e os críticos de violeta dissolvidos.



Análise em microscopia eletrônica de varredura (MEV)

Para a avaliação da morfologia celular em microscopia eletrônica de varredura (MEV) foram utilizadas duas amostras de cada grupo (n=2). Os discos de esmalte/dentina foram imersos por 24h em solução fixadora de glutaraldeído 2,5%. Então as células que permaneceram aderidas à superfície pulpar dos discos foram submetidas aos seguintes procedimentos:

1. Lavagem por três vezes com 1mL de PBS (5 minutos de lavagem);
2. Pós-fixação em 200uL de tetróxido de ósmio a 1% por 60 minutos;
3. Lavagem por duas vezes em 1mL de PBS (5 minutos cada lavagem);
4. Lavagem por duas vezes com 1mL de água destilada (5 minutos cada lavagem);

5. Desidratação em 1mL de solução com concentrações crescentes de etanol (30%, 50% e 70%, 2x 95% e 2sx 100%) (30 minutos em cada solução);
6. Imersão por 60 minutos (3 trocas de 20 minutos) em 200uL de HMDS (1,1,1,3,3,3 – Hexamethyldisilazane 98%, ACROS ORGANICS, New Jersey, USA).

Então, os discos foram posicionados em novas placas de acrílico com 24 poços, que foi fechada e mantida por 12 horas em dissecadora.

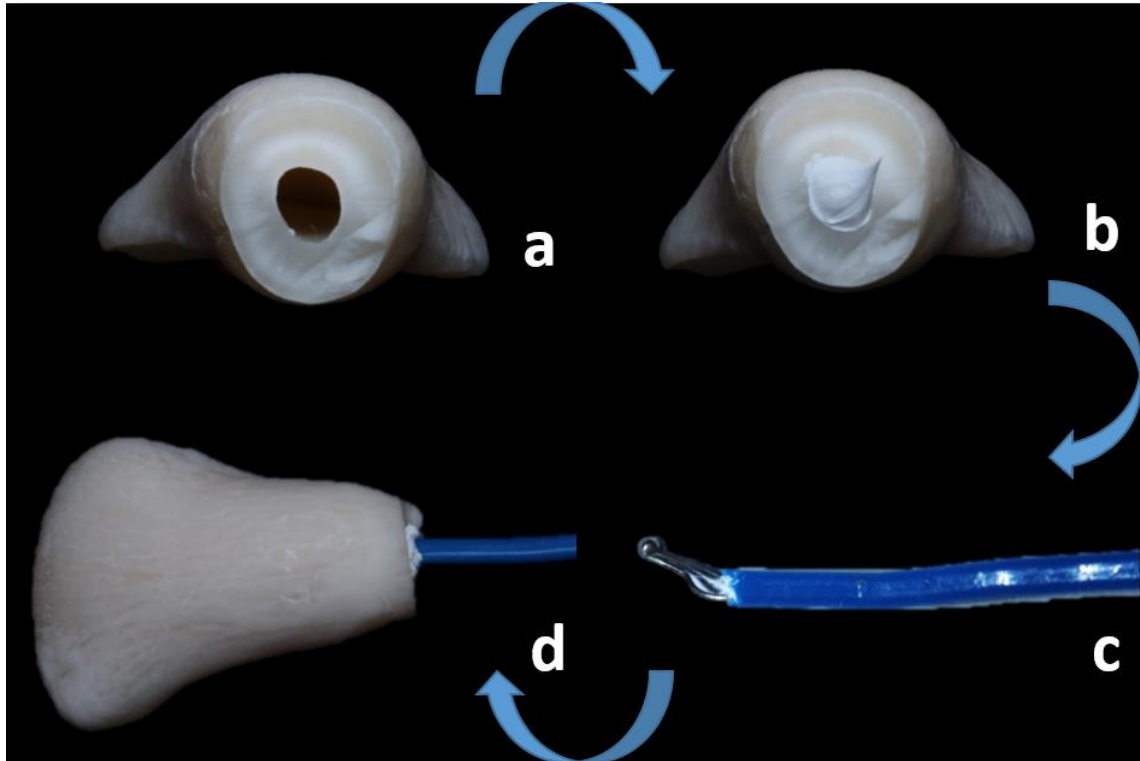
Após a desidratação e secagem, os discos foram fixados com fitas condutoras dupla face sobre *stubs* metálicos e coberto com ouro. As células que se mantiverem aderidas sobre os discos tiveram sua morfologia avaliada em microscópio eletrônico de varredura.

3.3.6. Temperatura intrapulpar

Nesta parte do estudo, foram utilizados 90 dentes bovinos (n=10), sem a obtenção de discos de esmalte/dentina. Estes dentes tiveram as raízes removidas para proporcionar o correto posicionamento do termopar no interior da câmara pulpar.

Com isso, um termopar tipo K, com base precisão de 0.05°C foi introduzido na câmara pulpar pelo forame do conduto radicular. Em seguida, foi realizada uma radiografia para assegurar que a ponta do termopar mantinha contato com as paredes internas da câmara pulpar (Figura 10). A cavidade pulpar do dente foi totalmente preenchida com uma pasta térmica (Implastec, Votorantim Ind. Brasileira, São Paulo, SP, Brasil) utilizada para melhorar a condução de calor. Finalizada esta etapa, o ápice radicular foi selado com resina composta (Z350 XT, 3M Espe), o que estabilizou todo o conjunto.

Figura 10 – (a) Coroa seccionado no nível da junção amelocementária; (b) Conduto preenchido com a pasta térmica Implastec®; (c) Termopar do tipo K; e (d) Termopar tipo K posicionado dentro da câmara pulpar do dente bovino.



O dente com o termopar posicionado ficou com a superfície palatina em contato com água para mimetizar a condição na cavidade oral durante todo o período em que o dente foi irradiado.

3.3.7. Condutância hidráulica

Nesta etapa, os discos de esmalte e dentina foram divididos ao meio com auxílio de um disco diamantado dupla face 7020 (KG Sorensen, Cotia, SP, Brasil) acoplado no micro-motor juntamente com a peça reta (KaVo Kerr, Joinville, SC, Brasil). Após a divisão, os dois discos obtidos foram desgastados, manualmente, em lixas de oxido de alumínio em ordem decrescente da granulação (320, 600, 800 e 1200, T469-SF-Noton,

Saint-Gobain Abrasivos Ltda., Jundiaí, São Paulo, Brasil) até chegarem à espessura de 1 mm cada disco (Figura 11), sendo que em um disco permaneceu somente o esmalte e outro apenas o tecido dentinário. A espessura final das fatias foi assegurada com auxílio de um paquímetro digital (Mitutoyo Sul Americana, Suzano, SP, Brasil)

Figura 11 – Paquímetro digital (Mitutoyo) mensurando a espessura dos discos de esmalte e dentina que foram utilizados no teste da condutância hidráulica.



Os discos de esmalte e dentina foram analisados quanto à dificuldade de passagem de um fluido através da estrutura clareada, mediante a aplicação de uma pressão controlada em determinado período de tempo, utilizando o aparelho THD-03D (Odeme Equipamentos Médicos e Odontológicos Ltda, Joaçaba, SC, Brasil) (Figura 12).

Figura 12 – Máquina de permeabilidade dentinária para realizar o teste de condutância hidráulica.



Baseado no modelo de câmara dividida “split chamber”, o fluido de perfusão (água deionizada) sai do reservatório e passa por um tubo capilar até a câmara de filtração e, através de um sistema de injeção de uma pequena porção de ar forma-se uma bolha que penetra no interior do tubo capilar (Figura 13). A bolha é empurrada pelo fluxo de líquido que se move da câmara de pressão para a câmara de filtração, e este deslocamento linear da bolha de ar é medido durante 3 minutos, utilizando um

paquímetro digital com resolução de 0,01 mm. (2, 3) A pressão utilizada foi de 3 psi e o tubo capilar de 100 μL apresentava diâmetro interno de 1,05 mm. O valor obtido corresponde ao deslocamento da bolha no tubo capilar, o que permite obter a taxa de filtração (Q), que é o volume de água deionizada que passa pelos túbulos dentinários, utilizando a seguinte fórmula:

$$Q = (V_s \times D) / (L \times T).$$

V_s – Volume padronizado do tubo capilar em μL (V_s)

D – Deslocamento da bolha em mm

L – Comprimento do capilar em mm

T – Tempo em minutos (T)

Figura 13 – Deslocamento da bolha de ar (seta) dentro do tubo capilar acoplado na máquina de permeabilidade dentinária



Para obter a condutância hidráulica da dentina $\mu\text{L} \cdot \text{cm}^2 / \text{min} \cdot \text{cm H}_2\text{O}$ (L_p), foi utilizado a seguinte fórmula:

$$L_p = Q / (PH \times A_{sup}).$$

Onde:

Q – Refere-se a taxa de filtração obtida na fórmula previamente apresentada

PH – Diferença da pressão hidrostática ao longo da dentina

Asup – Área da superfície dentinária exposta.

3.3.8. Análise estatística

Após a tabulação, análise descritiva e exploratória dos dados foram constatadas o atendimento às pressuposições (normalidade e homogeneidade). Sendo assim, os dados foram submetidos ao teste ANOVA 2 fatores, seguidos do teste Tukey. Foi usado o programa estatístico de software SigmaPlot 14.0, em nível de significância a 5%.

3.4. RESULTADOS

- Difusão trans-amelodentinária do peróxido de hidrogênio

A tabela 1 mostra que a fonte LED colaborou para o aumento da penetração de peróxido de hidrogênio nos grupos PH17,5%-LED e PH35%-LED. Além disso, a penetração de peróxido foi dependente da concentração do produto clareador, sendo obtidos os menores valores de penetração nos grupos tratados com o gel placebo. Resultados intermediários foram obtidos com PH17,5%, enquanto que os maiores com o PH35%.

Tabela 1 – Médias e desvio padrão dos valores referentes à concentração do peróxido de hidrogênio permeado pela estrutura dentária.

	SG	PH17,5%	PH35%
SL	0,15 (0,02) A c	0,84 (0,21) B b	6,86 (0,24) B a
LED	0,18 (0,03) A c	1,07 (0,14) A b	7,51 (0,35) A a
VIO	0,19 (0,03) A c	0,83 (0,21) B b	7,02 (0,45) B a

Letras maiúsculas comparam entre as linhas (fontes luminosas) e letras minúsculas comparam entre as colunas (géis)

- *Teste MTT*

A tabela 2 mostra que quando utilizado o gel placebo, o grupo VIO influenciou negativamente a taxa de respiração celular, enquanto que o LED gerou resultados semelhantes à não utilização de qualquer fonte luminosa. Entre os grupos que receberam PH17,5%, o grupo irradiado com LED (PH17,5%-LED) apresentou os menores valores, enquanto que os grupos que receberam PH35% apresentaram valores estatisticamente semelhantes, independentemente da fonte luminosa utilizada.

Avaliando a influência dos géis clareadores, observou-se que os grupos que não receberam qualquer tipo de luz, o metabolismo celular foi inversamente proporcional à concentração do gel, ou seja, concentrações maiores do produto clareador resultaram em menores valores, sendo considerado no grupo controle 100% das células com respiração celular preservada. Nos grupos LEDs, constatou-se menor porcentagem de células viáveis quando o tratamento foi associado ao uso de PH 35% (PH35%-LED). Já nos grupos que receberam VIO constatou-se semelhança entre os grupos SG-VIO, PH17,5%-VIO e PH35%-VIO, tendendo a quedas maiores quando géis de altas concentrações foram empregados.

Tabela 2 – Representação em porcentagem (%) do metabolismo celular (desvio padrão) de acordo com os tratamentos analisados.

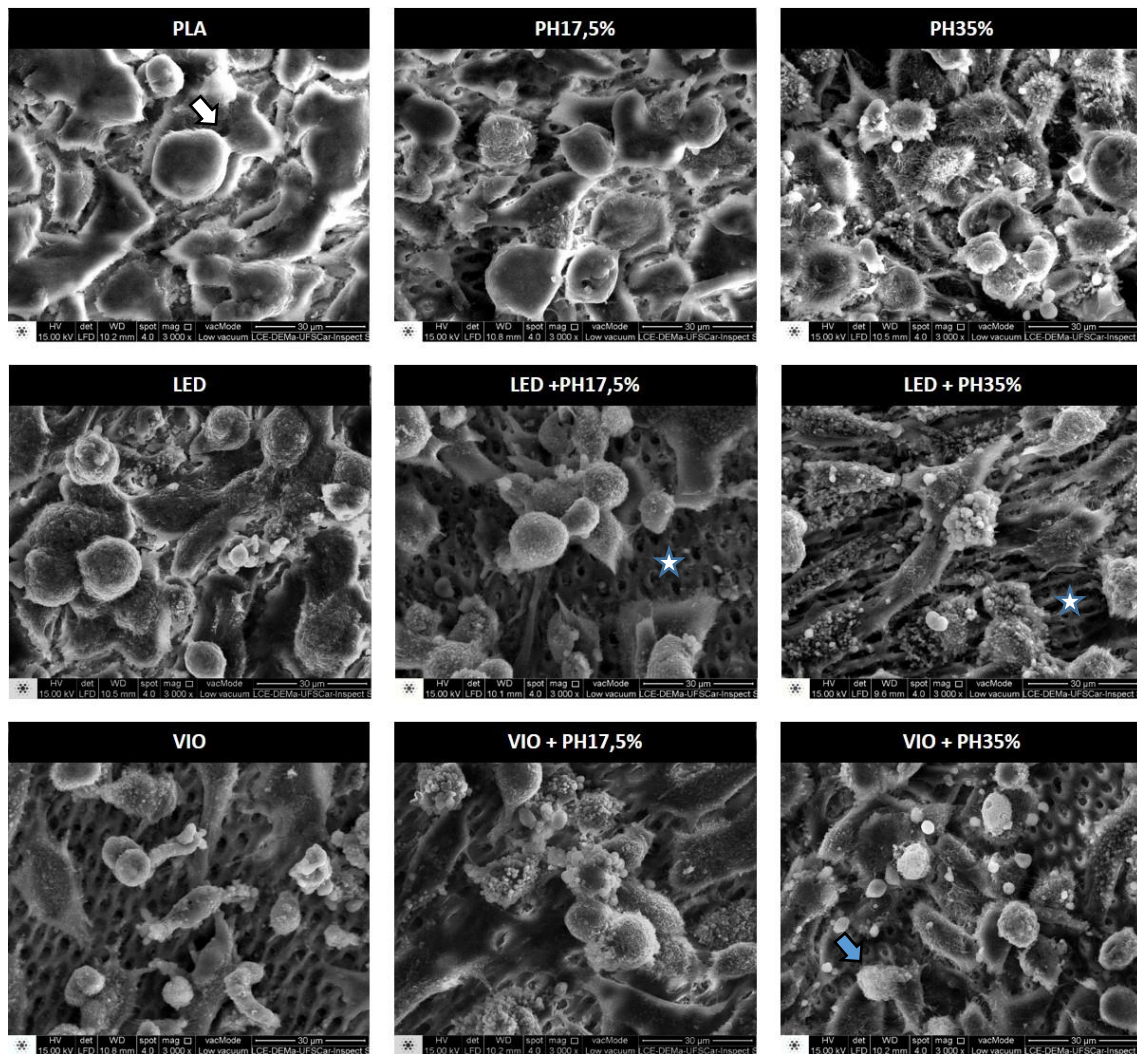
	SG	PH17,5%	PH35%
SL	100,00 (14,85) A a	72,90 (14,19) A b	50,20 (27,38) A c
LED	80,80 (24,86) A a	55,70 (10,84) B a	30,40 (16,80) A b
VIO	74,70 (20,53) B a	71,90 (19,11) A a	51,60 (08,60) A a

Letras maiúsculas comparam entre as linhas (fontes luminosas) e letras minúsculas comparam entre as colunas (géis)

- Morfologia celular (MEV)

Na figura 14 estão dispostas imagens representativas dos efeitos de cada protocolo clareador sobre células MDPC-23. Um grande número de células aderidas à superfície dentinária foi observada nos grupos que receberam o tratamento placebo. Estas células exibiram um citoplasma amplo recobrando praticamente todo o substrato. Por outro lado, mudanças significativas na morfologia celular foram observadas quando o gel PH 35% foi aplicado nos discos de esmalte/dentina. O PH35%-LED apresentou maiores áreas de dentina exposta, indicando que ocorreu morte celular e descolamento da superfície dentinária. As poucas células que permaneceram aderidas apresentaram profundas alterações morfológicas. Nos grupos que receberam PH 17,5% apresentaram menores áreas de dentina exposta, caracterizando-se por apresentarem morfologia celular semelhante aos grupos que receberam gel placebo. Porém, quando este produto foi associado ao emprego do LED (PH17,5%-LED) observou-se maior área de dentina exposta.

Figura 14 - Micrografias representativas dos grupos experimentais.



SEM \times 1,000 and SEM \times 3,000. Nas imagens do grupo SG-SL e do grupo que SG-VIO é possível observar a presença de células com citoplasma amplo e proliferação celular (mitose) (seta branca). As células expostas ao PH 35% foram intensamente danificadas, especialmente no grupo PH35%-LED, onde foi observado que apenas algumas células permaneceram presas à superfície dentinária (SD) (*) com intensa alteração morfológica (seta azul). Foi observada que as células expostas aos protocolos que utilizaram gel clareador PH 17,5% apresentaram morfologia semelhante ao grupo de controle negativo, porém o grupo PH17,5%-LED apresentou um menor número de células aderidas à superfície dentinária (*).

- *Temperatura intrapulpar*

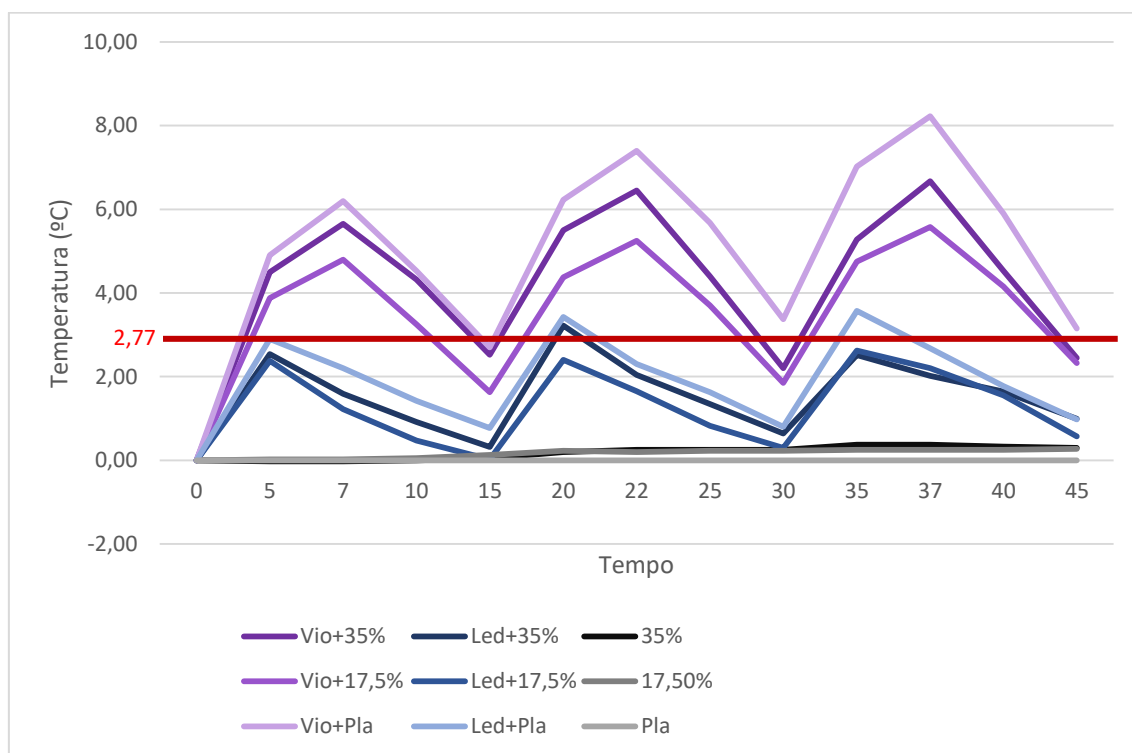
A tabela 3 mostra que a variação da temperatura foi dependente da fonte luminosa utilizada, sendo obtidas as maiores alterações nos grupos que receberam irradiação com o LED Violeta, independentemente do produto clareador utilizado (SG-VIO, PH17,5%-VIO e PH35%-VIO). Quando analisamos o efeito dos diferentes géis clareadores, constatou-se que os espécimes tratados com HP 35% e HP 17,5% apresentaram aumento de temperatura mesmo sem receberem qualquer irradiação. Observou-se também que o grupo irradiado pelo Led Violeta sem qualquer gel clareador (SG-VIO) proporcionou maior aquecimento do que o observado quando a mesma fonte foi associada ao PH 17,5% e PH 35% (Gráfico 1).

Tabela 3 – Médias (desvio padrão) do ΔT (°C) detectado durante o tratamento clareador.

	SG	PH17,5%	PH35%
SL	0,08 (0,09) C b	0,28 (0,13) B a	0,30 (0,12) B a
LED	0,98 (0,55) B a	0,57 (0,57) B a	0,99 (0,18) B a
VIO	3,15 (0,77) A a	2,33 (0,21) A b	2,45 (0,37) A b

Letras maiúsculas comparam entre as linhas (luzes) e letras minúsculas comparam entre as colunas (géis clareadores)

Gráfico 1 – Gráfico representativo da variação da temperatura (°C) durante os tratamentos clareadores.



*Linha vermelha representa limite da temperatura que não causa danos nas células do tecido pulpar.²⁵

- Condutância hidráulica do esmalte

Observa-se na tabela 4 que o tipo de luz somente influenciou na permeabilidade adamantina, aumentando significativamente seus valores, quando o PH17% foi utilizado com a luz LED. Observou-se também que independentemente do tipo de irradiação, os maiores valores de permeabilidade foram observados com PH35%, diferindo estatisticamente dos grupos que não receberam gel (SG, SG-LED e SG-VIO).

Tabela 4 – Médias (desvio padrão) do aumento da permeabilidade (em %) para os protocolos clareadores em discos de esmalte

	SG	PH17,5%	PH35%
SL	06,76 (03,16) A b	13,22 (31,68) B ab	40,75 (26,27) A a
LED	09,02 (22,74) A b	43,83 (27,11) A b	68,17 (38,13) A a
VIO	11,17 (11,99) A b	24,06 (21,69) AB a	55,53 (46,21) A a

Letras maiúsculas comparam entre as linhas (luzes) e letras minúsculas comparam entre as colunas (géis clareadores)

- *Condutância hidráulica da dentina*

Já em dentina (Tabela 5), constatou-se diferença estatística entre o grupo SG-VIO e SG-SL, com este apresentando os menores valores. Quando utilizou PH35%, apenas o grupo PH35%-VIO apresentou diferença estatística, apresentando os menores aumentos de permeabilidade.

Da mesma forma que observado em esmalte, a tabela 5 mostra que a permeabilidade do tecido dentinário foi influenciada significativamente pelo tratamento clareador, sendo o uso do PH35% o tratamento que mais modificou a condição de normalidade apresentada no grupo controle. O uso do clareador com PH17,5% gerou resultados intermediários.

Tabela 5 – Médias (desvio padrão) da variação da permeabilidade (em %) para os protocolos clareadores em discos de tecido dentinário.

	SG	PH17,5%	PH35%
SL	-03,67 (03,39) B c	30,10 (23,50) A b	56,66 (12,40) A a
LED	08,99 (08,15) AB b	18,97 (09,93) A b	46,52 (25,21) A a
VIO	12,33 (17,03) A b	19,15 (16,15) A ab	28,17 (06,38) B a

Letras maiúsculas comparam entre as linhas (luzes) e letras minúsculas comparam entre as colunas (géis clareadores)

3.5. DISCUSSÃO

A técnica de clareamento de consultório é baseada na aplicação de géis contendo altas concentrações de peróxido de hidrogênio na superfície do esmalte. Com intuito de acelerar o processo clareador e agregar valor ao tratamento, ao longo dos últimos anos os profissionais têm associado destes produtos com diferentes tipos de fontes luminosas, muito embora este tratamento receba críticas de porção considerável da comunidade científica.^{12, 13, 27, 28, 32-34}

Um dos principais questionamentos apontados nesta técnica relaciona-se com a alta liberação e penetração de espécies reativas de oxigênio no tecido pulpar.^{15, 18, 33, 35-38} Trabalhos in vitro com metodologias semelhantes às utilizadas no presente estudo mostram que as técnicas in-office ocasionam alterações morfológicas e diminuição nas taxas de respiração mitocondrial de células odontoblastóides MDPC-23.²⁷ Alguns estudos em cobaias e mesmo em seres humanos também mostraram danos consideráveis ao tecido pulpar de dentes submetidos ao clareamento de consultório,^{35, 39, 40} sendo que estas intensas alterações observadas na polpa estão associadas à sensibilidade pós-tratamento.^{37, 41}

Com intuito de amenizar os danos decorrentes do clareamento profissional foi desenvolvido um LED Violeta, o qual promove a alteração cromática mesmo sem o uso tópico de géis contendo elevadas concentrações de PH. Segundo Zanin (2016) o LED Violeta tem como mecanismo de ação a emissão de luz no comprimento de onda de 405 – 410 nm, o que coincide com o pico de absorção das moléculas cromóforas.¹⁹ Este fato possivelmente promova instabilidade nestas moléculas coloridas, o que resulta em um efeito clareador por fotólise. A comprovação de sua eficácia clareadora e segurança de uso clínico pode representar uma evolução considerável nos tratamentos tradicionais, mantendo os interessantes resultados estéticos, porém sem a necessidade do uso de géis com elevadas concentrações de PH altamente tóxicos na sua composição.

Até o momento, apenas algumas avaliações comparativas foram realizados, onde os autores relataram que o uso da luz violeta isoladamente produz alterações cromáticas discretas quando comparadas com as técnicas convencionais.^{20, 42-44} Apesar disso, a associação deste tipo de luz com géis clareadores contendo concentrações de PH inferiores a 17,5% trouxe vantagens estéticas que podem representar um avanço da terapia clareadora, principalmente se esta nova técnica prevenir, ou pelo menos reduzir, os efeitos tóxicos para o complexo dentinho-pulpar.

No presente estudo, a quantificação do PH difundido pelos tecidos dentários mostrou que a maior concentração desta molécula no produto implica em maior penetração de PH no interior da câmara pulpar, sendo a primeira hipótese nula do estudo negada. No entanto, é interessante destacar que a relação entre a concentração do PH no produto e a sua penetração na câmara pulpar não ocorreu de forma linear, uma vez que a diluição do gel de 35% para 17,5% resultou em penetração 5,7 vezes menor no produto diluído.

Provavelmente a diluição do gel gerou alterações no pH e na viscosidade do produto, o que o pode ter influenciado a sua permeação pelas estruturas dentárias.⁴⁵ Além disso, sabe-se que durante a diluição do agente clareador, a associação do PH com a água resulta em hidrônio (H_3O^+) e no radical hidroperoxila (HO_2), que é a forma protonada do radical superóxido, que por sua vez, apresenta menor potencial de redução. Com isso, acredita-se que seja necessária maior quantidade de moléculas para clivar os pigmentos presentes na dentina, resultando em menor penetração de PH na câmara pulpar.⁴⁶

No presente estudo, constatou-se que o uso da luz LED/Laser influenciou na difusão do peróxido, aumentando significativamente a quantidade desta molécula permeada, através do esmalte e dentina. Este fato pode ser explicado pelo LED interagir com o produto clareador de forma fotoquímica. Devido ao comprimento de onda das fontes LEDs (470nm), os melhores produtos para esse tipo de luz são os que

apresentam a coloração avermelhada, visto que absorvem melhor a luz azul emitida pelo equipamento.^{18,32} Esta reação fotoquímica possivelmente acelera a decomposição do gel clareador, facilitando a difusão das EROs através da estrutura dentária.

No presente estudo, foi observado nos grupos onde fontes luminosas não foram usadas, que a redução da viabilidade celular foi inversamente proporcional à concentração de PH nos géis clareadores. Dados semelhantes foram obtidos por Oliveira Duque e colaboradores (2017),²⁸ os quais relataram que os géis com concentrações mais baixas de PH apresentaram significativa preservação da viabilidade celular. Por outro lado, os géis clareadores mais concentrados intensificaram o estresse oxidativo, gerando maiores danos celulares. No presente estudo, também foi possível observar nas imagens obtidas em MEV que os grupos que receberam protocolos com o uso do gel contendo PH 35% apresentaram células intensamente danificadas

A mesma tendência foi observada quando se utilizou a fonte LED/Laser, sendo verificado nos espécimes que receberam o gel a 35% os valores mais baixos de viabilidade celular de todo o estudo, comprovando que o aumento da difusão influencia diretamente na resposta biológica, negando assim a segunda hipótese nula. Tal fato pode ser comprovado pela análise das imagens em MEV do referido grupo, onde pode se observar intenso dano celular, caracterizado pela presença de restos de células necróticas e alterações morfológicas típicas de células em processo de apoptose.

Ainda neste contexto, destaque deve ser dado ao desempenho dos grupos irradiados pela fonte LED Violeta, uma vez que a luz associado ou não ao gel placebo, reduziu o número de células pulpares que permaneceram aderidas ao substrato detinário. Porém, estas células exibiam morfologia preservada, sendo que algumas delas se apresentavam em processo de mitose. Os demais grupos que receberam a irradiação com o LED Violeta, não diferiram do grupo que recebeu gel placebo. Este fato indica que o uso desta fonte luminosa afetou a viabilidade celular, independentemente do uso do gel com PH, muito embora exista uma tendência de obtenção de piores

resultados quando do emprego do gel com 35% PH. Provavelmente este resultado relaciona-se também com a irradiação direta da luz violeta no esmalte dental, com consequente aumento da temperatura no interior da câmara pulpar no grupo que não recebeu nenhum gel ($\pm 3,7^{\circ}\text{C}$), negando a terceira hipótese nula.²¹⁻²³ Segundo o estudo de Zach e Cohen (1965) o aquecimento acima de $2,77^{\circ}\text{C}$ já seria capaz de promover alterações no tecido pulpar, restritas à camada de odontoblastos localizada próxima a área da aplicação do calor.²⁵ Assim, o tratamento clareador realizado exclusivamente com a luz violeta, empregando a dosagem estabelecida por este estudo, não parece ser uma opção de terapia segura que possa ser considerada efetiva, muito menos segura

Além disso, este estudo também avaliou a influência de diferentes tratamentos clareadores, fotoassistidos ou não, na alteração da condutância hidráulica do esmalte, bem como dos túbulos dentinários. Os resultados mostraram que o uso do PH35% aumentou significativamente a condutância hidráulica nas duas estruturas e que a luz Violeta aumentou a permeabilidade nos espécimes de dentina. Assim, a quarta hipótese nula foi rejeitada.

A sensibilidade dentinária está intimamente relacionada com à teoria hidrodinâmica, que baseia-se no movimento de fluidos através da dentina. A penetração dos radicais livres no esmalte e dentina criam novos canais de difusão por onde os componentes dos agentes clareadores transitam nas estruturas dentais,⁴⁷ aumentando a permeabilidade dos tecidos, o que pode resultar em níveis variados de sensibilidade dentária.^{13, 14, 48, 49}

Neste estudo foi possível observar que os grupos onde foi aplicado o gel clareador a base de PH 35% ocorreu aumento da permeabilidade dentária, tanto no esmalte quanto na dentina. Apesar de existirem relatos distintos,^{8, 50} nossos achados corroboram com os de Berger et al. (2013),⁷ que observaram que o aumento da permeabilidade dentária promovida pelo grupo com 50% de PH foi maior do que o grupo com 10% de HP. Os autores constataram que concentrações elevadas de PH (como

35% e 50%) são agentes oxidantes fortes que liberam um grande número de radicais livres ao clarear um dente.

Como o PH presente nos géis clareadores reage com os componentes orgânicos oxidantes do esmalte e dentina, a eliminação parcial ou total destas moléculas orgânicas pode abrir micro-espacos ou porosidades nos tecidos, o que pode aumentar a permeabilidade dental,⁵¹ favorecendo a difusão trans-amelodentinária de agentes oxidantes tóxicos.^{12, 13, 27, 28, 33}

O grupo que recebeu apenas a irradiação com o LED violeta, apresentou maiores valores da condutância hidráulica quando comparado com o grupo que não recebeu nenhum tipo de irradiação. Isso pode estar relacionado com o poder desse tipo de luz em degradar moléculas complexas dos cromóforos presentes no elemento dentário, alterando sua permeabilidade.

Os dados coletados na presente pesquisa não refletem exatamente as condições clínicas onde dentes vitais são submetidos à terapia clareadora de consultório. Isto por que em dentes vitais há presença de componentes orgânicos intratubulares e o mecanismo de exsudação do fluido dentinário, o que pode minimizar a difusão do PH e os efeitos negativos que as terapias avaliadas neste estudo provocariam no tecido pulpar.^{15, 36} Não obstante, os resultados observados na presente investigação sugerem cautela no uso de géis clareadores altamente concentrados, bem como apontam para necessidade de mais estudos direcionados ao aprimoramento do LED Violeta, para sua possível aplicação no clareamento dental de consultório, associando ou não ao uso de géis.

3.6. CONCLUSÃO

- a) A técnica clareadora caracterizada pela aplicação de Luz LED/Laser sobre o gel PH 35% foi aquela que causou a maior penetração do peróxido nas câmaras pulpares, e conseqüentemente os efeitos citotóxicos mais intensos.
- b) A técnica de clareamento onde a Luz Violeta é aplicada isoladamente, sobre o esmalte (sem gel) é aquela que resultou em maior aumento na temperatura intrapulpar, o qual foi capaz de causar danos para as células pulpares.
- c) O aumento na permeabilidade do esmalte e dentina foi intensificado pelo uso de géis clareadores com elevada concentração de PH, sendo que este efeito foi reduzido quando este gel foi irradiado com a Luz Violeta.

3.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Arwill T, Myrberg N & Soremark R (1969) Penetration of radioactive isotopes through enamel and dentine. II. Transfer of ^{22}Na in fresh and chemically treated dental tissues *Odontol Revy* 20(1) 47-54.
2. Pashley DH (1988) Consideration of dentine permeability in cytotoxicity testing *Int Endod J* 21(2) 143-154.
3. Hanks CT, Fat JC, Wataha JC & Corcoran JF (1993) Cytotoxicity and dentin permeability of carbamide peroxide and hydrogen peroxide vital bleaching materials, in vitro *J Dent Res* 72(5) 931-938, 10.1177/00220345930720051501.
4. Perdigao J (2010) Dental whitening--revisiting the myths *Northwest Dent* 89(6) 19-21, 23-16.
5. Williams HA, Rueggeberg FA & Meister LW (1992) Bleaching the natural dentition to match the color of existing restorations: case reports *Quintessence Int* 23(10) 673-677.
6. Schiavoni RJ, Turssi CP, Rodrigues AL, Jr., Serra MC, Pecora JD & Froner IC (2006) Effect of bleaching agents on enamel permeability *Am J Dent* 19(5) 313-316.
7. Berger SB, Tabchoury CP, Ambrosano GM & Giannini M (2013) Hydrogen peroxide penetration into the pulp chamber and dental permeability after bleaching *Gen Dent* 61(3) e21-25.
8. Parreiras SO, Vianna P, Kossatz S, Loguercio AD & Reis A (2014) Effects of light activated in-office bleaching on permeability, microhardness, and mineral content of enamel *Oper Dent* 39(5) E225-230, 10.2341/13-031-I.
9. Camps J, Pommel L, Aubut V & About I (2010) Influence of acid etching on hydrogen peroxide diffusion through human dentin *Am J Dent* 23(3) 168-170.
10. Camargo SE, Cardoso PE, Valera MC, de Araujo MA & Kojima AN (2009) Penetration of 35% hydrogen peroxide into the pulp chamber in bovine teeth after LED or Nd:YAG laser activation *Eur J Esthet Dent* 4(1) 82-88.

11. Cintra LT, Benetti F, Ferreira LL, Gomes-Filho JE, Ervolino E, Gallinari Mde O, Rahal V & Briso AL (2016) Penetration Capacity, Color Alteration and Biological Response of Two In-office Bleaching Protocols Braz Dent J 27(2) 169-175, 10.1590/0103-6440201600329.
12. Goncalves RS, Costa CA, Soares DG, dos Santos PH, Cintra LT & Briso AL (2016) Effect of Different Light Sources and Enamel Preconditioning on Color Change, H₂O₂ Penetration, and Cytotoxicity in Bleached Teeth Oper Dent 41(1) 83-92, 10.2341/14-364-I.
13. de Almeida LC, Soares DG, Gallinari MO, de Souza Costa CA, Dos Santos PH & Briso AL (2015) Color alteration, hydrogen peroxide diffusion, and cytotoxicity caused by in-office bleaching protocols Clin Oral Investig 19(3) 673-680, 10.1007/s00784-014-1285-3.
14. Briso AL, Lima AP, Goncalves RS, Gallinari MO & dos Santos PH (2014) Transenamel and transdentinal penetration of hydrogen peroxide applied to cracked or microabraded enamel Oper Dent 39(2) 166-173, 10.2341/13-014-I.
15. Costa CA, Riehl H, Kina JF, Sacono NT & Hebling J (2010) Human pulp responses to in-office tooth bleaching Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 109(4) e59-64, 10.1016/j.tripleo.2009.12.002.
16. Luk K, Tam L & Hubert M (2004) Effect of light energy on peroxide tooth bleaching J Am Dent Assoc 135(2) 194-201; quiz 228-199.
17. Buchalla W & Attin T (2007) External bleaching therapy with activation by heat, light or laser--a systematic review Dent Mater 23(5) 586-596, 10.1016/j.dental.2006.03.018.
18. Benetti F, Gomes-Filho JE, Ferreira LL, Ervolino E, Briso ALF, Sivieri-Araujo G, Dezan-Junior E & Cintra LTA (2017) Hydrogen peroxide induces cell proliferation and apoptosis in pulp of rats after dental bleaching in vivo: Effects of the dental bleaching in pulp Arch Oral Biol 81 103-109, 10.1016/j.archoralbio.2017.04.013.
19. Zanin F (2016) Recent Advances in Dental Bleaching with Laser and LEDs Photomed Laser Surg 34(4) 135-136, 10.1089/pho.2016.4111.

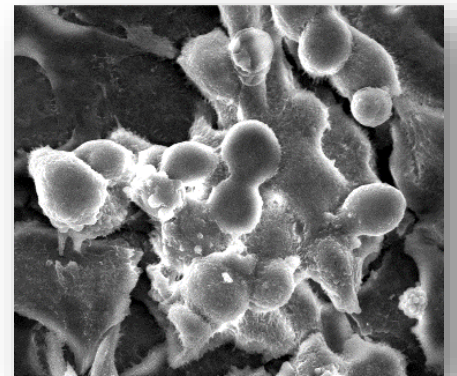
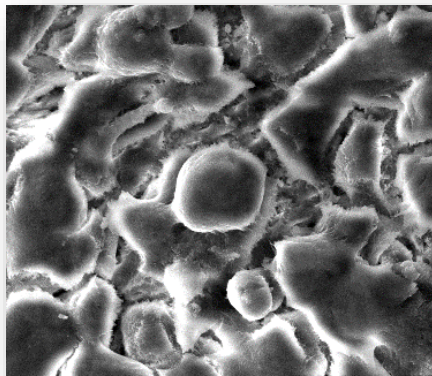
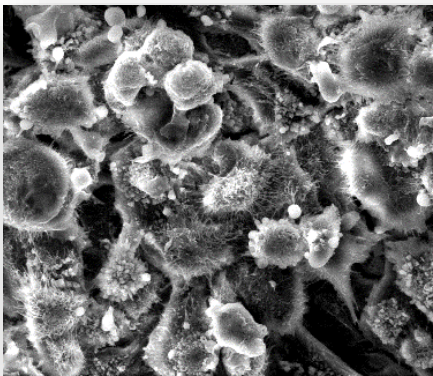
20. Gallinari MO, Fagundes TC, da Silva LM, de Almeida Souza MB, Barboza A & Briso A (2019) A New Approach for Dental Bleaching Using Violet Light With or Without the Use of Whitening Gel: Study of Bleaching Effectiveness Oper Dent, 10.2341/17-257-l.
21. Mondelli RFL, Soares AF, Pangrazio EGK, Wang L, Ishikiriama SK & Bombonatti JFS (2016) Evaluation of temperature increase during in-office bleaching J Appl Oral Sci 136-141.
22. Al-Karadaghi TS, Al-Saedi AA, Al-Maliky MA & Mahmood AS (2016) The effect of bleaching gel and (940 nm and 980 nm) diode lasers photoactivation on intrapulpal temperature and teeth whitening efficiency Aust Endod J 42(3) 112-118, 10.1111/aej.12146.
23. Sari T, Celik G & Usumez A (2015) Temperature rise in pulp and gel during laser-activated bleaching: in vitro Lasers Med Sci 30(2) 577-582, 10.1007/s10103-013-1375-5.
24. Cobb DS, Dederich DN & Gardner TV (2000) In vitro temperature change at the dentin/pulpal interface by using conventional visible light versus argon laser Lasers Surg Med 26(4) 386-397.
25. Zach L & Cohen G (1965) PULP RESPONSE TO EXTERNALLY APPLIED HEAT Oral Surg Oral Med Oral Pathol 19 515-530.
26. Mottola HA, Simpson BE & Gorin G (1970) Absorptiometric determination of hydrogen peroxide in submicrogram amounts with leuco crystal violet and peroxidase as catalyst Anal. Chem. 43(3) 410-411, 10.1021/ac60285a017.
27. Soares DG, Basso FG, Hebling J & de Souza Costa CA (2014) Concentrations of and application protocols for hydrogen peroxide bleaching gels: effects on pulp cell viability and whitening efficacy J Dent 42(2) 185-198, 10.1016/j.jdent.2013.10.021.
28. de Oliveira Duque CC, Soares DG, Basso FG, Hebling J & de Souza Costa CA (2017) Influence of enamel/dentin thickness on the toxic and esthetic effects of experimental in-office bleaching protocols Clin Oral Investig 21(8) 2509-2520, 10.1007/s00784-017-2049-7.

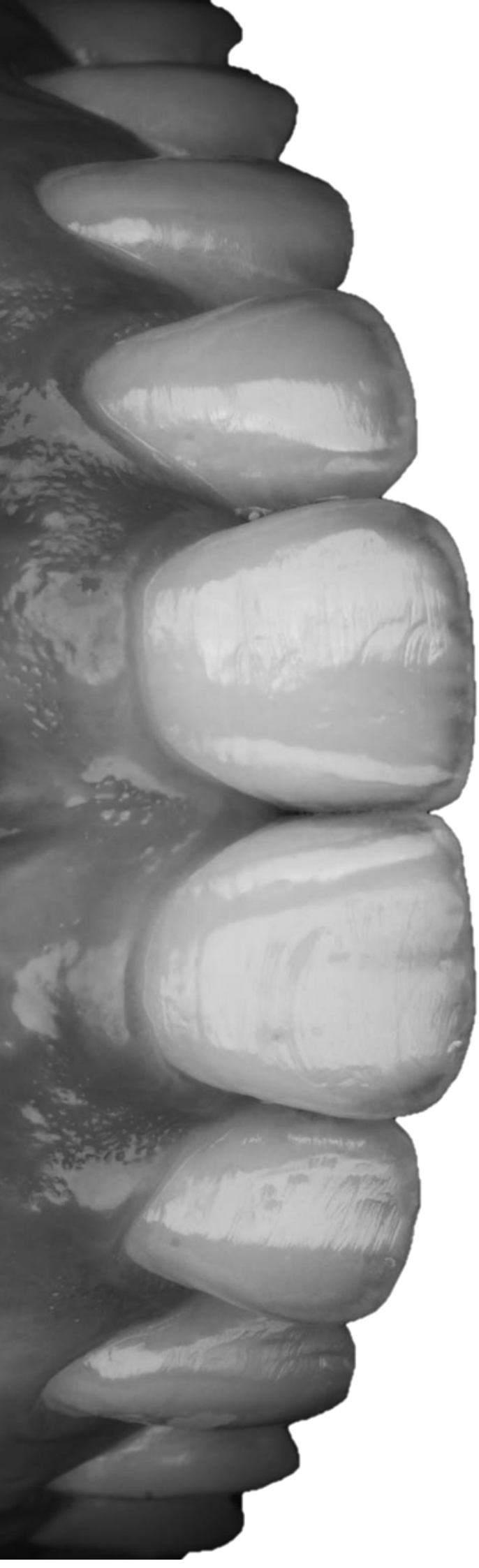
29. Mosmann T (1983) Rapid colorimetric assay for cellular growth and survival: application to proliferation and cytotoxicity assays *J Immunol Methods* 65(1-2) 55-63.
30. Thanatvarakorn O, Nakashima S, Sadr A, Prasansuttiporn T, Ikeda M & Tagami J (2013) In vitro evaluation of dentinal hydraulic conductance and tubule sealing by a novel calcium-phosphate desensitizer *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 101(2) 303-309, 10.1002/jbm.b.32840.
31. Kolker JL, Vargas MA, Armstrong SR & Dawson DV (2002) Effect of desensitizing agents on dentin permeability and dentin tubule occlusion *J Adhes Dent* 4(3) 211-221.
32. Benetti F, Lemos CAA, de Oliveira Gallinari M, Terayama AM, Briso ALF, de Castilho Jacinto R, Sivieri-Araujo G & Cintra LTA (2018) Influence of different types of light on the response of the pulp tissue in dental bleaching: a systematic review *Clin Oral Investig* 22(4) 1825-1837, 10.1007/s00784-017-2278-9.
33. Soares DG, Basso FG, Scheffel DS, Hebling J & de Souza Costa CA (2015) Responses of human dental pulp cells after application of a low-concentration bleaching gel to enamel *Arch Oral Biol* 60(9) 1428-1436, 10.1016/j.archoralbio.2015.06.014.
34. Almeida LC, Riehl H, Santos PH, Sundfeld ML & Briso AL (2012) Clinical evaluation of the effectiveness of different bleaching therapies in vital teeth *Int J Periodontics Restorative Dent* 32(3) 303-309.
35. Cintra LTA, Ferreira LL, Benetti F, Gastelum AA, Gomes-Filho JE, Ervolino E & Briso ALF (2017) The effect of dental bleaching on pulpal tissue response in a diabetic animal model *Int Endod J* 50(8) 790-798, 10.1111/iej.12692.
36. Kina JF, Huck C, Riehl H, Martinez TC, Sacono NT, Ribeiro AP & Costa CA (2010) Response of human pulps after professionally applied vital tooth bleaching *Int Endod J* 43(7) 572-580, 10.1111/j.1365-2591.2010.01713.x.
37. de Almeida LC, Costa CA, Riehl H, dos Santos PH, Sundfeld RH & Briso AL (2012) Occurrence of sensitivity during at-home and in-office tooth bleaching therapies with or without use of light sources *Acta Odontol Latinoam* 25(1) 3-8.

38. Roderjan DA, Stanislawczuk R, Hebling J, Costa CA, Reis A & Loguercio AD (2015) Response of human pulps to different in-office bleaching techniques: preliminary findings *Braz Dent J* 26(3) 242-248, 10.1590/0103-6440201302282.
39. Cintra LT, Benetti F, Ferreira LL, Rahal V, Ervolino E, Jacinto Rde C, Gomes Filho JE & Briso AL (2016) Evaluation of an experimental rat model for comparative studies of bleaching agents *J Appl Oral Sci* 24(1) 95-104, 10.1590/1678-775720150393.
40. Cintra LT, Benetti F, da 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(12) 1576-1580, 10.1016/j.joen.2013.08.007.
41. Rahal V, Gallinari MO, Perdigao J, Cintra LT, Santos PH & Briso ALF (2015) Quantitative sensory testing of the effect of desensitizing treatment after dental bleaching *Acta Odontologica Latinoamericana* 28(3) 263-270.
42. de Oliveira Gallinari M, Angelo Cintra LT, de Almeida Souza MB, Souza Barboza AC, Bueno Esteves LM, Fagundes TC & Fraga Briso AL (2019) Clinical analysis of color change and tooth sensitivity to violet LED during bleaching treatment: a case series with split-mouth design *Photodiagnosis Photodyn Ther*, 10.1016/j.pdpdt.2019.05.016.
43. Lago ADN, Ferreira WDR & Furtado GS (2017) Dental bleaching with the use of violet light only: Reality or Future? *Photodiagnosis Photodyn Ther* 17 124-126, 10.1016/j.pdpdt.2016.11.014.
44. de Souza Rastelli AN, Dias HB, Carrera ET, de Barros ACP, Dos Santos DDL, Panhoca VH & Bagnato VS (2018) Violet LED associated to low concentration carbamide peroxide on the dental bleaching: A case report *Photodiagnosis Photodyn Ther*, 10.1016/j.pdpdt.2018.06.021.
45. Loguercio AD, Servat F, Stanislawczuk R, Mena-Serrano A, Rezende M, Prieto MV, Cereno V, Rojas MF, Ortega K, Fernandez E & Reis A (2017) Effect of acidity of in-office bleaching gels on tooth sensitivity and whitening: a two-center double-blind randomized clinical trial *Clin Oral Investig* 21(9) 2811-2818, 10.1007/s00784-017-2083-5.

46. Halliwell B & Gutteridge JM (1990) Role of free radicals and catalytic metal ions in human disease: an overview *Methods Enzymol* 186 1-85.
47. Ayres APA, Berger SB, Carvalho AO & Giannini M (2015) Effects of hydrogen peroxide on dental permeability *Rev. Bras. Odontol.* 73(12) 96-100.
48. Benetti AR, Valera MC, Mancini MN, Miranda CB & Balducci I (2004) In vitro penetration of bleaching agents into the pulp chamber *Int Endod J* 37(2) 120-124.
49. Briso ALF, Gonçalves RS, de Azevedo FA, Gallinari MO, dos Santos PH & Fagundes TC (2015) Transenamel and Transdental Penetration of H₂O₂ in Restored Bovine Teeth *The Journal of Adhesive Dentistry* 17(6) 529-534, 10.3290/j.jad.a35250.
50. Cartagena AF, Parreiras SO, Loguercio AD, Reis A & Campanha NH (2015) In-office bleaching effects on the pulp flow and tooth sensitivity - case series *Braz Oral Res* 29, 10.1590/1807-3107BOR-2015.vol29.0026.
51. Kwon YH, Huo MS, Kim KH, Kim SK & Kim YJ (2002) Effects of hydrogen peroxide on the light reflectance and morphology of bovine enamel *J Oral Rehabil* 29(5) 473-477.

Estudios Clínicos





4. Capítulo 3

4. Capítulo 3

Clinical analysis of color change and tooth sensitivity to violet LED during bleaching: case series with split-mouth design

Short Title: Clinical cases of violet light

Marjorie de Oliveira Gallinari¹, Luciano Tavares Angelo Cintra¹, Morganna Borges de Almeida Souza¹, Ana Carolina Souza Barboza¹, Lara Maria Bueno Esteves¹, Ticiane Cestari Fagundes¹, André Luiz Fraga Briso¹

¹ Department of Restorative Dentistry, São Paulo State University (UNESP), School of Dentistry, Araçatuba

Corresponding author:

Profa. Associado André Luiz Fraga Briso

Disciplina de Dentística, Faculdade de Odontologia do Campus de Araçatuba, UNESP

Rua José Bonifácio 1193, CEP: 16015-050, Araçatuba, SP, Brasil.

Phone: +55-18-3636-3201 Fax: +55-18-3636-3332. E-mail: andre.briso@unesp.br

***De acordo com as instruções aos autores do periódico Photodiagnosis and Photodynamic Therapy**

(<https://www.elsevier.com/journals/journal-of-dentistry/0300-712?generatepdf=true>)

Análise clínica da alteração de cor e sensibilidade dentária ao LED violeta durante o clareamento: série de casos com desenho de boca dividida

RESUMO

Introdução: O objetivo deste estudo foi analisar o tratamento clareador realizado com diferentes produtos, com ou sem o uso do LED Violeta (VIO). **Materiais e métodos:** Foram selecionados 6 pacientes e distribuídos de acordo com os géis utilizados: (1) clareamento caseiro com 10% de peróxido de carbamida (PC); (2) clareamento em consultório com 17,5% de peróxido de hidrogênio (PH) e (3) tratamento com gel placebo. Todos os pacientes, incluindo pacientes que receberam clareamento caseiro, receberam irradiação com LED violeta no consultório, somente no hemiarco esquerdo. O hemiarco direito foi protegido com silicone. A cor foi avaliada usando o espectrofotômetro digital Vita Easyshade e a escala Vita nos dentes 13-23. A análise de sensibilidade da escala analógica visual foi realizada por hemiarco, enquanto o limiar de sensibilidade térmica foi realizado nos dentes 11, 13, 21 e 23. **Resultados:** Em relação à mudança de cor (ΔE) pode-se observar que o tratamento PC10%, apresentou as maiores diferenças entre os hemiarcos, seguido do tratamento com PH17,5%. Em relação à sensibilidade, apenas os pacientes que receberam PH17,5% apresentaram sensibilidade moderada, e não houve diferença entre os arcos. A análise do limiar de sensação térmica dentária mostrou que houve mais sensibilização dentária entre 7 e 14 dias e que o uso do VIO tornou os dentes mais sensíveis. **Conclusão:** Concluiu-se que o VIO aumentou o efeito de clareamento do PC10%, e um efeito discreto foi observado quando usado em conjunto com PH17,5% ou sozinho. O VIO não influenciou na sensação de dor, mas aumentou o limiar de detecção das alterações térmicas nos dentes que foram irradiados.

Palavras-chaves: Sensibilidade da Dentina; Clareamento Dental; Irradiação

Clinical analysis of color change and tooth sensitivity to violet LED during bleaching: case series with split-mouth design

ABSTRACT

Background: The objective of this study was to analyze the bleaching treatment performed with different products, with or without the use of Violet LED (VIO). **Materials and methods:** Six patients were selected and distributed according to the gels used: (1) home bleaching with 10% carbamide peroxide (PC); (2) clinic bleaching with 17.5% hydrogen peroxide (PH) and (3) placebo gel treatment. All patients, including patients who received home bleaching, received irradiation with violet LED in the office, only in the left hemiarco. The right hemiarco was protected with silicone. Color was evaluated using Vita Easyshade digital spectrophotometer and Vita scale on teeth 13-23. The sensitivity analysis of the visual analogue scale was performed by hemiarco, while the thermal sensitivity threshold was performed on teeth 11, 13, 21 and 23. **Results:** Regarding the color change (ΔE) it can be observed that the treatment PC10 %, presented the greatest differences between hemiarcos, followed by treatment with PH17.5%. Regarding sensitivity, only patients who received PH17.5% presented moderate sensitivity, and there was no difference between the arches. The analysis of the dental thermal sensation threshold showed that there was more dental sensitization between 7 and 14 days and that the use of VIO made the teeth more sensitive. **Conclusion:** It was concluded that the VIO increased the PC10% bleaching effect, and a discrete effect was observed when used in conjunction with PH17.5% or alone. The vVIO had no effect on the sensation of pain, but increased the detection threshold of the thermal changes in the teeth that were irradiated.

Key-words: Dentin sensitivity; Tooth whitening; Irradiation

4.1. INTRODUÇÃO

O clareamento dental é um dos tratamentos mais procurados na prática odontológica e pode gerar benefícios estéticos favoráveis a um custo relativamente baixo, usando técnicas simples. A velocidade da alteração cromática está relacionada à dose de agente clareador utilizada nos diferentes protocolos adotados pelos profissionais da odontologia. É, portanto, considerado como um tratamento dependente da dose, embora principalmente em suas fases iniciais [1].

Embora baixas concentrações de peróxido sejam extremamente eficazes, tem sido relatado que tratamentos em consultório, onde peróxidos altamente concentrados são usados, podem resultar em mudanças de cor mais intensas nas fases iniciais do tratamento, tornando-a a técnica mais realizada entre muitos profissionais de odontologia [1-3]. No entanto, esta opção de tratamento está associada a uma alta ocorrência de danos pulpares [4, 5] em alguns casos irreversíveis ao tecido pulpar dos incisivos inferiores[6]. Estudos em animais relataram o aumento da concentração de peróxido de hidrogênio (HP) e a ativação prolongada de células positivas para CD5 [7] e um aumento significativo nos níveis de neuropeptídeos relacionados à dor (por exemplo, substância P e peptídeo relacionado ao gene da calcitonina) [8], que levantou questões na comunidade científica sobre seus efeitos biológicos no tecido pulpar, bem como seu potencial para impactar negativamente a satisfação do paciente no final do tratamento.

Por esta razão, a possibilidade de clarear os dentes usando concentrações reduzidas de peróxido, ou mesmo sem elas, evitaria os efeitos colaterais acima mencionados, resultando em uma mudança revolucionária de paradigmas na odontologia estética.

Nesse contexto, alguns pesquisadores propuseram o uso de diodo emissor de luz (LED) violeta, isoladamente ou em conjunto com géis clareadores. Esta fonte de luz

portátil é semelhante ao equipamento normalmente usado em consultórios odontológicos e emite luz em um comprimento de onda de 405 - 410 nm, coincidindo com o pico de absorção de moléculas cromóforas. Isso leva à instabilidade e quebra dessas moléculas, resultando em clareamento por meio de um processo físico [9, 10]. No entanto, devido à novidade da técnica, estudos ainda são necessários para averiguar o impacto do LED violeta em tratamentos de branqueamento, especialmente considerando que o equipamento já foi comercializado [11].

Em 2018, Gallinari et al [12] realizaram um estudo in vitro da alteração cromática conferida pelo LED violeta usado isoladamente ou em conjunto com géis clareadores de diferentes concentrações. Os resultados obtidos praticamente rejeitam a possibilidade de substituição do tratamento tradicional à base de peróxido pelo uso isolado do LED violeta. No entanto, sob condições experimentais específicas, verificou-se que o uso de LED violeta pode ser vantajoso, especialmente quando usado em conjunto com peróxidos em concentrações <17,5%. Embora ainda não esteja confirmado, este pode ser o início de uma evolução na terapia de clareamento, se resultados estéticos significativos puderem ser alcançados com um estresse oxidativo menor.

Para conhecimento, há apenas um único relatório clínico na literatura abordando este tópico [13]. Acredita-se então que uma série de casos, realizando comparações entre os hemiarcos e usando diferentes concentrações de peróxidos, poderia preencher a lacuna atual de conhecimento e contribuir significativamente para avanços adicionais nesta nova tecnologia de alteração cromática e mitigar a sensibilidade pós-operatória.

4.2. RELATO DOS CASOS CLÍNICOS

Seis voluntários de ambos os sexos, entre 20 e 28 anos de idade, foram recrutados. Todos esses pacientes desejavam clarear os dentes e tinham dentes anteriores superiores, saudáveis, vitais, sem evidência de sensibilidade espontânea, sem histórico de tratamento clareador, sem lesões cariosas ou não-cariosas, sem condições sistêmicas, sem história de anti-inflamatórios contínuos ou analgésicos, e com tecidos moles orais saudáveis. Os voluntários foram informados sobre a intenção de criar um registro fotográfico de casos e publicar os resultados em periódicos científicos. Todos os pacientes foram submetidos a profilaxia dentária, seguida de avaliação clínica e radiográfica com radiografia periapical e inspeção visual.

Procedimentos clínicos

Após o recrutamento dos pacientes, foi realizada uma moldagem da arcada superior com com alginato (Jeltrate-Dentsply, Konstanz, Alemanha), e em seguida foram obtidos modelos de gesso pedra a partir destes moldes. Depois disso, foram confeccionadas 3 guias de acetato utilizando placas de acetato com 1 mm de espessura. Os guias utilizados para o tratamento clareador foram recortados a 1 mm da margem gengival. Os guias que foram utilizados para padronizar a localização da mensuração da cor e a sensibilidade dentária foram confeccionadas de maneira semelhante, porém, as margens destes guias foram estendidas além da margem gengival para proporcionar estabilidade ao equipamento no momento da mensuração.

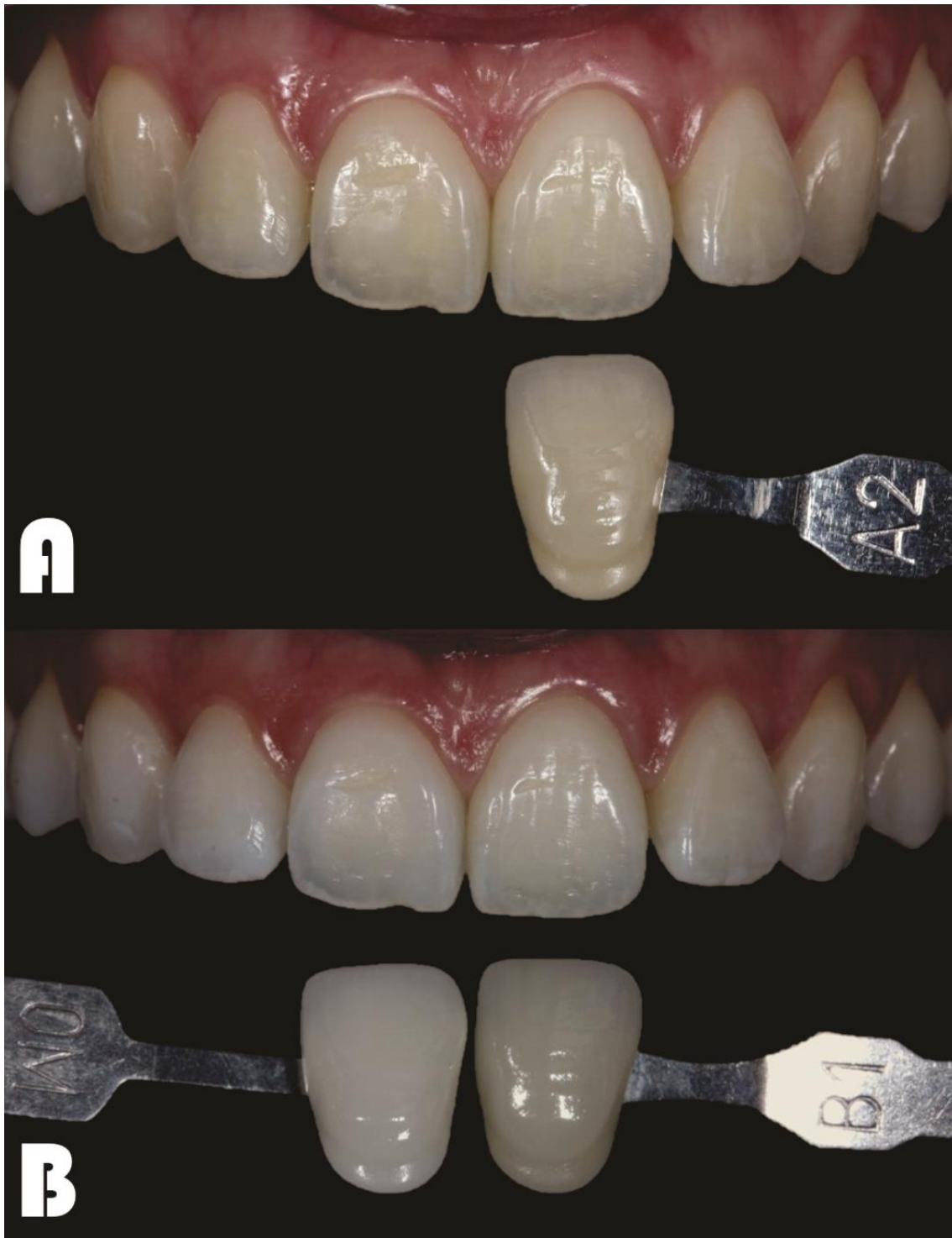
Em todos os tratamentos a exposição ao LED violeta (comprimento de onda 405-410 nm) foi realizada três vezes por semana com intervalo de 48 horas entre as sessões, durante 3 semanas, totalizando 9 sessões de irradiação durante todo o tratamento. Para realizar a irradiação, roletes de algodão foram posicionados na região de fundo de fórnix

de ambas as arcadas, além disso foi aplicado em todo tecido mole exposto uma barreira gengival fotoativada para proteção durante à irradiação do LED violeta.

Em cada sessão, a luz foi irradiada por 20 min sem interrupção, a uma distância de 8mm da estrutura dentária. É importante notar que, em todos os casos, apenas o hemiarco esquerdo recebeu essa irradiação. Para evitar que o hemiarco direito fosse irradiado, foi confeccionado uma barreira de silicone (Express XT Massas Densa Soft, 3M ESPE, Sumaré, SP, Brasil), que bloqueava a passagem da luz.

Os pacientes foram divididos em 3 grupos (n = 2 por grupo), de acordo com o gel clareador utilizado:

Tratamento 1: Dois pacientes cujos incisivos e caninos eram inicialmente de cor A2 receberam tratamento clareador caseiro na arcada superior com gel contendo peróxido de carbamida a 10% (Whiteness Perfect, FGM Produtos Odontológicos, Joinville, SC, Brasil) 8h por dia, durante 21 dias (Figura 1). Durante esse período (21 dias), os pacientes retornaram à clínica 3 vezes por semana, para que seu hemiarco esquerdo fosse irradiado com LED violeta sem a aplicação do gel clareador ao mesmo tempo.

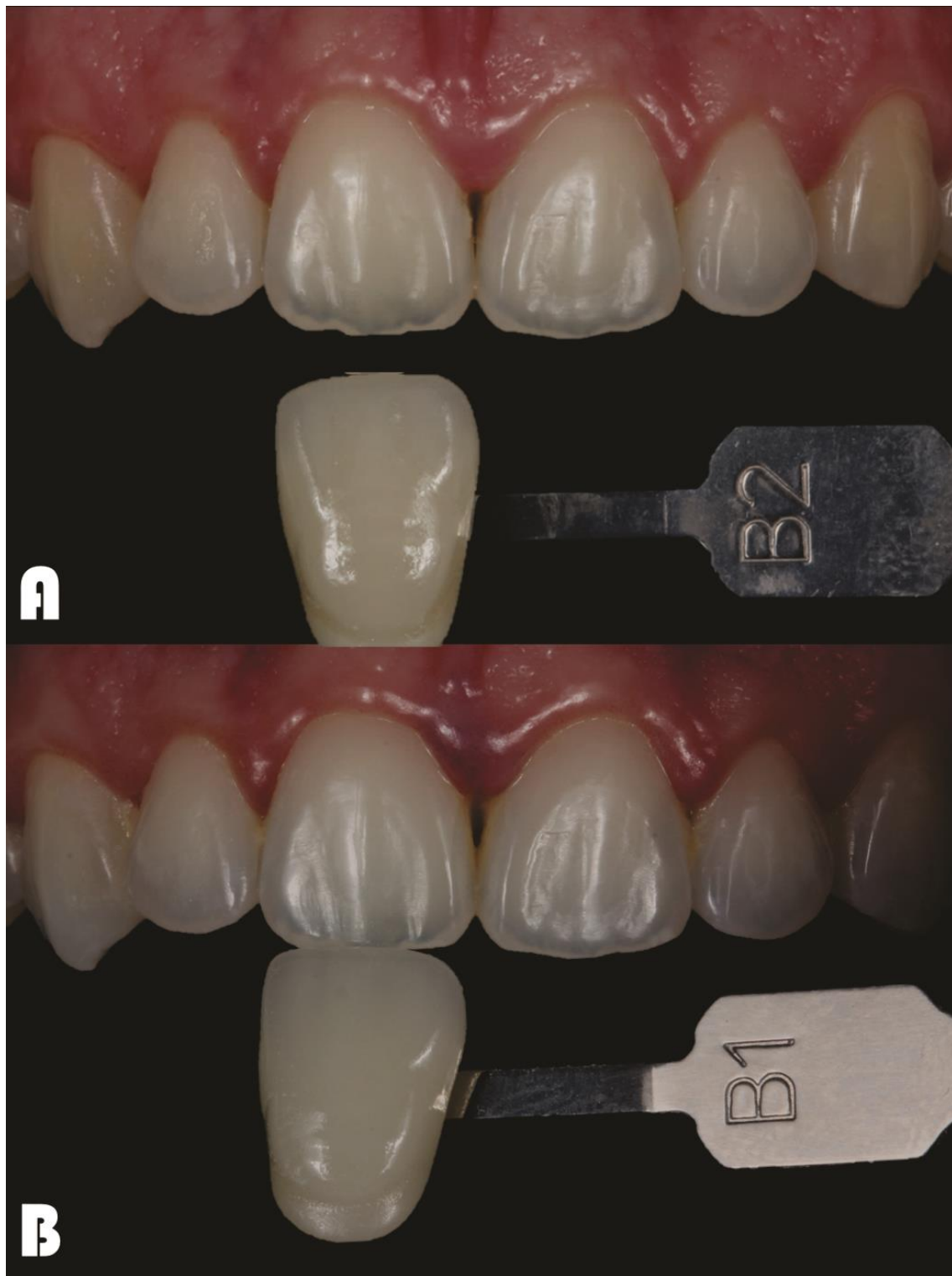
Figura 1 - Tratamento com 10% de PC e luz violeta

(a) Aspecto clínico inicial, mostrando a coloração dos incisivos superiores e dos caninos.

(b) Aspecto clínico final (14 dias após o término do clareamento), mostrando alteração cromática significativa, com os dentes 13, 12 e 11 apresentando OM3 em sombreamento e os dentes 21, 22 e 23 apresentando sombra B1.

Tratamento 2: Dois pacientes com tonalidade semelhante descrita acima receberam tratamento clareador de toda a arcada superior com 17,5% de gel HP obtido a partir da diluição do produto Whiteness HP (FGM Produtos Odontológicos, Joinville, SC, Brasil) com água deionizada e colocado em contato com a estrutura dental por 45 minutos. Esta diluição consistia em 3 gotas de PH, 3 gotas de água deionizada e 2 gotas de espessante [12]. Neste caso, o tratamento clareador foi realizado separadamente em cada hemiarco. A irradiação com luz violeta no hemiarco esquerdo e aplicação do gel clareador foram realizadas simultaneamente, protegendo o hemiarco direito com a barreira de silicone. Após a conclusão, o procedimento foi repetido no hemiarco direito, com exceção da exposição à luz violeta (Figura 2). O protocolo de irradiação foi o mesmo mencionado anteriormente, no entanto, neste caso, o gel foi aplicado simultaneamente à exposição à luz.

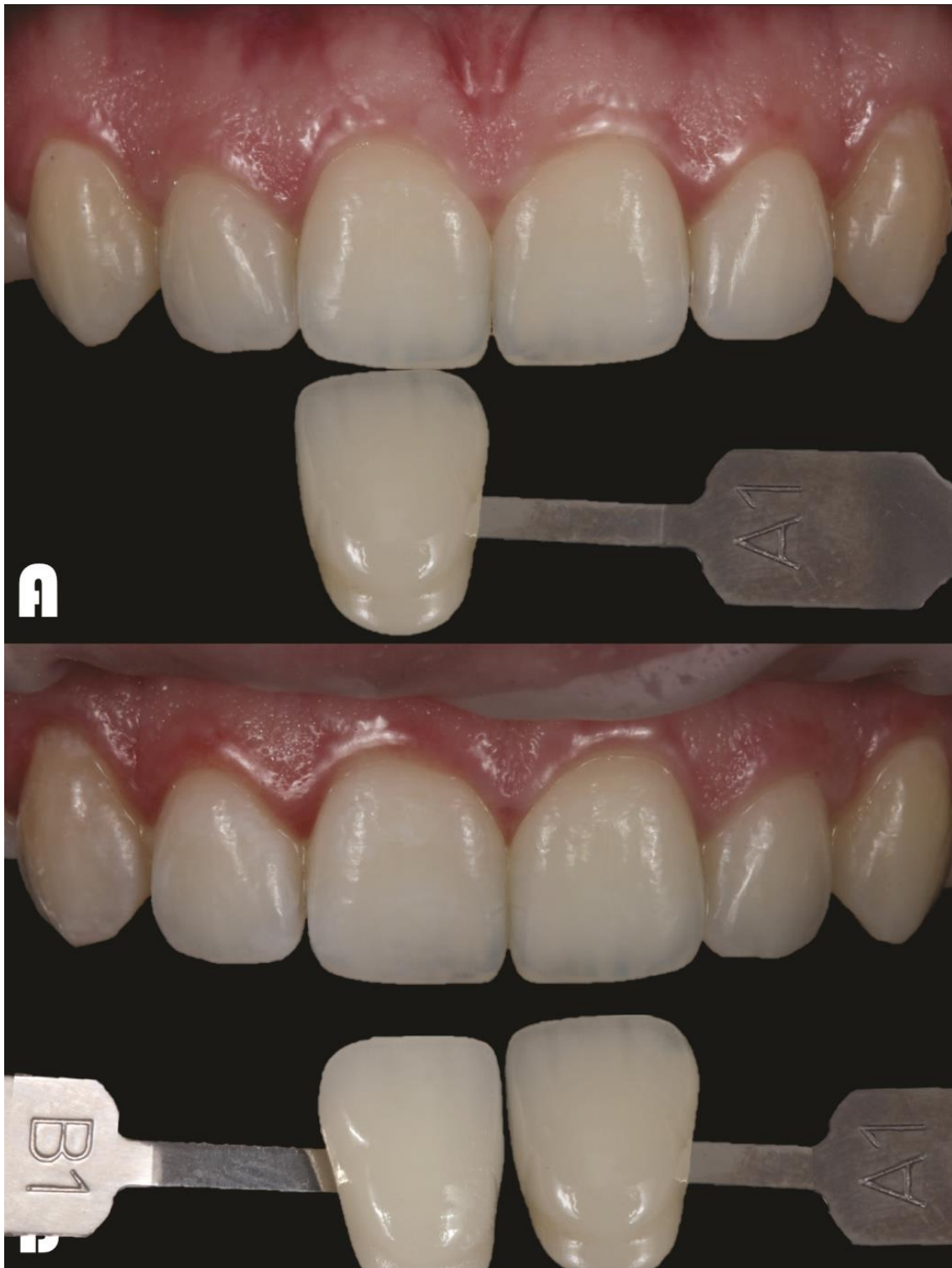
Figura 2 – Tratamento em consultório com 17.5% de PH e Luz violeta



(a) Aparência clínica inicial em que os incisivos apresentavam a cor da sombra B2 e os caninos apresentavam a cor A2 conforme determinado pela escala Vita. (b) Aspecto clínico final (14 dias após o término do clareamento), mostrando uma considerável

alteração cromática, com os incisivos mostrando a sombra B1 e os caninos mostrando a sombra A1 conforme determinado pela escala Vita.

Tratamento 3: As tonalidades dos incisivos superiores e caninos desses pacientes foram semelhantes aos dos outros grupos. No entanto, neste caso, os hemiarcos esquerdo desses pacientes foram irradiadas com luz violeta. Estes pacientes também receberam 9 sessões de irradiação de acordo com o protocolo descrito acima, enquanto o hemiarco direito recebeu apenas tratamento com gel placebo (Figura 3).

Figura 3 – Tratamento apenas com luz violeta

(a) Aspecto clínico inicial em que os incisivos apresentavam sombra A1 e os caninos tinham tonalidade A3 determinada pela escala Vita. (b) Aspecto clínico final (14 dias após o término do clareamento) mostrando o tom B1 para o dente 21 e a manutenção da cor inicial nos dentes 11 e 13.

Métodos de Análise da Eficácia Clareadora e Sensibilidade Dentária1. *Eficácia clareadora*

Todas as moldeiras e guias foram avaliadas e ajustadas quanto à adaptação, extensão e compressão dos tecidos moles. As análises de alteração de cor e sensibilidade foram realizadas de acordo com o tempo, como mostra o Quadro 1.

A análise da eficácia do branqueamento foi realizada usando 2 métodos:

Quadro 1 – Tempos de análises

Tempos	
T0	Baseline (antes do tratamento clareador)
T1	7 dias após o início do clareamento
T2	14 dias após o início do clareamento
T3	21 dias após o início do clareamento
T4	7 dias após o término do clareamento
T5	14 dias após o término do clareamento

1.1. *Espectrofotômetro digital portátil (EasyShade)*

A análise de cores foi realizada usando um espectrofotômetro digital (Easyshade Advance 4.0, Vident, Brea, CA, EUA). Este dispositivo usa o modelo de espaço colorido CIE L*a*b*, estabelecido pela Comissão Internacional de L'Eclairage - CIE (Comissão Internacional de Iluminação). As leituras foram realizadas nas superfícies mais planas da face vestibular dos incisivos centrais, laterais e caninos superiores em tempos pré-

estabelecidos (Tabela 1) e comparadas com a leitura inicial pelo cálculo de ΔE utilizando a seguinte equação:

$$\Delta E = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}.$$

Para tanto, guias de acetato com perfurações de 8 mm de largura foram colocados na região central da face vestibular dos dentes, com o objetivo de padronizar o ponto de mensuração da cor de cada dente em estudo [14].

1.2. Análise visual da alteração de cor

Para esta análise, foram utilizados os incisivos centrais superiores e caninos, sendo selecionado a escala Vita correspondente à cor de cada dente. A seleção de cores foi realizada por um pesquisador que desconhecia o tratamento administrado em cada hemiarco. O quadro 2 ilustra os dados e escores obtidos após os vários tratamentos (modificados de Machado et al.) [14]. A variação cromática foi calculada em cada momento de análise, com a cor inicial do dente, o comparador. A pontuação final atribuída foi uma média dos escores individuais dos incisivos e caninos.

Quadro 2 - Pontuações atribuídas à escala de cores (Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Alemanha), ordenadas por luminosidade.

	Escala clareada									Escala Vita									
Escola	OM1	OM2	OM3	B1	A1	B2	D2	A2	C1	C2	D4	A3	D3	B3	A3,5	B4	C3	A4	C4
Escore	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19

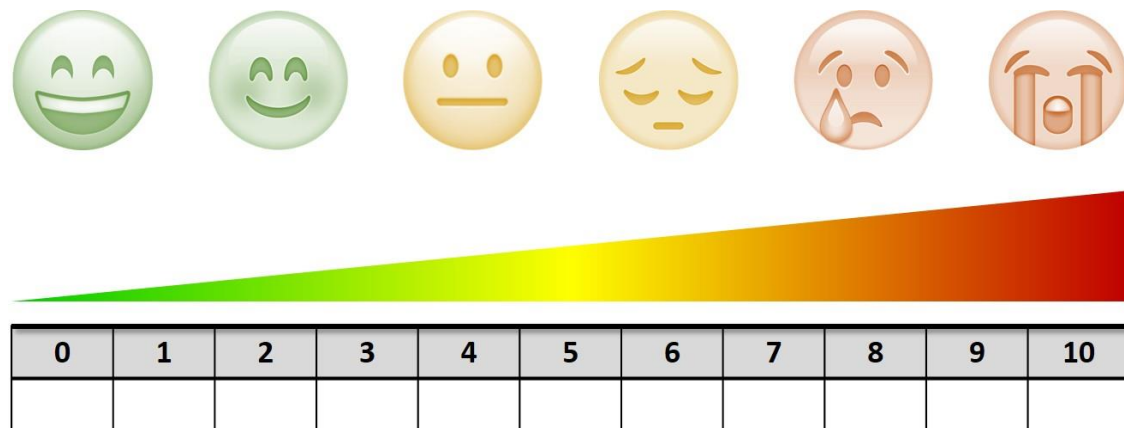
2. Sensibilidade dentária

A sensibilidade dentária também foi analisada por dois métodos:

2.1. *Relato espontâneo analisado pela Escala Visual Analógica (VAS)*

O método de análise da escala visual analógica (VAS) envolve o auto-relato de sensibilidade do paciente. Sendo assim, foi aplicado um questionário aos pacientes em que relataram a ocorrência de sensibilidade, juntamente com uma escala visual na qual indicavam a sensibilidade que sentiam após a sessão clareadora (Figura 4). Essa escala varia de 0 a 10 de acordo com a intensidade, com 0 correspondendo a nenhuma sensibilidade e 10 correspondendo ao maior desconforto que o paciente poderia ter. Além disso, o paciente foi questionado onde ocorreu o pico de sensibilidade [15, 16].

Figura 4 - Escala visual analógica usada para avaliar a sensibilidade dentária do paciente.



2.2. *Análise Neuro-Sensorial do Limiar de Sensação Térmica*

A quantificação da sensibilidade foi realizada usando um dispositivo que mensura a sensação térmica (TSA II NeurosensoryAnalyzer, Medoc, Israel) [15, 17], medindo o limiar de sensação térmica [18-20]. O termode intra-oral deste dispositivo foi

posicionado na região mais plana da superfície vestibular dos incisivos centrais e caninos (13, 11, 21 e 23) e ativado na função "limits" [15, 17, 21]. Nesta configuração, a unidade central do dispositivo gera e transmite sinais térmicos decrescentes, começando a 36° C e reduzindo gradualmente a temperatura a uma taxa de 1°C/s. Assim que o paciente sentia alteração na temperatura, ele interrompia o estímulo acionando um dispositivo portátil (mouse). O teste foi realizado 3 vezes em cada dente, em cada tempo de análise, e em seguida foi obtido uma média das leituras registradas. Para esta análise os dentes foram untados com uma pasta termo-condutora feita de óxido de prata (Implastec Thermal Pasta, Implastec Eletroquímica Ltda., Votorantim, São Paulo, Brasil) antes dos testes serem conduzidos para otimizar a condução térmica. Para padronizar os locais de análise, guias de acetato com perfurações de 8 mm também foram utilizadas na região dos incisivos centrais e caninos [15].

Resultados da Análise de Eficácia Clareadora e Sensibilidade Dentária

1. Eficácia clareadora

1.1. Espectrofotômetro digital portátil (EasyShade)

Os dados apresentados na tabela 1 demonstram que a mudança de cor mais pronunciada (ΔE) ocorreu em tratamentos à base de peróxidos, enquanto o uso isolado de LED violeta demonstrou ação altamente discreta, especialmente no controle de 14 dias. No entanto, o uso da luz potencializou a alteração cromática em todos os tratamentos, destacando sua associação com o PC 10%.

Tabela 1 - Valores médios de ΔE obtidos em cada hemi-arco nos períodos analisados.

		T1	T2	T3	T4	T5
PC 10% (at home)	Sem Luz	7.17	7.83	11.41	14.45	11.36
	LED Violeta	11.98	14.05	1823	17.52	16.79
PH 17,5%	Sem Luz	3.94	6.34	7.54	8.59	8.60
	LED Violeta	5.51	8.03	8.99	10.92	10.95
Gel Placebo	Sem Luz	1.67	1.66	0.68	0.75	0.86
	LED Violeta	2.74	3.34	5.37	4.41	2.88

Analisando detalhadamente os outros eixos do sistema CIE L*a*b*, observou-se que o uso do LED violeta influenciou positivamente para obtenção dos maiores valores de L* principalmente nos períodos de 14 e 21 dias, reduzindo seu efeito sobre a análise do controle realizado 14 dias após o término do tratamento (Tabela 2). A coordenada a* permaneceu inalterada durante e após o tratamento, demonstrando que tanto o uso dos géis quanto o LED violeta não influenciaram esta coordenada (Tabela 2). Na análise do eixo b*, observou-se que os efeitos dos protocolos testados foram potencializados pela associação do LED violeta. Em outras palavras, os dentes tenderam a ser mais azuis no final do tratamento (Tabela 2).

Tabela 2 - Valores médios de ΔE obtidos em cada hemi-arco nos períodos analisados.

		$\Delta T1$	$\Delta T2$	$\Delta T3$	$\Delta T4$	$\Delta T5$	
ΔL	CP 10% at-home	Sem Luz	1.27	2.97	4.53	2.21	2.46
		LED Violeta	1.77	2.23	3.77	2.34	2.53
	HP 17,5%	Sem Luz	0.87	1.37	-0.50	2.13	1.90
		LED Violeta	2.97	2.50	1.57	2.60	3.83
	Placebo	Sem Luz	1.4	0.70	0.10	-0.40	-0.50
		LED Violeta	0.7	1.30	4.20	3.70	1.00
Δa	pc 10% at-home	Sem Luz	-0.87	-0.57	-0.30	-0.34	-0.51
		LED Violeta	-0.30	0.03	0.07	-0.4	-0.42
	ph 17,5%	Sem Luz	-0.70	-0.93	-0.77	-0.97	-0.70
		LED Violeta	-0.70	-0.90	-0.77	-0.73	-0.73
	violet light	Sem Luz	0.10	0.10	0.60	0.40	0.00
		LED Violeta	0.50	0.70	1.00	0.70	0.10
Δb	CP 10% at-home	Sem Luz	-2.47	-1.13	1.40	-0.50	-0.59
		LED Violeta	-4.70	-4.23	-3.77	-7.40	-7.61
	HP 17,5%	Sem Luz	-3.67	-6.10	-7.43	-8.20	-8.10
		LED Violeta	-4.47	-7.57	-8.80	-10.47	-10.13
	Placebo	Sem Luz	0.90	1.50	0.30	0.50	0.50
		LED Violeta	2.60	3.00	-3.20	-2.30	-2.30

1.2. Análise visual da alteração de cor

Os dados relatados na Tabela 3 revelam que todos os tratamentos com peróxidos resultaram em uma alteração mais pronunciada na escala Vita em comparação com o LED violeta sozinho, que teve uma ação muito pequena após o 21º

dia de clareamento, permanecendo nos controles aos 7 e 14 dias. Observou-se também que o uso do LED violeta potencializou a alteração cromática em todos os tratamentos, destacando seu efeito quando associado com gel contendo PC 10%.

Tabela 3 - Média das diferenças dos escores da escala Vita do central e canino.

		T1	T2	T3	T4	T5
PC 10%	Sem Luz	0	2	4	4	4
	LED Violeta	0	4	5.5	5.5	5.5
PH 17,5%	Sem Luz	0	4	4	4.5	5
	LED Violeta	0	4	6	6	6
Gel Placebo	Sem Luz	0	0	0	0	0
	LED Violeta	0	0	1	1	1

2. Sensibilidade dentária

2.1. Relato espontâneo analisado pela Escala Visual Analógica (VAS)

No relato espontâneo da sensibilidade, foi possível verificar que os 2 pacientes que receberam PH 17,5% apresentaram sensibilidade moderada nas análises realizadas aos 14 e 21 dias após o início do clareamento. O relatório foi generalizado, sem influência da luz (Tabela 4).

Tabela 4 – Análise da intensidade da sensibilidade dentária espontânea obtida por meio da Escala Visual Analógica (EVA) nos diferentes períodos de estudo

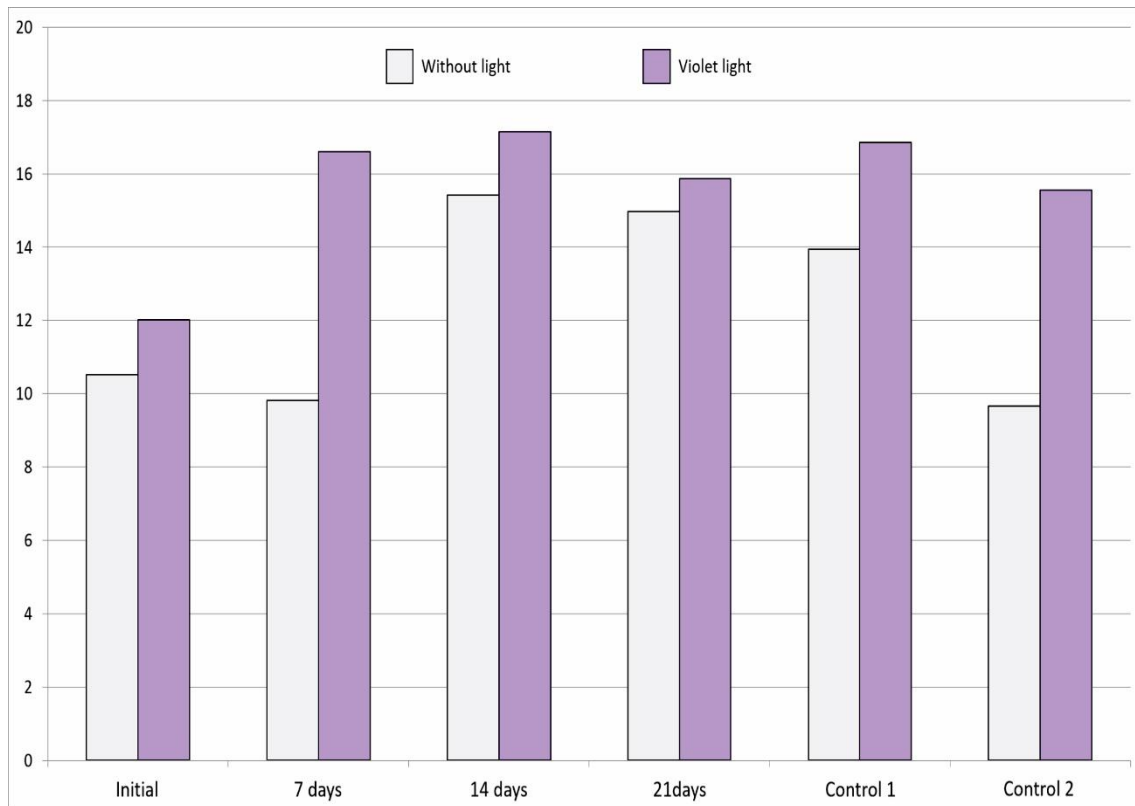
		Ocorrência	Intensidade				
			T1	T2	T3	T4	T5
PC 10%	Sem Luz	Não	0	0	0	0	0
	LED Violeta	Não	0	0	0	0	0
PH 17,5%	Sem Luz	Sim	0	4	8	0	0
	LED Violeta	Sim	0	4	8	0	0
Placebo	Sem Luz	Não	0	0	0	0	0
	LED Violeta	Não	0	0	0	0	0

2.2. Análise Neuro-Sensorial do Limiar de Sensação Térmica

Para analisar o efeito da luz sobre a sensibilidade, os dados do incisivo central e do canino de cada hemiarcada foram agrupados e calculados em cada momento da análise. Realizando uma análise geral foi possível observar que, o tratamento clareador, utilizando técnicas tradicionais, alterou o limiar da sensação térmica dentária de 10 °C para 15 °C (em T2), enquanto a associação do LED violeta alterou o limiar da sensação térmica dentária dos hemiarcos esquerdos de 12 °C a 17 °C. Isso sugere que, durante o tratamento, as hemiarcadas direita e esquerda podem apresentar tendências semelhantes no efeito clareador, o que pode ser confirmado por futuros trabalhos clínicos.

As análises de controle (T4 e T5) mostraram que a sensação térmica dos dentes que receberam somente os géis clareadores foi restaurada, enquanto aqueles que receberam luz violeta permaneceram alterados com tendência à diminuição da sensação (Figura 5).

Gráfico 5 - Temperaturas médias (°C) de detecção de frio obtidas nos dentes caninos em cada hemiarca (sem luz e luz violeta).



4.3. DISCUSSÃO

Na maioria dos pacientes, os tratamentos tradicionais de clareamento fornecem melhorias estéticas significativas; no entanto, eles também podem gerar efeitos colaterais indesejáveis, especialmente quando se usam produtos altamente concentrados [5, 16, 22-25].

Nesse sentido, a possibilidade de alterar a cor dos dentes sem submeter os pacientes aos efeitos colaterais típicos de terapias baseadas em aplicações tópicas representaria um avanço indiscutível na odontologia estética, abrindo a possibilidade de tratamentos mais seguros do que os atualmente utilizados [9, 10]. O uso do LED violeta, com ou sem gel branqueador, tem atraído a atenção dos profissionais da odontologia, embora haja poucas evidências que confirmem sua eficácia [10, 13, 26].

No presente relato, foram apresentados 6 casos clínicos, nos quais foram analisados os efeitos do LED violeta com 3 diferentes concentrações de géis clareadores. O protocolo consistiu no uso de luz LED violeta como único agente clareador, usado em combinação com tratamento em consultório, e em associação com tratamento domiciliar, todos com irradiação LED violeta por 20 min três vezes por semana durante 3 semanas. Nenhum dos casos, no entanto, forneceu evidências de apoio suficientes que permitissem conclusões definitivas sobre o sucesso do tratamento. No entanto, um efeito positivo foi observado quando a luz foi usada em conjunto com peróxidos. As alterações cromáticas mais pronunciadas durante o tratamento clareador foram principalmente devido a variações nas coordenadas b^* e L^* , que foram potencializadas com o LED violeta [27].

O mecanismo de ação desta nova tecnologia baseia-se na emissão de luz em um comprimento de onda de 405-410 nm, que coincide com o pico de absorção das moléculas cromóforas, onde a instabilidade e a quebra podem ocorrer, resultando em um efeito fotolítico [9]. Neste contexto, as moléculas seriam mais receptivas às reações com peróxidos dos géis clareadores e seriam difundidas pelos tecidos dentários [10, 12]. Klaric et al. [10] observaram o mesmo efeito, no qual a associação de luz influenciou positivamente o efeito de branqueamento obtido com diferentes concentrações de géis.

O uso isolado do LED violeta foi relatado anteriormente por Lago et al. que indicaram, a partir de um único estudo de caso em que a tonalidade foi alterada de A3 para A1 após 3 sessões de irradiação sem o uso de peróxido, que o tratamento com esse tipo de luz pode ser promissor. Esses dados, de certa forma, conflitam com os obtidos pelo tratamento 3 no presente estudo, que adotou um protocolo significativamente mais intenso com 9 sessões de radiação, e obteve pequena alteração pela mudança da tonalidade do dente 21 de A1 para B1. Uma análise visual realizada com a escala Vita foi confirmada por análise espectrofotométrica, que registrou diferenças de 4,69 para ΔE entre os hemiarcos. Esses dados foram ligeiramente

superiores ao valor de 3,3, que é considerado o valor mínimo para detectar a diferença visível [27], confirmando que a pequena diferença encontrada nesses casos clínicos era, de fato, clara. A diferença entre os resultados reportados por Lago e os obtidos neste estudo deve-se, possivelmente, às diferentes condições de iluminação, aos tempos de análise e à tonalidade inicial dos dentes.

Em relação à alteração cromática, a diferença nos valores de b^* obtidos após as terapias de clareamento deve ser abordada. Observou-se que quando o LED violeta foi utilizado, os valores de b^* tenderam a diminuir (redução em amarelo e aumento em azul) quando comparados com o lado que não recebeu irradiação luminosa. Acredita-se que a fonte de luz atue diretamente nos pigmentos esmalte amarelado e dentina, promovendo a desestabilização e quebra de algumas das duplas ligações de carbono presentes nos cromóforos [9], tornando as moléculas menores e mais leves e / ou mais reativas quando em contato com o peróxido. Esses dados, corroboram com os dados obtidos no estudo de Gallinari et al. [12] que analisaram in vitro a alteração cromática conferida pelo uso isolado do LED violeta, bem como quando associado ao gel de 17,5% de PH. Nas condições experimentais verificou-se que o uso do LED violeta pode ser vantajoso, principalmente quando associado ao uso de peróxidos em concentrações <17,5%.

Em relação à sensibilidade, sabe-se que quanto maiores as concentrações de gel clareador, maiores e mais frequentes são as sensações dolorosas. [15, 28] Nesse contexto, o relato espontâneo de sensibilidade mostrou que o desconforto relatado estava relacionado à concentração de peróxidos utilizados nas diferentes dosagens. Assim, apenas o tratamento em consultório com 17,5% de PH resultou em relatos espontâneos e generalizados de desconforto, independentemente do uso da luz. Essa resposta provavelmente esteve relacionada a mudanças reversíveis na polpa [25, 29]. Os produtos da reação redox desses géis clareadores resultam em EROs [2, 30, 31], que entram em contato com o tecido pulpar, causando estresse oxidativo que por sua

vez desencadeia um processo inflamatório. O processo doloroso ocorre pela sensibilização às fibras nervosas, que pode ser mediada pela ação de mediadores da inflamação (entre outros), ou pelo aumento da pressão intrapulpar devido ao processo inflamatório [32, 33].

Como análise complementar da sensibilidade dentária, também foi realizado o Teste Quantitativo Sensorial. Semelhante ao relatório de Rahal et al. Verificou-se que o tratamento clareador com peróxidos alterou o limiar da sensação térmica dentária, com as principais alterações ocorrendo na segunda e terceira semanas de tratamento (T2 e T3). No entanto, nos controles realizados aos 7 e 14 dias pós-tratamento, os hemiarcos irradiados permaneceram sensibilizados, e uma leve tendência a diminuir a sensibilidade dentária foi observada no dia 14 nos controles. No entanto, os dentes dos pacientes que foram submetidos a tratamento convencional, foram gradualmente restaurados ao seu estado normal. Embora Klaric et al. [26] não observaram alteração significativa na temperatura intrapulpar dos dentes expostos a essa luz em seu estudo in vitro. Faltam dados da literatura sobre os efeitos dessa irradiação nos tecidos dentários, o que pode explicar as alterações na sensibilização dentária, porque geralmente, existe uma preocupação significativa com relação ao calor gerado pela fonte de luz em procedimentos de clareamento dental, o que pode causar irritação da polpa ou danos severos, como a necrose.

Por fim, apesar dos rigorosos critérios de seleção dos pacientes e das diversas comparações feitas com os hemiarcos, sabe-se que as séries de casos apresentam limitações inerentes às características individuais dos sujeitos. Além disso, um pequeno tamanho da amostra com características variadas pode gerar vieses significativos na interpretação dos resultados. A padronização da amostra foi realizada em relação ao estado de saúde, idade e sexo do paciente, pois esses fatores podem influenciar nos resultados da sensibilidade auto-referida. Estudos anteriores que avaliaram a

sensibilidade dentária por meio de auto-relatos e questionários usando a EVA estão de acordo com esses resultados [17].

Embora a série de casos possa ser valiosa, deve-se ter cautela ao interpretar os resultados individuais. Ensaios clínicos randomizados, portanto, são essenciais para se chegar a resultados conclusivos. Além disso, estudos em laboratório e em animais são fundamentalmente importantes na validação de métodos e na verificação de possíveis efeitos colaterais. Além disso, em relação ao tempo reduzido de acompanhamento, acredita-se que esse tempo seja suficiente para a reidratação dos dentes e para monitorar a efetividade real do LED violeta [34]. No entanto, considerando que esta nova tecnologia tem sido comercializada, mesmo com muita pouca informação sobre sua eficácia e segurança, acreditamos que nossos resultados podem contribuir para o conhecimento do potencial desta modalidade nos procedimentos de branqueamento e estabelecer novos protocolos e níveis de segurança na irradiação para realizar o tratamento de branqueamento.

4.4. CONCLUSÃO

Com base nos dados obtidos a partir desses casos clínicos, não há evidências suficientes para tirar uma conclusão definitiva sobre o sucesso do tratamento. No entanto, um efeito positivo foi observado quando o LED violeta foi usada em conjunto com peróxidos. Além disso, o LED violeta não teve influência na sensação de dor autorreferida; no entanto, seu uso sensibilizou os dentes quando submetidos à baixas temperaturas.

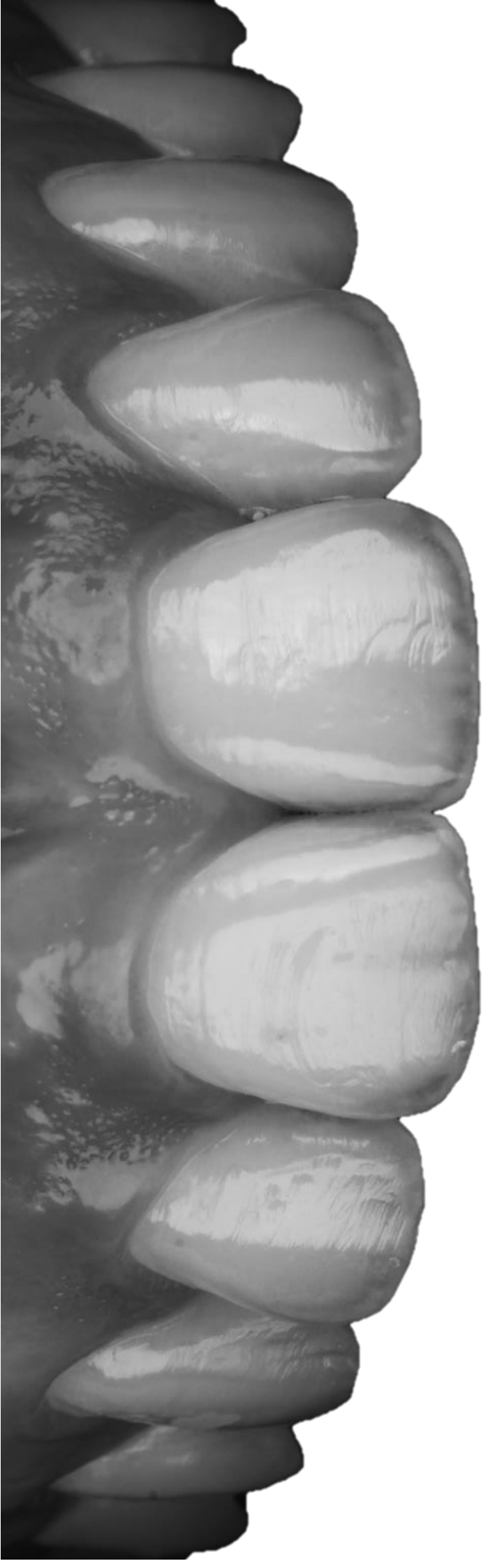
4.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] A.L.F. Briso, M.S.M. Fonseca, L.C.A.G. de Almeida, S.J. Mauro, P.H. dos Santos, Color alteration in teeth subjected to different bleaching techniques, *Laser Physics* 20(11) (2010) 1-4.
- [2] R.S. Goncalves, C.A. Costa, D.G. Soares, P.H. dos Santos, L.T. Cintra, A.L. Briso, Effect of Different Light Sources and Enamel Preconditioning on Color Change, H₂O₂ Penetration, and Cytotoxicity in Bleached Teeth, *Operative dentistry* 41(1) (2016) 83-92.
- [3] Y.H. Kwon, M.S. Huo, K.H. Kim, S.K. Kim, Y.J. Kim, Effects of hydrogen peroxide on the light reflectance and morphology of bovine enamel, *Journal of oral rehabilitation* 29(5) (2002) 473-7.
- [4] L.C. de Almeida, C.A. Costa, H. Riehl, P.H. dos Santos, R.H. Sundfeld, A.L. Briso, Occurrence of sensitivity during at-home and in-office tooth bleaching therapies with or without use of light sources, *Acta odontologica latinoamericana : AOL* 25(1) (2012) 3-8.
- [5] P.d.C. Cardoso, A. Reis, A.D. Loguercio, L.C.C. Vieira, L.N. Baratieri, Clinical effectiveness and tooth sensitivity associated with different bleaching times for a 10 percent carbamide peroxide gel, *Journal of the American Dental Association* (1939) 141(10) (2010) 1213-1220.
- [6] C.A. Costa, H. Riehl, J.F. Kina, N.T. Sacono, J. Hebling, Human pulp responses to in-office tooth bleaching, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 109(4) (2010) e59-64.
- [7] F. Benetti, J.E. Gomes-Filho, L.L. Ferreira, G. Sivieri-Araujo, E. Ervolino, A.L.F. Briso, L.T.A. Cintra, Concentration-dependent effect of bleaching agents on the immunolabelling of interleukin-6, interleukin-17 and CD5-positive cells in the dental pulp, *Int Endod J* 51(7) (2018) 789-799.
- [8] M.O. Gallinari, L.T.A. Cintra, F. Benetti, V. Rahal, E. Ervolino, A.L.F. Briso, Pulp response of rats submitted to bleaching and the use of different anti-inflammatory drugs, *PLoS One* 14(1) (2019) e0210338.
- [9] F. Zanin, Recent Advances in Dental Bleaching with Laser and LEDs, *Photomedicine and laser surgery* 34(4) (2016) 135-6.

- [10] E. Klaric, M. Rakic, M. Marcius, M. Ristic, I. Sever, Z. Tarle, Optical effects of experimental light-activated bleaching procedures, *Photomedicine and laser surgery* 32(3) (2014) 160-7.
- [11] F. Benetti, C.A.A. Lemos, M. de Oliveira Gallinari, A.M. Terayama, A.L.F. Briso, R. de Castilho Jacinto, G. Sivieri-Araujo, L.T.A. Cintra, Influence of different types of light on the response of the pulp tissue in dental bleaching: a systematic review, *Clinical oral investigations* 22(4) (2018) 1825-1837.
- [12] M.O. Gallinari, T.C. Fagundes, L.M.A.V. da Silva, M.B.A. Souza, A.C.S. Barboza, A.L.F.B. Briso, A new approach dental bleaching using violet light with or without the use of whitening gel: study of bleaching effectiveness *Operative dentistry* (2018).
- [13] A.D.N. Lago, W.D.R. Ferreira, G.S. Furtado, Dental bleaching with the use of violet light only: Reality or Future?, *Photodiagnosis and photodynamic therapy* 17 (2017) 124-126.
- [14] L.S. Machado, R.B. Anchieta, P.H. dos Santos, A.L. Briso, N. Tovar, M.N. Janal, P.G. Coelho, R.H. Sundfeld, Clinical Comparison of At-Home and In-Office Dental Bleaching Procedures: A Randomized Trial of a Split-Mouth Design, *Int J Periodontics Restorative Dent* 36(2) (2016) 251-60.
- [15] V. Rahal, M.O. Gallinari, J. Perdigao, L.T. Cintra, P.H. Santos, A.L.F. Briso, Quantitative sensory testing of the effect of desensitizing treatment after dental bleaching, *Acta Odontologica Latinoamericana* 28(3) (2015) 263-270.
- [16] L.C. Almeida, H. Riehl, P.H. Santos, M.L. Sundfeld, A.L. Briso, Clinical evaluation of the effectiveness of different bleaching therapies in vital teeth, *The International journal of periodontics & restorative dentistry* 32(3) (2012) 303-9.
- [17] V. Rahal, M.O. Gallinari, J.S. Barbosa, R.L. Martins-Junior, P.H. Santos, L.T.A. Cintra, A.L.F.B. Briso, Influence of skin cold sensation threshold in the occurrence of dental sensitivity during dental bleaching: a placebo controlled clinical trial, *Journal of Applied Oral Science* (2018).
- [18] A. Kalantzis, P.P. Robinson, A.R. Loescher, Effects of capsaicin and menthol on oral thermal sensory thresholds, *Archives of oral biology* 52(2) (2007) 149-53.
- [19] L. Baad-Hansen, T. Arima, L. Arendt-Nielsen, B. Neumann-Jensen, P. Svensson, Quantitative sensory tests before and 1(1/2) years after orthognathic surgery: a cross-sectional study, *Journal of oral rehabilitation* 37(5) (2010) 313-21.

- [20] G.I. Juhl, P. Svensson, S.E. Norholt, T.S. Jensen, Long-lasting mechanical sensitization following third molar surgery, *Journal of orofacial pain* 20(1) (2006) 59-73.
- [21] A.L.F. Briso, V. Rahal, F.A. Azevedo, M.O. Gallinari, R.S. Goncalves, S.M.B. Frascino, P.H.D. Santos, L.T.A. Cintra, Neurosensory analysis of tooth sensitivity during at-home dental bleaching: a randomized clinical trial, *Journal of applied oral science : revista FOB* 26 (2018) e20170284.
- [22] A.L.F. Briso, V. Rahal, R.H. Sundfeld, P.H. Santos, R.S. Alexandre, Effect of Sodium Ascorbate on Dentin Bonding After Two Bleaching Techniques, *Operative dentistry* 39(2) (2014) 195-203.
- [23] A.L.F. Briso, R.S. Gonçalves, F.A. de Azevedo, M.O. Gallinari, P.H. dos Santos, T.C. Fagundes, Transenamel and Transdental Penetration of H₂O₂ in Restored Bovine Teeth, *The Journal of Adhesive Dentistry* 17(6) (2015) 529-534.
- [24] A.F. Cartagena, S.O. Parreiras, A.D. Loguercio, A. Reis, N.H. Campanha, In-office bleaching effects on the pulp flow and tooth sensitivity - case series, *Brazilian oral research* 29 (2015).
- [25] D.G. Soares, F.G. Basso, D.S. Scheffel, J. Hebling, C.A. de Souza Costa, Responses of human dental pulp cells after application of a low-concentration bleaching gel to enamel, *Archives of oral biology* 60(9) (2015) 1428-36.
- [26] E. Klaric, M. Rakic, I. Sever, Z. Tarle, Temperature rise during experimental light-activated bleaching, *Lasers in medical science* 30(2) (2015) 567-76.
- [27] D. Dietschi, S. Rossier, I. Krejci, In vitro colorimetric evaluation of the efficacy of various bleaching methods and products, *Quintessence international* (Berlin, Germany : 1985) 37(7) (2006) 515-26.
- [28] M. Kashima-Tanaka, Y. Tsujimoto, K. Kawamoto, N. Senda, K. Ito, M. Yamazaki, Generation of free radicals and/or active oxygen by light or laser irradiation of hydrogen peroxide or sodium hypochlorite, *Journal of endodontics* 29(2) (2003) 141-3.
- [29] T.T. Wu, L.F. Li, R. Du, L. Jiang, Y.Q. Zhu, Hydrogen peroxide induces apoptosis in human dental pulp cells via caspase-9 dependent pathway, *Journal of endodontics* 39(9) (2013) 1151-5.

- [30] L.C. de Almeida, D.G. Soares, M.O. Gallinari, C.A. de Souza Costa, P.H. Dos Santos, A.L. Briso, Color alteration, hydrogen peroxide diffusion, and cytotoxicity caused by in-office bleaching protocols, *Clinical oral investigations* 19(3) (2015) 673-80.
- [31] F. Benetti, J.E. Gomes-Filho, L.L. Ferreira, E. Ervolino, A.L.F. Briso, G. Sivieri-Araujo, E. Dezan-Junior, L.T.A. Cintra, Hydrogen peroxide induces cell proliferation and apoptosis in pulp of rats after dental bleaching in vivo: Effects of the dental bleaching in pulp, *Archives of oral biology* 81 (2017) 103-109.
- [32] J. Caviedes-Bucheli, H.R. Munoz, M.M. Azuero-Holguin, E. Ulate, Neuropeptides in dental pulp: the silent protagonists, *Journal of endodontics* 34(7) (2008) 773-88.
- [33] J. Caviedes-Bucheli, N. Lombana, M.M. Azuero-Holguin, H.R. Munoz, Quantification of neuropeptides (calcitonin gene-related peptide, substance P, neurokinin A, neuropeptide Y and vasoactive intestinal polypeptide) expressed in healthy and inflamed human dental pulp, *International endodontic journal* 39(5) (2006) 394-400.
- [34] S. Deliperi, D.N. Bardwell, A. Papathanasiou, Clinical evaluation of a combined in-office and take-home bleaching system, *J Am Dent Assoc* 135(5) (2004) 628-34.



5. Capítulo 4

5. Capítulo 4

Randomized clinical study on bleaching efficacy and neurosensory analysis of dental sensitivity in treatments that associate LED Violet with carbamide peroxide 10%*

Short Title: Efficacy and sensitivity caused by violet light

Marjorie de Oliveira Gallinari¹, Lívia Maria Alves Valentim da Silva¹, Ticiane Cestari Fagundes¹, Ana Carolina Souza Barboza¹, Sibeles de Alcantara¹, Paulo Henrique dos Santos², André Luiz Fraga Briso¹

¹ Department of Restorative Dentistry, São Paulo State University (UNESP), School of Dentistry, Araçatuba

² Department of Dental Materials and Prosthodontics, São Paulo State University (UNESP), School of Dentistry, Araçatuba

Corresponding author:

Profa. Associado André Luiz Fraga Briso

Disciplina de Dentística, Faculdade de Odontologia do Campus de Araçatuba, UNESP

Rua José Bonifácio 1193, CEP: 16015-050, Araçatuba, SP, Brasil.

Phone: +55-18-3636-3201 Fax: +55-18-3636-3332. E-mail: andre.briso@unesp.br

De acordo com as instruções aos autores do periódico *Operative Dentistry

(<https://www.elsevier.com/journals/journal-of-dentistry/0300-712?generatepdf=true>)

Estudo clínico randomizado sobre a eficácia clareadora e análise neurosensorial da sensibilidade dentária em tratamentos que associam LED Violeta com peróxido de carbamida 10%

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a eficácia clareadora e a sensibilidade pós-operatória promovida pelo uso da Luz violeta (VIO) durante tratamento clareador caseiro utilizando o modelo Split-mouth design. Foram selecionados 30 pacientes de ambos os gêneros, com idade entre 18 e 25 anos. Os pacientes foram submetidos ao tratamento clareador caseiro (at-home) com PC10% e irradiação in-office com a VIO por 30 minutos apenas em um hemiarco sendo 2 sessões por semana, durante 3 semanas. O tratamento empregado em cada hemiarco foi determinado aleatoriamente, e a randomização foi realizada através de sorteio. As análises foram realizadas nos tempos: inicial, 7, 14 e 21 dias após o início do tratamento e 7 e 14 dias após o término do tratamento clareador. Para análise da cor foi utilizado o sistema de cor CIEL*a*b*, a avaliação da sensibilidade dentária foi feito com a Escala Visual Analógica (VAS) e detecção ao frio utilizou o equipamento de análise neurosensorial TSA II. Analisando a mudança de cor (ΔE) pode-se observar que a hemiarcada que foi submetida à irradiação com VIO, apresentou os maiores valores quando comparada com o lado que não recebeu tal luz. Em relação à sensibilidade dentária, não houve relato de nenhum paciente quanto a sua presença durante todo o protocolo clareador. A análise do limiar de sensação térmica dentária mostrou que o uso do LED violeta tornou os dentes mais sensíveis. Pode-se concluir que o LED violeta proporcionou um efeito positivo quando utilizado em conjunto com tratamento clareador caseiro a base de peróxido de carbamida 10%, porém este novo protocolo deixaram os dentes mais sensíveis.

Palavras-chaves: sensibilidade dentinária, peróxido de hidrogênio, LED

Randomized clinical study on bleaching efficacy and neurosensory analysis of dental sensitivity in treatments that associate LED Violet with carbamide peroxide 10%

SUMMARY

The objective of this study was to evaluate the bleaching efficacy and postoperative sensitivity promoted by the use of violet light (VL) during home bleaching treatment using the Split-mouth design model. We selected 30 patients of both genders, aged between 18 and 25 years. Patients were submitted to home-bleaching treatment with PC10% and in-office irradiation with LV for 30 minutes in only one hemiarco and 2 sessions per week for 3 weeks. The treatment used in each hemiarco was determined randomly, and the randomization was performed through a lottery. The analyzes were performed at the initial time, 7, 14 and 21 days after the start of treatment and 7 and 14 days after the end of the bleaching treatment. For color analysis, the CIEL * a * b * color model was used, the dental sensitivity evaluation was done with the Visual Analogue Scale (VAS) and cold detection using the TSA II neuro-sensory analysis equipment. By analyzing the color change (ΔE) it can be observed that the hemiarcate that was submitted to irradiation with LV, presented the highest values when compared with the side that did not receive such light. Regarding tooth sensitivity, there was no report of any patient regarding its presence throughout the bleaching protocol. Analysis of the dental thermal sensation threshold showed that the use of violet LEDs made the teeth more sensitive. It can be concluded that the violet LED provided a positive effect when used in conjunction with a 10% carbamide peroxide based home bleaching treatment, but this new protocol made the teeth more sensitive.

Key-words: dentin sensitivity, hydrogen peroxide, LED

5.1. INTRODUÇÃO

O clareamento dentário é um dos tratamentos mais procurados nos consultórios odontológicos, podendo gerar grandes benefícios estéticos com um custo relativamente baixo e técnicas simples. A velocidade da alteração cromática está relacionada com a posologia utilizada nos diferentes protocolos adotados pelos profissionais, sendo considerado um tratamento dose-dependente, principalmente na sua fase inicial.¹

Assim, apesar das posologias que utilizam concentrações baixas de peróxidos serem extremamente eficazes, têm-se verificado que o tratamento de consultório, que empregam peróxidos altamente concentrados, pode proporcionar alterações cromáticas mais intensas na fase inicial do tratamento, o que colabora para que a técnica seja ainda a preferida entre muitos profissionais.¹⁻³ Porém, esta opção de tratamento tem sido relacionada à alta ocorrência de sensibilidade dentária,^{4,5} o que gera questionamentos na comunidade científica sobre os efeitos biológicos no tecido pulpar, e também pode diminuir o sentimento de satisfação por parte dos pacientes ao término do tratamento.

Muitas teorias existem sobre a etiologia da sensibilidade dentária pós-clareamento, como o aumento do fluxo do fluido dentinário,⁶ com consequente excitação mecânica das fibras nervosas,⁷ bem como aos efeitos oxidativos que estes produtos causam no tecido pulpar⁸. O gel clareador quando entra em contato com a estrutura dentária, libera espécies reativas de oxigênio (EROs) que difundem-se e alcançam o complexo dentino-pulpar,^{2, 8-13} desencadeando um processo inflamatório neste tecido.¹¹⁻¹³

Desta forma, a possibilidade de clarear dentes com o emprego reduzido ou mesmo sem a utilização de peróxidos significaria a quebra de um paradigma e poderia ser revolucionária na Odontologia estética, pois os efeitos colaterais mencionados poderiam ser pronunciadamente reduzidos.

Neste contexto, alguns pesquisadores propuseram o emprego do LED violeta, associando-o ou não aos géis clareadores.¹⁴⁻¹⁷ Esta fonte portátil de luz assemelha-se aos

equipamentos normalmente empregados no consultório odontológico e emitem luz no comprimento de onda de 405 – 410 nm, coincidindo com o pico de absorção das moléculas cromóforas. Com isso, poderia ocorrer uma instabilidade e quebra destas moléculas, caracterizando um clareamento por meio de um processo físico.^{14, 18}

Porém, por ser uma técnica recente, faltam ainda estudos sobre a importância do LED Violeta no tratamento clareador. Em 2019, Gallinari e colaboradores¹⁹ analisaram “in vitro” a alteração cromática proporcionada pelo emprego isolado do LED violeta, bem como quando associado a géis clareadores de diferentes concentrações. Os resultados obtidos praticamente descartam a possibilidade de substituição do tratamento tradicional, baseado no uso de peróxidos, pelo uso isolado desta nova tecnologia. No entanto, naquelas condições experimentais foi constatado que o emprego do LED Violeta poderia ser vantajoso, principalmente quando associado ao uso de peróxidos com concentrações inferiores a 17,5%.

Seguindo a tendência de bons resultados com a associação do LED Violeta com produtos clareadores de baixa concentração, Rastelli e colaboradores,¹⁶ realizaram um caso clínico associando o LED violeta com peróxido de carbamida (PC) a 10%, e a partir deste caso clínico os autores observaram que houve alteração na tonalidade, apresentando um ΔE de 5,3. Porém, neste caso clínico, os autores associaram o gel e o uso do LED violeta em toda a arcada dentária, não havendo uma comparação com o uso do gel sem o LED. Recentemente, Gallinari et al. (2019) apresentaram diversos casos clínicos empregando a luz violeta, somente em hemi-arcadas, e foi possível observar que o LED violeta tende a intensificar a eficácia clareadora quando associados com a técnica caseira,²⁰ uma vez que o efeito clareador luz sem a utilização do gel clareador,^{14, 15, 17} age concomitantemente com o ação oxidante do gel clareador.

Assim, considerando que a literatura apresenta poucos relatos sobre o tema,^{15-17, 21} espera-se que seja possível um protocolo clínico com a eficácia satisfatória, porém utilizando géis clareadores de menores concentrações, associando-se com a capacidade clareadora da Luz violeta, proporcionando um tratamento com menor efeito colateral possível para o

paciente. Além da necessidade de se avaliar a eficácia na alteração cromática, ainda permanecem dúvidas com relação aos possíveis efeitos colaterais relacionados à sensibilidade dentária do emprego deste tipo de luz. De toda forma, a possibilidade de se clarear dentes expondo-o a uma menor quantidade de agentes oxidantes pode representar a quebra de um dos paradigmas atuais da Odontologia estética, merecendo ser mais profundamente estudada.

5.2. OBJETIVOS

O objetivo deste estudo será avaliar clinicamente o efeito da associação ou não do LED violeta com o tratamento clareador caseiro na alteração de cor e na sensibilidade dentária. A hipótese nula a ser testada é que o emprego do LED Violeta não interferiria na eficácia da técnica clareadora caseira e na ocorrência de sensibilidade dentária.

5.3. MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo foi aprovado pela Comissão de Ética em Pesquisa (Plataforma Brasil – CAAE: 91344318.8.0000.5420) e está registrado no site do Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos (<http://www.ensaiosclinicos.gov.br>; número do registro: RBR-6HXYFT). A descrição do estudo segue a declaração CONSORT.

Este estudo foi um ensaio clínico fatorial randomizado, com modelo de *Split-Mouth* e duplo-cego. Os fatores estudados foram:

- 1- Tratamento clareador em dois níveis (G1: PC a 10% e G2: PC 10% + LED Violeta);
- 2- Tempo de avaliação em 6 níveis para a análise de sensibilidade (T0: inicial, T1: 7 dias, T2: 14 dias, T3: 21 dias após o início do tratamento, T4: 7 dias e T5: 14 dias após a conclusão do tratamento) e 5 níveis para a análise da eficácia clareadora (T1: 7 dias; T2: 14 dias; T3: 21 dias; T4: 7 dias após o término do tratamento clareador; T5: 21 dias após o término

do tratamento clareador). Todas as leituras de cor foram comparadas com os valores obtidos em T0.

Quadro 1 – Divisão dos grupos experimentais segundo a terapia clareadora adotada.

Grupo	Gel clareador	Luz	Protocolo
PC 10	Peróxido de carbamida 10% (Whiteness Perfect, FGM Produtos Odontológicos, Joinville, SC, Brasil)	--	Gel clareador: 8 horas diárias (período noturno)
PC 10 + LUZ	Peróxido de carbamida 10% (Whiteness Perfect, FGM Produtos Odontológicos, Joinville, SC, Brasil)	LED Violeta Bright Maxx Whitening Light Source (MMOptics Ltda, São Carlos, SP, Brasil)	Gel clareador: 8 horas diárias (período noturno)

O tamanho da amostra foi calculado no software SigmaPlot 14.0, baseado nos dados do estudo piloto, considerando como diferença mínima entre as médias da alteração de cor (ΔE) de 1,450 e o desvio padrão com 1,580. Sendo assim, considerou-se um nível de significância de 5%. O poder do teste foi de 80%, o que significa que, se de fato existir alguma diferença, a probabilidade de detectá-la será de 80%. Através do cálculo realizado, constatou-se que o tamanho mínimo de amostra exigido era de 20 pacientes.

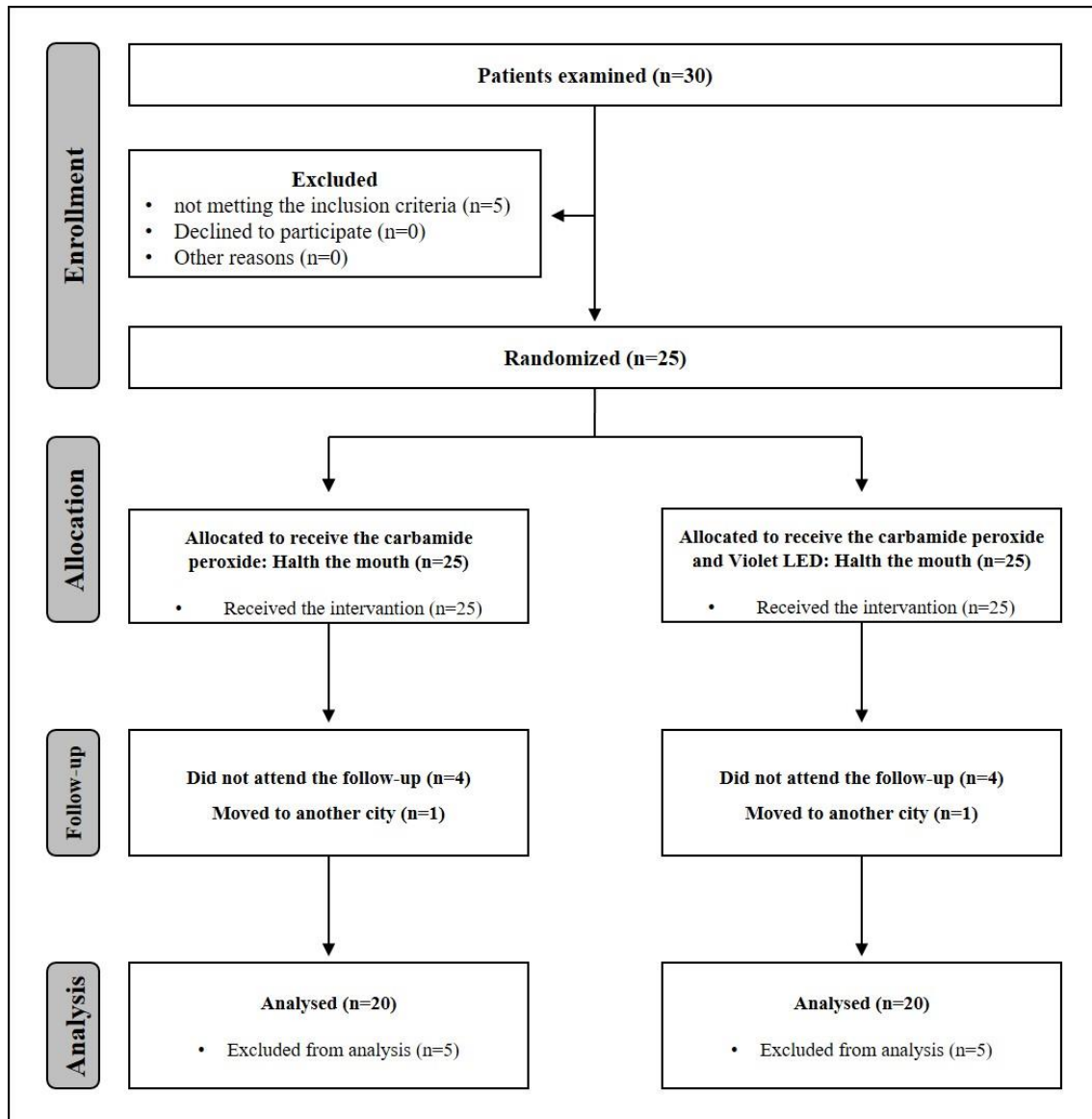
Seleção dos voluntários

Como critérios de inclusão, os indivíduos deveriam ter os dentes superiores hígidos, vitais, sem lesões cariosas ou não cariosas, estar em boa condição sistêmica e ter os tecidos moles orais saudáveis.

Voluntários com dentes conóides, portadores de restaurações diretas ou indiretas nos dentes anteriores superiores, que utilizavam algum tipo de aparelho ortodôntico, que tenham feito tratamento clareador prévio, possuíam histórico de reação adversa aos peróxidos, estavam fazendo uso de opióides, possuíam marca-passo, manchamentos dentários provocados pelo uso de tetraciclina, traumas, fluorose, ou por etiologias não conhecidas, os que apresentavam qualquer exposição clinicamente verificável de tecido dentinário e possuíam sensibilidade dentária ou histórico de tratamento de sensibilidade dentária não foram incluídos. Também foram excluídos voluntários fumantes, gestantes, com doenças neurológicas e doenças crônicas ou agudas de maneira geral.

Os pacientes foram cuidadosamente avaliados e submetidos à anamnese, exames clínicos e radiográficos apropriados para detectar condições periodontais, restaurações deficientes, dentes cariados ou exposição da dentina antes da alocação (Figura 1).

Figura 1 - Fluxograma da seleção de voluntários destacando a inscrição, alocação, acompanhamento e análise durante o estudo (declaração CONSORT)



Randomização e intervenção

O tratamento empregado em cada hemiarco foi determinado aleatoriamente e a randomização foi realizada através de sorteio do lado que recebeu a irradiação com a Luz Violeta. Os detalhes de cada grupo alocado foram registrados em cartões contidos em envelopes lacrados, opacos e numerados sequencialmente. Estes foram sorteados por um

membro da equipe não envolvido diretamente no estudo. A alocação do grupo foi revelada ao abrir o envelope no dia do procedimento clareador. Vale ressaltar que neste estudo o operador e avaliador foram pessoas distintas. Este procedimento garantiu que tanto o avaliador, como o voluntário não soubessem qual protocolo foi empregado em determinado hemiarco, sendo considerado um estudo duplo-cego.

Tratamento clareador

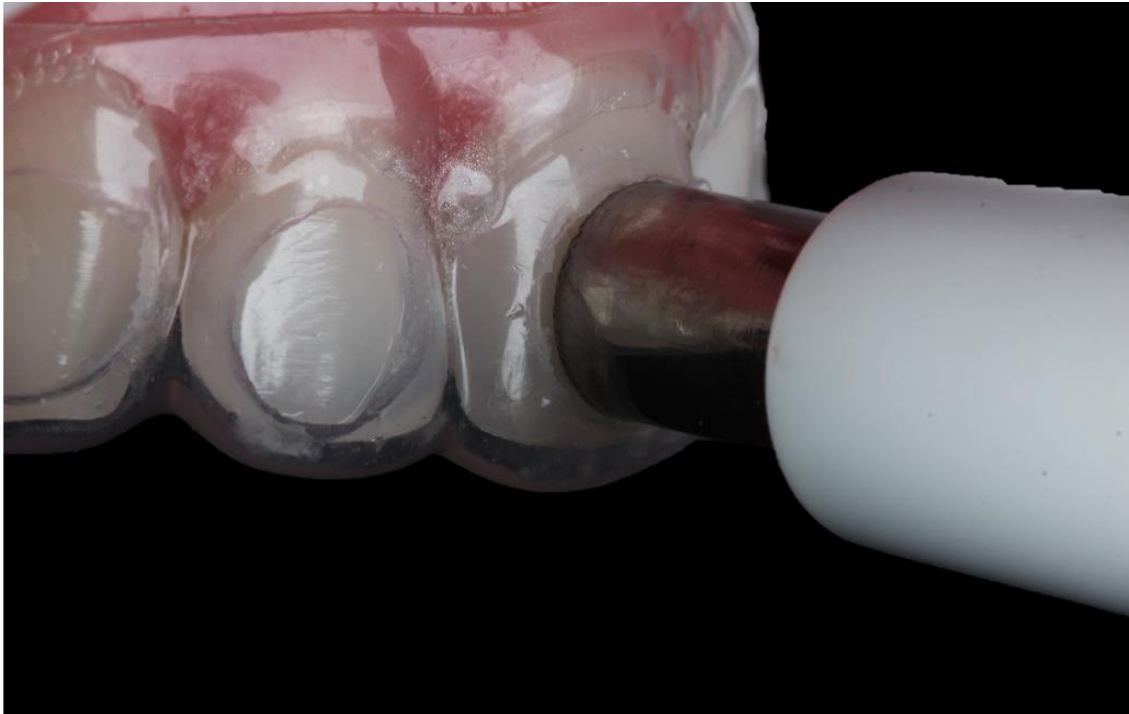
O estudo foi realizado na Clínica de Pós-graduação em Dentística entre fevereiro e novembro de 2018, contando inicialmente com 30 voluntários de ambos os gêneros (60% mulheres e 40% homens), com idade entre 18 e 22 anos, média de 19,2 ($\pm 1,43$) anos. Para a seleção dos pacientes, foram realizados exames clínicos e radiográficos e anamnese detalhada previamente aos tratamentos clareadores. Os indivíduos selecionados foram informados sobre a realização da pesquisa e sobre os possíveis riscos e benefícios obtidos. Os que concordaram, assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (Anexo 1) e receberam orientações sobre higienização, aplicação do gel clareador e também sobre a alimentação por escrito e oralmente.

Após a seleção dos pacientes e previamente à mensuração da cor dental, ambas as arcadas dentárias foram moldadas com alginato (Jeltrate- Dentsply, Konstanz, Alemanha), sendo obtidos modelos de gesso pedra. Após essa etapa, foram confeccionadas três moldeiras da arcada superior, sendo uma destinada para o clareamento caseiro, uma foi perfurada e serviu como guia para a padronização dos locais de análise de cor e sensibilidade e a última moldeira foi customizada bloquear a incidência da a irradiação com o LED Violeta na hemiarcada. Para tanto, foram utilizadas placas de acetato de 1 mm de espessura, estendidas aos primeiros molares e cortadas ao nível da gengiva marginal.

Nos guias utilizados para a leitura de cor e sensibilidade, foram confeccionadas perfurações feitas na região central da face vestibular, 1 mm além das margens cervical,

incisal e proximais dos dentes 13, 12, 11, 21, 22 e 23, a partir do modelo de estudo previamente obtido. Essas guias serviram como referência para padronizar o local exato da mensuração da cor de cada elemento dental no espectrofotômetro digital Vita Easyshade Advance (Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Germany) (Figura 2).

Figura 2 – Moldeira de acetato com perfurações na vestibular para padronização do local da leitura com espectrofotômetro digital Vita EasyShade.



A terceira moldeira confeccionada de forma semelhante às anteriores foi customizada de modo que a luz fosse irradiada somente em uma hemiarcada. Na superfície externa das moldeiras nos dentes de uma das hemiarçadas foi depositado 3 camadas do esmalte na cor preta (Risqué, Barueri, São Paulo, Brazil) para que a transmissão de luz pela moldeira fosse impedida de atingir os dentes que não foram selecionados para receber tal irradiação. O lado que sofreu a irradiação teve toda a superfície vestibular dos dentes da moldeira removida, porém manteve a região de papilas, proximais e incisais intactas para manter a retenção

quando colocada na arcada, para que o acetato não interferisse na irradiação da luz (Figura 3).

Figura 3 – Posicionamento da moldeira customizada durante a irradiação impedindo que a luz irradiasse o hemiarco direito



Os voluntários foram instruídos a depositar uma pequena quantidade, equivalente à uma gota, do produto no terço incisal da face vestibular de todos dentes da moldeira, com exceção dos molares. A moldeira foi então posicionada no arco superior e o excesso de produto foi removido com uma escova de dentes ou gaze. Os voluntários foram informados da dosagem e receberam uma seringa do produto, que foi aplicada diariamente por 8h (período noturno) nas três semanas seguintes. Todos os pacientes receberam kits de higiene bucal com dentifrício dental fluoretado Oral B Pro-saúde (Procter & Gamble Manufactura; Naucalpan de Juárez, Estado do México, México).

Para a realização da irradiação com o LED Violeta, os pacientes retornaram ao consultório duas vezes na semana, por 3 semanas seguidas, totalizando 6 irradiações para

cada paciente. Em cada sessão os pacientes foram irradiados com o LED violeta (Bright Maxx Whitening Light Source, MMOptics Ltda., São Paulo, Brasil), que tem comprimento de onda de 405-410 nm, por 30 minutos. Durante a irradiação, para que o outro hemiarco não sofresse nenhuma influência do LED violeta, foi posicionado a moldeira customizada com esmalte de unha na cor preta para bloquear a passagem da luz (Figura 2). Entre cada sessão de irradiação houve um intervalo de 3 dias em média.

Análise digital da alteração de cor

A análise da cor foi realizada nos 6 tempos pré-estabelecidos. Para tanto foi utilizado um sensor digital de cor (EasyShade Advance 4.0 Vita, Wilcos do Brasil Indústria e Comércio Ltda, Petrópolis, RJ, Brasil).

Este aparelho utiliza o modelo de cores CIE L*a*b*, estabelecido pela Comissão Internationale de l'Eclairage – CIE (Comissão Internacional sobre Iluminação), que permite a especificação de percepções de cores em modelos tridimensionais. A axial “L” é conhecida como luminosidade e se estende de 0 (preto) a 100 (branco perfeito). A coordenada “a” representa a quantidade de vermelho (valores positivos) e de verde (valores negativos), enquanto a coordenada “b” representa a quantidade de amarelo (valores positivos) e de azul (valores negativos).

As leituras foram realizadas na superfície vestibular dos incisivos centrais superiores, nos tempos pré-estabelecidos (quadro 1) e comparadas à leitura inicial, através do cálculo abaixo:

$$\Delta E = \left[(L_f + L_i)^2 + (a_f + a_i)^2 + (b_f + b_i)^2 \right]^{1/2}$$

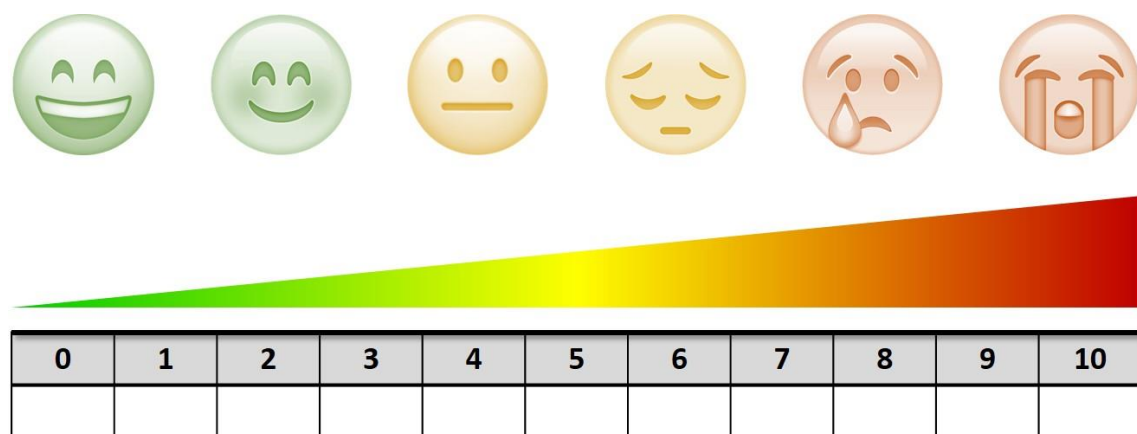
Análise da sensibilidade dental

A sensibilidade dental foi analisada utilizando 2 métodos:

- *Relato espontâneo analisado pela Escala Visual Analógica (VAS)*

A sensibilidade dental foi analisada empregando o método analógico visual, através de uma escala de 0 a 10 (Figura 4),²² os pacientes foram interrogados sobre a intensidade do desconforto espontâneo provocado pelo tratamento, sendo estipulado o valor 0 para os pacientes que não apresentaram qualquer sintomatologia dolorosa e 10 quando ocorreu sensibilidade severa. Diante da presença de sensibilidade o paciente foi questionado quanto ao hemiarco em que ela ocorreu, sendo estas informações devidamente anotadas.

Figura 4 – Escores relacionado com a intensidade da sensibilidade dental



- *Análise da temperatura de sensibilidade ao frio*

O estudo da sensibilidade ao frio foi realizado nos seis tempos pré-estabelecidos (Quadro1). Para tanto foi utilizado o equipamento de análise neuro-sensorial TSA II (Medoc TSA II NeurosensoryAnalyzer,Israel) que conta com um delicado termode auxiliar intra-oral,

que foi posicionado no mesmo local da análise da cor (Figura 5). Previamente às mensurações, os dentes foram untados com 0,2 mL de uma pasta termocondutora, à base de óxido de prata (IPT - Pasta Térmica Implastec, Implastec Eletroquímica Ltda., Votorantim, São Paulo, Brasil) para otimizar a condução térmica.

Figura 5 – Padronização da região dentária através de perfuração na moldeira de acetato e posicionamento do termode.



Os testes foram feitos em ambiente tranquilo, silencioso, onde os voluntários sentaram-se confortavelmente, sempre no mesmo período do dia, em temperatura constante de 26°C. Para o teste de detecção ao frio – cold sensation threshold (CST) – foi utilizado o equipamento de análise neuro-sensorial, TSA II na função “Limits”.²³⁻²⁵ O equipamento possui uma unidade central que gera e transmite sinais térmicos ao termode intraoral. Este sinal é

controlado por meio de um software e um dispositivo que permaneceu nas mãos do voluntário foi acionado assim que o estímulo térmico foi detectado.

Foram realizados três ensaios compostos de seis registros sequenciais cada, sendo um registro para cada dente (dentes 13 a 23). A temperatura inicial foi estabelecida em 36° C e o resfriamento ocorreu a uma velocidade de 0,5°C por segundo até a interrupção do estímulo pelo paciente. Neste momento, a temperatura de detecção ao frio foi registrada, e, a partir de então, houve aumento gradativo da temperatura até que a temperatura de 36°C fosse restabelecida. Esta se manteve constante durante 6 segundos e, somente então, um novo ensaio foi iniciado.

Depois disso, a temperatura média dos registros de cada hemiarco em cada tempo de estudo foi calculada, ressaltando que quanto mais alta fosse a temperatura obtida, mais sensível o dente estava.

Observações éticas referentes aos voluntários

Nos casos de discrepâncias de cor entre as hemiarcadas, após o término do estudo, o lado do arco superior que não recebeu a irradiação com a luz violeta (hemiarco direito), recebeu a mesma posologia que o lado oposto. Os elementos dentais correspondentes ao arco inferior de cada voluntário foram clareados com o gel clareador caseiro, o mesmo utilizado no arco superior, porém sem a divisão dos arcos dentais.

Análise estatística

A sensibilidade espontânea foi registrada em todos os tempos de análises e classificada de acordo com os escores previamente estabelecidos (Figura 3) para determinar os resultados e em seguida estes dados foram submetidos à análise descritiva.

Tanto a análise de cor quanto a análise da sensibilidade ao frio foram submetidas à análise de variância 2 fatores com medidas repetidas (ANOVA) e teste de Tukey (nível de significância de 0,05).

5.4. RESULTADOS

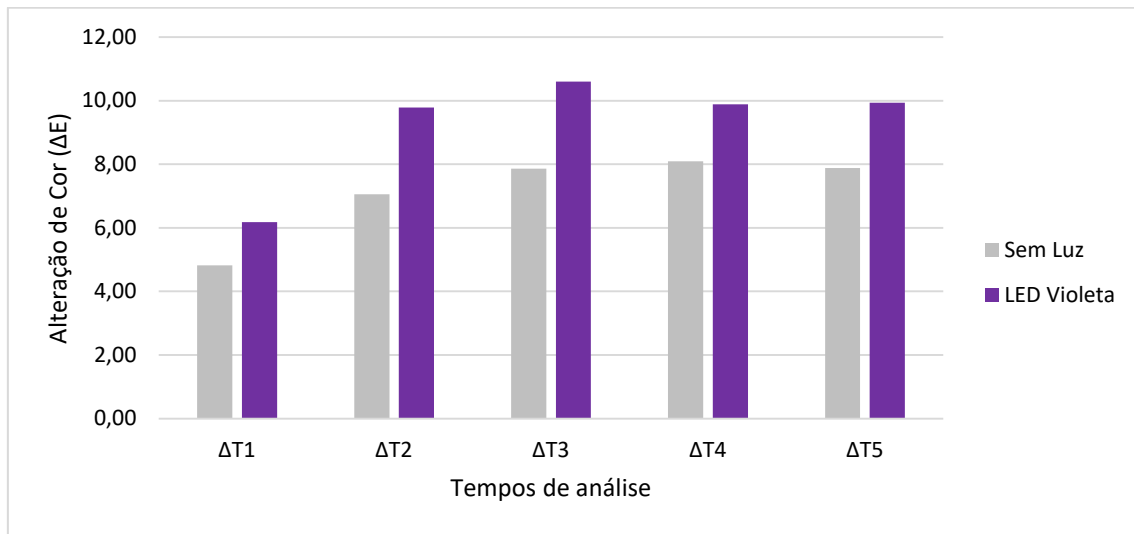
Inicialmente, foram recrutados para o estudo 30 pacientes, porém 5 destes voluntários não se encaixaram nos critérios de inclusão pré-determinados. Então, 25 indivíduos receberam os tratamentos propostos. Durante o tratamento, apenas 1 paciente desistiu por motivos pessoais, e em 4 voluntários não foi possível realizar as últimas análises, pois viajaram e não retornaram para as consultas. Sendo assim, apenas 20 voluntários foram considerados para análise estatística, estando de acordo com a quantidade de participantes observado no cálculo amostral.

Análise digital da alteração de cor

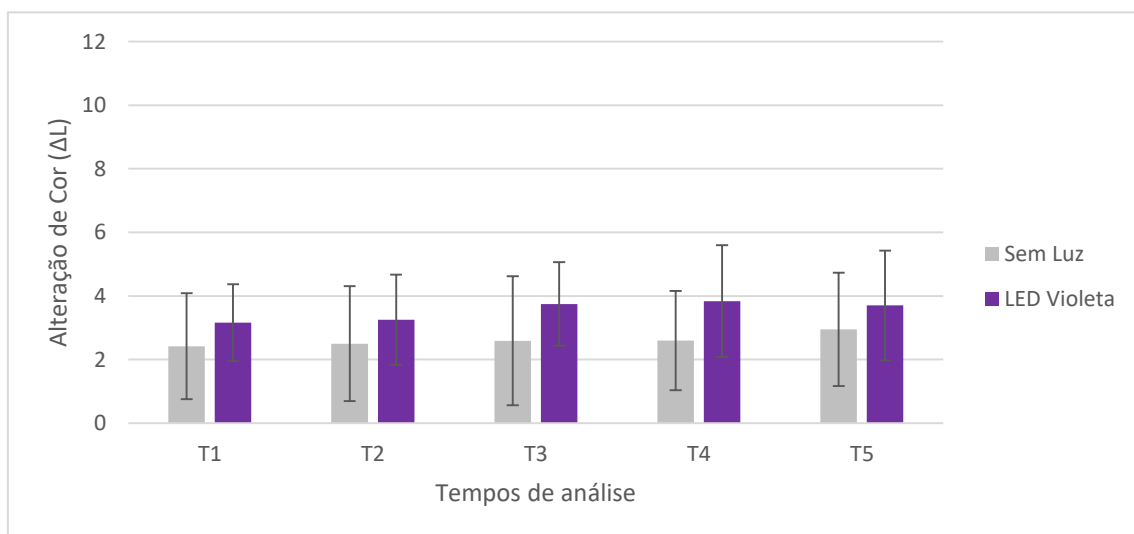
A tabela 1 e o figura 6, mostram que em todos os períodos, o tratamento clareador com PC a 10% foi potencializado pela utilização da utilização da luz LED Violeta (Figura 6). Quando analisamos o tempo de clareamento, observa-se que em ambos os grupos, apenas a primeira semana de clareamento apresentou diferença estatística com os demais tempos analisados. Este fato sinaliza uma saturação cromática após 15 dias do tratamento.

Figura 6 – Aspecto clínico final, mostrando a alteração cromática entre os tempos e entre as hemi-arcadas. Hemi-arco direito recebeu Led Violeta.



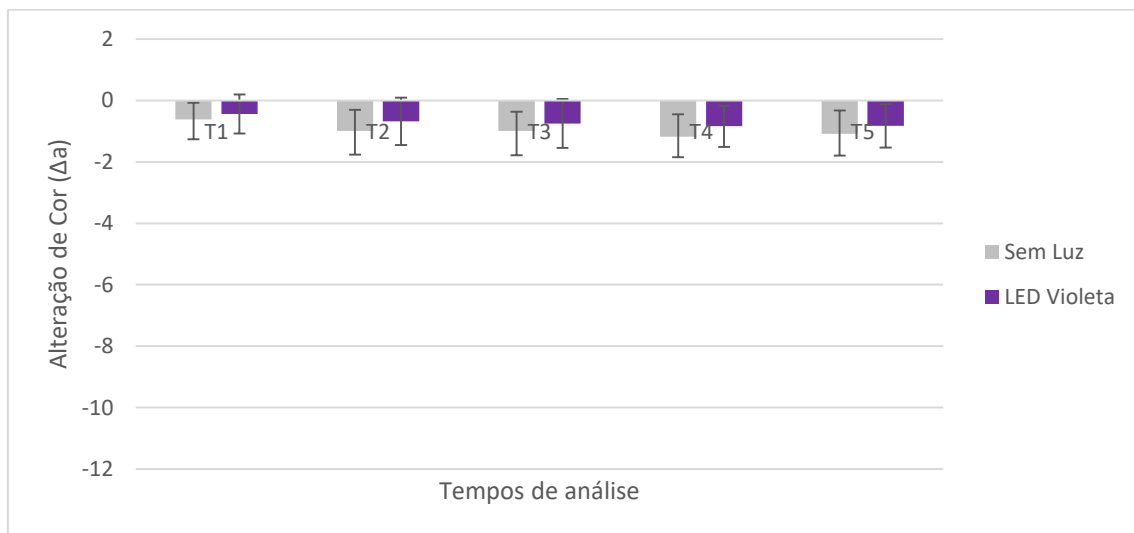
Gráfico 1 – Média da alteração de cor (ΔE) dos dentes de cada hemiarcada

No gráfico 2, é possível observar os dados da coordenada L^* , referente ao “brilho” do elemento dental, sendo possível observar que tanto o uso do Led violeta, quanto o tempo de análise não promoveram influência estatisticamente significativa nos valores desta coordenada.

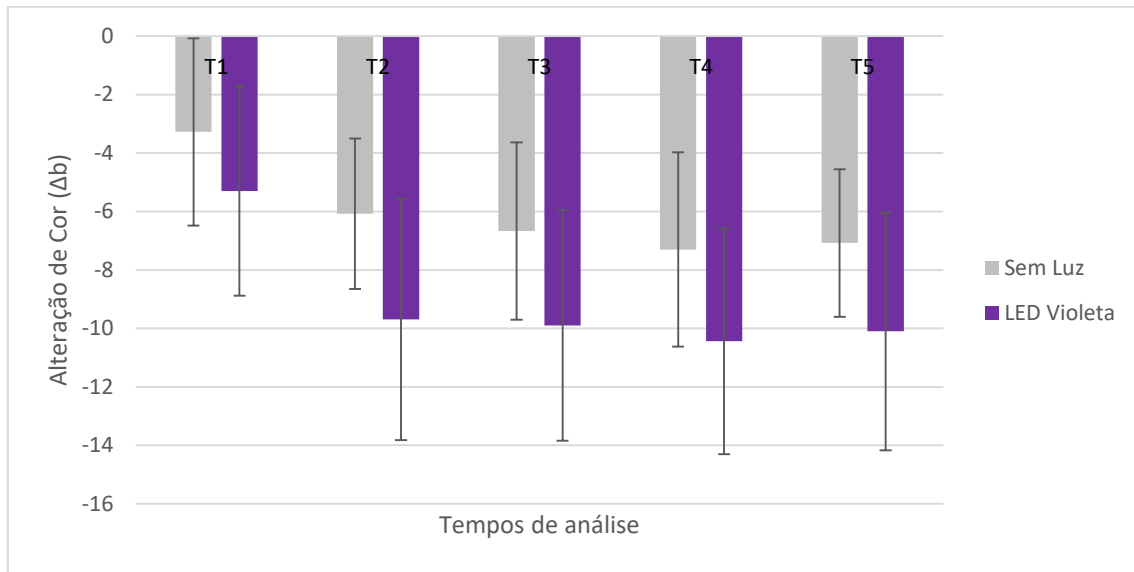
Gráfico 2 – Média da alteração da coordenada L^* (ΔL) dos dentes de cada hemiarcada

No gráfico 3 estão apresentados os dados referentes à coordenada a^* . Para esta coordenada não foi possível observar variação entre as hemiarçadas ao longo do tratamento clareador. Analisando os tempos de análise, na hemiarçada que recebeu a irradiação foi detectada diferença estatística entre o tempo $\Delta T1$ com os demais tempos analisados, apresentando os menores valores, já a hemiarçada que não foi irradiada, o T2 se assemelhou com todos os tempos analisados

Gráfico 3 – Média da alteração da coordenada a^* (Δa) dos dentes de cada hemiarçada



Na tabela 4 e no gráfico 4 são mostrados os dados da coordenada b^* , referente ao croma do elemento dentário. Podemos observar que a partir de T2, a hemiarçada submetida à irradiação apresentou menores valores para a coordenada b^* , apresentando coloração mais azulada quando comparada com a hemiarçada que não recebeu irradiação. Em relação aos tempos de análise, é possível observar que houve diferença estatística apenas do $\Delta T1$ com os demais tempos analisados, apresentando maiores valores (coloração mais amarelada).

Gráfico 4 - Média da alteração da coordenada b^* (Δb) dos dentes de cada hemiarcada

Análise da sensibilidade dental

- Relato espontâneo analisado pela Escala Visual Analógica (VAS)

Os voluntários não apresentaram desconforto espontâneo durante o tratamento (100%).

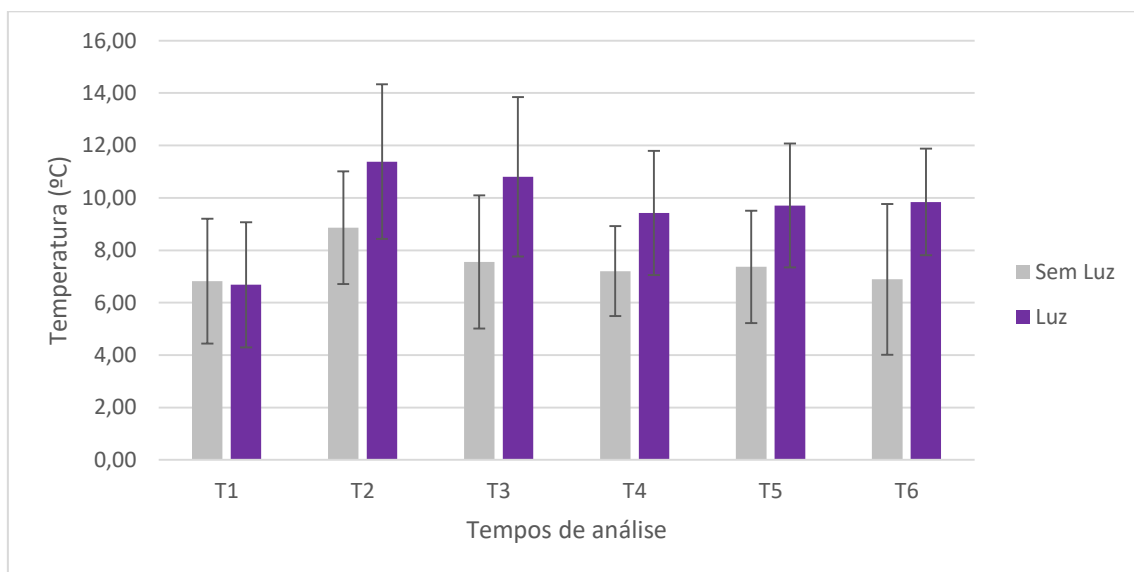
- Análise da temperatura de sensibilidade ao frio

O gráfico 4 mostra que a temperatura de detecção ao frio também foi influenciada pelo emprego do LED Violeta, apresentando os menores valores para os grupos que não receberam a irradiação a partir da primeira semana de clareamento. Este fato comprova que o emprego da luz tornou os dentes mais sensibilizados do que os dentes que receberam tratamento realizado exclusivamente com o gel clareador, uma vez que os pacientes detectaram o frio com temperaturas mais altas. Vale constatar que a análise inicial não houve

diferença estatística, comprovando que ambos os lados apresentavam mesma característica inicial.

Com o decorrer do tempo, observa-se que apenas o grupo que recebeu irradiação permaneceu sensibilizado após o término do tratamento clareador (T5 e T6), diferenciando-se do tempo inicial (T0), enquanto que o grupo que recebeu somente o gel sofreu influência na sensibilidade apenas no começo do tratamento (T2).

Gráfico 5 – Gráfico representando as médias das temperaturas (°C) detectadas pelos dentes analisados de cada hemiarcada ao longo dos tempos de análises.



5.5. DISCUSSÃO

Embora os tratamentos clareadores sejam considerados uma opção conservadora e eficaz no tratamento de alterações dentárias cromáticas, eles também podem gerar efeitos colaterais indesejáveis, especialmente quando se usam produtos altamente concentrados.^{4, 5, 26-29} Nesse sentido, a possibilidade de clarear os dentes sem submeter os pacientes aos efeitos colaterais típicos de terapias baseadas em aplicações tópicas de géis representaria um avanço indiscutível na Odontologia estética, abrindo a possibilidades de tratamentos mais seguros do que os atualmente utilizados.^{14, 18} Com isso, o uso do LED violeta, com ou sem gel clareador, tem atraído a atenção dos profissionais da Odontologia, embora haja poucas evidências que confirmem sua real eficácia.^{17, 18, 30}

No presente estudo foram analisados dois protocolos clareadores. Um deles consistiu no tradicional uso do gel clareador a base de PC 10% por 8h diárias, durante 21 dias, e o outro protocolo seguiu com a mesma aplicação do gel, porém associou-se com a irradiação pelo LED violeta por 30 minutos no consultório com a proposta de intensificar o efeito clareador.

A análise dos dados permite inferir que o uso do LED Violeta promoveu um efeito positivo na eficácia clareadora. As mudanças cromáticas mais pronunciadas durante o processo de clareamento ocorreram principalmente em decorrência das variações na coordenada b^* , que foram potencializadas com o emprego do LED violeta.³¹

O mecanismo de ação desta nova tecnologia baseia-se na emissão de luz em um comprimento de onda de 405-410 nm, que coincide com o pico de absorção das moléculas cromóforas, causando instabilidade e a quebra destes compostos, resultando em um efeito fotolítico.¹⁴ Neste contexto, parte das moléculas seria mais receptivas às reações com peróxidos dos géis clareadores e seriam difundidas pelos tecidos dentais.^{18, 19} Klaric e colaboradores¹⁸ observaram o mesmo efeito em um estudo in vitro utilizando discos de hidroxiapatita, Os autores constataram que a associação com a luz influenciou positivamente

o efeito clareador obtido com diferentes concentrações de gel. Estes dados corroboram com os dados obtidos neste estudo, mesmo empregando substratos diferentes.

Outro fato muito importante que foi possível observar nos dados apresentados é que ambos os tratamentos promoveram uma saturação cromática a partir dos 14 dias de tratamento (T2). No entanto, o hemiarco que recebeu a irradiação com o Led violeta apresentou maior alteração cromática quando comparado com o hemiarco que não recebeu a irradiação. Com isso, sugere-se que além dos pigmentos orgânicos normalmente oxidados pelas espécies reativas de oxigênio, o Led violeta provavelmente tenha atuado em pigmentos que são dificilmente oxidáveis pelos peróxidos, favorecendo a obtenção de maiores valores de delta E nos hemiarcos irradiados.

O uso do LED violeta associado com peróxido de carbamida a 10% foi previamente apresentado por Gallinari e colaboradores em um relato de caso clínico utilizando o modelo de boca dividida.²⁰ Nessa ocasião, os autores constataram alteração cromática positiva, com ΔE de 11,98 para a hemi-arcada irradiada com LED violeta, contra um ΔE de 7,17 para a hemi-arcada sem irradiação. Vale ressaltar que a posologia utilizada neste caso clínico, totalizava a mesma quantidade de irradiação ao final do tratamento clareador realizado neste estudo. Os dados obtidos neste caso clínico corroboram com os dados obtidos neste estudo, obtendo um ΔE de 10,60 na hemi-arcada que recebeu irradiação contra um ΔE de 7,86 para a hemi-arcada não irradiada.

Em relação à alteração cromática, a diferença nos valores de b^* obtidos após as terapias de clareamento deve ser abordada. Observou-se que na hemiarcada que o LED violeta foi utilizado, os valores de b^* tenderam a diminuir (redução em amarelo e aumento em azul) quando comparados com o lado que não recebeu irradiação luminosa. Acredita-se que a fonte de luz atue diretamente nos pigmentos amarelados provenientes da dentina, promovendo a desestabilização e quebra de algumas das duplas ligações de carbono presentes nos cromóforos,¹⁴ tornando as moléculas menores e mais leves e / ou mais reativas

quando em contato com o peróxido. Esses dados corroboram com os dados obtidos no estudo de Gallinari e colaboradores¹⁹ que analisaram *in vitro* a alteração cromática conferida pelo uso isolado do LED violeta, bem como quando associado ao gel de 17,5% de HP. Nas condições experimentais verificou-se que o uso do LED violeta pode ser vantajoso, principalmente quando associado ao uso de peróxidos em concentrações menores que 17,5%.

Em relação à sensibilidade, sabe-se que quanto maiores as concentrações de gel clareador, maiores e mais frequentes são as sensações dolorosas.^{25, 32} Certamente a boa seleção dos pacientes e o correto posicionamento das moldeiras asseguraram que nenhum dos protocolos resultasse em relatos espontâneos e generalizados de desconforto.

Semelhante ao observado por Briso e colaboradores²⁴ constatou-se também que o tratamento clareador com peróxidos foi capaz de alterar o limiar da sensação térmica dentária. No entanto, no presente estudo, nos controles realizados aos 7 e 14 dias pós-tratamento, as hemiarcadas irradiadas permaneceram sensibilizadas, enquanto que o limiar de sensação térmica dos dentes que receberam tratamento clareador convencional foram gradualmente restabelecidos. Este fato pode estar relacionado à geração de calor pela fonte de luz utilizada que pode causar irritação pulpar ou mesmo danos mais severos neste tecido.³³ Klaric e colaboradores³⁰ avaliaram a temperatura de uma fonte luminosa com comprimento de onda semelhante do aparelho testado neste estudo e não observaram alterações significativas na temperatura intrapulpar dos dentes expostos à luz. Porém, apesar das semelhanças, trata-se de equipamentos distintos, sendo escassas as informações sobre os possíveis efeitos que essa irradiação pode gerar nos tecidos dentários.

No entanto, considerando que esta nova tecnologia tem sido comercializada, mesmo com pouca informação sobre sua eficácia e segurança, acreditamos que os resultados obtidos neste estudo possam contribuir para o conhecimento do potencial desta tecnologia nos

procedimentos clareadores e também estabelecer novos protocolos de irradiação para realizar o tratamento clareador com maior segurança.

5.6. CONCLUSÃO

Com base nos dados obtidos a partir deste estudo clínico randomizado, um efeito positivo foi observado quando a luz LED violeta foi usada em associação com tratamento clareador caseiro à base de peróxido de carbamida 10%. O LED violeta não influenciou na sensibilidade dentária autorreferida; no entanto, o seu emprego aumentou a sensibilidade dos dentes quando submetidos às baixas temperaturas.

5.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Briso ALF, Fonseca MSM, de Almeida LCAG, Mauro SJ & dos Santos PH (2010) Color alteration in teeth subjected to different bleaching techniques Laser Physics 20(11) 1-4.
2. Goncalves RS, Costa CA, Soares DG, dos Santos PH, Cintra LT & Briso AL (2016) Effect of Different Light Sources and Enamel Preconditioning on Color Change, H₂O₂ Penetration, and Cytotoxicity in Bleached Teeth Oper Dent 41(1) 83-92, 10.2341/14-364-I.
3. Kwon YH, Huo MS, Kim KH, Kim SK & Kim YJ (2002) Effects of hydrogen peroxide on the light reflectance and morphology of bovine enamel J Oral Rehabil 29(5) 473-477.
4. Almeida LC, Riehl H, Santos PH, Sundfeld ML & Briso AL (2012) Clinical evaluation of the effectiveness of different bleaching therapies in vital teeth Int J Periodontics Restorative Dent 32(3) 303-309.
5. Cardoso PdC, Reis A, Loguercio AD, Vieira LCC & Baratieri LN (2010) Clinical effectiveness and tooth sensitivity associated with different bleaching times for a 10 percent carbamide peroxide gel J Am Dent Assoc 141(10) 1213-1220.
6. Markowitz K (2010) Pretty painful: why does tooth bleaching hurt? Med Hypotheses 74(5) 835-840, 10.1016/j.mehy.2009.11.044.
7. Caviedes-Bucheli J, Ariza-Garcia G, Restrepo-Mendez S, Rios-Osorio N, Lombana N & Munoz HR (2008) The effect of tooth bleaching on substance P expression in human dental pulp J Endod 34(12) 1462-1465, 10.1016/j.joen.2008.09.013.
8. Soares DG, Basso FG, Hebling J & de Souza Costa CA (2014) Concentrations of and application protocols for hydrogen peroxide bleaching gels: effects on pulp cell viability and whitening efficacy J Dent 42(2) 185-198, 10.1016/j.jdent.2013.10.021.
9. de Almeida LC, Soares DG, Gallinari MO, de Souza Costa CA, Dos Santos PH & Briso AL (2015) Color alteration, hydrogen peroxide diffusion, and cytotoxicity

caused by in-office bleaching protocols Clin Oral Investig 19(3) 673-680, 10.1007/s00784-014-1285-3.

10. de Oliveira Duque CC, Soares DG, Basso FG, Hebling J & de Souza Costa CA (2017) Influence of enamel/dentin thickness on the toxic and esthetic effects of experimental in-office bleaching protocols Clin Oral Investig 21(8) 2509-2520, 10.1007/s00784-017-2049-7.

11. Costa CA, Riehl H, Kina JF, Sacono NT & Hebling J (2010) Human pulp responses to in-office tooth bleaching Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 109(4) e59-64, 10.1016/j.tripleo.2009.12.002.

12. Kina JF, Huck C, Riehl H, Martinez TC, Sacono NT, Ribeiro AP & Costa CA (2010) Response of human pulps after professionally applied vital tooth bleaching Int Endod J 43(7) 572-580, 10.1111/j.1365-2591.2010.01713.x.

13. Roderjan DA, Stanislawczuk R, Hebling J, Costa CA, Reis A & Loguercio AD (2015) Response of human pulps to different in-office bleaching techniques: preliminary findings Braz Dent J 26(3) 242-248, 10.1590/0103-6440201302282.

14. Zanin F (2016) Recent Advances in Dental Bleaching with Laser and LEDs Photomed Laser Surg 34(4) 135-136, 10.1089/pho.2016.4111.

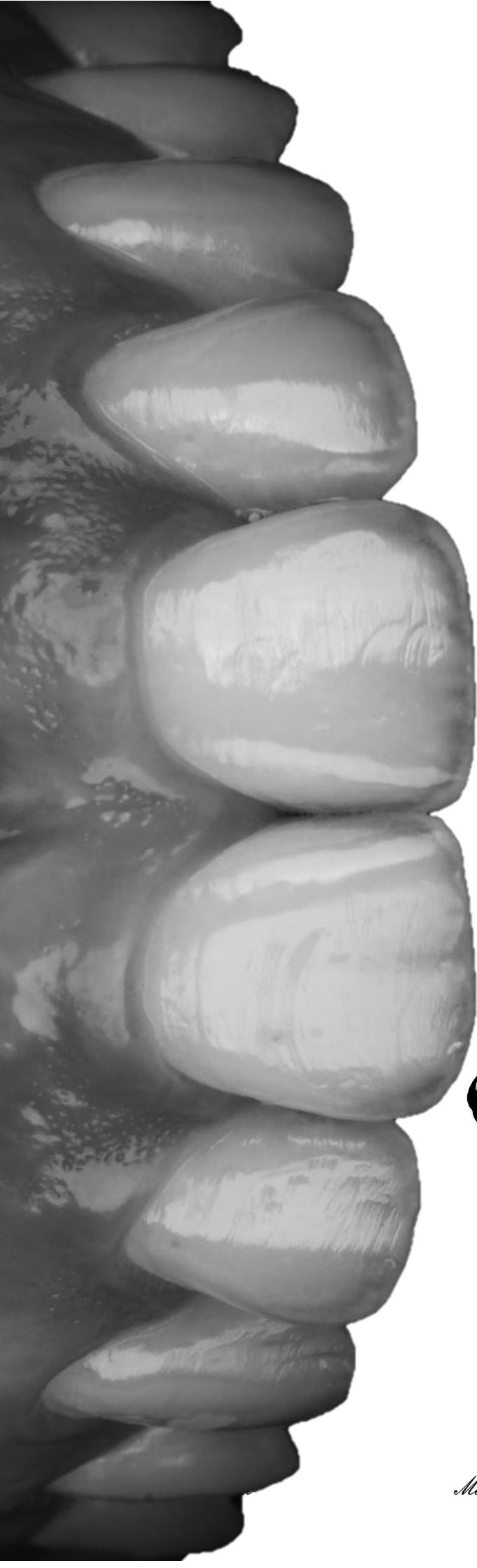
15. Kury M, Resende BA, da Silva DP, Wada EE, Antonialli FM, Giannini M & Cavalli V (2019) Clinical Application of Violet LED In-office Bleaching with or without Traditional Systems: Case Series Oral Health and Dental Studies 2(1) 11.

16. de Souza Rastelli AN, Dias HB, Carrera ET, de Barros ACP, Dos Santos DDL, Panhoca VH & Bagnato VS (2018) Violet LED associated to low concentration carbamide peroxide on the dental bleaching: A case report Photodiagnosis Photodyn Ther, 10.1016/j.pdpdt.2018.06.021.

17. Lago ADN, Ferreira WDR & Furtado GS (2017) Dental bleaching with the use of violet light only: Reality or Future? Photodiagnosis Photodyn Ther 17 124-126, 10.1016/j.pdpdt.2016.11.014.

18. Klaric E, Rakic M, Marcius M, Ristic M, Sever I & Tarle Z (2014) Optical effects of experimental light-activated bleaching procedures *Photomed Laser Surg* 32(3) 160-167, 10.1089/pho.2013.3658.
19. Gallinari MO, Fagundes TC, da Silva LM, de Almeida Souza MB, Barboza A & Briso A (2019) A New Approach for Dental Bleaching Using Violet Light With or Without the Use of Whitening Gel: Study of Bleaching Effectiveness *Oper Dent*, 10.2341/17-257-I.
20. Gallinari MO, Cintra LTA, Souza MBA, Barboza ACS, Esteves LMB, Fagundes TC & Briso ALF (2019) Clinical analysis of color change and tooth sensitivity to violet LED during bleaching treatment: a case series with split-mouth design *Photodiagnosis Photodyn Ther*, 10.1016/j.pdpdt.2019.05.016.
21. Gallinari MO, Fagundes TC, da Silva LMAV, Souza MBA, Barboza ACS & Briso ALFB (2018) A new approach dental bleaching using violet light with or without the use of whitening gel: study of bleaching effectiveness *Oper Dent*.
22. Machado LS, Anchieta RB, dos Santos PH, Briso AL, Tovar N, Janal MN, Coelho PG & Sundfeld RH (2016) Clinical Comparison of At-Home and In-Office Dental Bleaching Procedures: A Randomized Trial of a Split-Mouth Design *Int J Periodontics Restorative Dent* 36(2) 251-260, 10.11607/prd.2383.
23. Rahal V, Gallinari MO, Barbosa JS, Martins-Junior RL, Santos PH, Cintra LTA & Briso ALFB (2018) Influence of skin cold sensation threshold in the occurrence of dental sensitivity during dental bleaching: a placebo controlled clinical trial *Journal of Applied Oral Science*, 10.1590/1678-7757-2017-0043.
24. Briso ALF, Rahal V, Azevedo FA, Gallinari MO, Goncalves RS, Frascino SMB, Santos PHD & Cintra LTA (2018) Neurosensory analysis of tooth sensitivity during at-home dental bleaching: a randomized clinical trial *J Appl Oral Sci* 26 e20170284, 10.1590/1678-7757-2017-0284.
25. Rahal V, Gallinari MO, Perdigao J, Cintra LT, Santos PH & Briso ALF (2015) Quantitative sensory testing of the effect of desensitizing treatment after dental bleaching *Acta Odontologica Latinoamericana* 28(3) 263-270.

26. Briso ALF, Rahal V, Sundfeld RH, Santos PH & Alexandre RS (2014) Effect of Sodium Ascorbate on Dentin Bonding After Two Bleaching Techniques Oper Dent 39(2) 195-203.
27. Briso ALF, Gonçalves RS, de Azevedo FA, Gallinari MO, dos Santos PH & Fagundes TC (2015) Transenamel and Transdental Penetration of H₂O₂ in Restored Bovine Teeth The Journal of Adhesive Dentistry 17(6) 529-534, 10.3290/j.jad.a35250.
28. Cartagena AF, Parreiras SO, Loguercio AD, Reis A & Campanha NH (2015) In-office bleaching effects on the pulp flow and tooth sensitivity - case series Braz Oral Res 29, 10.1590/1807-3107BOR-2015.vol29.0026.
29. Soares DG, Basso FG, Scheffel DS, Hebling J & de Souza Costa CA (2015) Responses of human dental pulp cells after application of a low-concentration bleaching gel to enamel Arch Oral Biol 60(9) 1428-1436, 10.1016/j.archoralbio.2015.06.014.
30. Klaric E, Rakic M, Sever I & Tarle Z (2015) Temperature rise during experimental light-activated bleaching Lasers Med Sci 30(2) 567-576, 10.1007/s10103-013-1366-6.
31. Dietschi D, Rossier S & Krejci I (2006) In vitro colorimetric evaluation of the efficacy of various bleaching methods and products Quintessence Int 37(7) 515-526.
32. Kashima-Tanaka M, Tsujimoto Y, Kawamoto K, Senda N, Ito K & Yamazaki M (2003) Generation of free radicals and/or active oxygen by light or laser irradiation of hydrogen peroxide or sodium hypochlorite J Endod 29(2) 141-143, 10.1097/00004770-200302000-00013.
33. de Almeida LC, Costa CA, Riehl H, dos Santos PH, Sundfeld RH & Briso AL (2012) Occurrence of sensitivity during at-home and in-office tooth bleaching therapies with or without use of light sources Acta Odontol Latinoam 25(1) 3-8.



Considerações

FINAIS

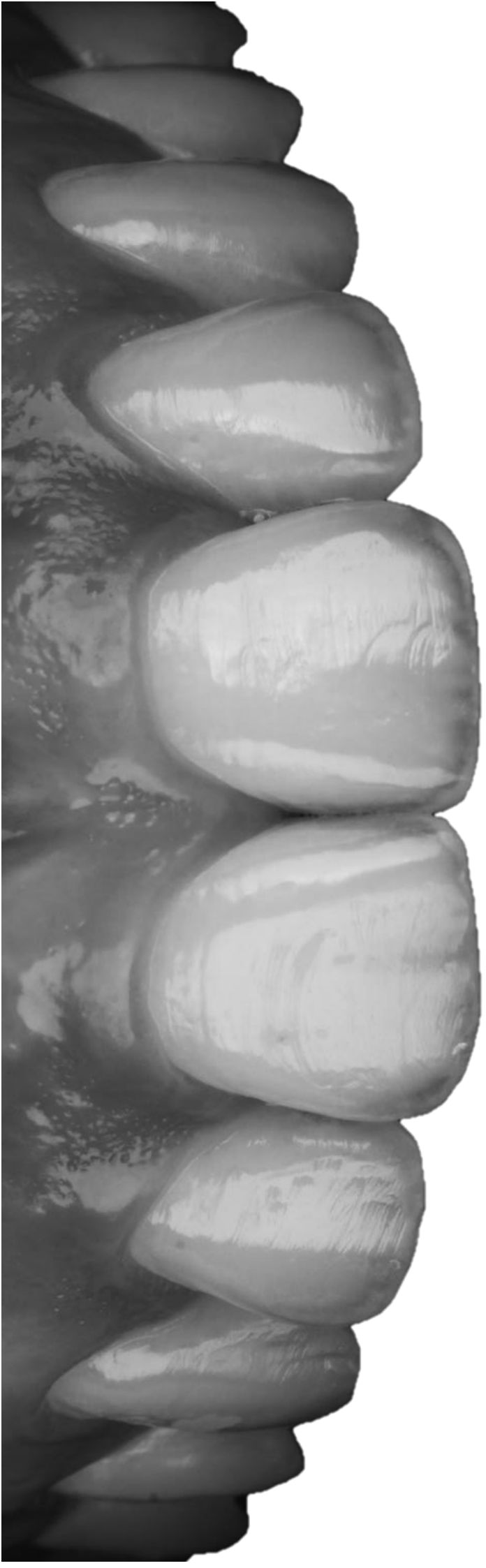
CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados coletados nos estudos *in vitro* não refletem exatamente as condições encontradas no elemento dentário, onde a presença do fluído dentinário, os componentes orgânicos intratubulares e os mecanismos fisiológicos de defesa possivelmente minimizariam a penetração do peróxido e os efeitos negativos que as terapias avaliadas provocariam no tecido pulpar. Não obstante, a redução da viabilidade celular sugere fortemente cautela, principalmente, quando a luz está associada aos produtos altamente concentrados. De uma forma geral, os dados obtidos *in vitro* também apontam para necessidade de aprimoramento do LED Violeta, objetivando melhorar a sua atuação nas porções mais profundas do tecido dental, bem como aprimorar a refrigeração dos tecidos dentários.

Em relação aos estudos clínicos, pode-se observar que o Led violeta potencializou o efeito clareador dos géis de baixas concentrações. Porém, o seu emprego, com a dosagem utilizada neste estudo, causou aumento da sensibilidade dentária frente ao estímulo do frio, apesar de não repercutir na sensibilidade espontânea.

Considerando que esta nova tecnologia tem sido comercializada, mesmo com pouca informação sobre sua eficácia e segurança, acreditamos que os resultados obtidos nesta pesquisa possam contribuir para o conhecimento do potencial desta tecnologia nos procedimentos clareadores e também estabelecer novos protocolos de irradiação para realizar o tratamento clareador com maior segurança.

.



Referências

Gerais

REFERÊNCIAS GERAIS

- 1 HAYWOOD, V. B.; HEYMANN, H. O. Nightguard vital bleaching. **Quintessence Int**, v. 20, n. 3, p. 173-6, Mar 1989.
- 2 BERNARDON, J. K. et al. Comparison of treatment time versus patient satisfaction in at-home and in-office tooth bleaching therapy. **J Prosthet Dent**, v. 114, n. 6, p. 826-30, Dec 2015.
- 3 BUCHALLA, W.; ATTIN, T. External bleaching therapy with activation by heat, light or laser--a systematic review. **Dent Mater**, v. 23, n. 5, p. 586-96, May 2007.
- 4 ARWILL, T.; MYRBERG, N.; SOREMARK, R. Penetration of radioactive isotopes through enamel and dentine. II. Transfer of ^{22}Na in fresh and chemically treated dental tissues. **Odontol Revy**, v. 20, n. 1, p. 47-54, 1969.
- 5 HANKS, C. T. et al. Cytotoxicity and dentin permeability of carbamide peroxide and hydrogen peroxide vital bleaching materials, in vitro. **J Dent Res**, v. 72, n. 5, p. 931-8, May 1993.
- 6 PASHLEY, D. H. Consideration of dentine permeability in cytotoxicity testing. **Int Endod J**, v. 21, n. 2, p. 143-54, Mar 1988.
- 7 PERDIGAO, J. Dental whitening--revisiting the myths. **Northwest Dent**, v. 89, n. 6, p. 19-21, 23-6, Nov-Dec 2010.
- 8 LUK, K.; TAM, L.; HUBERT, M. Effect of light energy on peroxide tooth bleaching. **J Am Dent Assoc**, v. 135, n. 2, p. 194-201; quiz 228-9, Feb 2004.
- 9 KWON, S. R.; OYOYO, U.; LI, Y. Effect of light activation on tooth whitening efficacy and hydrogen peroxide penetration: an in vitro study. **J Dent**, v. 41 Suppl 3, p. e39-45, Aug 2013.
- 10 GONCALVES, R. S. et al. Effect of Different Light Sources and Enamel Preconditioning on Color Change, H_2O_2 Penetration, and Cytotoxicity in Bleached Teeth. **Oper Dent**, v. 41, n. 1, p. 83-92, Jan-Feb 2016.
- 11 DE ALMEIDA, L. C. et al. Color alteration, hydrogen peroxide diffusion, and cytotoxicity caused by in-office bleaching protocols. **Clin Oral Investig**, v. 19, n. 3, p. 673-80, Apr 2015.

- 12 COSTA, C. A. et al. Human pulp responses to in-office tooth bleaching. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, v. 109, n. 4, p. e59-64, Apr 2010.
- 13 DE OLIVEIRA DUQUE, C. C. et al. Influence of enamel/dentin thickness on the toxic and esthetic effects of experimental in-office bleaching protocols. **Clin Oral Investig**, v. 21, n. 8, p. 2509-2520, Nov 2017.
- 14 SOARES, D. G. et al. Concentrations of and application protocols for hydrogen peroxide bleaching gels: effects on pulp cell viability and whitening efficacy. **J Dent**, v. 42, n. 2, p. 185-98, Feb 2014.
- 15 MARSON, F. C. et al. Penetration of hydrogen peroxide and degradation rate of different bleaching products. **Oper Dent**, v. 40, n. 1, p. 72-9, Jan-Feb 2015.
- 16 ANDERSON, D. G. et al. A clinical assessment of the effects of 10% carbamide peroxide gel on human pulp tissue. **J Endod**, v. 25, n. 4, p. 247-50, Apr 1999.
- 17 KINA, J. F. et al. Response of human pulps after professionally applied vital tooth bleaching. **Int Endod J**, v. 43, n. 7, p. 572-80, Jul 2010.
- 18 SEALE, N. S.; MCINTOSH, J. E.; TAYLOR, A. N. Pulpal reaction to bleaching of teeth in dogs. **J Dent Res**, v. 60, n. 5, p. 948-53, May 1981.
- 19 CAVIEDES-BUCHELI, J. et al. The effect of tooth bleaching on substance P expression in human dental pulp. **J Endod**, v. 34, n. 12, p. 1462-5, Dec 2008.
- 20 ZANIN, F. Recent Advances in Dental Bleaching with Laser and LEDs. **Photomed Laser Surg**, v. 34, n. 4, p. 135-6, Apr 2016.
- 21 SMITH, C.C. The biocompatibility of dental materials. In: SMITH, D.C.; WILLIAMS, D.F. Biocompatibility of dental materials. Boca Raton: CRC Press, v.1, chap.1, p.1-37. 1982
- 22 SPITZER, D.; BOSCH, J. J. The total luminescence of bovine and human dental enamel. **Calcif Tissue Res**, n. 2, p. 201-8, Apr 20 1976.
- 23 GUAN, Y. H. et al. The measurement of tooth whiteness by image analysis and spectrophotometry: a comparison. **J Oral Rehabil**, v. 32, n. 1, p. 7-15, Jan 2005.
- 24 MATIS, B. A. et al. In vivo study of two carbamide peroxide gels with different desensitizing agents. **Oper Dent**, v. 32, n. 6, p. 549-55, Nov-Dec 2007.

- 25 PAPATHANASIOU, A. et al. Clinical evaluation of a 35% hydrogen peroxide in-office whitening system. **Compend Contin Educ Dent**, v. 23, n. 4, p. 335-8, 340, 343-4 passim; quiz 348, Apr 2002.
- 26 WETTER, N. U.; BARROSO, M. C.; PELINO, J. E. Dental bleaching efficacy with diode laser and LED irradiation: an in vitro study. **Lasers Surg Med**, v. 35, n. 4, p. 254-8, 2004.
- 27 CARVALHO, B. C. F. et al. Avaliação da eficácia do clareamento exógeno sobre a dentina. **R. Dental Press. Estét., Maringá**, v. 2, n. 3, p. 88-101, jul./set. 2005.



Anexos

ANEXO I – COMITÊ DE ÉTICA ANIMAL



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"



CAMPUS ARAÇATUBA
FACULDADE DE ODONTOLOGIA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA

CEUA - Comissão de Ética no Uso de Animais
CEUA - Ethics Committee on the Use of Animals

CERTIFICADO

Certificamos que o Projeto de Pesquisa intitulado "Uso da luz violeta no clareamento dental: estudo da eficácia clareadora, fluorescência dentária, penetração trans-amelodentinária de H₂O₂, citotoxicidade, condutância hidráulica, temperatura intrapulpar e adesão a materiais resinosos". Processo FOA nº 00850-2016, sob responsabilidade de André Luiz Fraga Briso apresenta um protocolo experimental de acordo com os Princípios Éticos da Experimentação Animal e sua execução foi aprovada pela CEUA em 14 de Dezembro de 2016.

VALIDADE DESTE CERTIFICADO: 14 Janeiro de 2020.

DATA DA SUBMISSÃO DO RELATÓRIO FINAL: até 14 de Fevereiro de 2020.

CERTIFICATE

We certify that the study entitled "Use of violet light in dental bleaching: study of efficacy, tooth fluorescence, trans-dentinoenamel penetration of H₂O₂, cytotoxicity, hydraulic conductance, intrapulpal temperature and adhesion to resin materials", Protocol FOA nº 00850-2016, under the supervision of André Luiz Fraga Briso presents an experimental protocol in accordance with the Ethical Principles of Animal Experimentation and its implementation was approved by CEUA on December 14, 2016.

VALIDITY OF THIS CERTIFICATE: January 14, 2020.

DATE OF SUBMISSION OF THE FINAL REPORT: February 14, 2020.

Prof. Ass. Dr. Leonardo Perez Faverani
Coordenador da CEUA
CEUA Coordinator

CEUA - Comissão de Ética no Uso de Animais
Faculdade de Odontologia de Araçatuba
Faculdade de Medicina Veterinária de Araçatuba
Rua José Bonifácio, 1193 – Vila Mendonça - CEP: 16015-050 – ARAÇATUBA – SP
Fone (18) 3636-3234 Email CEUA: ceua@foa.unesp.br

ANEXO II – COMITÊ DE ÉTICA HUMANO

UNESP - FACULDADE DE
ODONTOLOGIA-CAMPUS DE
ARAÇATUBA/ UNIVERSIDADE



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Análise da eficácia clareadora e neurosensorial da sensibilidade dentária durante o clareamento dental utilizando a Luz: Estudo clínico randomizado duplo-cego

Pesquisador: MARJORIE DE OLIVEIRA GALLINARI

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 91344318.8.0000.5420

Instituição Proponente: Faculdade de Odontologia do Campus de Araçatuba - UNESP

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.745.053

Apresentação do Projeto:

Resumo:

O objetivo deste estudo será avaliar in vivo pelo método do split-mouth desing a ação de diferentes protocolos clareadores, com associação ou não da Luz violeta na alteração de cor e quantificação da sensibilidade dentária. Serão selecionados 30 voluntários de ambos os gêneros, com idade entre 18 e 28 anos. As hemi-arcadas dos voluntários serão alocados aleatoriamente em 2 grupos: G1 - clareamento caseiro com peróxido de carbamida 10% durante 8h diárias por 21 dias e G2 - clareamento caseiro com peróxido de carbamida a 10% durante 8h diárias por 21 dias + 6 irradiações com a luz violeta por 30 minutos cada. As análises de alteração de cor e de sensibilidade serão realizadas de acordo com os tempos préestabelecidos: inicial, 7, 14 e 21 dias após o início do tratamento e 7 e 14 dias após o término do tratamento clareador. Para análise de cor será utilizado o sensor digital EasyShade Advance 4.0 Vita pelo modelo de cores CIE L*a*b* e para as análise de sensibilidade por meio de detecção ao frio foi utilizado o equipamento de análise neuro-sensorial TSA II na função "Limits". Após a tabulação dos dados, serão submetidos aos testes

Endereço: JOSE BONIFACIO 1193

Bairro: VILA MENDONCA

CEP: 16.015-050

UF: SP

Município: ARACATUBA

Telefone: (18)3636-3200

Fax: (18)3636-3332

E-mail: andrebertoz@foa.unesp.br

UNESP - FACULDADE DE
ODONTOLOGIA-CAMPUS DE
ARAÇATUBA/ UNIVERSIDADE



Continuação do Parecer: 2.745.053

estatísticos para analisar a normalidade dos dados e os mesmos serão submetidos ao teste paramétrico ou não paramétrico mais adequado. Será levado em consideração o nível de significância a 5%.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

- a) Avaliar a influência da Luz violeta na eficácia clareadora, bem como sua estabilidade de cor
- b) avaliar quantitativamente, por meio de estímulos térmicos em equipamento apropriado, o TSA-II, o limiar de sensação (térmico) dos pacientes submetidos à terapia clareadora em diferentes tempos de estudo;

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Ocorrência de sensibilidade dentinária leve e passageira decorrente do tratamento clareador e uma leve diferença na cor entre as hemi-arcadas direita e esquerda

Benefícios:

A realização do clareamento dentário proporcionará uma aparência mais agradável dos elementos dentários

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Pesquisa apresenta-se apta para a sua realização.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos os termos foram apresentados de acordo com a resolução 466/12 do CNS.

Recomendações:

não há

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Pesquisa apresenta-se apta para a sua realização.

Considerações Finais a critério do CEP:

Salientamos que, de acordo com a Resolução 466 CNS, de 12/12/2012 (título X, seção X.1., art. 3, item b, e, título XI, seção XI.2., item d), há necessidade de apresentação de relatórios semestrais, devendo o primeiro relatório ser enviado até 01/01/2019.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Endereço: JOSE BONIFACIO 1193	CEP: 16.015-050
Bairro: VILA MENDONÇA	
UF: SP	Município: ARACATUBA
Telefone: (18)3636-3200	Fax: (18)3636-3332
	E-mail: andrebertoz@foa.unesp.br

UNESP - FACULDADE DE
ODONTOLOGIA-CAMPUS DE
ARAÇATUBA/ UNIVERSIDADE



Continuação do Parecer: 2.745.053

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BASICAS_DO_PROJETO_1137703.pdf	22/05/2018 15:04:54		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_MOG.docx	22/05/2018 15:00:50	MARJORIE DE OLIVEIRA GALLINARI	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_MOG.docx	22/05/2018 14:55:12	MARJORIE DE OLIVEIRA GALLINARI	Aceito
Cronograma	Cronograma.docx	22/05/2018 14:54:38	MARJORIE DE OLIVEIRA GALLINARI	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_rosto.pdf	22/05/2018 14:43:12	MARJORIE DE OLIVEIRA GALLINARI	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

ARACATUBA, 29 de Junho de 2018

Assinado por:
Aldéris Alves Pesqueira
(Coordenador)

Endereço: JOSE BONIFACIO 1193

Bairro: VILA MENDONCA

CEP: 16.015-050

UF: SP

Município: ARACATUBA

Telefone: (18)3636-3200

Fax: (18)3636-3332

E-mail: andrebertoz@foa.unesp.br

ANEXO III – NORMAS DA REVISTA

CAPÍTULO	Nome Da Revista
	Endereço Eletrônico
CAPÍTULO 1	Operative Dentistry
	https://www.jopdent.com/authors/authors.php
CAPÍTULO 2	Operative Dentistry
	https://www.jopdent.com/authors/authors.php
CAPÍTULO 3	Photodiagnosis and Photodynamic Therapy
	https://www.elsevier.com/journals/photodiagnosis-and-photodynamic-therapy/1572-1000/guide-for-authors
CAPÍTULO 4	Operative Dentistry
	https://www.jopdent.com/authors/authors.php

1. Gallinari MO, Fagundes TC, da Silva LM, de Almeida Souza MB, Barboza A, Briso A. A New Approach for Dental Bleaching Using Violet Light With or Without the Use of Whitening Gel: Study of Bleaching Effectiveness. *Oper Dent*. 2019.
2. Thanatvarakorn O, Nakashima S, Sadr A, Prasansuttiporn T, Ikeda M, Tagami J. In vitro evaluation of dentinal hydraulic conductance and tubule sealing by a novel calcium-phosphate desensitizer. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*. 2013;101(2):303-9.
3. Kolker JL, Vargas MA, Armstrong SR, Dawson DV. Effect of desensitizing agents on dentin permeability and dentin tubule occlusion. *J Adhes Dent*. 2002;4(3):211-21.