

ISABELA SOUZA VARDASCA

**O uso de fontes de luz em protocolos clareadores: alteração de
cor, temperatura, transmitância e irradiância
- Estudo *in vitro***

São Paulo

2022

ISABELA SOUZA VARDASCA

O uso de fontes de luz em protocolos clareadores: alteração de cor, temperatura, transmitância e irradiância

- Estudo *in vitro*

Versão corrigida

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, pelo programa de Pós-Graduação em **Odontologia (Biomateriais)** para obter o título de Mestre em **Ciências**.

Orientador: Carlos Eduardo Francci

São Paulo

2022

Catálogo da Publicação
Serviço de Documentação Odontológica
Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo

Vardasca, Isabela Souza.

O uso de fontes de luz em protocolos clareadores: alteração de cor, temperatura, transmitância e irradiância: estudo *in vitro* / Isabela Souza Vardasca; orientador Carlos Eduardo Francci. -- São Paulo, 2022.

101 p. : tab., fig. ; 30 cm.

Dissertação (Mestrado) -- Programa de Pós-Graduação em Odontologia. Área de concentração: Biologia Oral ou Biomateriais. -- Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo.

Versão corrigida.

1. Clareamento dental. 2. LED violeta. I. Francci, Carlos Eduardo. II. Título.

Fábio Jastwebski – Bibliotecário - CRB8/5280

Vardasca IS. O uso de fontes de luz em protocolos clareadores: alteração de cor, temperatura, transmitância e irradiância – Estudo *in vitro*. Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em ciências.

Aprovado em: 27/06/2022

Banca Examinadora

Prof(a). Dr(a). André Luiz Fraga Briso

Instituição: UNESP

Julgamento: Aprovada

Prof(a). Dr(a). Alessandro Dourado Loguercio

Instituição:UEPG

Julgamento: Aprovada

Prof(a). Dr(a). Vanderlei Salvador Bagnato

Instituição: USP

Julgamento: Aprovada

Aos meus pais, **Adriano Vieira Vardasca e Helena M^a de Souza Vardasca**,
por serem meu porto seguro por essa longa
caminhada e acreditarem no meu sonho.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a **Deus**, sem ele não estaríamos aqui e nossos sonhos não seriam possíveis pois não seriam sonhados.

Ao meu avô, **Romeu Vieira Vardasca**, que mesmo distante sempre me apoiou e emanou seu amor e carinho.

Ao meu irmão, **Pedro**, por ser meu pequeno grande amor e meu orgulho que combustíveis para sempre fazer o meu melhor.

Ao **Prof. Dr. Carlos Franci**, que tenho a honra de ter como orientador. Tenho grande admiração pelo senhor por ser uma pessoa de grande inteligência e simplicidade. Uma inspiração como profissional e pessoa.

Às minhas grandes amigas, companheiras de jornada de pós-graduação, **Mylena Régis** e **Mariana Maia**, que foram meu suporte nessa cidade louca chamada São Paulo, meu muito obrigado por ter vocês em minha vida.

Aos meus companheiros de pós-graduação: **Laís Gatti, Bruna Iatarola, Jair Leão, Taina Franco, Juliana Cristina, Camila Jreige e Leticia Morgado** que foram essenciais nessa caminhada pela pós-graduação.

Aos meus amigos, **Gustavo Nacif, Luma Almeida, Gabrielle Tote, André e Ludy**, por me apoiarem e estarem sempre presentes na caminhada pela vida.

A **Profa Dr. Denise Zezell**, que abriu as portas do IPEN para a concretização da minha pesquisa. Um prazer poder compartilhar esses dias de muito conhecimento e aprendizado com a senhora.

Ao **Marcello Amaral**, por me auxiliar na montagem e idealização dos experimentos. Muito obrigada.

Ao técnico do Departamento de Biomateriais e Biologia Oral, **Antônio**, por sempre estar pronto para nos ajudar.

Aos professores do Departamento de Biomateriais e Biologia Oral: **Igor Studart, Roberto Braga, Fernando Nogueira, Leonardo Eloy, Rafael Ballester, Paulo Capel, Marina Roscoe, Victor Arana, Alyne Simoes, Josete Meira e Paulo Francisco Cesar** por todos os ensinamentos passados. Meu respeito e admiração a todos.

À **Rosinha, Eli e Dona Fran**, por sempre nos ajudarem da melhor forma possível e nos acolher no departamento.

Aos colegas que fazem ou fizeram parte do Departamento de Biomateriais e Biologia Oral: **Marlus Pedrosa, Karina Felix, Marina Chiari, Kelly, Bruna Fronza e Leandro Santis, Ezequias Rodrigues** pelo acolhimento e por estarem sempre dispostos a me ajudar.

Aos Funcionários do Departamento de Dentística da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo: **Aldo Gomes, Selma Santi, David Lascalla, Leandro Nascimento e Silvana.**

À **FGM**, pela doação dos materiais utilizados na pesquisa.

Ao **LELO-FOUSP**, por ceder as fontes de luzes utilizadas no trabalho.

À **Capes** pela concessão da bolsa de mestrado.

À cidade de **São Paulo**, essa cidade um tanto quanto desafiadora, mas que ganhou meu coração.

A **Universidade de São Paulo**, por ter me recebido tão bem e de forma tão acolhedora. Tenho orgulho em ser aluna USP.

“A beleza não está na partida nem na chegada, mas na travessia.”
Mario Quintana

RESUMO

Vardasca IS. O uso de fontes de luz em protocolos clareadores: alteração de cor, temperatura, transmitância e irradiância— Estudo *in vitro*. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2022. Versão Corrigida.

O objetivo deste estudo foi avaliar a alteração de cor superficial, temperatura, transmitância e irradiância de fontes de luz empregadas em alguns protocolos de clareamento em consultório utilizando géis de baixa concentração. Uma amostragem de 90 espécimes de esmalte e dentina de dente humano foi selecionada e distribuída aleatoriamente em 9 grupos: SG-SL (sem gel sem luz), SG-VIO (somente exposição ao LED violeta), PH35-SL (peróxido de hidrogênio 35% - sem luz), PH17,5-SL (peróxido de hidrogênio 17,5%), PH6-SL (peróxido de hidrogênio 6%), PH17,5-AZUL (peróxido de hidrogênio 17,5% - com exposição ao LED azul), PH6-AZUL (peróxido de hidrogênio 6% com exposição ao LED azul), PH17,5-VIO (peróxido de hidrogênio 17,5% com exposição ao LED violeta) e PH6-VIO (peróxido de hidrogênio 6% com exposição ao LED violeta). Os géis clareadores utilizados foram fornecidos pela FGM Produtos Odontológicos (Joinville, SC, Brasil). O LED azul (AZUL), Whitening Lase White Plus da DMC (São Carlos, São Paulo), foi irradiado por 3 vezes com 3 minutos de ativação e o LED violeta (VIO), Bright Max Whitening da MMOptics (São Carlos, São Paulo), foi irradiado por 1 ciclo de 20 minutos. A avaliação da cor foi realizada de um baseline, 7, 14 e 21 dias após o início e 14 dias após o término do protocolo de clareamento com o espectrofotômetro. A comparação entre os tempos da alteração de cor foi realizada através das fórmulas: CIEDE2000 e WID (*whitness index*). A análise da temperatura foi realizada durante o tratamento com um termopar. A transmitância da luz foi avaliada na última semana do tratamento clareador com uma esfera integradora. A irradiância das fontes de luz foi medida com um *powermeter*. Os valores obtidos para cada teste foram submetidos à análise estatística para determinar a homogeneidade e normalidade da amostra. A partir desta análise, foi escolhido o teste estatístico ANOVA two-way e o contraste de Bonferroni para análise da alteração de cor, e para as análises de temperatura e transmitância o teste ANOVA e o contraste de Tukey. O teste de Mann-Whitney foi utilizado para a irradiância. Como resultado, os grupos PH17,5-AZUL, PH17,5-VIO e PH35-SL apresentaram os melhores resultados de alteração de cor (ΔE_{00}) sem diferença estatística significativa entre eles. Em relação ao *whiteness index* (ΔWID), os grupos PH35-SL e PH17,5-VIO apresentaram maiores valores da diferença e não houve diferença

estatística entre eles. Nos grupos com peróxido de hidrogênio a 6%, o LED violeta gerou um clareamento maior comparado ao grupo sem exposição à luz. O mesmo ocorreu quando comparados os grupos com peróxido de hidrogênio a 17,5%, o LED violeta novamente gerou um clareamento maior que o grupo sem exposição à luz. Todos os protocolos irradiados com fontes de luz apresentaram alteração de temperatura maior de 5,5°C, exceto o grupo SG-VIO. A fonte de luz AZUL apresentou uma maior transmitância e irradiância em relação ao LED violeta. Portanto, pode-se concluir que o uso do LED violeta associado aos géis clareadores de peróxido de hidrogênio a 6 e 17,5% melhorou o resultado estético comparado aos géis de respectiva concentração sem exposição à luz, porém há um aumento considerável da temperatura.

Palavras-chave: Clareamento. Clareamento de consultório. LED violeta.

ABSTRACT

Vardasca IS. The use of light sources in bleaching protocols: color change, temperature, transmittance and irradiance – In vitro study. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2022. Versão Corrigida.

The objective of this study was to evaluate the change of surface color, temperature, transmittance and irradiance of the light source used in bleaching protocols. A sample of 90 human teeth, enamel and dentin specimens, was selected and randomly assigned to 9 groups: SG-SL (no gel-no light), SG-VIO (violet LED exposure only), PH35-SL (hydrogen peroxide 35% - without light), PH17.5-SL (17.5% hydrogen peroxide), PH6-SL (6% hydrogen peroxide), PH17.5-BLUE (17.5% hydrogen peroxide - with blue LED exposure), PH6-BLUE (6% hydrogen peroxide with blue LED exposure), PH17.5-VIO (17.5% hydrogen peroxide with violet LED exposure), and PH6-VIO (6% hydrogen peroxide with violet LED exposure). The bleaching gels used were supplied by FGM Produtos Odontológicos (Joinville, SC, Brazil). The blue LED (BLUE), Whitening Lase White Plus from DMC (São Carlos, São Paulo), was irradiated 3 times with 3 minutes of activation and the violet LED (VIO), Bright Max Whitening from MMOptics (São Carlos, São Paulo), was irradiated for 1 cycle of 20 minutes. The color evaluation was performed a baseline, 7, 14 and 21 days after the beginning and 14 days after the end of the bleaching protocol using a spectrophotometer. The formulas CIEDE2000 and WID (*whitness index*) were used to compare the datas of the color evaluation. Temperature analysis was performed during the second session of bleaching treatment with a thermocouple. Light transmittance was evaluated in the last week of the bleaching treatment with an integrating sphere. The irradiance of light sources was measured with a powermeter. The values obtained for each test were submitted to statistical analysis to determine the homogeneity and normality of the sample. From this analysis, the ANOVA two-way statistical test with Bonferroni post-hoc was chosen for the analysis of color change. For analysis temperature and transmittance the ANOVA statistical test with Tukey post-hoc was chosen. The Mann-Whitney test was used for irradiance. As a result, the PH17.5-BLUE, PH17.5-VIO and PH35-SL groups presented the best color change results (ΔE_{00}) with no statistically significant difference between them. Regarding the whitness index (ΔWID), the groups PH35-SL and PH17.5-VIO showed higher values of difference and there was no statistical difference between them. In the 6% hydrogen peroxide groups, the violet LED generated greater lightening compared to the group without light exposure. The same occurred when comparing the groups with 17.5%

hydrogen peroxide, the violet LED again generated a greater lightening than the group without light exposure. All protocols irradiated with light sources showed a temperature change greater than 5.5°C, except for the SG-VIO group. The BLUE light source showed a higher transmittance and irradiance compared to the violet LED. Therefore, it can be concluded that the use of violet LED associated with bleaching gels of hydrogen peroxide at 6 and 17.5% improves the aesthetic result compared to gels of the respective concentration without exposure to light, but there is a considerable increase in temperature.

Keywords: Dental bleaching. In-office bleaching. Violet LED

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 4.1- Espécime de 4x4 mm em esmalte e dentina.....	42
Figura 4.2- (A) amostras imersas em saliva artificial (B) Amostras imersas no caldo para a pigmentação.....	44
Figura 4.3- Géis clareadores utilizados no estudo.....	46
Figura 4.4.- Fontes de luz utilizadas no estudo.....	47
Figura 4.5- Aparato de preto para leitura no espectrofotômetro com um orifício de 4x4 mm com a amostra em posição.....	48
Figura 4.6- Esquema da leitura de temperatura com o termopar.....	50
Figura 4.7- (A)Leitura da alteração de temperatura com o uso de termopar (B) Vista de cima das amostras em posição e com a presença do gel.....	50
Figura 4.8- Esquema da análise de transmitância com esfera integradora.....	51
Figura 4.9- Esfera integradora acoplada a um espectrômetro durante a leitura da transmitância.....	52

LISTA DE GRÁFICOS

- Gráfico 5.1– Média dos valores de ΔE_{00} 1, ΔE_{00} 2, ΔE_{00} 3 e ΔE_{00} 4 de todos os grupos.....56
- Gráfico 5.2 – Médias e desvios padrão dos valores de ΔE_{00} todos os grupos presentes no estudo. Teste ANOVA two-way e Bonferroni para comparação entre os grupos, valor de $p= 0,000$. Letras iguais indicam ausência de diferença estatística entre grupos ao nível de significância de 5%.....57
- Gráfico 5.3– Média dos valores de ΔWID 1, ΔWID 2, ΔWID 3 e ΔWID 4 de todos os grupos.....58
- Gráfico 5.4 – Médias e desvios padrão dos valores de ΔWID de todos os grupos presentes no estudo. Teste ANOVA two-way e Bonferroni, $p= 0,000$, para comparação entre os grupos. Letras iguais indicam ausência de diferença estatística entre grupos ao nível de significância de 5%.....59
- Gráfico 5.5 – Médias e desvios padrão dos valores de alteração de temperatura (ΔT) dos grupos que passaram por protocolo clareador no estudo. Teste ANOVA e Tukey para comparação entre os grupos ($p = 0,000$). Letras iguais indicam ausência de diferença estatística entre grupos ao nível de significância de 5%.....60
- Gráfico 5.6 – Médias e desvios padrão dos valores da porcentagem de transmitância (T%) dos grupos que foram irradiados com fontes de luz presentes no estudo. Teste ANOVA e Tukey para comparação entre os grupos, $p = 0,000$. Letras iguais indicam ausência de diferença estatística entre grupos ao nível de significância de 5%.....61
- Gráfico 5.7– Médias e desvios padrão dos valores da irradiância das duas fontes de luz utilizadas no estudo. Teste Mann-Whitney para comparação entre as duas fontes ao nível de significância de 5%. Valor de $p= 0,000$62

LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1- delineamento experimental.....	41
Tabela 4.2- Divisão dos grupos com os seus respectivos protocolos clareadores.....	44
Tabela 4.3- Comparações realizadas dentro de cada delta ΔWID e $\Delta E00$	49
Tabela 5.1- Média (\pm desvio padrão) da alteração de cor ($\Delta E00$) em diferentes momentos.....	55
Tabela 5.2- Média (\pm desvio padrão) da alteração de cor (ΔWID) em diferentes momentos.....	58
Tabela 5.3- Médias das alterações de temperatura (ΔT) em cada grupo.....	60
Tabela 5.4- Médias das porcentagens de transmitância (T%) em cada grupo.....	62

LISTA DE ABREVEATURAS E SIGLAS

ANOVA	Análise de variância
AT	Limite de aceitabilidade
AZUL	Luz LED azul
CIE	Comissão Internacional de Iluminação
EU	União Européia
H ₂ O ₂	Peróxido de hidrogênio
ISO	International Organization for Standardization (Organização Internacional de Normalização)
LED	Diodo emissores de luz
pH	Potencial Hidrogeniônico
PT	Limite de perceptibilidade
T0	Leitura de cor inicial
T1	Leitura de cor após 7 dias da primeira sessão do clareamento
T2	Leitura de cor após 7 dias da segunda sessão do clareamento
T3	Leitura de cor após 7 dias da terceira sessão do clareamento
T4	Leitura de cor após 14 dias da terceira sessão do clareamento
VIO	Luz LED violeta
WAT	Limite de aceitabilidade do índice de clareamento odontológico
WID	Índice de clareamento odontológico
WPT	Limite de perceptibilidade do índice de clareamento odontológico

LISTA DE SÍMBOLOS

mm	milímetros
mm ²	milímetros quadrados
ΔE	diferença de cor
ΔE_{00}	diferença de cor pelo sistema CIEDE2000
L*	luminosidade
a*	parâmetro a*
b*	parâmetro b*
c*	parâmetro c*
h*	parâmetro h*
nm	nanômetros
mW/mm ²	miliwatts/ milímetros quadrados
%	por cento
ΔT	Alteração de temperatura
%T	Porcentagem de transmitância
ΔW_{ID}	diferença de cor pelo sistema WID

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	25
2 REVISÃO DE LITERATURA	29
2.1 Descoloração Dental	29
2.2 Mecanismo de Ação	30
2.3 Agentes Clareadores	30
2.4 Técnicas clareadores	31
2.5 Utilização de fontes de luz	33
2.6 Efeitos colaterais	33
2.7 Análise da alteração de cor superficial	34
2.8 Nova abordagem – Luz violeta	36
2.8.1 Transmitância	37
2.8.2 Temperatura	37
2.8.3 Irradiância	38
3 PROPOSIÇÃO	39
4 MATERIAL E MÉTODOS	41
4.1 Aspectos éticos.....	41
4.2 Delineamento experimental.....	41
4.3 Obtenção das amostras.....	42
4.4 Seleção inicial dos espécimes.....	43
4.5 Pigmentação das amostras.....	43
4.6 Protocolo clareador.....	44
4.7 Produtos e equipamentos.....	46
4.8 Alteração cromática superficial.....	47
4.9 Temperatura	49

4.10 Transmitância da luz.....	51
4.11 Irradiância.....	52
4.12 Análise estatística.....	53
5 RESULTADOS	55
5.1 Alteração de cor	55
5.2 Alteração de temperatura.....	60
5.3 Transmitância.....	61
5.4 Irradiância.....	62
6 DISCUSSÃO	63
7 CONCLUSÕES	68
REFERÊNCIAS	71
APÊNDICES.....	79
ANEXOS.....	87

1 INTRODUÇÃO

A sociedade constantemente evolui seus padrões de beleza, levando as pessoas a uma busca incessante pelo belo. Os pacientes são influenciados a desejarem “o sorriso perfeito” e, conseqüentemente, muitas vezes tratamentos invasivos são escolhidos para dentes íntegros. (1)

O clareamento dental se tornou o tratamento estético mais utilizado e procurado pelos pacientes quando se trata de dentes escurecidos, por ser um tratamento conservador e de baixo custo comparado, por exemplo, com as facetas indiretas. Existem duas técnicas de clareamento dental: a técnica onde a aplicação do gel clareador é feita pelo paciente com uma moldeira de acetato supervisionado pelo cirurgião-dentista, chamada de clareamento caseiro ou de auto-aplicação; e outra onde o clareamento é realizado na clínica odontológica, denominado clareamento de consultório. (2)

Na técnica caseira são utilizados como géis clareadores os peróxidos de carbamida (de 10 a 22%) ou de hidrogênio (de 4 a 10%). Quando bem aplicada e supervisionada pelo cirurgião-dentista gera resultados de padrão estético excelentes, sendo considerada a técnica com peróxido de carbamida a 10% padrão ouro entre as opções de tratamentos clareadores. Já o tratamento realizado em consultório são utilizados os peróxidos de hidrogênio (15 a 40%) e carbamida (30 a 37%), empregando ou não luzes de diferentes naturezas com o intuito de acelerar o processo (3). Como a efetividade do clareamento é tempo/concentração dependente, muitos pacientes preferem a técnica de consultório por apresentar resultados em menor tempo (4).

Apesar de no Brasil serem permitidas todas essas concentrações dos géis clareadores, na União Européia a utilização de produtos clareadores em consultório tem restrições. Segundo a normativa europeia Council Directive 2011/84/EU de setembro de 2011, foi liberado géis clareador com a presença ou liberação de peróxido de hidrogênio apenas na concentração de 0,1% até 6% para utilização com a supervisão de um cirurgião-dentista (5).

O mecanismo de ação do clareamento é atribuído à ação de oxirredução entre o agente clareador com as macromoléculas de pigmentos, que geram moléculas menores que absorvem menos luz, promovendo o efeito de clareamento da estrutura dental escurecida (6). Mais recentemente o clareamento tem sido atribuído também a alteração da estrutura de aminoácidos presentes na estrutura dental (7,8). Para acelerar e aumentar a eficácia do tratamento clareador, produtos com altas concentrações de peróxido de hidrogênio foram desenvolvidos, especialmente na década de 90 e podem ser usados em conjunto com diferentes fontes de luz, como luz halógena, diodos emissores de luz (LEDs) e laser (9).

A vantagem teórica do uso de fontes de luz, como diodos emissores de luz (LED) pode ser explicada por duas teorias. A primeira é a capacidade da fonte de luz aquecer o gel clareador a base de peróxido de hidrogênio, aumentando assim sua taxa de decomposição para formar radicais livres capazes de quebrar moléculas de pigmentos (10); e a segunda teoria é explicada pelo efeito físico-químico onde ocorre a interação de alguns componentes químicos do peróxido de hidrogênio com pigmentos, quando irradiados pela fonte de luz, ocorrendo uma mudança na carga elétrica seguida pela mudança no pH (11). Assim, quando associado à géis clareadores de menores concentrações possibilita um resultado estético próximo ao protocolo com peróxido de hidrogênio a 35% (12), já que somente o uso de géis em concentrações menores apresentam uma menor eficácia em relação a resultados estéticos (13). Essa associação tem sido feita a muitos anos com diversas fontes de luz, entre elas a luz LED azul (14), porém essa associação com géis de alta concentração não tem demonstrado eficácia e pode levar a uma maior intensidade de sensibilidade dental quando associado com géis de baixa concentração (15).

Portanto, uma preocupação fundamental com o uso das luzes durante o clareamento é o aquecimento que pode ser gerado na estrutura dental. Caso ocorra um aumento da temperatura acima de 5,5°C pode estimular uma reação inflamatória, causando dor e degeneração da polpa. A presença da sensibilidade durante e após o tratamento é um fator preocupante, tanto para o paciente, como para o cirurgião-dentista. Segundo Kenneth Markowitz (15) a sensibilidade ao clareamento dental pode ser devido a ativação direta de canais TRPA1 de fibras nervosas tipo C pulpares pela chegada de peróxido de hidrogênio (H₂O₂) não reagente (16). Nos últimos anos, estudos clínicos tem mostrado que além da concentração de H₂O₂, fatores como: tempo de aplicação dos géis e a espessura do esmalte e da dentina podem aumentar o efeito adverso do clareamento de consultório (17,18)

Recentemente, foi lançado no mercado pela empresa brasileira MMOptics, um aparelho que irradia luz violeta a partir de uma fonte LED, com o comprimento de onda entre 405-410 nm. A emissão de luz nesse comprimento de onda coincide com o pico de absorção dos pigmentos, o qual interage seletivamente com os mais escuros, quebrando-os em cadeias menores, mais claras. Deste modo se acredita que não seja necessária a utilização de agentes químicos clareadores, pois os pigmentos dentais são fotorreceptores, sendo fortemente reativos à luz (14). Entretanto, Gallinari et al. (18) mostrou em seu trabalho *in vitro* que a luz LED violeta sozinha não tem a mesma eficácia para clarear a estrutura dental como os tratamentos convencionais com géis clareadores, mas conseguiu uma diminuição na concentração dos géis, o que é muito vantajoso, pois reduz o risco para as células pulpares (19).

A associação da luz LED violeta com agentes químicos de baixa concentração que

promovem o clareamento, chamada de técnica híbrida, traz vantagens pois o uso de géis clareadores com baixas concentrações mostra ter menores efeitos colaterais com resultado estético satisfatório (20–22) . No estudo de Gallinari 2019, foi realizada uma avaliação de citotoxicidade do peróxido de hidrogênio em células pulpares e pode-se observar que o grupo PH17,5% - LED apresentou efeitos citotóxicos menos intensos em células pulpares, em relação ao grupo PH35%-LED (23).

Considerando a interação da luz com a estrutura dentária e o aquecimento que pode ser gerado, a análise de profundidade de penetração da luz e análise da temperatura da estrutura dental é de suma importância, pois o aumento da temperatura pode levar a inflamação da polpa e, conseqüentemente, à sensibilidade (24). Sendo assim, a análise da transmitância, que é definida pela quantidade relativa de luz que passou pelo material, é de grande importância para o conhecimento da interação da luz com a estrutura dental (25)

Ainda que a busca por um sorriso saudável que se encaixe nos padrões estéticos atuais tem crescido nos consultórios odontológicos, a preocupação por técnicas que trazem resultados estéticos favoráveis e com menor ou até sem sensibilidade trans e pós-tratamento tem despertado o interesse dos cirurgiões-dentistas (21). Portanto, levando em consideração o trabalho de Gallinari 2019 (23) com resultados positivos para associação do peróxido de hidrogênio a 17,5% com fontes de luz, e também as exigências da legislação européia em relação à baixa concentração do peróxido de hidrogênio (6%), o objetivo deste estudo é avaliar alteração de cor superficial, temperatura e transmitância de luz em alguns protocolos de clareamento com diferentes fontes de luz e agentes clareadores.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A aparência e a cor dos dentes são preocupações comuns entre populações do mundo todo e estão associadas com o aumento da procura por procedimentos que melhoram a estética e clareiam a estrutura dental (26). Alguns estudos tem mostrado que o clareamento da estrutura dentária pode produzir um efeito psicossocial positivo e aumentar a autoestima do paciente (27). Para se entender melhor esse tratamento estético é preciso avaliar os fatores envolvidos nele, como: descoloração dental, mecanismo de ação, agentes clareadores, técnicas de clareamento, associação de fontes de luz, efeitos colaterais e a novas abordagens.

2.1 Descoloração dental

Os dentes são tipicamente compostos de várias cores e uma gradação delas ocorre desde a região próxima a margem gengival até a incisal. Próximo à margem gengival apresenta, normalmente, uma coloração mais saturada devido à maior influência da cor da dentina. Os dentes tornam-se mais escuros devido a uma mudança fisiológica de idade, isso pode ser parcialmente causado pela deposição de dentina secundária, incorporação de manchas extrínsecas e desgaste gradual, e assim, maior translucidez do esmalte, permitindo uma maior influência na cor da dentina subjacente (28). Portanto, a cor do dente é influenciada pela combinação da sua cor intrínseca com alguns pigmentos extrínsecos que são formados sobre a superfície dental (6).

As manchas de origem extrínsecas ocorrem com a deposição de substâncias cromogênicas sobre a superfície do dente (manchamento direto) ou sobre a película adquirida (manchamento indireto). A origem dessas substâncias pode ser metálica, como exemplo, a deposição de sais metálicos sobre a película adquirida com o uso de enxaguatórios bucais com clorexidina, e não-metálicos, que são os cromógenos orgânicos que aderem diretamente à superfície do dente, assim promovendo uma alteração na cor de acordo com a cor natural do composto (29).

Quando a descoloração é de origem intrínseca ocorre em decorrência de uma alteração na composição estrutural ou espessura dos tecidos duros dentais. Uma série de doenças metabólicas e fatores sistêmicos são conhecidos por afetar o desenvolvimento da dentição e causar descoloração como consequência. Fatores locais, como lesões, também são reconhecidos. Alguns exemplos mais comuns destas alterações que causam a alteração de cor

intrinsecamente são: amelogênese imperfeita, dentinogênese imperfeita, coloração por tetraciclina e fluorose (30).

Outra origem da descoloração da estrutura dental é o manchamento interno. Apresenta como causa a incorporação de pigmentos extrínsecos que penetram na estrutura dental através de defeitos no esmalte. Esses defeitos podem ser de desenvolvimento ou adquiridos, por exemplo, desgaste dos dentes ou materiais restauradores (31).

Como foi abordado, de forma sucinta, a origem da descoloração dental pode ser variada.

2.2 Mecanismo de ação

A maioria dos pigmentos são de origem orgânica que se apresentam em cadeias conjugadas simples ou duplas, que geralmente incluem heteroátomos, carbonil e/ou anéis de fenil. Para um efeito clareador se faz necessário a quebra dessas cadeias conjugadas e outros grupos funcionais. Essa quebra pode ser realizada usando agentes oxidantes (32). No tratamento de clareamento usamos agentes clareadores que possuem esses agentes oxidantes, são espécies reativas de oxigênio que permeiam a estrutura dental e oxidam as moléculas cromóforas que estão presentes na estrutura dental e que são a principal causa da pigmentação dental (19).

A taxa de decomposição e o tipo de oxigênio ativo formado dependem da temperatura, concentração do peróxido, pH e presença de co-catalisadores. Dependendo de qual ligação química é rompida no agente oxidante, tem-se a formação de diferentes radicais livres que vão agir de formas diferentes na quebra das moléculas de pigmentos. Estes incluem o radical hidroxil, radical hidroperoxil, ânion radical hidroperoxil, ânion radical superóxido e cátion radical superóxido (33).

2.3 Agentes clareadores

A busca pelo agente clareador dental ideal se iniciou no século XIX. Naquela época, todos os agentes utilizados para tratamento clareador eram misturados no consultório e eram feitos de oxidantes diretos ou indiretos (34). Apesar da grande variedade que existe hoje, o peróxido de hidrogênio é o agente ativo presente na maioria dos casos. Seja aplicado de forma direta ou produzido a partir de uma reação química de um precursor, como o peróxido de carbamida ou o perborato de sódio (35).

O peróxido de hidrogênio é um líquido incolor e apresenta uma viscosidade um pouco maior que a da água. Pelo seu baixo peso molecular, ele consegue penetrar até a dentina onde

libera seus radicais livres que quebram as cadeias dos compostos presentes. Geralmente são utilizados nas concentrações de 6% até 40%. Ele age como um agente oxidante que libera oxigênio reativo e ânion de peróxido de hidrogênio (33).

Outro agente clareador também comumente usado é o peróxido de carbamida. Ele se apresenta como um sólido cristalino, que ao ser misturado com água libera peróxido de hidrogênio e uréia. As concentrações mais adotadas nos protocolos clareadores são de 10% a 37%. Quando o peróxido de carbamida 10% reage com a água, ocorre a formação de 3,35% de peróxido de hidrogênio e 6,65% de uréia (36). Depois a uréia se quebra em amônia e água, o que é um efeito positivo, uma vez que essa quebra faz com que o pH da solução fique elevado. Além disso, a uréia apresenta propriedades proteolíticas que podem aumentar a eficiência do tratamento clareador. (34)

O perborato de sódio, também um agente clareador, é encontrado como um pó branco, inodoro. Quando misturado com água ou ácido, ocorre uma quebra, onde há a formação de metaborato de sódio, peróxido de hidrogênio e oxigênio. (37) Esse agente clareador tem outras apresentações – monohidratado, trihidratado ou tetrahidratado – o que difere na quantidade de oxigênio, assim interferindo na eficácia da ação clareadora (33,38).

Dentro do exposto, o peróxido de hidrogênio é o agente clareador em si, sendo o mais utilizado para o clareamento de consultório, onde a velocidade de reação precisa ser mais rápida, devido ao limitado tempo de contato do gel clareador com a estrutura dental.

2.4 Técnicas clareadoras

Existem muitas classificações diferentes de sistemas de clareamento dental usadas atualmente. Os protocolos clareadores podem ser classificados de acordo com os produtos químicos usados ou seu local ou modo de aplicação/entrega ou, ainda, modo de ação. O modo de entrega pode ser por meio de creme dental, enxaguatórios bucais, gomas de mascar, géis clareadores com o uso ou não de moldeiras (39).

Quando o agente químico é aplicado sobre a superfície externa do dente é classificado como clareamento externo, o qual se divide em dois grupos, caseiro ou de auto-aplicação e de consultório. O clareamento externo pode ser aplicado em dentes vivos ou em despolpados. Os agentes clareadores podem ser aplicados dentro da câmara pulpar, o qual é classificado como clareamento interno. Esse protocolo é adotado em dentes despolpados que sofreram uma descoloração.

O clareamento de consultório é realizado pelo profissional em sua clínica odontológica. Neste protocolo concentrações mais altas de agentes clareadores são empregadas, que podem variar de 15% a 40% peróxido de hidrogênio, ou de 30 a 38 peróxido de carbamida (40,41). Usualmente, o tempo de aplicação é de 45 minutos e a proteção dos tecidos moles se faz necessária, devido à alta concentração dos agentes ativos (42). Uma vantagem desse tratamento é a mínima dependência do paciente para realizar o tratamento. Por outro lado se tem um maior tempo clínico e maior risco de efeitos adversos, sendo a sensibilidade o de maior incidência (43).

Segundo a normativa Council Directive 2011/84/EU de setembro de 2011, na união europeia as concentrações permitidas são distintas. As concentrações de peróxido de hidrogênio, seja ele liberado ou presente, até 0,1% para uso sem supervisão de um profissional e concentrações de 0,1% até 6% com a supervisão de um cirurgião-dentista (5).

O clareamento caseiro é uma técnica disponível no mercado, de fácil execução e baixo custo em relação ao clareamento de consultório. Essa técnica pode ser dividida em dois grupos: *Over-the-counter* e com a supervisão do cirurgião-dentista (21,44). A técnica supervisionada pelo dentista envolve o uso de uma moldeira, pré-fabricada ou individualizada para cada paciente, que será carregada com os géis clareadores e posicionada pelo paciente na cavidade bucal, possibilitando que o agente ativo do gel clareador fique em íntimo contato com a estrutura dental. Concentrações mais baixas dos géis clareadores são a escolha neste protocolo, que podem variar de 6% a 10% de peróxido de hidrogênio e de 5% a 22% de peróxido de carbamida. Uma moldeira carregada com o gel clareador é utilizada por trinta minutos até quatro horas por dia, em um período de duas a seis semanas. A concentração do agente clareador guiará o cirurgião-dentista na escolha mais adequada do protocolo clareador. Como vantagem neste protocolo clareador, temos um menor tempo clínico, mas uma maior dependência da disciplina do paciente para um efeito clareador adequado (45).

Já os produtos de “prateleira” (*over-the-counter*) são uma alternativa de baixo custo sem a supervisão do cirurgião-dentista. Diferentes tipos de agentes estão disponíveis nos supermercados, farmácias e na internet (46). Esses produtos geralmente possuem uma pequena quantidade de agentes clareadores que tem como veículo de entrega tiras ou estão presentes em dentifrícios (6). Raramente as pastas clareadoras possuem peróxido de hidrogênio, peróxido de carbamida ou qualquer tipo de agente clareador. Um dos recursos mais utilizados nestes produtos é uma grande quantidade de abrasivos, que removem e controlam pigmentos extrínsecos (47,48).

Outra técnica também utilizada é a associação da técnica caseira com algumas sessões em consultório, permitindo um clareamento mais rápido, porém com um risco maior de sensibilidade dental (49).

2.5 Utilização de fontes de luz

Desde a introdução dos tratamentos clareadores em consultório, o uso de fontes de luz (luz halógena, arcos de plasma, LED, LED com *laser*, e *lasers*) foi recomendado para acelerar a ação do gel clareador (50). Teoricamente, uma das vantagens no uso das luzes é a habilidade de aquecer o peróxido de hidrogênio ou carbamida, assim, aumentando a taxa de decomposição em radicais livres, que realizam a oxidação dos compostos orgânicos complexos presentes nos pigmentos (15).

Apesar da afirmação de grande melhoria do uso das fontes de luz nos protocolos clareadores, ainda há questionamentos sobre a eficácia desta associação (51). Estudos têm mostrado que o uso da luz pode aumentar o risco de sensibilidade dental devido à maior liberação de radicais livres que atingem a polpa (43,52,53).

Além, da preocupação com a liberação de radicais livres em menor tempo, há também uma grande preocupação com a geração de calor pelas fontes de luz, com perigo de causar danos à polpa dental (54). Estudos anteriores usando diferentes fontes de luz demonstram que a alteração da temperatura depende do tipo de luz que é empregada (23,55), e podem gerar danos ao tecido pulpar (55) ou não (56,57).

Porém, segundo o trabalho de Maran et al. 2018, uma revisão sistemática onde foi avaliado se o uso de fontes de luz interfere no resultado final de clareamento de consultório, foi encontrado que nem a eficácia e nem o aumento da sensibilidade dentária foi influenciado pelo uso de fontes de luz (15).

2.6 Efeitos colaterais

Os efeitos adversos do clareamento em dentes vitais são alterações em tecido mole e tecido duro. Sensibilidade dentária e irritação na mucosa/gengiva são os mais comuns (58).

O uso do peróxido de hidrogênio em altas concentrações tem mostrado eficiência no tratamento clareador, deixando a estrutura dentária em tonalidades mais claras. Porém, quanto maior a concentração do gel e o tempo em que é empregado, maior será a produção dos radicais

livres (oxigênio livre) (59). Devido ao seu baixo peso molecular, ele tende a se difundir rapidamente pela estrutura mineralizada dental, gerando um estresse oxidativo, devido ao desequilíbrio entre a quantidade de oxigênio livre e os antioxidantes endógenos e exógenos. Esse estresse pode causar inativação de enzimas, fragmentação de proteínas e degradação de células pulpares, o que pode resultar em dor e necrose (53,60).

O principal efeito colateral é a sensibilidade dentária durante e após o tratamento (61,62). Supõe-se que a rápida difusão de peróxido de hidrogênio e/ou seus radicais livres para a polpa e a conseqüente irritação química produzida podem ser responsáveis por esta sensibilidade (63), e, portanto, a ocorrência de sensibilidade dentária pode representar o grau de agressão biológica deste procedimento cosmético (35,64).

Alguns estudos têm mostrado que o tratamento de clareamento pode trazer alterações na estrutura do esmalte, como: alteração de superfície (47,65,66), composição química e diminuição da microdureza (67,68). Esta diminuição pode ser explicada pelo pH do gel clareador, que em geral está ácido, para ter um maior tempo de vida nas prateleiras (69).

Alguns pacientes podem apresentar irritações na mucosa durante o tratamento clareador caseiro, a qual pode ser causada pelo uso de moldeiras mal adaptadas e/ou pelo depósito excessivo do gel clareador nas mesmas (30). Um simples ajuste na moldeira e/ou instruções de uso de quantidade adequada de gel são normalmente suficientes para evitar tais irritações da mucosa gengival. Durante o clareamento de consultório é recomendado proteger a mucosa gengival para evitar queimaduras causadas pelos géis de alta concentração (58).

2.7 Análise da alteração de cor superficial

A análise da alteração da cor superficial é importante para avaliar a eficácia do tratamento clareador, onde é realizada uma leitura inicial e após o tratamento para uma comparação final entre os dois dados. Para realizar esta análise existem vários métodos (70–72). O mais utilizado é o sistema CIE L* a* b* com o emprego de um espectrofotômetro (70,72), o qual permite a leitura da cor de forma tridimensional. A axial “L” é conhecida como luminosidade e se estende do preto (0) ao branco (100), onde valores próximos ao 100 apresentam maior luminosidade. A coordenada “a” representa a quantidade de vermelho, valores positivos, e de verde, valores negativos; e a coordenada “b” representa a quantidade de amarelo, valores positivos, e de azul, valores negativos (23,72).

Recentemente, alguns estudos (47,66,73) tem utilizado o sistema CIEDE 2000 o qual tem mostrado maior compatibilidade com a percepção de alteração de cor visual e limite de

aceitabilidade pois é ajustado pelos parâmetros de luminosidade, matiz e croma. Onde $\Delta L'$, $\Delta C'$ e $\Delta H'$ são as diferenças entre luminosidade, croma e matiz para um par de amostra, R_T é uma função (chamada de função de rotação) que conta com a interação entre diferenças de croma e matiz na região azul. S_L , S_C , S_H são funções de ponderação que ajustam a diferença total de cor para variação na localização da diferença de cor nas coordenadas L, a, b; e os coeficientes paramétricos K_L , K_C , K_H , que são termos de correção para condições experimentais (74).

A fórmula utilizada para o cálculo do CIEDE2000:

$$\Delta E_{00} = \left[\left(\frac{\Delta L'}{K_L S_L} \right)^2 + \left(\frac{\Delta C'}{K_C S_C} \right)^2 + \left(\frac{\Delta H'}{K_H S_H} \right)^2 + R_T \left(\frac{\Delta C'}{K_C S_C} \right) \left(\frac{\Delta H'}{K_H S_H} \right) \right]^{1/2}$$

As variações de clareamento são analisadas pela média da diferença dos três eixos que descrevem o espaço da cor no CIELAB (ΔL^* : diferença da luminosidade; Δa^* : diferença no eixo vermelho-verde; Δb^* : diferença no eixo amarelo-azul) (75,76). O clareamento de um material é mensurado de forma adequada usando o index de clareamento ou fórmulas baseadas no sistema de notação de cores CIE1931 XYZ, como o CIE index de clareamento (WIC) e o índice de clareamento de acordo com o ASTM E-313-73 (WI) tem sido usado na pesquisa odontológica (76).

Com intuito de otimizar a avaliação de dentes clareados, um novo índice baseado no CIELAB foi desenvolvido: índice de clareamento para odontologia (WI_D). O WI_D aumentou a correlação com a percepção visual comparado com os outros índices de clareamentos usados anteriormente (77). Portanto, estudos de comparação de clareamento, o index de clareamento (WI_D) tem sido recomendado por ele ser baseado, principalmente, nos eixos L^* e b^* que indicam a quantidade de branco (L^*) e a variação de amarelo para azul (b^*) (76,78).

A fórmula original utilizada para criar WI_D é $P \times a^* + Q \times b^* + R \times L^*$, onde os valores dos coeficientes P, Q e R foram obtidos a partir de observações visuais feitas em um experimento psicofísico. Assim, chegaram à fórmula final para o cálculo do WI_D :

$$WI_D = 0.511L^* - 2.324a^* - 1.100b^* \quad (77)$$

Outro parâmetro para análises de diferença cor que tem sido bastante utilizado é o limite de aceitabilidade (AT) e perceptibilidade (PT). Muitos estudos tem investigado o limite de perceptibilidade (PT) e de aceitabilidade (AT) na diferença de cor em aplicações odontológicas

para CIELab e CIEDE2000 (79,80). Essas informações foram registradas na ISO (81) e são importantes para o controle de qualidade de escalas de cores e materiais odontológicos estéticos(76).

O limite de perceptibilidade (PT) representa o menor percentual do limite para que a diferença de cor seja perceptível pelo sistema visual humano. Já o limite de aceitabilidade (AT) é o percentual onde essa diferença de cor é aceitável (76). Os valores de PT e AT para CIEDE2000 são, respectivamente, 0,8 e 1,8 (82)

Com a recomendação do uso do *whiteness index* (WI_b) surgiu a necessidade de desenvolver o limite de aceitabilidade e perceptibilidade para esta fórmula de análise. Neste estudo de Perez et al 2019 (76) foi encontrado os seguintes valores para WPT (*whiteness index* limite de perceptibilidade) e WAT (*whiteness index* limite de aceitabilidade): 0,72 e 2,62, respectivamente.

2.8 Nova abordagem – Luz violeta

Recentemente, no mercado foi lançado pela MMOptics, uma empresa brasileira de São Carlos, um LED violeta, similar aos LEDs que já são empregados no tratamento clareador, porém opera no comprimento de onda de 405-410nm. Teoricamente, esse comprimento de onda coincide com o pico de absorção dos pigmentos presentes na estrutura dental, o que leva a uma instabilidade dessas moléculas, resultando na quebra das cadeias grandes em menores, gerando um efeito clareador no dente (4).

Alguns estudos, relatos de caso, têm mostrado que o uso somente dessa fonte luz gera um efeito clareador (83,84), por outro lado, estudos clínicos randomizados mostram que a alteração de cor acontece, porém de uma forma inferior ao tratamento com uso de géis clareadores (20,41,85). A associação do gel com essa nova fonte de luz tem mostrado resultados promissores em um estudo *in vitro*(19) e em um estudo clínico randomizado (41). O uso dessa nova fonte de luz permite a utilização de géis clareadores em concentrações menores com resultados, em relação a alteração de cor, próximos a protocolos onde foram adotados géis com concentrações maiores (21).

Protocolos com o uso de géis clareadores em concentrações maiores apresentam uma eficiência de alteração cor, porém uma maior ocorrência de sensibilidade trans e pós-operatória. Portanto, a adoção de um protocolo com o uso de um gel clareador de menor concentração com irradiação da luz violeta, onde a alteração de cor seria a mesma ou superior aos protocolos com

a utilização de concentrações maiores, seria de grande importância para pacientes que sofrem de hipersensibilidade. Como se trata de um novo protocolo clareador, é de grande importância seu estudo.

2.8.1 Transmitância

A transmitância é definida como a relativa quantidade de luz que passa através do material, com a luz restante sendo refletida ou absorvida (86). Segundo o fabricante o comprimento de onda da luz violeta é absorvido pelos pigmentos presentes na estrutura dental (14). Para que haja essa quebra dos pigmentos a luz deve penetrar até a profundidade onde eles se encontram (23). Outro fator importante a se observar é que quando ocorre a diminuição da absorção da luz por pigmentos ou moléculas, ou seja, quando as moléculas já foram quebradas em moléculas menores, presentes na estrutura ocorre um aumento na transmitância (87). Portanto, a análise da transmitância é importante para entendimento da interação da luz com a estrutura dental.

A porcentagem da transmitância é calculada de acordo com:

$$(T\%) = (T \text{ espécime} / T \text{ fonte}) \times 100 \text{ (25).}$$

2.8.2 Temperatura

Considerando a interação da luz com a estrutura dental e o aquecimento que pode ser gerado, a análise da temperatura é de suma importância, pois o aumento da temperatura pode gerar efeitos deletérios ao tecido pulpar (24). Com base em alguns relatos, o limite de aumento de 5,5°C na câmara pulpar pode ser prejudicial às células pulpares (88).

No estudo de Zach & Cohen (88), foi demonstrado que se houver um aumento de 5,5°C da temperatura intra-pulpar de macacos *reshus* há um de aumento de 15% de células necróticas (89). Baseado nos achados deste estudo alguns autores tem considerado o aumento de 5,5°C como limite para causar danos irreversíveis à polpa dental, apesar de alguns estudos apresentarem resultados controversos (90,91).

Com o uso de um termopar é possível avaliar se há alteração de temperatura durante a

utilização da fonte de luz no tratamento clareador. O Termopar trabalha com base na termoelétrica, o que resulta na presença de uma corrente elétrica quando dois fios de metal são colocados juntos e submetidos a uma mudança de temperatura (92).

2.8.3 Irradiância

A irradiância é quantidade de luz recebida pela amostra/espécime (93). O calor gerado na estrutura que é irradiada está relacionado com altos valores de radiância das fontes de luz utilizadas (90). Portanto, a análise da irradiância das fontes de luz é crucial para entender a interação com a estrutura e pigmentos presentes (94).

3 PROPOSIÇÃO

O **objetivo geral** do presente estudo *in vitro* foi avaliar as alterações de cor superficial, temperatura, transmitância e irradiância de diferentes fontes de luz em alguns protocolos de clareamento com peróxido de hidrogênio de baixa concentração para clareamento em consultório.

Os **objetivos específicos** foram:

- Verificar se as diferentes concentrações de peróxido de hidrogênio (6, 17,5 e 35%) apresentam diferenças quanto a alteração de cor dental superficial;
- Verificar se as fontes de luz (LED azul ou LED violeta) trazem algum benefício quanto à alteração de cor dental superficial associadas às concentrações mais baixas (6 e 17,5%);
- Verificar se as fontes de luz geram alterações significativas de temperatura da estrutura dental;
- Verificar se há diferença entre as fontes de luz quanto à transmitância; e
- Verificar se há diferença entre as fontes de luz quanto à irradiância.

As **Hipóteses nulas** foram:

- 1- Os protocolos de clareamento testados não apresentariam alteração de cor diferentes entre si;
- 2- As fontes de luz não trariam benefícios quanto à alteração de cor dental superficial quando do uso de géis de concentrações menores (6 e 17,5%)
- 3- Os diferentes protocolos não apresentariam alteração significativa de temperatura;
- 4- As transmitâncias das diferentes fontes de luz não apresentariam diferenças entre si; e
- 5- As irradiâncias das diferentes fontes de luz não apresentariam diferenças entre si.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Aspectos éticos

Um total de 55 terceiros molares humanos recém-extraídos foram cedidos pelo Banco de Dentes Humanos da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo (FOUSP). O projeto foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP-FOUSP) e aprovado para execução (Protocolo nº 4.376.101) (Anexo A).

4.2 Delineamento experimental

O delineamento foi realizado de acordo com a tabela abaixo:

Tabela 4.1- delineamento experimental

Fatores de variação	<ol style="list-style-type: none"> 1. Géis clareadores (3 níveis): peróxido de hidrogênio 17,5% e 6%, sendo o peróxido de hidrogênio a 35% utilizado como controle; 2. Fontes luminosas (3 níveis): sem fonte de luz; LED azul e LED violeta; e 3. Tempo (4 níveis): 7 (T1), 14 (T2) e 21(T3) dias após o início do tratamento clareador e 14 (T4) dias após o término do tratamento clareador
Variáveis de resposta	<ol style="list-style-type: none"> 1. Alteração de cor superficial (ΔE_{2000} e ΔW_{id}) 2. Temperatura 3. Transmitância da fonte de luz 4. Irradiância da fonte de luz
Formação de grupos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sem gel – Sem luz (SG-SL) – Controle negativo 2. Peróxido de hidrogênio 35% sem luz (PH35-SL) – Controle positivo 3. Luz violeta sem gel (SG-VIO) 4. Peróxido de hidrogênio 17,5% (PH17,5-SL) 5. Peróxido de hidrogênio 6% (PH6-SL) 6. Peróxido de hidrogênio 17,5% com LED azul (PH17,5-LED) 7. Peroxido de hidrogênio 6% com LED azul (PH6-LED)

	<p>8. Peróxido de hidrogênio 17,5% com LED violeta (PH17,5-VIO)</p> <p>9. Peroxido de hidrogênio 6% com LED violeta (PH6-VIO)</p>
--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fonte: A autora.

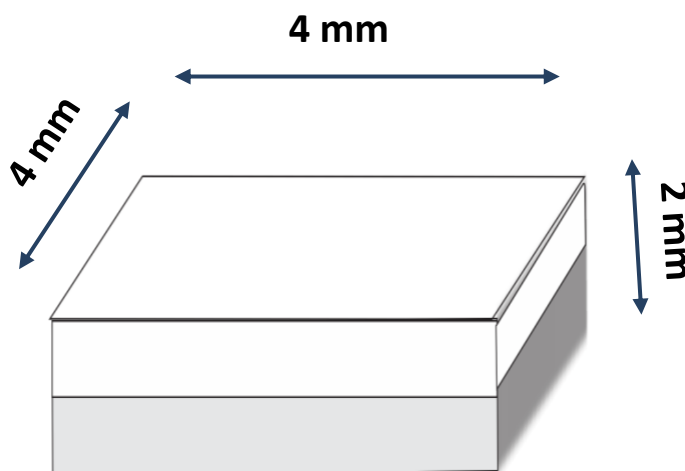
4.3 Obtenção das amostras

Todos os 55 terceiros molares recém-extraídos, hígidos, sem cáries, trincas ou restaurações foram examinados com auxílio de uma lupa estereoscópica (SZ-PT/SZ40, Olympus, Tóquio, Japão) com aumento de 10x, foram descartados aqueles que apresentaram trincas ou anomalias. De cada dente foi obtido uma média de 2 espécimes, totalizando 110.

Os dentes permaneceram armazenados em água destilada até serem limpos com curetas periodontais (Duflex, SS White, Rio de Janeiro, RJ, Brasil), e polidos com pedra-pomes (SS White, Rio de Janeiro, RJ, Brasil) e água, com o auxílio de escovas tipo Robinson (KG Sorensen, Barueri, SP, Brasil) em baixa rotação, seguido de lavagem com água destilada.

Inicialmente foi realizada a separação das raízes das coroas com o auxílio de cortadeira metalográfica (Isomet 1000, BuehlerLtda, Lake Buff, Illinois, EUA). De cada dente, foram obtidos fragmentos quadrangulares de esmalte e dentina com dimensões aproximadas de 4,0mm (altura) x 4,0mm (comprimento) x 2,0 mm (espessura) ($\pm 0,96$ mm de esmalte) ($\pm 1,04$ mm de dentina) (Figura 4.1).

Figura 4.1- Espécime de 4x4 mm em esmalte e dentina



Fonte: A autora .

Todos os espécimes foram submetidos à regularização da superfície do esmalte e dentina por meio de movimentos giratórios manuais sobre lixas de óxido de alumínio de granulação 400 e 600 (T469-SF-Norton, Saint-Gobam Abrasives Ltda, Jundiai, SP, Brasil). Para remoção da *smear layer*, foi aplicada sobre a superfície do esmalte/dentina solução de EDTA 0.5M, pH 7,0 por 30 segundos, seguido de lavagem com água destilada.

Por fim, todos os fragmentos foram armazenados em potes com gaze umedecida para manter a umidade relativa a uma temperatura de 4°C até o início da fase experimental.

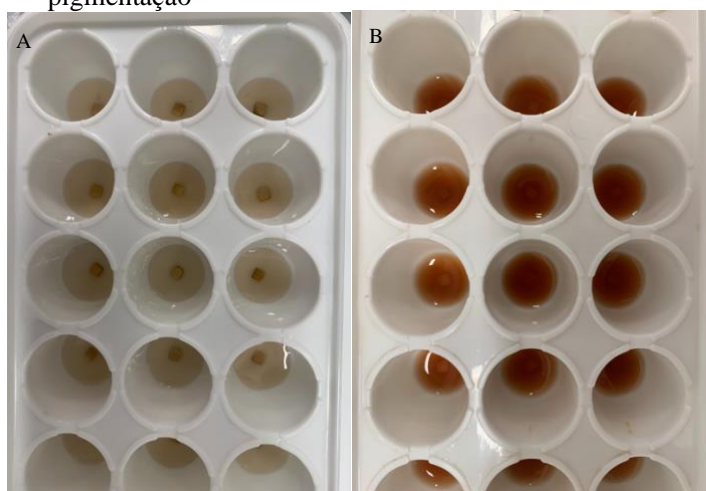
4.4 Seleção inicial dos espécimes

Após a obtenção dos espécimes, os mesmos foram submetidos à leitura inicial, utilizando o aparelho espectrofotômetro de Reflexão Ultravioleta Visível*, CM-3770 (Konica Minolta, Japão), que opera na faixa de comprimentos de onda (λ) da luz visível (360 a 740 nm), que utiliza o sistema de cores $L^*a^*b^*$. Calculados os valores E, foi realizada a média de toda a amostragem de modo que foram selecionados 100 espécimes que apresentaram valores de E mais próximos do valor médio (23).

4.5 Pigmentação das amostras

Após a seleção descrita no item anterior, os 100 espécimes foram armazenados em potes com poços contendo 1ml do caldo de pigmentação a temperatura ambiente. O caldo foi feito empregando 6,75g de café instantâneo finamente moído, 6,75g de chá instantâneo finamente moído e 5g de mucina gástrica finamente moída dissolvida em 2 litros de água deionizada, 1,5 ml de FD&C Red 40, 1,5 ml de FD&C Yellow 5 e 187,5 ml de vinho tinto (pH: 3,75) (adaptado de Wozniak et. al.) (95). O processo de pigmentação foi monitorado durante 14 dias, as amostras permaneceram no caldo pigmentante por 1 hora diariamente e armazenadas em saliva artificial até o dia seguinte (Figura 4.2).

Figura 4.2 - (A) amostras imersas em saliva artificial (B) Amostras imersas no caldo para a pigmentação



Fonte: A autora.

Concluído o tratamento pigmentante, as amostras foram lavadas e foi realizada a segunda seleção das amostras. Estas foram submetidas à leitura da cor no espectrofotômetro novamente. Os valores E foram calculados e realizada a média de toda a amostragem de modo que foram selecionados agora 90 espécimes que apresentaram valores de E mais próximos do valor médio. As outras 10 amostras foram descartadas.

As seleções acima descritas tiveram como objetivo de padronizar a estrutura dental e a pigmentação dos espécimes para serem submetidos aos diferentes protocolos clareadores.

4.6 Protocolo clareador

O tratamento clareador de cada grupo foi realizado de acordo com a tabela abaixo:

Tabela 4.2- Divisão dos grupos com os seus respectivos protocolos clareadores

SG-SL	Sem gel	Sem luz
PH35-SL	Aplicação do peróxido de hidrogênio 35% em 3 sessões, cada uma por 50 min, com intervalo de 7 dias entre cada sessão	

PH17,5-SL	Aplicação do peróxido de hidrogênio 17,5% em 3 sessões, cada uma por 50 min, com intervalo de 7 dias entre cada sessão	
PH6-SL	Aplicação do peróxido de hidrogênio 6% em 3 sessões, cada uma por 45 min, com intervalo de 7 dias entre cada sessão	
SG-VIO	Sem gel	Luz violeta (405-410nm) em 1 ciclo de 20 min. de irradiação. Foram realizadas 3 sessões com o intervalo de 7 dias.
PH17,5-AZUL	Aplicação do peróxido de hidrogênio 17,5% em 3 sessões, cada uma por 50 min, com intervalo de 7 dias entre cada sessão	LED azul (450nm), 3 irradiações de 3 min, a cada 15 min nas sessões clínicas, totalizando 9 minutos de irradiação por sessão
PH6-AZUL	Aplicação do peróxido de hidrogênio 6% em 3 sessões, cada uma por 45 min, com intervalo de 7 dias entre cada sessão	
PH17,5-VIO	Aplicação do peróxido de hidrogênio 17,5% em 3 sessões, cada uma por 50 min, com intervalo de 7 dias entre cada sessão	Luz violeta (405-410nm) em 1 ciclo de 20 min. de irradiação por sessão

PH6-VIO	Aplicação do peróxido de hidrogênio 6% em 3 sessões, cada uma por 45 min, com intervalo de 7 dias entre cada sessão	
----------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

Fonte: A autora.

Durante a aplicação do gel clareador as amostras foram pesadas em uma balança de precisão para padronização da quantidade de gel clareador ($\pm 0,01$ g)

4.7 Produtos e equipamentos a serem utilizados

Os géis para clareamento em consultório foram todos disponibilizados pela FGM Produtos Odontológicos (Joinville, Santa Catarina), sendo o Whiteness HP Automix 35% (controle) uma versão comercial, a versão 17,5% foi formulada para este estudo, e o Whiteness HP Automix 6% a versão comercial disponibilizada em alguns países da Europa.

Figura 4.3 – géis clareadores utilizados no estudo



Fonte: A autora.

- os equipamentos de luz utilizados foram: Luz LED violeta - Fotoclareador Bright Max Whitening (MMOptics, São Carlos, São Paulo); e Luz LED azul com laser infravermelho – Whitening Lase White Plus (DMC, São Carlos, São Paulo).

Figura 4.4 – Fontes de luz utilizadas no estudo



Fonte: A autora.

4.8 Alteração Cromática Superficial

Para esta análise foram utilizados os 90 espécimes (n=10) previamente selecionados. As mensurações de cor foram realizadas em espectrofotômetro de Reflexão Ultravioleta Visível*, CM-3770 (Konica Minolta, Japão), que opera na faixa de comprimentos de onda (λ) da luz visível (360 a 740 nm), nos tempos pré-determinados. Este aparelho utiliza o modelo de cores $L^*a^*b^*$, estabelecido pela Comissão Internacionale de l'Eclairage – CIE (Comissão Internacional sobre Iluminação), que permite a especificação de percepções de cores em modelos tridimensionais. A alteração de cor foi avaliada de acordo com a fórmula CIEDE2000 (ΔE_{00}) e Whiteness index (WI_D)

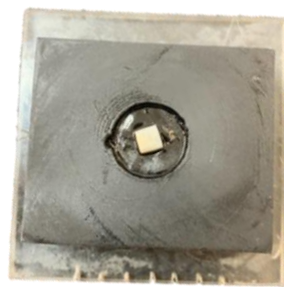
$$\Delta E_{00} = \left[\left(\frac{\Delta L'}{K_L S_L} \right)^2 + \left(\frac{\Delta C'}{K_C S_C} \right)^2 + \left(\frac{\Delta H'}{K_H S_H} \right)^2 + R_T \left(\frac{\Delta C'}{K_C S_C} \right) \left(\frac{\Delta H'}{K_H S_H} \right) \right]^{1/2}$$

$$WI_D = 0.511L * -2.324a* -1.100b*$$

As leituras realizadas na superfície de esmalte dos espécimes foram sempre comparadas às leituras iniciais dos respectivos espécimes, através do comprimento de onda versus reflexão. Os eixos “L”, luminosidade, de 0 (preto) a 100 (branco perfeito); “a”, de vermelho (valores positivos) a verde (valores negativos); e “b”, de amarelo (valores positivos) a azul (valores negativos).

Para a realização da leitura foram confeccionados suportes de silicone preto com um orifício no centro de 4 mm x 4 mm (Figura 4.5), para que as amostras de esmalte/dentina pudessem se encaixar perfeitamente no suporte, padronizando a posição do espécime e fazendo com que o feixe de luz atingisse sempre o mesmo local.

Figura 4.5 – aparato de preto para leitura no espectrofotômetro com um orifício de 4x4 mm com a amostra em posição



Fonte: A autora.

Foram realizadas três leituras em cada momento pré-determinado e calculada a média entre os valores dessas leituras de L*, a* e b*, os quais foram utilizados nas fórmulas do CIEDE2000 (ΔE_{001} , ΔE_{002} , ΔE_{003} e ΔE_{004}) e Whiteness index ($WI_D 1$, $WI_D 2$, $WI_D 3$ e $WI_D 4$).

Tabela 4.3. Comparações realizadas dentro de cada delta ΔW_{Ib} e $\Delta E00$.

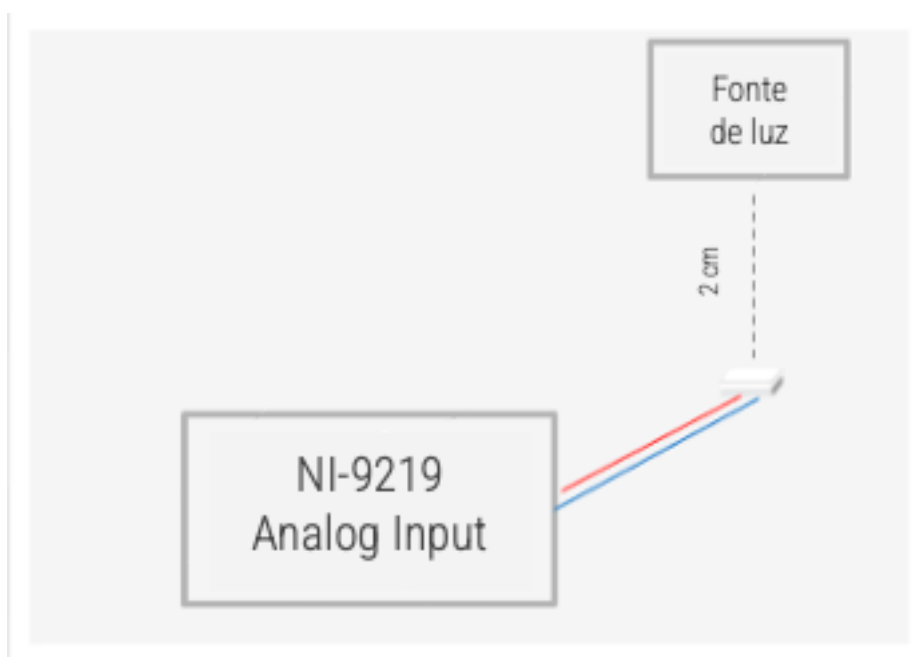
	ΔW_{Ib} 1/ $\Delta E001$	ΔW_{Ib} 2/ $\Delta E002$	ΔW_{Ib} 3/ $\Delta E003$	ΔW_{Ib} 4/ $\Delta E004$
Comparações	T0 (leitura inicial) x T1 (leitura após 7 dias da primeira sessão de clareamento)	T0 (leitura inicial) x T2 (leitura após 7 dias da segunda sessão de clareamento)	T0 (leitura inicial) x T3 (leitura após 7 dias da terceira sessão de clareamento)	T0 (leitura inicial) x T4 (leitura após 14 dias da terceira sessão de clareamento)

Fonte: A autora

4.9 Temperatura

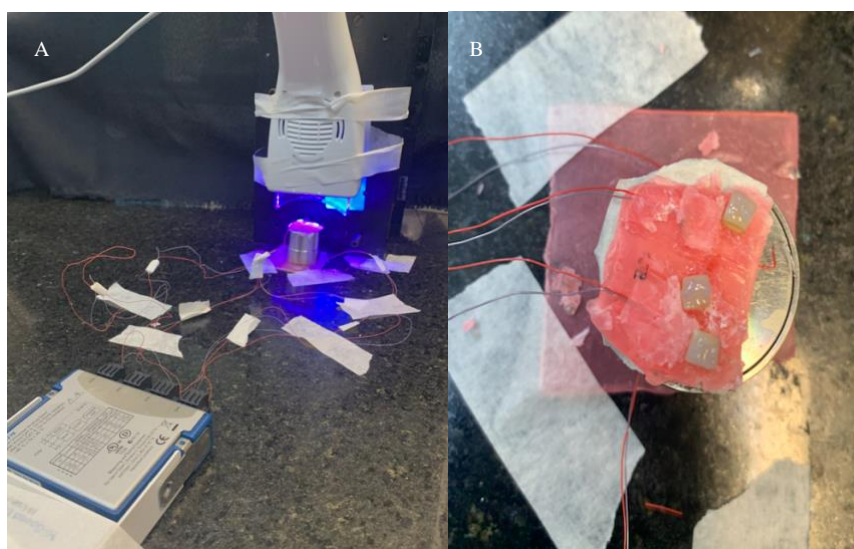
Nesta análise os 90 espécimes quadrados de esmalte/dentina de dente humano (n=10) foram colocados sobre o fio tipo K do termopar na parede pulpar (dentinária). Em seguida, foi feita a análise da alteração de temperatura durante toda a 2ª sessão de clareamento (Figuras 4.6 e 4.7). Para melhor condução do calor foi utilizada pasta térmica (Implastec, Votorantim Ind. Brasileira, São Paulo, SP, Brasil) e cera 7 (Lysanda, São Paulo, SP, Brasil) para garantir que a ponta do termopar ficasse em contato com a parede pulpar (dentinária) do espécime.

Figura 4.6 – Esquema da leitura da alteração de temperatura durante o protocolo clareador com o termopar.



Fonte: A autora

Figura 4.7 – (A) Leitura da alteração de temperatura com o uso de termopar (B) Vista de cima das amostras em posição e com a presença do gel



Fonte: A autora.

4.10 Transmitância da luz

Uma esfera integradora foi utilizada para medir a transmitância das fontes de luz. A esfera integradora (Labsphere, North Sutton, EUA) foi acoplada por uma fibra óptica (Ocean Optics, Florida, EUA) a um espectrômetro de alta resolução (HR4000, Ocean Optics, Florida, EUA), e a fonte foi posicionada a uma distância de 2 cm da entrada de luz da esfera integradora (Figuras 4.8 e 4.9).

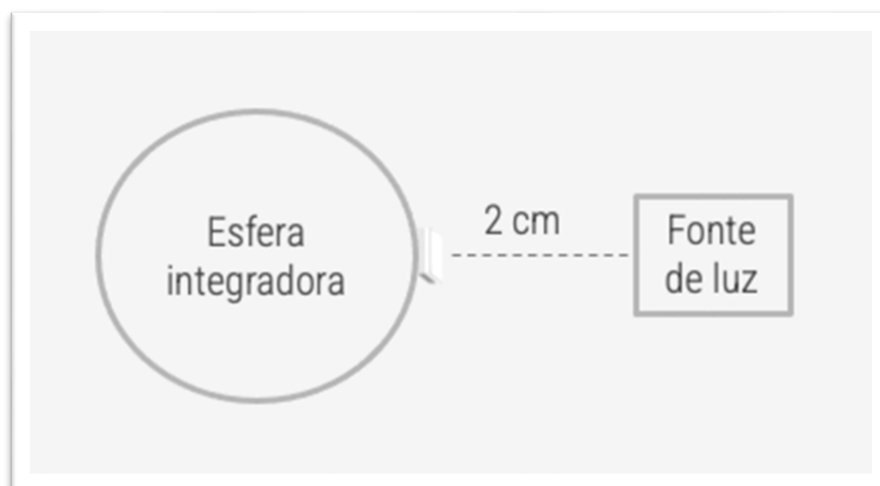
Primeiro foi medida sem a presença do espécime e com a máscara com um orifício de 4x4 mm onde foi posicionado o espécime, e depois com o espécime posicionado entre a fonte de luz e a entrada da esfera integradora.

Os dados da leitura foram adquiridos na 3ª sessão de clareamento e analisados pelo Software Spectra suíte (StellarNet, EUA).

O total de transmitância foi calculado de acordo com a seguinte fórmula:

$$(T\%) = (T \text{ espécime} / T \text{ fonte}) \times 100$$

Figura 4.8 – Esquema da análise de transmitância com esfera integradora



Fonte: A autora.

Figura 4.9 – Esfera integradora acoplada a um espectrômetro durante a leitura da transmitância.



Fonte: A autora.

4.11 Irradiância

A irradiância das fontes de luz sob os espécimes foi medida com um sensor (Powermeter PM100D, Thorlabs, EUA) que ficava posicionado a 2 cm de distância das fontes de luz. Uma máscara com um orifício de 4x4 mm foi utilizada no sensor para simular o tamanho da amostra.

Foram realizadas 10 medidas da irradiância, referente a um LED de cada fonte de luz, nos primeiros segundos de irradiação e realizada a média desses valores, que foram multiplicados pelo valor de ajuste indicado pelo fabricante e dividido por 4, o qual era o tamanho referente a área irradiada.

A mensuração foi realizada apenas com uma lâmpada de LED em ambas as fontes. Foi confeccionada uma máscara para tampar as demais lâmpadas presentes no equipamento.

4.12 Análise estatística dos resultados

Para a análise estatística foi utilizado o programa estatístico Minitab. Os valores obtidos para cada teste foram submetidos à análise estatística para determinação da homogeneidade e normalidade da amostra, sendo que todos apresentaram $p > 0,05$, o que indica que os dados apresentaram homogeneidade e normalidade. Para a análise de alteração de cor o teste de eleição foi ANOVA two-way com o teste de post-hoc de Bonferroni ao nível de 5%. Para as análises de temperatura e transmitância o teste de eleição foi ANOVA One-Way e post-hoc Tukey ao nível de 5%. O teste de eleição para a análise da irradiância, que não estavam dentro da normalidade, foi o Teste Mann-Whitney ao nível de 5%.

5 RESULTADOS

5.1 Alteração de cor (ΔE_{00} e ΔWI_D)

Dados obtidos a partir da leitura de reflectância feita no espectrofotômetro em diferentes tempos com o fundo preto. Valores de L^* a^* b^* estão no apêndice A.

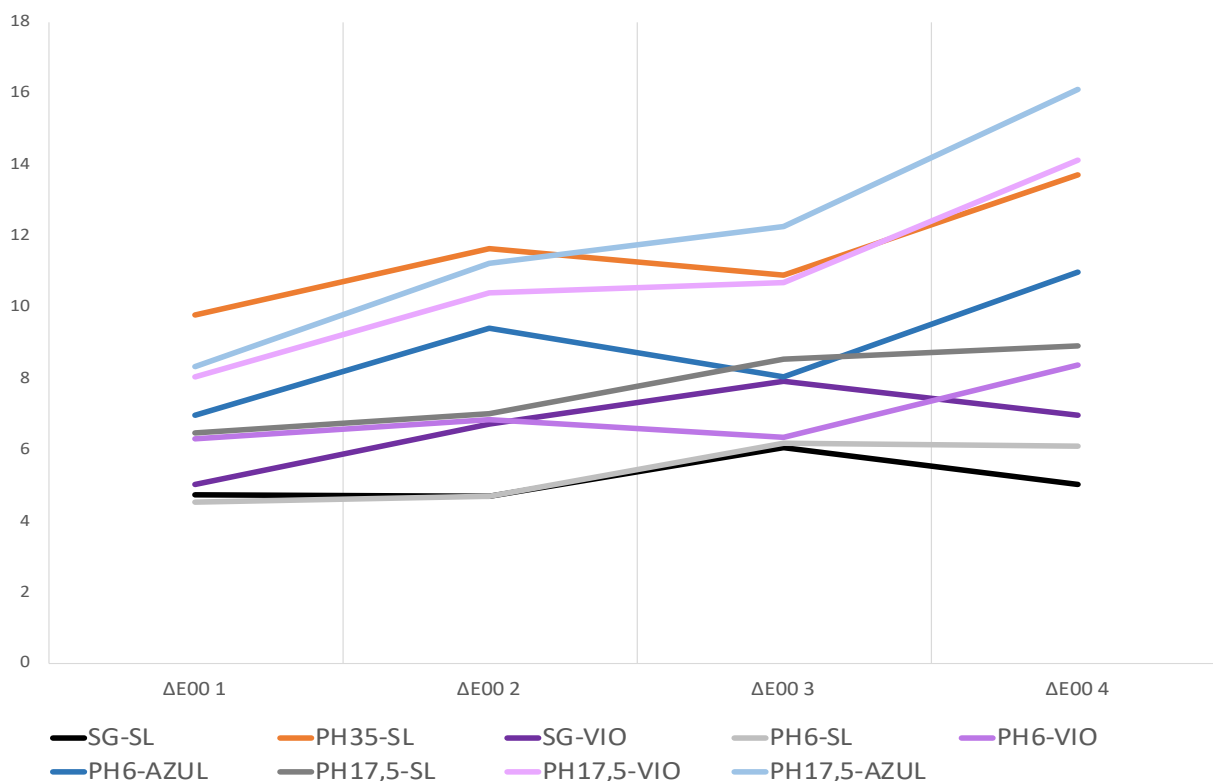
Na tabela 5.1 mostra as médias e desvios padrão da alteração de cor ΔE_{00} 1 entre T0 (amostras pigmentadas) com o T1 (após sete dias da primeira sessão de clareamento), ΔE_{00} 2 T0 (amostras pigmentadas) com T2 (após sete dias da segunda sessão de clareamento), ΔE_{00} 3 T0 (amostras pigmentadas) com T3 (após sete dias da terceira sessão de clareamento) e ΔE_{00} 4 T0 (amostras pigmentadas) com T4 (após quatorze dias da terceira sessão de clareamento).

Tabela 5.1- Médias (\pm desvios padrão) da alteração de cor (ΔE_{00}) em diferentes momentos

	$\Delta E_{00} 1$	$\Delta E_{00} 2$	$\Delta E_{00} 3$	$\Delta E_{00} 4$
<i>SG-SL</i>	4,72 ($\pm 3,32$)	4,68 ($\pm 3,36$)	6,07 ($\pm 5,12$)	5,029 ($\pm 1,83$)
<i>PH35-SL</i>	9,79 ($\pm 5,02$)	11,64 ($\pm 2,67$)	10,89 ($\pm 4,92$)	13,73 ($\pm 4,37$)
<i>SG-VIO</i>	5,03 ($\pm 3,40$)	6,71 ($\pm 3,05$)	7,93 ($\pm 4,39$)	6,98 ($\pm 4,61$)
<i>PH6-SL</i>	4,511 ($\pm 0,50$)	4,69 ($\pm 3,73$)	6,19 ($\pm 3,63$)	6,09 ($\pm 3,64$)
<i>PH6-VIO</i>	6,32 ($\pm 2,60$)	6,83 ($\pm 1,90$)	6,33 ($\pm 2,82$)	8,37 ($\pm 2,30$)
<i>PH6-AZUL</i>	6,98 ($\pm 3,37$)	9,42 ($\pm 2,50$)	8,06 ($\pm 4,47$)	10,97 ($\pm 4,02$)
<i>PH17,5-SL</i>	6,46 ($\pm 2,23$)	7,03 ($\pm 3,23$)	8,54 ($\pm 3,82$)	8,91 ($\pm 3,02$)
<i>PH17,5-VIO</i>	8,05 ($\pm 3,82$)	10,39 ($\pm 2,70$)	10,69 ($\pm 2,30$)	14,14 ($\pm 4,55$)
<i>PH17,5-AZUL</i>	8,33 ($\pm 3,06$)	11,21 ($\pm 5,07$)	12,26 ($\pm 5,51$)	16,10 ($\pm 4,20$)

Fonte: A autora.

No gráfico 5.1 estão ilustradas as médias de ΔE_{00} 1, ΔE_{00} 2, ΔE_{00} 3 e ΔE_{00} 4 de todos os grupos.

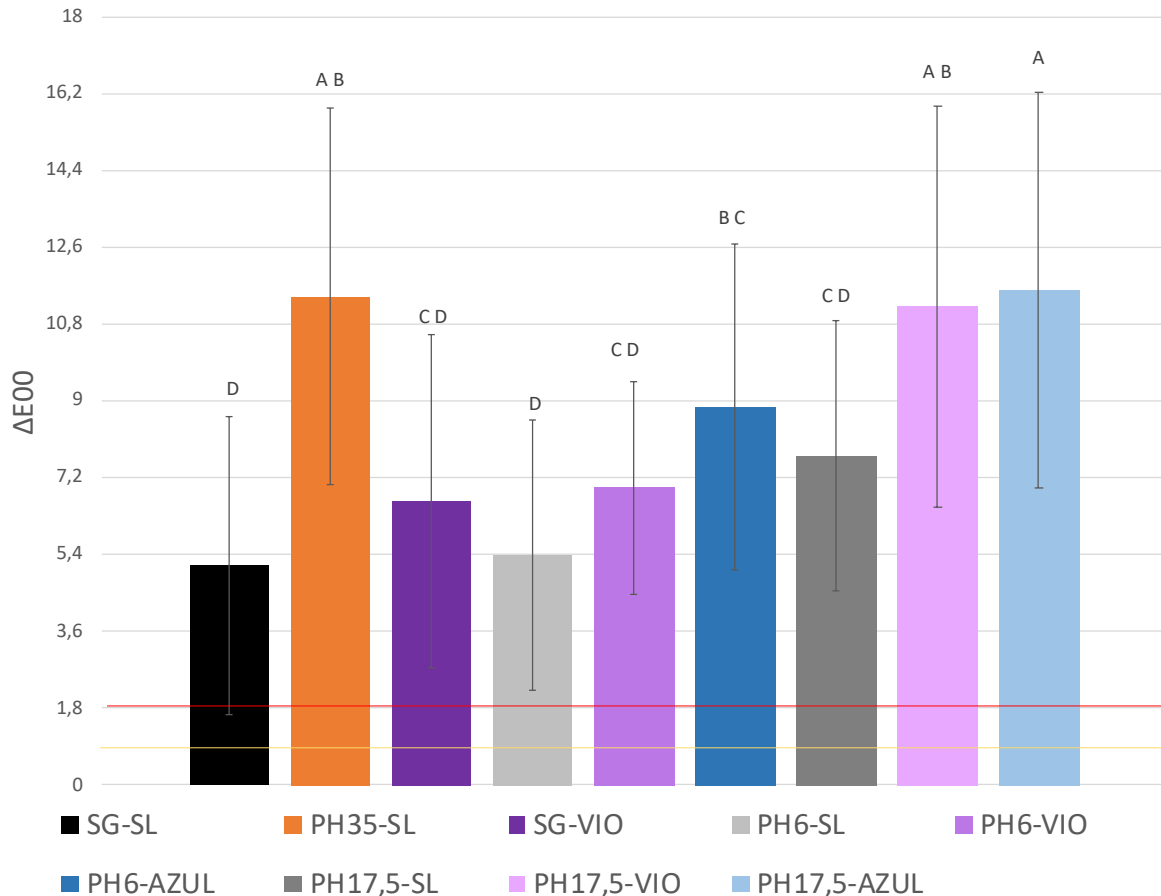
Gráfico 5.1 – Média dos valores de ΔE_{00} 1, ΔE_{00} 2, ΔE_{00} 3 e ΔE_{00} 4 de todos os grupos

Fonte: A autora.

No gráfico 5.2, estão ilustrados a médias e desvios padrão de ΔE_{00} (alteração de cor) de todos os grupos presentes no estudo. Foram encontrados dados normais, portanto foram aplicados o teste ANOVA two-way e post-hoc Bonferroni ao nível de 5% para comparação entre os grupos. Foi encontrado um $p=0,000$. Desta forma, a diferença é estatisticamente significativa entre o grupo PH17,5-AZUL e os grupos SG-SL, SG-VIO, PH6-SL, PH6-VIO, PH6-AZUL e PH17,5-SL. Os grupos PH17,5-AZUL, PH17,5-VIO e PH35-SL apresentaram a maior alteração de cor, similares entre si. Todos os grupos ficaram acima dos limites de perceptibilidade (linha amarela) e aceitabilidade (linha vermelha).

A interação dos fatores tempo e protocolo não foi significativa ($p= 0,426$).

Gráfico 5.2 – Médias e desvios padrão dos valores de ΔE_{00} (alteração de cor) de todos os grupos presentes no estudo. Teste ANOVA two-way e Bonferroni para comparação entre os grupos, valor de $p= 0,000$. Letras iguais indicam ausência de diferença estatística entre grupos ao nível de significância de 5%



Fonte: A autora.

Para a análise de clareamento também foi utilizado o *whiteness index* (WI_D). Assim, os valores maiores indicam maior clareamento; e menores, menor efetividade no clareamento. Os dados foram paramétricos e o teste de eleição foi ANOVA two-way com pos-hoc Bonferroni ao nível de 5%.

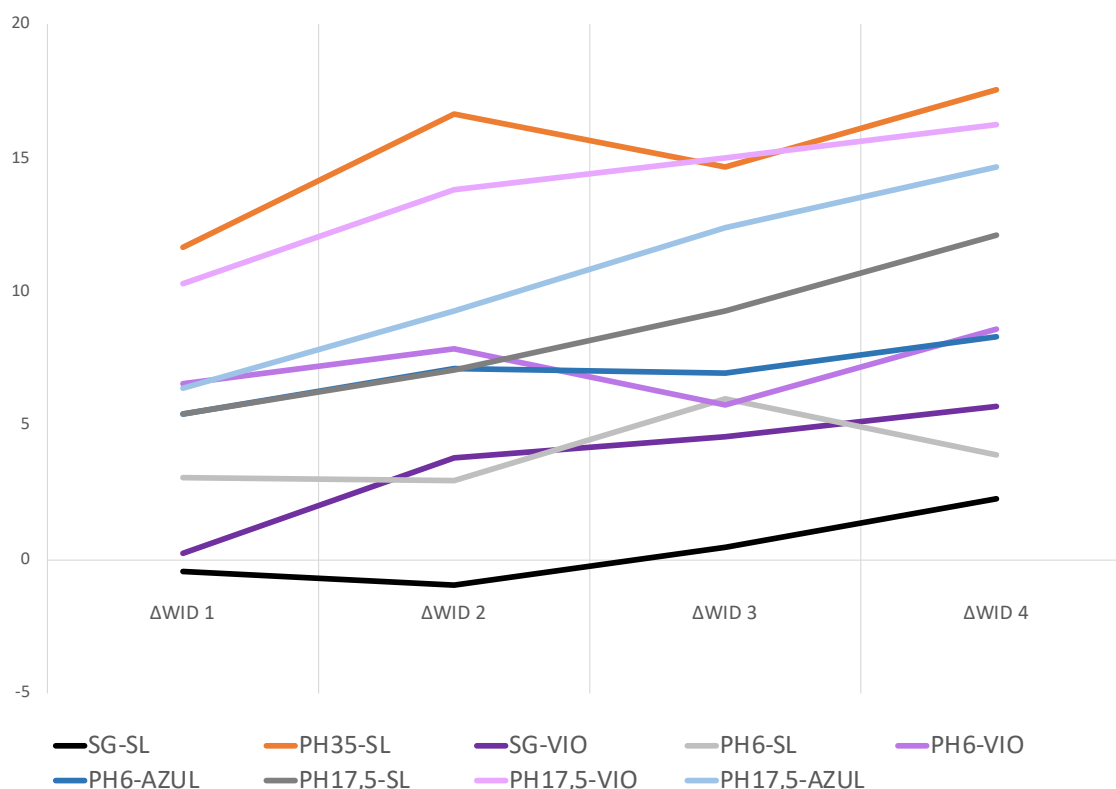
Na tabela 5.2 estão ilustrados a médias e desvios padrão da alteração de cor ΔWI_D 1 entre T0 (amostras pigmentadas) com o T1 (após sete dias da primeira sessão de clareamento), ΔWI_D 2 T0 (amostras pigmentadas) com T2 (após sete dias da segunda sessão de clareamento), ΔWI_D 3 T0 (amostras pigmentadas) com T3 (após sete dias da terceira sessão de clareamento) e ΔWI_D 4 T0 (amostras pigmentadas) com T4 (após quatorze dias da terceira sessão de clareamento).

Tabela 5.2. Média (\pm desvio padrão) da alteração de cor (ΔWID) em diferentes momentos

	ΔWID_1	ΔWID_2	ΔWID_3	ΔWID_4
<i>SG-SL</i>	- 0,44 (\pm 3,32)	- 0,947 (\pm 3,07)	0,48 (\pm 2,99)	2,25 (\pm 2,52)
<i>PH35-SL</i>	11,68 (\pm 5,02)	16,61 (\pm 5,22)	14,67 (\pm 3,85)	17,55 (\pm 6,59)
<i>SG-VIO</i>	0,26 (\pm 3,40)	3,82 (\pm 5,20)	4,61 (\pm 4,33)	5,70 (\pm 3,56)
<i>PH6-SL</i>	3,05 (\pm 0,50)	2,94 (\pm 3,64)	6,00 (\pm 3,84)	3,91 (\pm 5,52)
<i>PH6-VIO</i>	6,59 (\pm 2,60)	7,86 (\pm 2,93)	5,79 (\pm 3,47)	8,58 (\pm 2,65)
<i>PH6-AZUL</i>	5,45 (\pm 3,37)	7,15 (\pm 3,59)	6,95 (\pm 4,95)	8,32 (\pm 3,79)
<i>PH17,5-SL</i>	5,41 (\pm 2,23)	7,05 (\pm 4,16)	9,26 (\pm 4,82)	12,11 (\pm 5,17)
<i>PH17,5-VIO</i>	10,29 (\pm 3,82)	13,81 (\pm 3,94)	15,01 (\pm 2,74)	16,23 (\pm 2,58)
<i>PH17,5-AZUL</i>	6,40 (\pm 3,06)	9,26 (\pm 4,08)	12,41 (\pm 3,90)	14,64 (\pm 3,45)

Fonte: A autora.

No gráfico 5.3 estão ilustradas as médias de ΔWID_1 , ΔWID_2 , ΔWID_3 e ΔWID_4 de todos os grupos.

Gráfico 5.3 – Média dos valores de ΔWID_1 , ΔWID_2 , ΔWID_3 e ΔWID_4 de todos os grupos

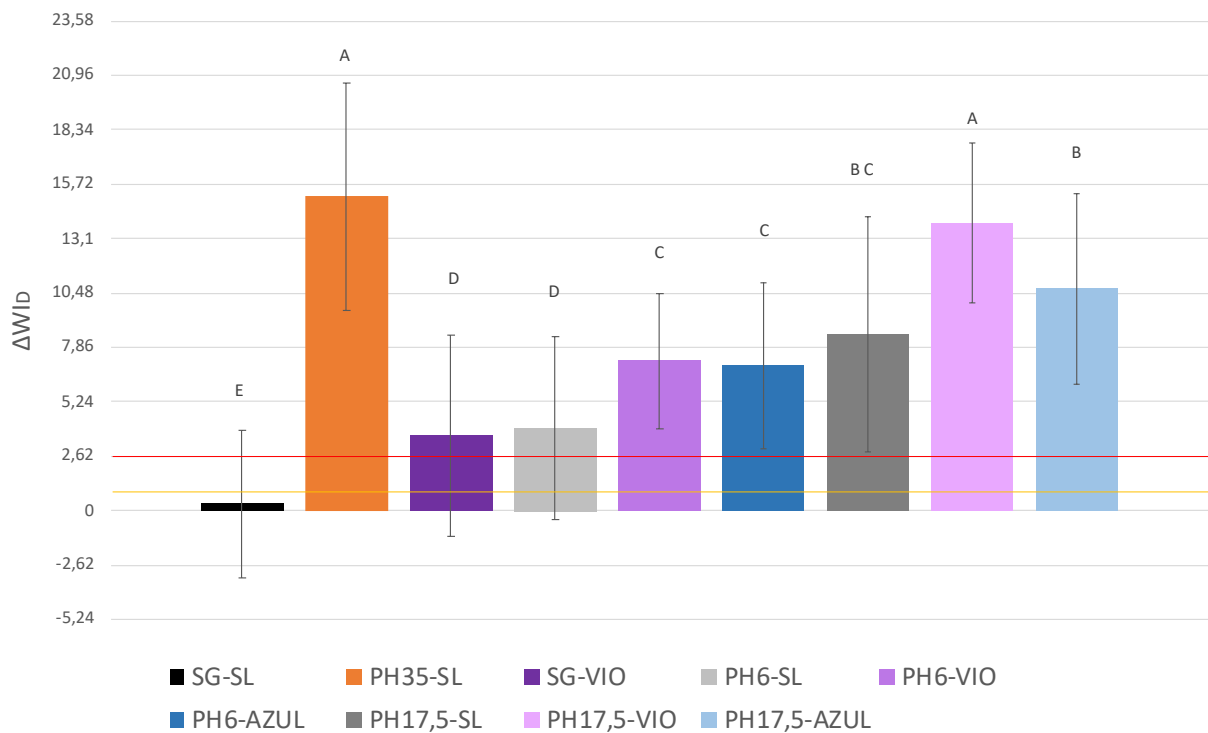
Fonte: A autora.

As linhas presentes nos gráficos 5.4 representam o WTP e WTA, que são o limite de alteração de cor dentro da perceptibilidade (WTP) representada pela linha amarela e o limite de aceitabilidade representada pela linha vermelha, os valores são: 0,72 e 2,62, respectivamente.

Quando foi feita a comparação dos valores de ΔWID entre os grupos, pode-se notar que os grupos PH35-SL e PH17,5-VIO apresentaram os maiores valores e não apresentaram diferença estatística significativa entre eles. O grupo SG-SL (controle negativo) apresentou menor valor, abaixo do limite de perceptibilidade. Os demais grupos ficaram acima do limite de aceitabilidade.

A interação entre os fatores: tempo e protocolo não foi significativa ($p=0,378$)

Gráfico 5.4 – Médias dos valores de ΔWID de todos os grupos presentes no estudo. Teste ANOVA two-way e Bonferroni, $p= 0,000$, para comparação entre os grupos. Letras iguais indicam ausência de diferença estatística entre grupos ao nível de significância de 5%



Fonte: A autora.

5.2 Alteração de temperatura (ΔT)

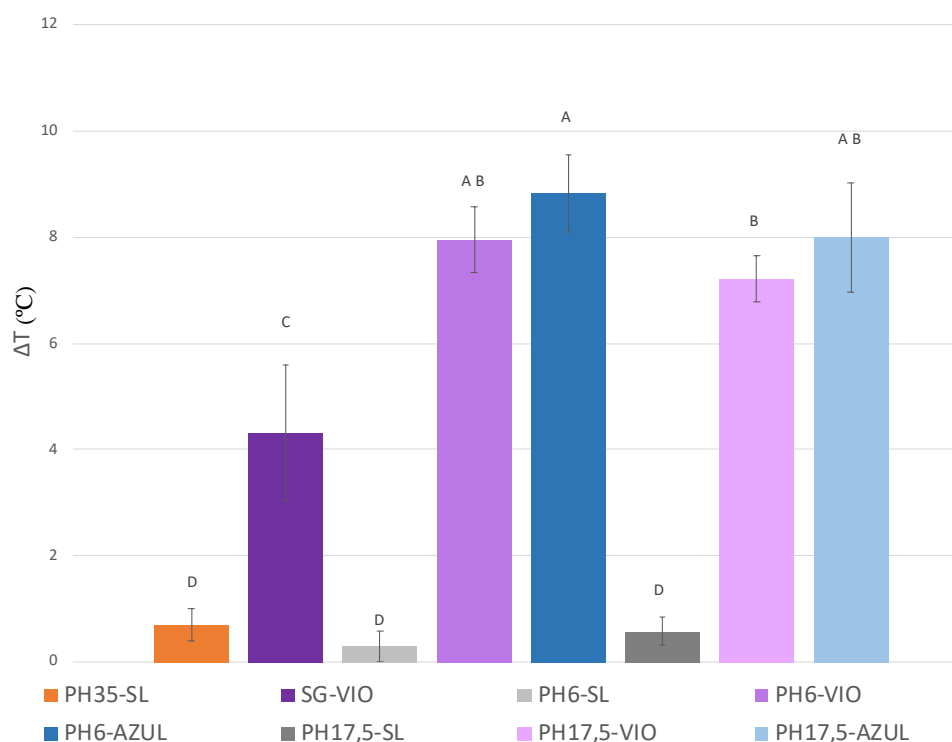
Para análise da alteração de temperatura o teste estatístico de eleição foi ANOVA e o post-hoc Tukey ao nível de 5% para comparação entre os grupos, foi encontrado o valor de $p = 0,000$. Observa-se (gráfico 5.5 e tabela 5.3) que os grupos com gel de peróxido de hidrogênio que receberam irradiação por luzes, tanto azul, quanto violeta, apresentaram alteração de temperatura (ΔT) acima dos $5,5^{\circ}\text{C}$. Mesmo o grupo somente com luz violeta (SG-VIO) apresentou ΔT significativo em comparação aos grupos sem exposição à luz, mas não alcançou a temperatura de $5,5^{\circ}\text{C}$.

Tabela 5.3. Médias e desvio padrão das alterações de temperatura (ΔT) em cada grupo

SG-VIO	PH35-SL	PH6-SL	PH6-AZUL	PH6-VIO	PH17,5-SL	PH17,5-VIO	PH17,5-AZUL
4,31 °C	0,7 °C	0,3°C	8,82 °C	7,95 °C	0,78 °C	7,21 °C	8 °C
($\pm 1,28$)	($\pm 0,03$)	($\pm 0,29$)	($\pm 0,72$)	($\pm 0,61$)	($\pm 0,27$)	($\pm 0,44$)	($\pm 1,03$)

Fonte: A autora.

Gráfico 5.5 - Médias e desvios padrão dos valores de alteração de temperatura (ΔT) dos grupos que passaram por protocolo clareador no estudo. Teste ANOVA e Tukey para comparação entre os grupos ($p = 0,000$). Letras iguais indicam ausência de diferença estatística entre grupos ao nível de significância de 5%

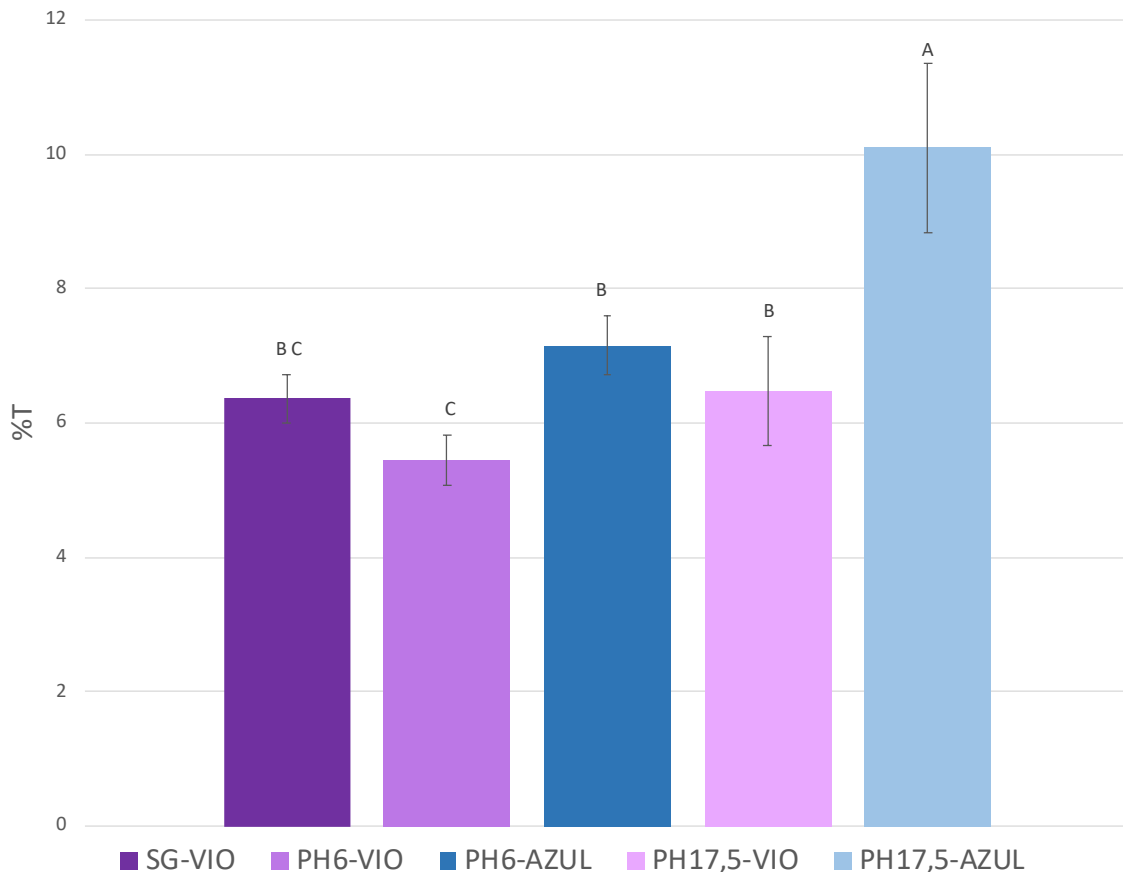


Fonte: A autora.

5.3 Transmitância (T%)

Dados obtidos a partir da leitura da transmitância com a esfera integradora e um espectrômetro durante todo o protocolo clareador dos grupos com a ativação de fontes de luz na última sessão de clareamento (terceira sessão). A partir dos dados obtidos foi calculada a porcentagem de transmitância (%T). No gráfico 5.6 estão as médias e desvios padrão dos grupos e na tabela 5.3 estão os valores da média da porcentagem de transmitância de cada grupo. Os dados foram submetidos aos testes ANOVA e post-hoc Tukey ao nível de 5% para comparação entre os grupos. Foi encontrado o valor de $p = 0,000$, sendo assim há diferenças estatísticas entre grupos identificados por letras diferentes. O grupo PH17,5-AZUL apresentou a maior porcentagem (T%) de transmitância e diferença estatística significativa com os demais grupos. Os grupos PH17,5-VIO, PH6-AZUL e SG-VIO não obtiveram diferença estatística entre si. Os grupos PH6-VIO e SG-VIO apresentaram menor T%.

Gráfico 5.6 - Médias e desvios padrão dos valores da porcentagem de transmitância (T%) dos grupos que foram irradiados com fontes de luz presentes no estudo. Teste ANOVA e Tukey para comparação entre os grupos, $p = 0,000$. Letras iguais indicam ausência de diferença estatística entre grupos ao nível de significância de 5%



Fonte: A autora.

Tabela 5.4. Médias e desvio padrão da porcentagem de transmitância (T%) dos grupos que foram irradiados com fontes de luz.

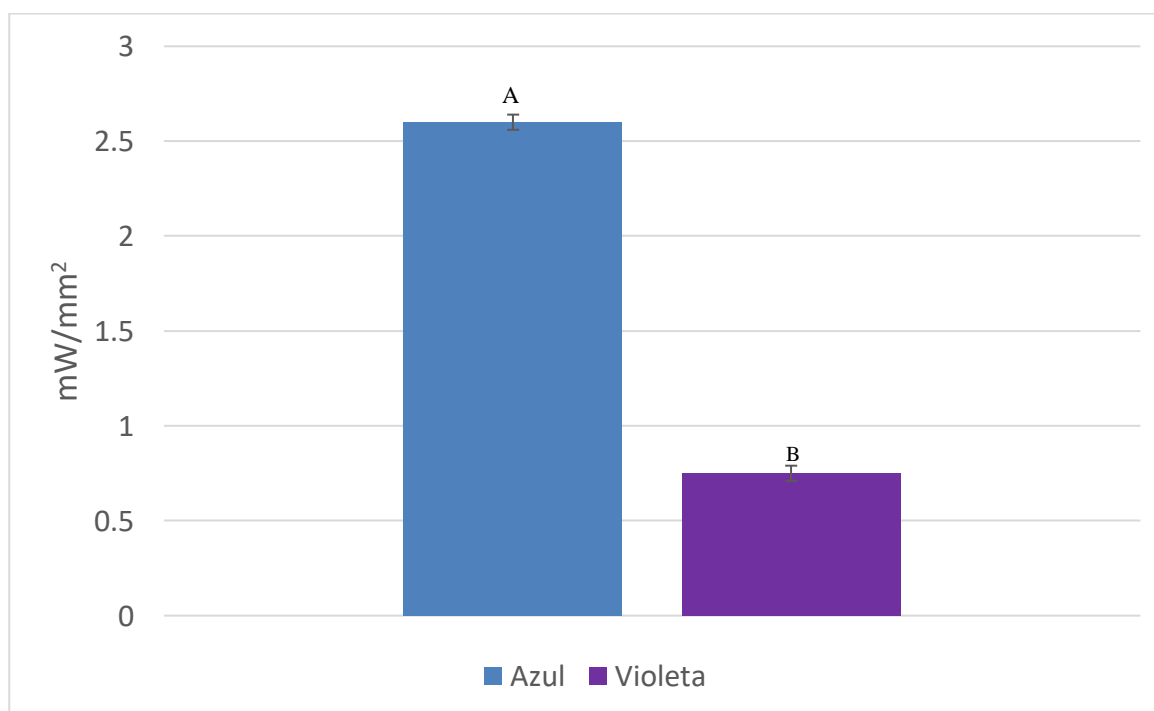
SG-VIO	PH6-VIO	PH6-AZUL	PH17,5-VIO	PH17,5-AZUL
6,36% ($\pm 0,36$)	5,45% ($\pm 0,38$)	7,15% ($\pm 0,44$)	6,48% ($\pm 0,81$)	10,1% ($\pm 1,26$)

Fonte: A autora.

5.4 Irradiância

Os dados obtidos foram transformados em mW/mm^2 e submetidos ao teste de normalidade e homocedasticidade, mostrando-se não-paramétricos. Portanto, o teste estatístico Mann-Whitney foi o teste de eleição e foi encontrado um $p=0,000$ indicando diferença estatística significativa entre os grupos. No gráfico 5.7 estão as médias e desvios padrão das fontes de luz Azul e Violeta.

Gráfico 5.7 - Médias e desvios padrão dos valores da irradiância das duas fontes de luz utilizadas no estudo. Teste Mann-Whitney para comparação entre as duas fontes ao nível de significância de 5%. Valor de $p=0,000$



Fonte: A autora.

6 DISCUSSÃO

Estudos onde a associação de géis de clareadores com fontes de luz tem gerado grande interesse entre os pesquisadores (22,23). Esse assunto tem ganhado atenção, principalmente, porque géis clareadores com maiores concentrações, como o peróxido de hidrogênio 35%, apresentam maior toxicidade às células pulpares (96). Portanto, alguns estudos foram desenvolvidos com possíveis protocolos clareadores visando associar géis em concentrações menores com fontes de luz para uma maior eficácia clareadora (14,69).

Alguns estudos realizados recentemente já mostram que o uso somente do LED violeta promove um efeito clareador, mas não promove uma alteração de cor eficaz como protocolos com os géis clareadores (19,21,97). O estudo de Santos-Mayer e colaboradores, em 2019 mostrou que a técnica híbrida, a utilização do gel clareador com irradiações do LED violeta, tem atingido resultados interessantes esteticamente (21).

Em principio é importante citar a variabilidade de protocolos e escassa literatura dos estudos com o LED violeta. Em estudos *in vitro* já foram utilizados espécimes bovinos e humanos, variou-se a espessura das amostras, o tipo e concentrações dos géis clareadores utilizados, o tempo de irradiação da fonte de luz e os protocolos clareadores (19,94,98).

O presente estudo avaliou as alterações cromáticas superficiais, a temperatura, a transmitância e a irradiância de oito protocolos clareadores com e sem a utilização de fontes de luz. Foram utilizadas diferentes concentrações de peróxido de hidrogênio como gel clareador, as quais foram reduzidas a 17,5% e 6%, que foram comparadas à concentração mais utilizada, 35%. É interessante frisar que a concentração de 17,5% é experimental, já utilizada com sucesso em estudo prévio (23), e a concentração de 6% é a utilizada na União Européia. Estes géis clareadores foram associados ou não a irradiação de duas fontes de luz: LED azul e LED violeta. A comparação da alteração de cor (ΔE_{00}) e do *whiteness index* (WI_D) foram realizadas em momentos diferentes pré-determinados ($\Delta E_{00} 1 / \Delta WI_D 1$, $\Delta E_{00} 2 / \Delta WI_D 2$, $\Delta E_{00} 3 / \Delta WI_D 3$ e $\Delta E_{00} 4 / \Delta WI_D 4$) para avaliar a diferença de cor. A alteração de temperatura (ΔT) foi realizada durante a segunda sessão de tratamento clareador. Já a transmitância (T%) foi avaliada na última sessão do tratamento clareador e a irradiância de ambas as fontes de luz após o término de todos os protocolos clareadores.

Segundo Gallinari et al 2019 (19), um estudo *in vitro* realizado com dentes bovinos o qual avaliou a alteração de cor entre grupos com a utilização de géis de peróxido de hidrogênio a 35% e 17,5% com e sem a irradiação de fonte de luz. Como resultado os grupos com a

utilização do peróxido de hidrogênio 35%, com ou sem a irradiação de luz, obteve resultados colorimétricos similares ao grupo com peróxido de hidrogênio a 17,5% com a utilização de fonte de luz LED violeta. Este resultado corrobora em parte com o presente estudo, onde se observou que os grupos com peróxido de hidrogênio a 17,5% de concentração, com uso das fontes de luz azul ou violeta apresentaram clareamento sem diferença estatística em relação ao grupo com peróxido de hidrogênio a 35% sem uso de fonte de luz. Tais resultados foram similares, independente do método de mensuração da variação de cor, métodos CIEDE 2000 e *whiteness index* (Gráficos 5.2 e 5.4). Este achado é importante, pois mostra que mesmo com concentração de peróxido de hidrogênio reduzida pela metade da concentração mais utilizada corriqueiramente pelos cirurgiões dentistas, é possível alcançar resultados tão bons quanto aos alcançados com a alta concentração de 35%, e que o uso do LED violeta é promissor quando são utilizados géis em concentrações mais baixas. Tal redução traz a grande vantagem de menor toxicidade para células pulpares, mostrada no estudo de Gallinari et al (19), bem como implica, a priori, em menor chance de sensibilidade à terapia clareadora.

Por outro lado, é importante levar em consideração a análise de aumento de temperatura (Gráfico 5.5), onde todos os grupos clareados com fontes de luz, violeta ou azul, nas concentrações de peróxido de hidrogênio reduzidas, 17,5% ou 6%, tiveram aumentos de temperatura expressivos, acima dos 5,5°C, que podem ser prejudiciais às células pulpares (88,89). Desta forma, parece evidente que os protocolos de exposição à luz neste estudo precisam ser revistos, seja pela diminuição do tempo de exposição, ou seja pelo espaçamento entre momentos de exposição da luz aos géis clareadores.

Como já mostrado em outros estudos (19–21), o uso somente da luz LED violeta sem a associação de géis clareadores traz uma alteração de cor, mas com eficácia baixa em relação a grupos onde se utilizou somente o gel ou a associação entre gel e a fonte de luz. O que corrobora com o resultado que foi encontrado no presente estudo, onde o grupo SG-VIO (somente LED violeta), na análise do ΔWI_D , não apresentou diferença estatística significativa em relação ao grupo com a concentração de peróxido de hidrogênio de 6% sem irradiação com fontes de luz (PH6-SL) (Gráfico 5.4). Já em relação ao ΔE_{00} , foi estatisticamente igual ao grupo PH6-VIO, PH17,5-SL ou mesmo em relação ao grupo controle negativo (SG-SL), que não sofreu qualquer tratamento clareador, onde foram encontradas as menores variações colorimétricas (Gráficos 5.2)

A concentração de peróxido de hidrogênio a 6%, permitida na União Européia, definida pelo *Council Directive 2011/84/EU* de setembro de 2011 (5), mostra-se um problema a ser

resolvido ainda. Embora o clareamento com esta concentração mostra-se inferior ao clareamento com as concentrações de 17,5% ou de 35%, quando irradiado com fonte de luz, LED violeta ou azul, mostrou-se mais eficiente em melhorar o clareamento (Gráfico 5.4 e 5.2).

No estudo clínico randomizado de Kury et al 2022 (97), onde foi feita a avaliação da alteração de cor com as fórmulas do CIELab (ΔE_{ab}), CIEDE2000 (ΔE_{00}) e *whiteness index* (ΔWI_D), foram utilizados géis clareadores de peróxido de carbamida 37% e peróxido de hidrogênio 35%, com e sem irradiação da fonte de luz (LED violeta). Em relação à variação do *whiteness index* (ΔWI_D) foi encontrado que o grupo LED/HP (peróxido de hidrogênio 35% com irradiação do LED violeta) mostrou a maior variação, sendo estatisticamente igual ao grupo que utilizou somente o peróxido de hidrogênio 35%. Tal resultado corrobora com o achado do presente estudo, onde o grupo PH35-SL e PH17,5- VIO apresentaram o maior ΔWI_D (Gráfico 5.4). Apesar da concentração dos géis serem diferentes, mostra-se que a associação da fonte de luz pode obter resultados similares à aplicação somente do gel clareador em altas concentrações.

Um ponto importante a ser observado sobre os estudos de clareamento são as fórmulas utilizadas para tais análises. Muitos estudos clínicos ainda utilizam a fórmula do CIELab, o qual foi uma das primeiras fórmulas adotadas (97). Em 2001, a fórmula CIEDE2000 foi publicada no CIE. Essa nova fórmula apresenta maior acurácia para avaliação de alteração de cor (74). Recentemente, foi desenvolvido um novo índice para avaliar alteração de cor em dentes clareados, o *whiteness index* (WI_D), o qual é baseado nos eixos L^* , branco, e b^* , a variação de amarelo para azul. Assim sendo, mais indicado para análises de cor em dentes clareados (76,77). Portanto, é importante distinguir quais fórmulas foram utilizadas nos estudos para comparações de resultados. No presente estudo o uso do CIEDE 2000 ou do *whiteness index* trouxe diferenças significativas de resultados no geral. Quando foi utilizado WI_D foi possível observar que apenas o grupo PH17,5-VIO não foi diferente estatisticamente em relação ao PH35-SL e nota-se com clareza que os grupos de peróxido de hidrogênio 6% irradiados com fonte de luz (LED azul ou violeta) mostraram uma maior eficácia no clareamento, em relação ao grupo peróxido de hidrogênio 6% sem irradiação com fonte de luz (Gráfico 5.4). Esses achados não foram tão claros quando foi utilizada a fórmula CIEDE2000.

A associação da fonte de luz com géis de concentrações menores com a mesma eficácia do que a encontrada em protocolos com géis de altas concentrações sem uso de fontes de luz, como por exemplo o peróxido de hidrogênio a 35%, traz o resultado estético esperado, porém com géis de menor toxicidade às células pulpares por conterem menor concentração de peróxido de hidrogênio (99). Mas, por outro lado, o uso de fontes de luz gera uma alteração de temperatura que pode também ser deletéria às células pulpares (89). Neste estudo, pode-se notar

uma alteração de temperatura (ΔT) onde houve a irradiação com fontes de luz maior que $5,5^{\circ}\text{C}$, o que pode causar danos irreversíveis às células pulpares. O LED azul demonstrou maior aumento, chegando a $8,8^{\circ}\text{C}$ (Gráfico 5.5). Portanto, o intuito da utilização de géis com concentrações menores para gerar um menor efeito deletério à estrutura dental pode ser controverso pelo aumento da temperatura, quando são irradiados com fontes de luz. Embora alguns estudos clínicos mostraram que não houve aumento da sensibilidade em protocolos com irradiação com o LED violeta (21,22).

Segundo o fabricante, a luz violeta tem a capacidade de penetrar a estrutura dental, chegando até os pigmentos presentes em esmalte/dentina, quebrando-os em moléculas menores e mais claras (14). Portanto, a partir deste conceito é de suma importância entender a interação da fonte de luz com a estrutura dental. O estudo de Kury et al. (94), mostrou que a espessura de 1 mm de esmalte reduziu a transmitância de luz violeta em $\pm 98\%$, o que corrobora em parte com os achados deste estudo.

No presente estudo, a espessura de 2 mm dos corpos de prova de esmalte/dentina mostrou uma transmitância de apenas 6,36% para luz violeta no grupo SG-VIO, 5,45% no grupo PH6-VIO e 6,48% no grupo PH17,5-VIO. Já nos grupos com a presença do LED azul os valores encontrados foram: PH6-AZUL de 7,15% e PH17,5-AZUL de 10,1% (tabela 5.3). Em comparação à fonte de luz LED azul, que também foi utilizada no estudo, o LED violeta apresentou menor transmitância (gráfico 5.6).

Os tipos de pigmentos presentes na estrutura dental têm mostrado ter influência na eficácia clareadora do protocolo somente com LED violeta. Como por exemplo, pigmentos extrínsecos, por estarem mais superficialmente na estrutura dental, podem ter maior facilidade em serem quebrados em moléculas menores, o que é explicado pela baixa capacidade de penetração do LED violeta. Observou-se no estudo de Kury et al., onde foram realizado dois tipos de protocolos pigmentantes: um com chá preto e outro com fumaça de cigarro, que o grupo com pigmentação com fumaça de cigarro apresentou melhor resultado clareador com LED violeta, se comparado com a pigmentação com chá preto ou sem pigmentação (94). Estes achados corroboram com o presente estudo, onde a eficácia clareadora do protocolo com somente LED violeta não se mostrou eficaz e as amostras foram pigmentadas com uma solução pigmentante com vários ingredientes, entre eles café, chá e vinho tinto, e com pH ácido (3,75), provavelmente proporcionando uma pigmentação mais profunda na estrutura dental.

Ainda em relação à transmitância, pode-se observar no gráfico 5.6 que os grupos PH17,5-AZUL e PH6-AZUL apresentaram uma maior transmitância em relação aos grupos com géis clareadores com as mesmas concentrações, porém irradiados com a fonte de luz

violeta. Assim, pode-se dizer que os géis de peróxido de hidrogênio a 17,5% e 6% possuem uma melhor ressonância de absorção com o comprimento de onda do LED violeta em relação ao comprimento de onda do LED azul.

A irradiância de fontes de luz também é uma importante característica do equipamento utilizado para o entendimento da interação com o tecido dental. No estudo de Kury et al. (94), foi observado uma diminuição da irradiância da fonte de luz após o primeiro minuto de irradiação. O valor inicial da irradiância não foi recuperado e continuou a diminuir durante a irradiação da amostra até o último minuto. Durante a leitura da irradiância das fontes de luz do presente estudo, foram realizadas dez leituras consecutivas e uma média final foi encontrada dessas leituras. Durante a análise também foi possível observar a diminuição da irradiância nas últimas ativações, o que trouxe uma variabilidade alta. Observou-se que a fonte de luz LED azul apresenta maior irradiância comparada à luz LED violeta (Gráfico 5.7).

Nos últimos anos, vários estudos com o LED violeta foram realizados e já trouxeram respostas para algumas perguntas, mas, todavia, ainda são necessários novos estudos para que haja um protocolo clareador com LED violeta que seja eficaz e seguro.

Apesar do presente estudo apresentar informações relevantes, é importante levar em consideração alguns fatores limitantes como: ser um estudo *in vitro*, sendo assim, de suma importância realizar um estudo clínico para avaliar o comportamento de tais grupos. Outro fator de limitação é a espessura da amostra (2mm), talvez em um estudo futuro realizar uma variação dessa espessura para avaliar a alteração de temperatura. Por último, o pH do caldo pigmentante, por ser um pH muito baixo (3,75), em estudos futuros seria importante optar por outro método de pigmentação ou utilizar o caldo do presente estudo tamponado.

7 CONCLUSÃO

Considerando as limitações do estudo, podemos concluir que:

- Houve diferença colorimétrica entre os grupos. Utilizando-se a análise pelo CIEDE 2000 observa-se que todos os grupos com concentração de peróxido de hidrogênio a 17,5% irradiados com as fontes de luz (PH17,5-VIO e PH17,5-AZUL e o grupo com concentração a 6% exposto à luz LED Azul (PH6-AZUL) apresentaram clareamento similar ao grupo controle positivo com peróxido de hidrogênio a 35% sem exposição à luz. Já a análise pelo *whiteness index* mostrou que apenas o grupo com peróxido de hidrogênio a 17,5% irradiado com LED violeta mostrou resultado de clareamento similar ao peróxido de hidrogênio a 35% sem exposição à luz e que os grupos de peróxido de hidrogênio a 6%, quando irradiados com fonte de luz, apresentaram maior eficiência no clareamento.

- O uso da fonte de luz LED violeta com géis clareadores a base de peróxido de hidrogênio nas concentrações 6 e 17,5% trouxe uma eficácia clareadora maior quando comparados com os respectivos grupos de mesma concentração de peróxido de hidrogênio sem exposição à luz utilizando o *whiteness index*.

- Há alteração de temperatura significativa em todos os grupos que se aplicou fonte de luz associada ao gel clareador, independente da concentração deste, maior que 5,5°C. O grupo somente com exposição à luz violeta, sem uso de gel clareador apresentou aumento de temperatura também, mas inferior aos demais grupos com gel clareador, e inferior a 5,5 °C;

- A transmitância das fontes de luz se mostrou significativamente diferente, inclusive em função da concentração do gel clareador. A transmitância foi sempre maior no LED azul, dentro de cada concentração de gel clareador; e, para cada fonte de luz, a transmitância é maior no gel clareador 17,5% em relação ao gel 6%; e

- A irradiância das fontes de luz é significativamente diferente, sendo maior a do LED azul.

Quanto as hipóteses nulas:

- A primeira hipótese nula de que os protocolos de clareamento testados não apresentariam alteração de cor diferentes entre si foi rejeitada; pois houve diferença estatística significativa entre os grupos em ambas as análises (CIEDE2000 e WI_D)

- A segunda hipótese nula de que as fontes de luz em geral não trariam benefícios quanto à alteração de cor foi rejeitada; pois o *whiteness index* mostrou que o LED violeta foi mais eficiente no clareamento dental que os respectivos grupos de mesma concentração do gel, sem

a exposição à luz. Também na análise pelo CIEDE 2000, o grupo clareado com a concentração de 17,5% em associação com o LED azul e LED violeta foram mais eficientes que os grupos somente com os géis;

- A terceira hipótese nula de que os diferentes protocolos não apresentariam alteração significativa de temperatura foi rejeitada; todos os grupos apresentaram aumento de temperatura acima de 5,5°C, exceto o grupo SG-VIO.

- A quarta hipótese nula de que as transmitâncias das diferentes fontes de luz não apresentariam diferenças entre si foi rejeitada; a fonte de luz LED violeta apresentou uma menor transmitância em relação ao LED azul.

- A quinta hipótese nula de que as irradiâncias das diferentes fontes de luz não apresentariam diferenças entre si foi rejeitada; pois a fonte de luz LED azul apresentou uma maior irradiância em relação a luz LED violeta.

REFERÊNCIAS¹

1. Nutter BJ, Sharif MO, Smith AB, Brunton PA. A clinical study comparing the efficacy of light activated in-surgery whitening versus in-surgery whitening without light activation. *J Dent [Internet]*. 2013;41(SUPPL.5):e3–7. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jdent.2013.03.004>
2. Cardenas AFM, Maran BM, Araújo LCR, de Siqueira FSF, Wambier LM, Gonzaga CC, et al. Are combined bleaching techniques better than their sole application? A systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Investig*. 2019;23(10):3673–89.
3. Da Costa JB, McPharlin R, Paravina RD, Ferracane JL. Comparison of at-home and in-office tooth whitening using a novel shade guide. *Oper Dent*. 2010;35(4):381–8.
4. Gallinari M de O, Cintra LTA, Souza MB de A, Barboza ACS, Esteves LMB, Fagundes TC, et al. Clinical analysis of color change and tooth sensitivity to violet LED during bleaching treatment: A case series with split-mouth design. *Photodiagnosis Photodyn Ther [Internet]*. 2019 Sep 1 [cited 2020 Aug 14];27:59–65. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.pdpdt.2019.05.016>
5. amending Directive 76/768/EEC, concerning cosmetic products, for the purpose of adapting Annex III thereto to technical progress (Text with EEA relevance). 2011;
6. Joiner A. The bleaching of teeth: A review of the literature. Vol. 34, *Journal of Dentistry*. Elsevier; 2006. p. 412–9.
7. Eimar H, Siciliano R, Abdallah MN, Nader SA, Amin WM, Martinez PP, et al. Hydrogen peroxide whitens teeth by oxidizing the organic structure. *J Dent*. 2012;40(SUPPL.2):25–33.
8. Guo YR, Yang X, Feng XW, Sa Y, Wang M, Li P, et al. New Insights into Effects of Aromatic Amino Acids on Hydroxyapatite. *J Dent Res*. 2018;97(4):402–8.
9. De Moor RJG, Verheyen J, Verheyen P, Diachuk A, Meire MA, De Coster PJ, et al. Laser teeth bleaching: Evaluation of eventual side effects on enamel and the pulp and the efficiency in vitro and in vivo. *Sci World J*. 2015;2015:30–5.
10. Luk K, Tam L, Hubert M. Effect of light energy on peroxide tooth bleaching. *J Am Dent Assoc [Internet]*. 2004 [cited 2020 Aug 14];135(2):194–201. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15005435/>
11. Álvarez-Quiceno D, Rojas-Martínez PA, Cruz-González AC. Change of dental color and temperature through two bleaching agents boosted with light emitted by diodes. *J Esthet Restor Dent*. 2021;33(7):1010–6.
12. Mena-Serrano AP, Garcia E, Luque-Martinez I, Grande RHM, Loguercio AD, Reis A. A single-blind randomized trial about the effect of hydrogen peroxide concentration on light-activated bleaching. *Oper Dent [Internet]*. 2016 Sep 1 [cited 2021 May 11];41(5):455–64. Available from: <http://meridian.allenpress.com/operative-dentistry/article-pdf/41/5/455/1805935/15-077-c.pdf>
13. Bersezio C, Estay J, Jorquera G, Peña M, Araya C, Angel P, et al. Effectiveness of dental bleaching with 37.5% and 6% hydrogen peroxide and its effect on quality of life. *Oper Dent*. 2019;44(2):146–55.
14. Zanin F. Recent Advances in Dental Bleaching with Laser and LEDs. *Photomed Laser Surg*. 2016;34(4):135–6.

15. Maran BM, Burey A, de Paris Matos T, Loguercio AD, Reis A. In-office dental bleaching with light vs. without light: A systematic review and meta-analysis. Vol. 70, *Journal of Dentistry*. Elsevier Ltd; 2018. p. 1–13.
16. Markowitz K. Pretty painful: Why does tooth bleaching hurt? *Med Hypotheses* [Internet]. 2010 May [cited 2020 Aug 14];74(5):835–40. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20045265/>
17. Ortecho-Zuta U, de Oliveira Duque CC, de Oliveira Ribeiro RA, Leite ML, Soares DG, Hebling J, et al. Polymeric biomaterials maintained the esthetic efficacy and reduced the cytotoxicity of in-office dental bleaching. *J Esthet Restor Dent*. 2021 Dec 1;33(8):1139–49.
18. de Oliveira Duque CC, Soares DG, Basso FG, Hebling J, de Souza Costa CA. Influence of enamel/dentin thickness on the toxic and esthetic effects of experimental in-office bleaching protocols. *Clin Oral Investig*. 2017;21(8):2509–20.
19. De Oliveira Gallinari M, Fagundes TC, Da Silva LMAV, De Almeida Souza MMB, De Souza Barboza AC, Briso ALF. A new approach for dental bleaching using violet light with or without the use of whitening gel: Study of bleaching effectiveness. *Oper Dent* [Internet]. 2019 [cited 2020 Aug 14];44(5):521–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31021692/>
20. Kury M, Wada EE, da Silva DP, Tabchoury CPM, Giannini M, Cavalli V. Effect of violet led light on in-office bleaching protocols: A randomized controlled clinical trial. *J Appl Oral Sci* [Internet]. 2020 [cited 2020 Aug 14];28:1–11. Available from: </pmc/articles/PMC7213781/?report=abstract>
21. Mayer E, Santos DOS. Avaliação clínica longitudinal do clareamento dental de consultório com luz LED violeta (405-410 nm). 2019;
22. Gallinari M de O, Cintra LTA, Barboza ACS, da Silva LMAV, de Alcantara S, dos Santos PH, et al. Evaluation of the color change and tooth sensitivity in treatments that associate violet LED with carbamide peroxide 10 %: A randomized clinical trial of a split-mouth design. *Photodiagnosis Photodyn Ther* [Internet]. 2020;30(September 2019):101679. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.pdpdt.2020.101679>
23. Gallinari MDO. Análise da eficácia clareadora e dos efeitos adversos provocados pelo uso da luz violeta no clareamento dental Araçatuba Análise da eficácia clareadora e dos efeitos adversos provocados pelo uso da luz violeta no clareamento dental Araçatuba. 2019;
24. Gomes M, De Vito-Moraes A, Francci C, Moraes R, Pereira T, Froes-Salgado N, et al. Temperature increase at the light guide tip of 15 contemporary LED units and thermal variation at the pulpal floor of cavities: An infrared thermographic analysis. *Oper Dent*. 2013;38(3):324–33.
25. Liebermann A, Freitas Rafael C, Colle Kauling AE, Edelhoff D, Ueda K, Seiffert A, et al. Transmittance of visible and blue light through zirconia. *Dent Mater J*. 2018;37(5):812–7.
26. Joiner A, Luo W. Tooth colour and whiteness: A review. *J Dent*. 2017 Dec 1;67:S3–10.
27. Bersezio C, Martín J, Mayer C, Rivera O, Estay J, Vernal R, et al. Quality of life and stability of tooth color change at three months after dental bleaching. *Qual Life Res* [Internet]. 2018;27(12):3199–207. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s11136-018-1972-7>

28. Watts A, Addy M. Tooth discolouration and staining: a review of the literature. *Br Dent J* [Internet]. 2001 Mar 24;190(6):309–16. Available from: <http://www.nature.com/articles/4800959>
29. Addy M, Moran J. Mechanisms of Stain Formation on Teeth, in Particular Associated with Metal Ions and Antiseptics. *Adv Dent Res*. 1995;9(4):450–6.
30. Sulieman M. An overview of tooth discoloration: extrinsic, intrinsic and internalized stains. *Dent Update*. 2005;32(8).
31. Zyla T, Kawala B, Antoszezowska-Smith J, Kawala M. Black stain and dental caries: A review of the literature. *Biomed Res Int*. 2015;2015.
32. Rodríguez-Martínez J, Valiente M, Sánchez-Martín MJ. Tooth whitening: From the established treatments to novel approaches to prevent side effects [Internet]. Vol. 31, *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. Blackwell Publishing Ltd; 2019 [cited 2020 Nov 8]. p. 431–40. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jerd.12519>
33. Kwon SR, Wertz PW. Review of the mechanism of tooth whitening. *J Esthet Restor Dent*. 2015;27(5):240–57.
34. Haywood VB. History, safety, and effectiveness of current bleaching techniques and applications of the nightguard vital bleaching technique. *Quintessence Int*. 1992;27(3):471-88.
35. Dahl JE, Pallesen U. Tooth bleaching - A critical review of the biological aspects [Internet]. Vol. 14, *Critical Reviews in Oral Biology and Medicine*. 2003 [cited 2020 Nov 10]. p. 292–304. Available from: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/154411130301400406>
36. Fasanaro TS. Bleaching Teeth: History, Chemicals, and Methods Used for Common Tooth Discolorations. *J Esthet Restor Dent* [Internet]. 1992 May [cited 2020 Nov 10];4(3):71–8. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1708-8240.1992.tb00666.x>
37. Plotino G, Buono L, Grande NM, Pameijer CH, Somma F. Nonvital Tooth Bleaching: A Review of the Literature and Clinical Procedures [Internet]. Vol. 34, *Journal of Endodontics*. 2008 [cited 2020 Nov 14]. p. 394–407. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0099239908000058>
38. Weiger R, Kuhn A, Löst C. In vitro comparison of various types of sodium perborate used for intracoronal bleaching of discolored teeth. *J Endod* [Internet]. 1994 Jul [cited 2020 Nov 14];20(7):338–41. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0099239906800968>
39. Sulieman MAM. An overview of tooth-bleaching techniques: Chemistry, safety and efficacy. *Periodontol 2000*. 2008;48(1):148–69.
40. Matis BA, Cochran MA, Franco M, Al-Amr W, Eckert GJ, Stropes M. Eight in-office tooth whitening systems evaluated in vivo: A pilot study. *Oper Dent* [Internet]. 2007 Jul 1 [cited 2020 Nov 15];32(4):322–7. Available from: <https://meridian.allenpress.com/operative-dentistry/article/32/4/322/107218/Eight-Inoffice-Tooth-Whitening-Systems-Evaluated>
41. Brugnare AP, Nammour S, Rodrigues JA, Mayer-Santos E, De Freitas PM, Brugnera A, et al. Clinical Evaluation of In-Office Dental Bleaching Using a Violet Light-Emitted Diode. *Photobiomodulation, Photomedicine, Laser Surg*. 2020;38(2):98–104.

42. Powell L V., Bales DJ. Tooth bleaching: its effect on oral tissues. [Internet]. Vol. 122, The Journal of the American Dental Association. J Am Dent Assoc; 1991 [cited 2020 Nov 15]. p. 50–4. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1800542/>
43. Ontiveros JC, Paravina RD. Color change of vital teeth exposed to bleaching performed with and without supplementary light. J Dent. 2009;37(11):840–7.
44. Rodríguez-Martínez J, Valiente M, Sánchez-Martín MJ. Tooth whitening: From the established treatments to novel approaches to prevent side effects. J Esthet Restor Dent. 2019;31(5):431–40.
45. Matis BA, Cochran MA, Eckert G. Review of the effectiveness of various tooth whitening systems. Oper Dent. 2009;34(2):230–5.
46. Meireles SS, Heckmann SS, Leida FL, Santos IS, Della Bona Á, Demarco FF. Efficacy and safety of 10% and 16% carbamide peroxide tooth-whitening gels: A randomized clinical trial. Oper Dent. 2008;33(6):606–12.
47. de Moraes Rego Roselino L, Tirapelli C, de Carvalho Panzeri Pires-de-Souza F. Randomized clinical study of alterations in the color and surface roughness of dental enamel brushed with whitening toothpaste. J Esthet Restor Dent. 2018;30(5):383–9.
48. Karadas M, Duymus ZY. In vitro evaluation of the efficacy of different over-the-counter products on tooth whitening. Braz Dent J. 2015;26(4):373–7.
49. Pinto AVD, Carlos NR, Do Amaral FLB, Franca FMG, Turssi CP, Basting RT. At-home, in-office and combined dental bleaching techniques using hydrogen peroxide: Randomized clinical trial evaluation of effectiveness, clinical parameters and enamel mineral content. Am J Dent [Internet]. 2019 Jun 1 [cited 2020 Nov 15];32(3):124–32. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31295393/>
50. Marson FC, Sensi LG, Vieira LCC, Araújo É. Clinical evaluation of in-office dental bleaching treatments with and without the use of light-activation sources. Oper Dent [Internet]. 2008 Jan 1 [cited 2020 Nov 15];33(1):15–22. Available from: <https://meridian.allenpress.com/operative-dentistry/article/33/1/15/107330/Clinical-Evaluation-of-Inoffice-Dental-Bleaching>
51. de Freitas PM, Menezes AN, da Mota ACC, Simões A, Mendes FM, Lago ADN, et al. Does the hybrid light source (LED/laser) influence temperature variation on the enamel surface during 35% hydrogen peroxide bleaching? A randomized clinical trial. Quintessence Int [Internet]. 2016 Jan [cited 2020 Nov 17];47(1):61–73. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26159208>
52. Kossatz S, Dalanhö AP, Cunha T, Loguercio A, Reis A. Effect of light activation on tooth sensitivity after in-office bleaching. Oper Dent [Internet]. 2011 May 1 [cited 2020 Nov 17];36(3):251–7. Available from: <https://meridian.allenpress.com/operative-dentistry/article/36/3/251/206210/Effect-of-Light-Activation-on-Tooth-Sensitivity>
53. Trindade FZ, Ribeiro APD, Sacono NT, Oliveira CF, Lessa FCR, Hebling J, et al. Trans-enamel and trans-dentinal cytotoxic effects of a 35% H₂O₂ bleaching gel on cultured odontoblast cell lines after consecutive applications. Int Endod J [Internet]. 2009 Jun [cited 2020 Nov 17];42(6):516–24. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1365-2591.2009.01544.x>
54. Buchalla W, Attin T. External bleaching therapy with activation by heat, light or laser—A systematic review. Dent Mater [Internet]. 2007 Apr [cited 2020 Nov 18];23(5):586–96. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0109564106001060>

55. Eldeniz AU, Usumez A, Usumez S, Ozturk N. Pulpal temperature rise during light-activated bleaching. *J Biomed Mater Res - Part B Appl Biomater* [Internet]. 2005 Feb 15 [cited 2020 Nov 18];72(2):254–9. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1002/jbm.b.30144>
56. Hannig M, Bott B. In-vitro pulp chamber temperature rise during composite resin polymerization with various light-curing sources. *Dent Mater* [Internet]. 1999 Jul [cited 2020 Nov 18];15(4):275–81. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0109564199000470>
57. Sulieman M, Addy M, Rees JS. Surface and intra-pulpal temperature rises during tooth bleaching: An in vitro study. *Br Dent J* [Internet]. 2005 Jul 9 [cited 2020 Nov 18];199(1):37–40. Available from: <http://www.nature.com/articles/4812558>
58. Majeed A, Farooq I, Grobler SR. Tooth-Bleaching: A Review of the Efficacy and Adverse Effects of Various Tooth Whitening Products [Internet]. [cited 2020 Nov 18]. Available from: <https://www.researchgate.net/publication/283715456>
59. de Souza Costa CA, Riehl H, Kina JF, Sacono NT, Hebling J. Human pulp responses to in-office tooth bleaching. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology* [Internet]. 2010;109(4):e59–64. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tripleo.2009.12.002>
60. Tavares L, Cintra A, Benetti F, Ferreira LL, Gomes-filho JE, Ervolino E, et al. Penetration Capacity, Color Alteration and Biological Response of Two In-office Bleaching Protocols. 2016;27:169–75.
61. Kossatz S, Martins G, Loguercio AD, Reis A. Tooth sensitivity and bleaching effectiveness associated with use of a calcium-containing in-office bleaching gel. *J Am Dent Assoc* [Internet]. 2012;143(12):e81–7. Available from: <http://dx.doi.org/10.14219/jada.archive.2012.0075>
62. Martin J, Fernandez E, Bahamondes V, Werner A, Elphick K, Batista O, et al. Dentin hypersensitivity after teeth bleaching with in-office systems. Randomized clinical trial.
63. Benetti AR, Valera MC, Mancini MNG, Miranda CB, Balducci I. In vitro penetration of bleaching agents into the pulp chamber. *Int Endod J*. 2004;37(2):120–4.
64. Bortolatto JF, Trevisan TC, Bernardi PSI, Fernandez E, Dovigo LN, Loguercio AD, et al. A novel approach for in-office tooth bleaching with 6 % H₂O₂/TiO₂ and LED/laser system—a controlled, triple-blinded, randomized clinical trial. *Lasers Med Sci*. 2016;31(3):437–44.
65. Hegedüs C, Bistey T, Flóra-Nagy E, Keszthelyi G, Jenei A. An atomic force microscopy study on the effect of bleaching agents on enamel surface. *J Dent* [Internet]. 1999 Sep [cited 2020 Nov 22];27(7):509–15. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0300571299000068>
66. Kury M, Perches C, da Silva DP, André CB, Tabchoury CPM, Giannini M, et al. Color change, diffusion of hydrogen peroxide, and enamel morphology after in-office bleaching with violet light or nonthermal atmospheric plasma: An in vitro study. *J Esthet Restor Dent*. 2020;32(1):102–12.
67. Jiang T, Ma X, Wang Y, Tong H, Shen X, Hu Y, et al. Investigation of the effects of 30% hydrogen peroxide on human tooth enamel by Raman scattering and laser-induced fluorescence. *J Biomed Opt* [Internet]. 2008 [cited 2020 Nov 22];13(1):014019. Available from:

<http://biomedicaloptics.spiedigitallibrary.org/article.aspx?doi=10.1117/1.2870114>

68. Al-Salehi SK, Wood DJ, Hatton P V. The effect of 24 h non-stop hydrogen peroxide concentration on bovine enamel and dentine mineral content and microhardness. *J Dent* [Internet]. 2007 Nov [cited 2020 Nov 22];35(11):845–50. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0300571207001455>
69. Basting RT, Amaral FLB, França FMG, Flório FM. Clinical comparative study of the effectiveness of and tooth sensitivity to 10% and 20% carbamide peroxide home-use and 35% and 38% hydrogen peroxide in-office bleaching materials containing desensitizing agents. *Oper Dent*. 2012;37(5):464–73.
70. Guan YH, Lath DL, Lilley TH, Willmot DR, Marlow I, Brook AH. The measurement of tooth whiteness by image analysis and spectrophotometry: A comparison. *J Oral Rehabil*. 2005;32(1):7–15.
71. Matis BA, Cochran MA, Eckert GJ, Matis JI. In vivo study of two carbamide peroxide gels with different desensitizing agents. *Oper Dent*. 2007;32(6):549–55.
72. Wetter NU, Barroso MCS, Pelino JEP. Dental bleaching efficacy with diode laser and LED irradiation: An in vitro study. *Lasers Surg Med*. 2004;35(4):254–8.
73. Öztürk C, Çelik E, Özden AN. Influence of bleaching agents on the color change and translucency of resin matrix ceramics. *J Esthet Restor Dent*. 2020;(September 2019):1–6.
74. Sharma G, Wu W, Dalal EN. The CIEDE2000 color-difference formula: Implementation notes, supplementary test data, and mathematical observations. *Color Res Appl* [Internet]. 2005 Feb [cited 2020 Dec 13];30(1):21–30. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1002/col.20070>
75. Meireles SS, Santos IS, Bona A Della, Demarco FF. A double-blind randomized clinical trial of two carbamide peroxide tooth bleaching agents: 2-year follow-up. *J Dent* [Internet]. 2010;38(12):956–63. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jdent.2010.08.003>
76. Pérez MM, Herrera LJ, Carrillo F, Pecho OE, Dudea D, Gasparik C, et al. Whiteness difference thresholds in dentistry. *Dent Mater* [Internet]. 2019;35(2):292–7. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.dental.2018.11.022>
77. Pérez MDM, Ghinea R, Rivas MJ, Yebra A, Ionescu AM, Paravina RD, et al. Development of a customized whiteness index for dentistry based on CIELAB color space. *Dent Mater* [Internet]. 2016;32(3):461–7. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.dental.2015.12.008>
78. Paravina RD, Pérez MM, Ghinea R. Acceptability and perceptibility thresholds in dentistry: A comprehensive review of clinical and research applications. *J Esthet Restor Dent*. 2019;31(2):103–12.
79. Pérez MM, Pecho OE, Ghinea R, Pulgar R, Bona A Della. Recent Advances in Color and Whiteness Evaluations in Dentistry. *Curr Dent*. 2018 Jul 20;1(1):23–9.
80. Perez MDM, Ghinea R, Herrera LJ, Ionescu AM, Pomares H, Pulgar R, et al. Dental ceramics: A CIEDE2000 acceptability thresholds for lightness, chroma and hue differences. *J Dent*. 2011 Dec 1;39(SUPPL. 3):e37–44.
81. International Organization for Standardization: Dentistry... - Google Acadêmico [Internet]. [cited 2022 Apr 29]. Available from:

- [https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Technical Report \(E\)%3Adentistry — guidance on colour measurements&author=International Organization for Standardization&publication_year=2016](https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Technical+Report+(E)%3Adentistry+---+guidance+on+colour+measurements&author=International+Organization+for+Standardization&publication_year=2016)
82. Paravina RD, Ghinea R, Herrera LJ, Bona AD, Igiel C, Linninger M, et al. Color difference thresholds in dentistry. *J Esthet Restor Dent*. 2015;27(S1):S1–9.
 83. Lago ADN, Ferreira WDR, Furtado GS. Dental bleaching with the use of violet light only: Reality or Future? *Photodiagnosis Photodyn Ther* [Internet]. 2017;17:124–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.pdpdt.2016.11.014>
 84. Rastelli AN de S, Dias HB, Carrera ET, de Barros ACP, dos Santos DDL, Panhóca VH, et al. Violet LED with low concentration carbamide peroxide for dental bleaching: A case report. *Photodiagnosis Photodyn Ther*. 2018 Sep 1;23:270–2.
 85. Santos AECG Dos, Bussadori SK, Pinto MM, Pantano Junior DA, Brugnera A, Zanin FAA, et al. Evaluation of in-office tooth whitening treatment with violet LED: Protocol for a randomised controlled clinical trial. *BMJ Open*. 2018;8(9):1–9.
 86. Chang J, Da Silva JD, Sakai M, Kristiansen J, Ishikawa-Nagai S. The optical effect of composite luting cement on all ceramic crowns. *J Dent* [Internet]. 2009 Dec [cited 2020 Dec 12];37(12):937–43. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0300571209001845>
 87. Par M, Marovic D, Skenderovic H, Gamulin O, Klaric E, Tarle Z. Light transmittance and polymerization kinetics of amorphous calcium phosphate composites. *Clin Oral Investig*. 2017;21(4):1173–82.
 88. Runnacles P, Arrais CAG, Pochapski MT, Dos Santos FA, Coelho U, Gomes JC, et al. In vivo temperature rise in anesthetized human pulp during exposure to a polywave LED light curing unit. *Dent Mater* [Internet]. 2015;31(5):505–13. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.dental.2015.02.001>
 89. Bender IB, Znach L, Cohen G, York N, Ne\\' . Pulp response to externally applied heat. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol*. 1965;19(4):515–30.
 90. Gross DJ, Dávila-Sánchez A, Runnacles P, Zarpellon DC, Kiratcz F, Campagnoli EB, et al. In vivo temperature rise and acute inflammatory response in anesthetized human pulp tissue of premolars having Class V preparations after exposure to Polywave® LED light curing units. *Dent Mater*. 2020 Sep 1;36(9):1201–13.
 91. Pohto M, Scheinin A. Microscopic Observations on Living Dental Pulp II. The Effect of Thermal Irritants on the Circulation of the Pulp in the Lower Rat Incisor. <http://dx.doi.org/103109/00016355809064116> [Internet]. 2009 [cited 2022 Apr 27];16(3):315–27. Available from: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.3109/00016355809064116>
 92. Mc Cullagh JJP, Setchell DJ, Gulabivala K, Hussey DL, Biagioni P, Lamey PJ, et al. A comparison of thermocouple and infrared thermographic analysis of temperature rise on the root surface during the continuous wave of condensation technique. *Int Endod J*. 2000;33(4):326–32.
 93. Sulaiman TA, Abdulmajeed AA, Donovan TE, Ritter A V., Vallittu PK, Närhi TO, et al. Optical properties and light irradiance of monolithic zirconia at variable thicknesses. *Dent Mater* [Internet]. 2015 Oct 1 [cited 2022 Mar 21];31(10):1180–7. Available from: www.sciencedirect.com/http://dx.doi.org/10.1016/j.dental.2015.06.0160109-5641/
 94. Kury M, Rueggeberg FA, Soto-Montero JR, André CB, Resende BA, Giannini M, et

- al. Characterization and effectiveness of a violet LED light for in-office whitening. *Clin Oral Investig.* 2022;
95. Wozniak WT, Naleway CA, Gonzalez E, Schemehorn BR, Stookey GK. Use of an in vitro model to assess the effects of APF gel treatment on the staining potential of dental porcelain. *Dent Mater.* 1991;7(4):263–7.
 96. Cavalli V, Silva BG, Berger SB, Abuna G, Marson FC, Tabchoury CPM, et al. Effect of adhesive restoration and bleaching technique on the concentration of hydrogen peroxide in the pulp chamber. *Oper Dent.* 2017;42(2):e44–54.
 97. Kury M, Wada EE, da Silva Palandi S, Picolo MZD, Giannini M, Cavalli V. Colorimetric evaluation after in-office tooth bleaching with violet LED: 6- and 12-month follow-ups of a randomized clinical trial. *Clin Oral Investig.* 2022;26(1):837–47.
 98. Kury M, Moura Antonialli F, Luís LE, Pereira Machado Tabchoury C, Giannini M, Esteban Florez FL, et al. Effects of violet radiation and nonthermal atmospheric plasma on the mineral contents of enamel during in-office dental bleaching. *Photodiagnosis Photodyn Ther.* 2020 Sep 1;31:101848.
 99. Reis A, Kossatz S, Martins GC, Loguercio AD. Efficacy of and effect on tooth sensitivity of in-office bleaching gel concentrations: A randomized clinical trial. *Oper Dent* [Internet]. 2013 Jul 1 [cited 2021 Jun 8];38(4):386–93. Available from: <http://meridian.allenpress.com/operative-dentistry/article-pdf/38/4/386/1826108/12-140-c.pdf>

APÊNDICE A – Tabela com os valores de L* a* b* de cada tempo de leitura

AMOSTRA	EIXOS	T0	T1	T2	T3	T4
1	L	38,920	46,967	49,071	50,207	46,793
	a	-0,823	0,618	0,044	-1,063	-1,136
	b	2,603	8,293	7,737	5,225	4,898
3	L	52,539	59,722	62,835	50,944	65,923
	a	-0,826	-2,381	-2,418	-2,155	-2,696
	b	7,020	7,143	5,484	2,501	7,046
4	L	38,609	44,994	53,796	48,707	54,487
	a	-0,500	-1,364	-2,423	-1,506	-2,334
	b	4,722	3,609	1,823	-1,467	-1,001
5	L	47,770	56,576	58,291	57,273	62,035
	a	-0,902	-0,356	-0,183	-1,200	-1,089
	b	5,653	10,108	9,558	5,321	8,068
6	L	49,283	57,878	61,122	58,699	57,169
	a	0,266	-0,297	-0,471	-0,390	-1,566
	b	7,736	7,573	7,225	8,112	3,501
7	L	49,926	54,855	61,412	56,823	64,980
	a	-1,140	-2,087	-1,636	-1,801	-1,701
	b	7,828	2,560	5,725	0,907	1,924
8	L	49,058	54,675	58,810	59,935	60,211
	a	-1,197	-1,629	-1,429	-0,512	-1,242
	b	8,205	6,272	5,865	7,405	6,425
9	L	49,503	45,302	53,019	49,129	51,389
	a	0,403	0,758	-0,651	-0,982	-1,446
	b	10,348	6,970	9,943	7,426	9,918
10	L	49,455	53,932	53,415	54,575	55,159
	a	-0,963	-0,867	-0,708	-1,612	-1,450
	b	8,194	7,816	7,674	5,590	6,574
11	L	46,169	48,968	45,891	47,647	50,750
	a	-0,858	-0,883	-1,251	-0,692	-0,136
	b	6,383	7,524	5,437	7,434	9,434
12	L	51,800	58,064	60,301	56,672	62,934
	a	-1,627	-2,409	-2,599	-2,542	-2,316
	b	5,299	2,833	1,258	-1,306	4,533
13	L	45,656	58,797	55,706	61,285	60,434
	a	-1,319	-1,099	-1,407	-1,614	-1,939
	b	2,521	3,157	2,988	2,629	1,123
14	L	54,098	54,278	59,619	51,661	63,264
	a	-0,109	-0,881	-0,917	-0,466	-0,385
	b	9,288	6,302	7,098	5,233	8,128

15	L	55,302	56,940	54,821	60,489	60,346
	a	-0,146	-1,114	-1,316	-1,579	-1,667
	b	8,199	6,922	6,668	6,370	6,342
16	L	51,159	55,651	59,878	56,823	64,980
	a	0,231	-2,066	-2,119	-1,801	-1,701
	b	8,348	1,903	0,909	0,907	1,924
17	L	52,190	59,961	58,816	52,181	55,640
	a	-1,522	-1,800	-1,667	-0,910	-1,599
	b	5,675	4,196	3,571	3,290	1,826
18	L	52,941	47,667	54,676	54,155	49,101
	a	-0,803	-1,515	-1,089	-1,439	-1,274
	b	6,243	5,620	6,301	5,611	5,247
19	L	50,179	48,680	54,577	49,207	51,007
	a	-1,144	0,990	-0,582	-0,207	1,860
	b	5,620	10,504	7,432	5,873	11,907
21	L	49,377	43,371	48,995	47,786	55,191
	a	-1,037	1,095	0,319	-0,549	-1,099
	b	6,645	9,496	9,325	7,813	8,808
22	L	50,810	62,359	61,594	63,132	64,035
	a	-0,419	-2,919	-2,678	-3,354	-3,128
	b	7,662	4,480	1,963	0,261	0,966
25	L	41,451	47,396	54,705	66,962	63,629
	a	-0,968	-1,169	-1,817	-1,760	-1,963
	b	2,682	2,629	1,736	4,828	3,029
26	L	44,664	55,407	59,656	55,341	60,162
	a	-0,666	-0,460	-0,320	-1,202	-1,228
	b	6,494	7,551	8,688	2,207	3,429
27	L	44,624	49,028	50,651	55,013	51,097
	a	1,148	-1,684	0,017	-1,991	-2,238
	b	8,234	1,710	7,689	1,787	-1,685
28	L	51,653	55,758	65,580	66,341	58,804
	a	-0,572	-1,821	-2,503	-2,708	-2,376
	b	8,154	6,553	4,344	3,984	2,247
29	L	49,899	56,389	54,208	57,041	55,552
	a	0,181	-1,427	-1,274	-0,580	-0,760
	b	9,104	5,831	5,827	7,520	5,884
30	L	47,541	43,531	46,865	51,922	34,726
	a	-0,938	-0,803	-0,719	-1,165	-0,813
	b	6,544	4,523	7,089	6,387	3,259
32	L	46,080	48,527	52,716	59,733	59,982
	a	1,395	-0,137	-1,122	-0,272	0,458
	b	10,841	9,416	9,483	10,153	11,230

33	L	46,747	48,672	48,706	50,594	45,153
	a	-2,026	-1,567	-0,846	-0,960	-2,109
	b	2,931	3,796	5,464	5,586	1,003
34	L	45,097	60,976	65,815	65,724	61,488
	a	0,688	-1,594	-2,334	-2,918	-2,544
	b	10,971	5,126	2,433	-1,389	-2,404
36	L	42,491	52,886	64,374	57,387	60,268
	a	-0,747	-1,074	-1,079	-2,699	-2,620
	b	5,682	4,338	6,706	-0,387	0,966
37	L	46,452	53,208	55,887	54,507	56,226
	a	-0,582	-1,092	-1,252	0,099	-1,031
	b	7,154	6,822	5,651	7,825	6,329
38	L	47,718	54,836	57,137	51,848	51,102
	a	-0,992	0,644	-1,628	-2,025	-2,208
	b	5,024	11,822	6,840	3,475	3,412
39	L	50,973	49,651	62,184	61,416	68,296
	a	-0,147	-2,104	-1,836	-2,419	-2,018
	b	9,296	0,215	4,746	0,185	3,545
40	L	52,682	55,969	59,684	61,629	64,780
	a	-1,045	-1,602	-1,091	-0,515	-0,882
	b	5,793	3,740	4,750	6,093	5,760
42	L	47,602	43,919	56,215	60,409	49,753
	a	-0,501	-0,791	-0,431	-0,841	-1,690
	b	6,700	3,571	8,353	7,585	3,301
43	L	48,011	56,354	56,381	55,819	56,051
	a	-0,480	-0,318	-0,962	-0,869	-1,156
	b	11,284	13,807	12,883	11,669	11,198
44	L	47,818	52,424	52,338	58,443	53,977
	a	-0,707	-0,811	-0,814	-0,249	-1,068
	b	5,494	4,904	5,625	6,451	5,838
45	L	46,528	54,116	54,335	55,739	61,903
	a	-0,862	-2,336	-1,975	-2,256	-2,495
	b	5,703	3,365	2,498	2,025	2,453
46	L	47,447	53,574	51,798	57,408	67,494
	a	-1,162	-1,511	-2,052	-2,384	-1,994
	b	6,137	3,277	1,669	0,817	5,942
47	L	46,074	55,110	54,885	53,819	53,126
	a	-0,269	-1,078	-1,152	-1,161	-1,579
	b	5,353	4,255	3,020	3,477	2,799
48	L	47,496	51,694	48,790	58,485	55,670
	a	-1,544	-0,775	-1,729	-1,684	-1,924
	b	4,045	6,108	3,594	6,107	5,147

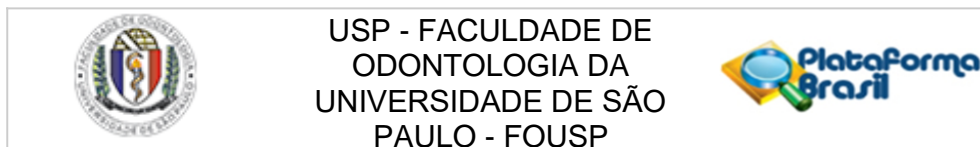
49	L	47,340	62,543	58,781	57,390	64,016
	a	-1,236	-2,219	-1,744	-1,762	-1,744
	b	4,679	0,769	1,386	-0,937	0,732
50	L	47,171	54,012	54,917	50,718	59,115
	a	-1,587	-1,324	-1,960	-1,953	-1,551
	b	3,583	5,414	3,494	1,673	4,432
51	L	45,376	53,351	51,597	53,413	53,629
	a	-1,192	0,443	-0,251	-1,106	0,502
	b	4,753	8,997	8,424	6,014	8,810
52	L	44,520	44,474	49,436	56,301	47,538
	a	-1,203	-0,620	0,466	-0,945	-0,275
	b	4,479	4,993	7,832	6,509	5,093
53	L	42,434	53,231	51,287	58,354	50,563
	a	-1,194	-1,207	-0,376	-0,903	-1,581
	b	3,000	5,200	6,491	6,040	3,433
54	L	53,019	52,881	64,029	61,023	55,471
	a	-1,254	-2,538	-3,194	-3,005	-2,714
	b	5,380	1,131	-0,940	-2,730	-3,604
55	L	52,960	60,773	59,329	60,713	60,398
	a	-0,617	-1,934	-2,400	-2,123	-2,051
	b	7,118	3,920	0,631	-0,779	1,057
56	L	42,842	52,975	52,946	49,361	50,214
	a	0,406	0,197	-0,153	0,312	-0,754
	b	7,893	10,331	8,876	7,983	6,476
58	L	47,926	52,878	53,421	48,200	59,224
	a	-0,831	-1,862	-2,441	-1,206	-2,209
	b	7,219	5,400	3,061	3,843	4,374
59	L	49,344	56,153	52,312	60,040	61,524
	a	-0,264	-1,536	-1,991	-1,816	-1,796
	b	7,192	3,078	0,785	1,341	1,679
60	L	51,674	50,378	54,208	57,041	55,552
	a	-0,675	-1,475	-1,274	-0,580	-0,760
	b	8,316	5,088	5,827	7,520	5,884
61	L	50,999	50,450	55,354	53,445	51,968
	a	-1,028	-1,430	-1,671	-1,909	-0,947
	b	7,028	5,295	7,560	4,394	7,964
62	L	43,828	49,691	55,518	55,182	60,256
	a	0,878	0,250	-0,985	-0,435	-0,713
	b	7,940	7,779	5,303	7,265	7,509
65	L	54,947	57,545	54,709	52,904	59,356
	a	-0,559	-0,234	-0,746	-0,678	-0,043
	b	9,796	10,574	10,776	9,762	11,163

66	L	44,815	61,920	57,081	49,850	62,558
	a	-0,897	-2,471	-3,322	-3,184	-3,688
	b	9,993	10,840	4,307	2,411	3,375
67	L	44,647	55,682	55,853	58,474	62,678
	a	-1,452	-1,007	-1,458	-1,740	-2,252
	b	2,373	2,535	1,365	0,866	-0,606
68	L	52,745	54,673	61,204	54,031	61,440
	a	-1,155	-1,274	-1,273	-0,325	-0,849
	b	5,367	3,883	4,248	4,842	5,200
69	L	48,517	41,238	54,656	55,833	50,910
	a	-0,832	-1,557	-0,668	-2,147	-2,610
	b	7,721	3,357	9,378	5,082	1,927
70	L	54,098	55,692	54,916	59,550	58,317
	a	-1,067	-1,357	-2,187	-1,824	-1,887
	b	8,965	5,657	1,284	2,736	2,359
72	L	50,148	58,061	54,168	58,430	50,438
	a	-1,157	-1,296	-1,675	-0,782	-2,073
	b	7,357	6,302	4,882	7,421	0,600
74	L	47,208	50,229	49,273	56,577	54,589
	a	-1,468	-2,114	-1,104	-1,991	-2,351
	b	10,184	7,474	9,220	9,999	9,043
75	L	41,817	53,685	51,677	49,994	48,753
	a	-1,708	0,169	-1,933	-0,821	-1,973
	b	6,904	12,009	9,114	8,483	6,702
76	L	48,264	48,281	47,516	48,735	51,309
	a	-0,195	-0,703	-0,656	0,279	-1,295
	b	9,113	8,062	6,725	9,517	9,722
77	L	44,678	60,513	58,195	58,081	63,549
	a	0,172	-2,388	-2,565	-1,814	-2,519
	b	5,779	2,416	-1,701	1,525	0,736
78	L	41,698	52,920	54,649	46,867	60,963
	a	-1,273	-1,407	-1,699	-1,419	-2,253
	b	2,927	2,429	1,892	0,588	0,624
79	L	49,344	51,693	57,275	52,191	62,626
	a	0,206	-1,105	-1,266	-1,631	-0,645
	b	10,484	6,997	7,545	3,378	9,068
80	L	48,958	55,130	58,142	63,780	61,313
	a	0,455	-1,620	-1,147	-1,706	-2,602
	b	8,781	7,605	7,598	7,589	5,645
81	L	50,754	56,394	59,193	58,335	49,414
	a	0,197	-1,681	-2,331	-1,042	-1,660
	b	7,689	1,387	-2,378	1,114	-3,087

82	L	53,214	62,457	61,246	61,076	61,548
	a	0,154	-1,657	-1,642	-1,310	-1,502
	b	9,284	4,355	3,924	4,319	3,844
83	L	56,625	52,964	57,715	53,520	54,358
	a	0,288	-1,286	-1,490	-0,419	-0,934
	b	11,172	7,365	8,394	9,598	8,410
84	L	50,627	53,823	54,428	51,341	52,595
	a	-0,662	-0,513	-0,808	-0,786	-1,370
	b	8,406	8,197	7,923	6,064	6,664
85	L	47,757	49,089	42,654	55,916	51,754
	a	-0,793	-0,265	-0,615	0,075	-1,305
	b	6,686	6,963	3,440	9,296	5,011
86	L	55,519	58,054	58,663	58,649	60,826
	a	-1,009	-2,879	-2,866	-2,756	-2,543
	b	6,712	0,149	-3,403	-2,655	0,878
87	L	48,938	58,014	60,544	49,495	66,132
	a	-0,533	-0,702	-1,267	-1,821	-2,605
	b	10,824	9,481	8,520	1,789	5,384
88	L	45,345	55,171	55,641	64,519	65,263
	a	-0,681	-1,830	-2,008	-1,002	-0,286
	b	5,807	3,217	3,202	7,917	10,097
89	L	51,956	60,274	59,927	65,331	64,698
	a	0,356	-1,723	-1,809	-1,468	-1,873
	b	11,542	10,382	8,994	10,753	9,933
90	L	43,539	57,695	57,152	55,699	64,118
	a	-1,338	-1,568	-1,833	-2,095	-2,267
	b	3,135	4,777	1,585	-2,987	-2,335
91	L	50,975	61,294	59,914	57,731	60,140
	a	-0,394	-0,134	-1,138	-1,084	-1,344
	b	7,095	9,038	5,182	4,355	5,221
92	L	44,694	46,774	57,381	54,318	55,613
	a	0,355	-1,567	-1,031	-1,968	-1,394
	b	5,794	3,400	7,497	4,376	5,087
93	L	46,174	51,475	54,771	58,900	49,996
	a	0,316	0,219	-0,011	0,397	-0,499
	b	9,225	9,906	9,656	12,639	6,020
95	L	47,393	53,111	54,004	50,950	50,472
	a	-1,109	-1,676	-0,085	-1,423	-1,744
	b	7,553	6,462	10,703	6,140	6,261
96	L	51,864	55,631	58,417	58,739	63,342
	a	-1,135	-2,126	-3,322	-2,493	-3,152
	b	5,793	3,213	-1,262	0,634	-1,150

97	L	51,908	49,312	54,246	56,687	60,719
	a	-1,799	-0,728	-1,405	-2,355	-2,161
	b	3,980	4,585	2,479	-3,058	-0,509
98	L	53,150	54,693	60,923	56,090	57,105
	a	0,342	-1,228	-0,977	-1,552	-1,808
	b	10,679	5,549	7,595	3,406	2,596
99	L	46,634	48,958	55,439	52,054	54,521
	a	-1,263	-2,386	-2,730	-2,545	-3,021
	b	6,661	3,134	3,028	4,060	1,897
100	L	45,367	50,521	50,385	50,470	64,676
	a	-0,558	-1,276	-1,349	-2,094	-1,980
	b	6,433	4,159	1,292	-0,297	1,767
102	L	46,948	53,552	55,607	53,275	59,874
	a	-0,765	-1,680	-1,691	-1,123	-1,627
	b	5,531	3,502	3,319	3,104	3,466
103	L	53,325	54,166	55,411	57,050	57,186
	a	0,066	-1,719	-0,750	-2,111	-1,918
	b	9,081	4,738	8,627	3,756	4,965
104	L	52,151	53,525	51,593	56,392	51,176
	a	-0,872	-1,394	-1,812	-2,189	-1,977
	b	4,847	5,088	2,549	2,893	2,368

ANEXO A – Parecer do comitê de Ética em Pesquisa


PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP
DADOS DA EMENDA

Título da Pesquisa: O uso de fontes de luz em protocolos clareadores: alteração de cor, temperatura, transmitância e intensidade de fontes de luz ∩ Estudo in vitro

Pesquisador: ISABELA SOUZA VARDASCA

Área Temática:

Versão: 6

CAAE: 36493420.7.0000.0075

Instituição Proponente: Universidade de São Paulo - Faculdade de Odontologia

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.568.624

Apresentação do Projeto:

Este estudo avaliará a mudança de cor superficial e temperatura em alguns protocolos de clareamento com diferentes fontes de luz e agentes químicos clareadores.

EMENDA: "Trata-se de uma emenda com a remoção de uma das fontes de luz que iriam ser utilizadas e um acréscimo na metodologia.". Foi acrescentado na metodologia a análise da transmitância e intensidade das fontes de luzes presentes no estudo, na página 14 no projeto em anexo na plataforma.

Objetivo da Pesquisa:

O objetivo deste trabalho in vitro será avaliar alteração de cor superficial e temperatura em alguns protocolos de clareamento com diferentes fontes de luz e agentes clareadores.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Os riscos relacionados ao estudo, que será realizado em laboratório, utilizando-se terceiros molares humanos hígidos extraídos, doados pelo Biobanco de Dentes Humanos da Faculdade de Odontologia da USP, de acordo com a resolução nº 466 do conselho Nacional de Saúde (Ministério da Saúde, DF), com normas de biossegurança e guardando sigilo de identificação do doador das amostras, são praticamente mínimos, porém são indiretos para o paciente.

Benefícios: O trabalho não trará nenhum benefício direto ao participante, que participará

Endereço: Av Prof Lineu Prestes 2227 - 1º andar , sala 02 da administração
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 05.508-900
UF: SP **Município:** SAO PAULO
Telefone: (11)3091-7960 **Fax:** (11)3091-7960 **E-mail:** cepfo@usp.br



USP - FACULDADE DE
ODONTOLOGIA DA
UNIVERSIDADE DE SÃO
PAULO - FOU SP



Continuação do Parecer: 4.568.624

indiretamente apenas com a doação dos dentes. Porém, a realização deste estudo trará grande benefício, ampliando o conhecimento sobre esta área de estudo.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Estudo nacional, randomizado

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Vide campo "Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações"

Recomendações:

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Não há pendências.

Considerações Finais a critério do CEP:

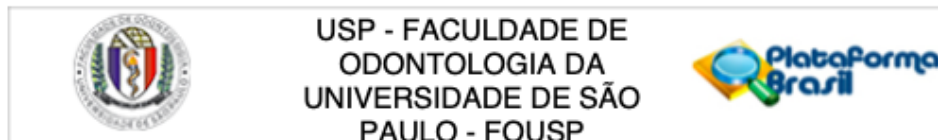
Ressalta-se que cabe ao pesquisador responsável encaminhar os relatórios parciais e final da pesquisa, por meio da Plataforma Brasil, via notificação do tipo "relatório" para que sejam devidamente apreciados no CEP, conforme Norma Operacional CNS nº 001/13, item XI.2.d.

Qualquer alteração no projeto original deve ser apresentada "EMENDA", por meio da Plataforma Brasil, de forma objetiva e com justificativas para nova apreciação (Norma Operacional 001/2013 – letra H).

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_1684192_E1.pdf	05/02/2021 11:14:35		Aceito
Outros	carta_resposta.pdf	05/02/2021 11:14:05	ISABELA SOUZA VARDASCA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projeto_detalhado.pdf	05/02/2021 11:13:45	ISABELA SOUZA VARDASCA	Aceito
Orçamento	orcamento.pdf	08/09/2020 09:44:25	ISABELA SOUZA VARDASCA	Aceito
Declaração de Manuseio Material Biológico / Biorepositório / Biobanco	Carta_de_doacao_biobanco.pdf	12/08/2020 14:37:01	ISABELA SOUZA VARDASCA	Aceito
Declaração de	Autorizacao_da_instituicao.pdf	12/08/2020	ISABELA SOUZA	Aceito

Endereço: Av Prof Lineu Prestes 2227 - 1º andar , sala 02 da administração
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 05.508-900
UF: SP **Município:** SAO PAULO
Telefone: (11)3091-7960 **Fax:** (11)3091-7960 **E-mail:** cepfo@usp.br



Continuação do Parecer: 4.568.624

Instituição e Infraestrutura	Autorizacao_da_instituicao.pdf	14:36:17	VARDASCA	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_rosto_assinada.pdf	12/08/2020 14:33:52	ISABELA SOUZA VARDASCA	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

SAO PAULO, 02 de Março de 2021

Assinado por:
Alyne Simões Gonçalves
 (Coordenador(a))

Endereço: Av Prof Lineu Prestes 2227 - 1º andar , sala 02 da administração
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 05.508-900
UF: SP **Município:** SAO PAULO
Telefone: (11)3091-7960 **Fax:** (11)3091-7960 **E-mail:** cepfo@usp.br