



Avaliação das mudanças de temperatura promovidos durante o processo de clareamento dental com diferentes fontes de luz

Larissa Azevedo de Moura*
(larissa.moura@ufabc.edu.br)

Orientadora: Patricia Aparecida da Ana*
(patricia.ana@ufabc.edu.br)

* CECS - Centro de Engenharias, Modelagem e Ciências Sociais Aplicadas

Trabalho submetido para aprovação na disciplina de

Trabalho de Graduação III

ministrada na Universidade Federal do ABC

Santo André, abril de 2016

Sumário

1	Resumo	3
2	Introdução.....	4
3	Objetivo.....	5
4	Revisão Bibliográfica.....	6
4.1	Anatomia dental	6
4.1.1	Esmalte	6
4.1.2	Dentina	7
4.1.3	Polpa	8
4.1.4	Cimento.....	8
4.2	O clareamento dental <i>in office</i>	9
4.2.1	Ação do gel clareador	9
4.2.2	O papel da luz no clareamento <i>in office</i>	10
4.3	Absorção da luz	11
4.3.1	Mecanismo da absorção	11
4.3.2	Absorção da luz no clareamento <i>in office</i>	11
4.4	Efeitos da temperatura nos tecidos dentais.....	12
5	Metodologia	12
5.1	Delineamento experimental.....	12
5.2	Caracterização dos géis clareadores e fontes de luz	13
5.3	Preparo das amostras.....	14
5.4	Monitoramento da temperatura	15
5.5	Processo de clareamento.....	17
5.6	Tratamento dos dados	18
6	Resultados	18
6.1	Caracterização dos géis clareadores e das fontes de luz.....	18
6.2	Monitoramento da temperatura	23

7	Discussão	33
8	Conclusões	36
9	Referências Bibliográficas.....	36

1 Resumo

Tendo em vista a grande procura por tratamentos estéticos, a ampla disponibilidade de géis clareadores e fontes de luz, assim como a preocupação com os efeitos deletérios que o aumento de temperatura pode proporcionar aos tecidos biológicos, o presente projeto busca verificar as alterações de temperatura superficial no esmalte, na dentina radicular e na polpa obtidas durante o procedimento de clareamento dental *in office* com diferentes fontes de luz e géis clareadores disponíveis no mercado. Para tal, foram empregados 42 dentes incisivos inferiores humanos, os quais foram preparados e distribuídos aleatoriamente entre 6 grupos experimentais distintos, a saber: G1- grupo clareado apenas com gel clareador com espessante vermelho; G2- grupo clareado apenas com gel clareador com espessante verde; G3- grupo clareado com gel clareador com espessante vermelho e exposto à iluminação com LED azul; G4- grupo clareado com gel clareador com espessante vermelho e exposto à iluminação com LED verde; G5- grupo clareado com gel clareador com espessante verde e exposto à iluminação com LED azul; G6- grupo clareado com gel clareador com espessante verde e exposto à iluminação com Laser vermelho. Durante os tratamentos, assim como um minuto após o término dos mesmos, as variações de temperatura pulpar e superficial do esmalte e da dentina radicular foram monitoradas empregando-se quatro termopares de resposta rápida. As diferenças de temperatura pulpar obtidas foram 0,39°C para G1, 0,85°C para G2, $1,87 \pm 0,58^\circ\text{C}$ para G3, $1,93 \pm 0,57^\circ\text{C}$ para G4, $3,35 \pm 0,61^\circ\text{C}$ para G5, $0,34 \pm 0,15^\circ\text{C}$ para G6. As diferenças de temperatura na interface entre gel e esmalte foram 0,30°C para G1, 0,98°C para G2, $4,42 \pm 0,97^\circ\text{C}$ para G3, $4,95 \pm 1,15^\circ\text{C}$ para G4, $4,78 \pm 1,14^\circ\text{C}$ para G5 e $1,53 \pm 0,22^\circ\text{C}$ para G6. As diferenças de temperatura radicular foram 0,33°C para G1, 0,63°C para G2, $3,05 \pm 0,87^\circ\text{C}$ para G3, $2,66 \pm 0,96^\circ\text{C}$ para G4, $3,89 \pm 0,27^\circ\text{C}$ para G5 e $0,30 \pm 0,14^\circ\text{C}$ para G6 e as diferenças de temperatura na lateral do esmalte foram 0,25°C para G1, 0,46°C para G2, $3,24 \pm 0,77^\circ\text{C}$ para G3, $2,97 \pm 0,64^\circ\text{C}$ para G4, $5,13 \pm 1,28^\circ\text{C}$ para G5 e $0,70 \pm 0,25^\circ\text{C}$ para G6. Concluiu-se que nenhuma das configurações dos grupos experimentais causa danos permanentes aos tecidos dentais, porém a combinação gel com espessante verde + LED azul (Grupo 5) deve ser evitada, pois é a que promove maiores elevações de temperatura nestes tecidos.

Palavras-chave: clareamento dental, esmalte, polpa, LED, laser, temperatura.

2 Introdução

A preocupação crescente com a aparência do sorriso fez com que, nas últimas décadas, a procura por tratamentos odontológicos com objetivo estético tivesse um aumento considerável, sendo a coloração dos dentes um dos motivos que levam à procura do dentista [1][2].

O escurecimento dos dentes pode ser causado por agentes extrínsecos ou intrínsecos, sendo os extrínsecos pigmentos provenientes, por exemplo, de hábitos alimentares, tabagismo e uso de medicações, dentre outros. Estes pigmentos podem se ligar à superfície dental, causando manchas e alterações na coloração dos dentes. Os fatores intrínsecos estão relacionados à constituição do esmalte e dentina, sendo uma fonte de manchas que apresentam maior dificuldade de remoção [3][4].

Para eliminar tais pigmentos, tornando assim os dentes mais brancos, o procedimento de clareamento dental pode ser realizado. No clareamento dental, utiliza-se um gel denominado gel clareador, composto basicamente por peróxido de hidrogênio ou peróxido de carbamida, um dos precursores do peróxido de hidrogênio [1]. O peróxido de hidrogênio se decompõe em contato íntimo com o dente, promovendo a alteração da coloração por meio de uma reação de oxirredução [3].

O clareamento é um procedimento simples e de baixo custo que pode ser realizado tanto na casa do próprio paciente, na técnica denominada caseira, quanto no consultório, no chamado clareamento *in-office*. As principais diferenças entre as duas técnicas estão na concentração do gel clareador utilizado e no tempo de exposição ao gel necessário para que o clareamento ocorra. No clareamento caseiro, o gel clareador usualmente possui concentração baixa de peróxido de hidrogênio, que pode variar entre aproximadamente 6% e 16% dependendo do tipo de peróxido utilizado (hidrogênio ou carbamida). O período de tratamento é mais longo, sendo necessária a utilização de moldeiras durante a aplicação, que pode durar horas durante dias consecutivos. O clareamento *in-office* se apresenta como um processo mais rápido. As aplicações do gel somadas à utilização de fontes de luz são realizadas em períodos de tempo mais curto (cerca de 45 minutos a 1 hora), onde são utilizadas maiores concentrações de peróxido, em torno de 35-37% [1].

As fontes de luz, apesar de amplamente utilizadas, não são elementos indispensáveis no processo de clareamento, visto que os géis são ativados por pequenas alterações de temperatura como a proporcionada pela aplicação na superfície dos dentes, o que gera controvérsia entre diversos autores. Acredita-se que um dos benefícios que justificam seu uso é sua capacidade de acelerar o processo de clareamento, diminuindo o tempo de contato entre o gel e a superfície dental. Como se trata de uma substância química altamente reativa, o peróxido de hidrogênio pode causar danos à estrutura do dente e aos tecidos com os quais entra em contato, sendo comum também a queixa de pacientes quanto ao aumento de sensibilidade. A diminuição do tempo de exposição ao gel, portanto, seria capaz de diminuir os efeitos colaterais apresentados por parte dos pacientes submetidos ao clareamento [5].

A irradiação da superfície dental por fontes de luz, por outro lado, pode promover o aumento de temperatura nos tecidos duros dentais e, conseqüentemente, na polpa. Sabe-se, com base em estudos anteriores, que aumentos de temperatura acima de 5,5 °C são capazes de causar danos ao tecido pulpar, enquanto o aumento de 16 °C pode levar à sua necrose completa[6][7]. A utilização de fontes de luz com comprimento de onda compatível com o pico de absorção apresentada pelos géis clareadores é capaz de diminuir a quantia de calor transmitida ao dente, limitando parte do aquecimento à superfície do próprio gel [2][7]. Apesar da função de proteção do gel, ainda existe a probabilidade da ocorrência do aumento de temperatura acima do limite de 5,5 °C na câmara pulpar, o que torna indispensáveis os estudos sobre a interação entre as fontes de luz e os géis, e a subsequente alteração de temperatura causada pelo processo de clareamento dental.

3 Objetivo

Avaliar a temperatura superficial do esmalte coronário e da dentina radicular, assim como a temperatura pulpar, de dentes humanos submetidos ao processo de clareamento dental *in office*, utilizando diferentes fontes de luz e géis clareadores.

4 Revisão Bibliográfica

4.1 Anatomia dental

Apesar de seu papel na estética e como auxiliar no processo da fala, a principal função dos dentes está relacionada à mastigação, sendo possível dividi-los em subgrupos referentes à sua forma e função durante este processo. Um adulto com dentição permanente possui ao todo 32 dentes em sua arcada dentária, sendo 8 incisivos, 4 caninos, 8 pré-molares e 12 molares igualmente distribuídos nos arcos superior e inferior, representando cerca de 20% da superfície bucal [8][9].

A estrutura do dente é composta em sua maior parte pela dentina. Uma porção da dentina é recoberta por esmalte, compondo a parte do dente denominada de coroa anatômica. A porção de dentina sem esmalte, por sua vez, é denominada de raiz anatômica e é recoberta por cimento. O dente pode também ser dividido entre raiz e coroa clínicas, de acordo com as porções visíveis das estruturas, porém elas podem se alterar ao longo do tempo, dependendo do comportamento da gengiva [9]. A junção entre a coroa e a raiz é chamada de margem cervical, ou junção amelo-cementária [8]. Dentro da cavidade pulpar, na face interna da dentina, encontra-se a polpa. A polpa preenche completamente a cavidade pulpar desde a câmara pulpar na região da coroa, passando pelo canal radicular até o forame apical, onde permanece conectada ao restante do organismo, permitindo a nutrição da dentina [9].

Os dentes estão inseridos no osso alveolar e, para que permaneçam fixos na mandíbula, são presos ao osso pelo cimento por meio do ligamento periodontal. O conjunto de tecidos responsáveis pela fixação do dente (cimento, ligamento periodontal e osso alveolar) são chamados de periodonto [9].

4.1.1 Esmalte

É um tecido quase totalmente composto por matriz inorgânica. O esmalte é formado por cerca de 96% de minerais, em sua maioria cristais de hidroxiapatita carbonatada, 3% de água e somente 1% de matéria orgânica, constituindo o tecido mais mineralizado do corpo humano. Trata-se de um tecido translúcido, avascularizado, não vital e extremamente rígido, capaz de atenuar parte das forças

aplicadas ao dente, fornecendo proteção mecânica aos demais tecidos dentais [8]. As células responsáveis pela formação do esmalte, os ameloblastos, são perdidos quando ocorre a erupção dos dentes. Por não ser um tecido vivo, o esmalte não é capaz de se regenerar caso sofra algum dano, porém é permeável, podendo realizar trocas iônicas com o meio externo [7].

O esmalte usualmente apresenta coloração branco-azulada, sendo em parte responsável pela cor dos dentes mas, devido à sua translucidez, por vezes é possível a visualização da dentina, conferindo uma tonalidade amarela em algumas regiões [8].

4.1.2 Dentina

A maior parte da estrutura do dente é formada pela dentina [8][10]. Devido à sua constituição, a dentina é um tecido de aparência amarelada, menos rígido e mais permeável que o esmalte. A formação da dentina se dá a partir da pré-dentina, material constituído por colágeno e secretado pelos odontoblastos encontrados na polpa. Após ser depositada, a pré-dentina passa por um processo de mineralização, dando origem à dentina primária [9]. A matriz da dentina é cristalina, formada em geral por cerca de 70% de matéria inorgânica, 20% de matéria orgânica, em sua maioria colágeno tipo I, e 10% de água, proporção que varia conforme a região do dente. Assim como no esmalte, a maior porção da matéria inorgânica é composta por cristais de hidroxiapatita carbonatada [8][9].

A estrutura microscópica da dentina é composta por microtúbulos que permitem sua nutrição, denominados túbulos dentinários. Estes túbulos têm início na parede da câmara pulpar e chegam até a junção entre a dentina e o esmalte (junção amelo-dentinária) na região da coroa, e até o cemento na região da raiz. As paredes dos túbulos dentinários são compostas por dentina peritubular, mais mineralizada que a dentina intertubular presente entre os túbulos. Já dentro dos túbulos, é possível encontrar fluido dentinário e prolongamentos dos odontoblastos presentes na polpa. Portanto, apesar de não possuir vascularização, a dentina, ao contrário do esmalte, possui sensibilidade e não deixa de ser produzida, devido à secreção lenta e contínua de pré-dentina pelos odontoblastos, dando origem à dentina secundária (menos mineralizada) [9].

4.1.3 Polpa

É um tecido conjuntivo altamente vascularizado, presente no interior da cavidade pulpar. A polpa se liga ao periodonto por meio do forame apical, permitindo a passagem de artérias e canais linfáticos para que ocorra sua nutrição e, conseqüentemente, da dentina [9].

Formada por cerca de 75% de água e 25% de matéria orgânica, a polpa abriga os odontoblastos responsáveis pela formação da dentina, sendo um tecido de extrema importância na formação e regeneração do dente [11]. Além dos odontoblastos, também são encontrados na polpa fibroblastos, células mesenquimais, leucócitos, eritrócitos, entre outros componentes comumente presentes nos tecidos conjuntivos. A presença de tais células permite que a polpa atue também na proteção do dente contra lesões, seja por meio da deposição de dentina extra (terciária) ou de resposta inflamatória [9][11]. Devido à presença de fibras nervosas, a polpa também apresenta um importante papel sensorial, já que a dor pode indicar a ação de agentes lesivos e a presença de lesões muitas vezes não visíveis [9][10].

4.1.4 Cimento

É um tecido duro, avascular e não innervado, composto por cerca de 65% de matéria inorgânica, 23% de matéria orgânica e 12% de água. O cimento recobre a raiz anatômica do dente e é responsável pela sua fixação no osso alveolar, por intermédio do ligamento periodontal [9].

Assim como a dentina, cimento pode ser produzido continuamente durante a vida do dente. Pode ser classificado em dois tipos de acordo com a presença ou ausência de células [8]. O cimento acelular tem como função a ancoragem do dente. Se encontra em contato com a superfície da dentina, e não possui células em sua matriz, portanto sua espessura não sofre alteração com o tempo. As camadas mais externas de cimento são formadas por cimento celular, com função de manutenção. Além de cementócitos aprisionados ao longo da matriz, o cimento celular possui cementoblastos próximos ao ligamento periodontal, capazes de produzir mais cimento conforme necessário [8][9].

4.2 O clareamento dental *in office*

É o clareamento dental realizado no consultório do Cirurgião-Dentista. O clareamento *in office* apresenta vantagens como menor tempo de tratamento, a obtenção de resultados quase imediatos e menor risco aos demais tecidos da cavidade oral, devido à realização do procedimento supervisionado pelo próprio profissional [7][12]. No clareamento *in office*, usualmente utiliza-se um gel clareador composto por peróxido de hidrogênio em maiores concentrações (cerca de 35% no *in office* contra 10% no caseiro, em média) somada ou não à utilização de fontes de luz para fotoativação[1].

É importante ressaltar que a eficiência do clareamento pode variar dependendo da origem da pigmentação do dente, cabendo ao profissional analisar cada caso para que os resultados possam ser satisfatórios [1][3].

4.2.1 Ação do gel clareador

O princípio ativo do gel responsável pelo clareamento dos dentes é o peróxido de hidrogênio, substância instável que se decompõe facilmente, dando origem à água e oxigênio altamente reativo, capazes de promover o clareamento por meio de reações de oxirredução [3][5]. Outros componentes que podem ser encontrados no gel clareador são agentes espessantes, dessensibilizantes e pigmentos [2][13].

Atualmente existem diferentes tipos de géis no mercado; porém, em sua maioria, a mistura de componentes ou a pequena alteração de temperatura que ocorre durante a aplicação do gel na superfície dental é suficiente para que o peróxido inicie a sua decomposição [5][14]. Devido à permeabilidade dos tecidos que compõem o dente [9], os oxigênios singleto (O_2) e íons hidroxila liberados pela decomposição do peróxido são capazes de atravessar o esmalte e alcançar o interior da dentina [14]. Os agentes oxidantes então se ligam às moléculas dos pigmentos em busca de estabilidade, consequentemente quebrando-as e promovendo a alteração da coloração para tons mais claros [2][3][7].

Devido à sua composição, os géis clareadores podem causar diversos efeitos colaterais, sendo a queixa mais comum o aumento de sensibilidade. Acredita-se que a sensibilidade, como consequência do clareamento dental, esteja ligada a fatores

como idade e predisposição, além do tempo de exposição e da concentração de peróxido utilizado [5]. Desta forma, o menor tempo de exposição ao peróxido proporcionado pelo clareamento *in office* auxiliaria na diminuição da sensibilidade, assim como a menor concentração de peróxido presente nos tratamentos caseiros. Outros efeitos são a desmineralização e alteração na microdureza do esmalte, sendo a alteração da microdureza consequência direta da desmineralização do dente causada pela acidez do gel. A desmineralização não é um efeito permanente, sendo possível notar a remineralização completa após um período de tempo variável, devido, principalmente, à ação da saliva. A utilização de géis de pH neutro, porém, podem amenizar tais efeitos [13][14].

4.2.2 O papel da luz no clareamento *in office*

O peróxido de hidrogênio presente nos géis é capaz de se decompor sem o auxílio de fontes de luz. Sua utilização, portanto, não tem como objetivo a “ativação” do gel, mas sim acelerar o processo de clareamento, visto que fontes de luz e calor são capazes de auxiliar a decomposição de peróxidos [1][3].

Diversos estudos sobre os efeitos de diferentes fontes de luz no processo de clareamento foram realizados ao longo dos anos. A eficiência da utilização de fontes de luz na obtenção de melhores resultados quanto à coloração final do dente ainda é um assunto controverso. Alguns autores reportaram melhora significativa nos resultados do clareamento com aplicação de luz, enquanto outros afirmam não haver diferença no resultado final [15][16]. Um estudo específico sobre a aceleração do processo de clareamento foi realizado por DOTOSLAVA *et al.* (2004). Neste estudo, houve clareamento satisfatório com 2,5 minutos de tratamento em presença de fonte luminosa. O clareamento realizado durante 5 minutos sem aplicação de luz, por sua vez, não foi satisfatório, sendo necessários 15 minutos de contato com o gel para a obtenção dos mesmos resultados, indicando que a presença de fonte luminosa seja realmente eficaz na aceleração do processo de clareamento [17].

As características da fonte de luz (como comprimento de onda e densidade de energia, por exemplo), bem como a escolha da combinação mais adequada entre luz e gel podem ser capazes de influenciar nos resultados do clareamento e na variação de temperatura superficial e pulpar do dente [2][6][7]. A discrepância

observada entre diversos estudos sobre clareamento, então, poderia ser explicada pela ausência de padronização das metodologias, tornando a comparação entre os resultados difícil.

4.3 Absorção da luz

4.3.1 Mecanismo da absorção

A luz é uma radiação eletromagnética, sendo seu *quantum* denominado fóton. A energia do fóton depende diretamente da sua frequência [18], e é dada por:

$$E = hf$$

Onde E é a energia do fóton, h a constante de Planck, igual a $6,63 \times 10^{-34}$ J.s e f a frequência da onda.

A absorção é um dos fenômenos que podem ocorrer quando a luz incide sobre uma superfície qualquer. Na absorção, toda a energia do fóton incidente é transferida para um dos átomos ou moléculas do material. Desta forma, a absorção trata-se da conversão parcial de energia luminosa em calor ou certa vibração das moléculas no material absorvedor. De forma simplificada, todo átomo/molécula possui diferentes níveis de energia (relacionados às camadas eletrônicas ou estados vibracionais e rotacionais, no caso das moléculas) com valores bem definidos. Para que um fóton seja absorvido, ele deve possuir a exata quantia de energia necessária para que ocorra a transição de um nível energético para outro. Estes níveis de energia são característicos para cada átomo ou molécula, fazendo com que cada tipo de material absorva fótons de frequências específicas [18][19].

4.3.2 Absorção da luz no clareamento *in office*

O fenômeno de absorção da luz durante o clareamento *in office* é um ponto importante. É a energia proveniente da luz absorvida pelos corantes presentes nos géis clareadores quem seria capaz de auxiliar a quebra das moléculas de peróxido de hidrogênio, acelerando o processo de clareamento [2][3]. Um dos meios de liberação de energia é a dissipação em forma de calor [19]; portanto, quando a luz é transmitida ou espalhada pelo gel e absorvida pelo dente, pode ocorrer a elevação da temperatura dos tecidos dentais [6].

A presença de pigmentos no gel clareador tem como intuito melhorar a eficiência do processo, restringindo o calor gerado à superfície do gel e, ao mesmo tempo, proteger o dente do aquecimento excessivo. Os pigmentos aumentam a absorção de energia na tentativa de diminuir a transmissão de luz ao dente e limitar ao gel o aquecimento pela absorção de luz. A análise do espectro de absorção do clareador auxilia na escolha da fonte de luz, dando-se preferência às fontes cujo comprimento de onda coincide com as faixas de maior absorbância do gel. O aumento da temperatura do dente, porém, ainda pode ocorrer como consequência da transmissão de calor por meio de condução [2][6].

4.4 Efeitos da temperatura nos tecidos dentais

A polpa, imprescindível para a manutenção da saúde dental, é um tecido extremamente sensível a variações bruscas de temperatura. O calor proveniente da irradiação por fontes luminosas durante o clareamento, quando transferido para a polpa, pode ser potencialmente prejudicial. Em estudos anteriores, aumentos de temperatura de cerca de 3,3°C se mostraram capazes de gerar alterações reversíveis no tecido pulpar [2]. Também há relatos de perda de vitalidade pulpar como consequência de elevações de temperatura maiores do que 5,5°C [2][6][7], enquanto variações acima de 16° podem levar à necrose pulpar completa [6][7]. Na ocorrência de transmissão do calor até a da raiz, a região periodontal também pode ser afetada pela elevação da temperatura. Aumentos acima de cerca de 10 °C são apontadas como capazes de danificar os tecidos periodontais [6] e, desta forma, devem ser evitados.

5 Metodologia

5.1 Delineamento experimental

Após aprovação do presente estudo pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do ABC (CEP-UFABC, parecer número 1.334.152), foi executado um estudo *in vitro* cego. As unidades experimentais utilizadas foram 42 dentes incisivos inferiores humanos, sendo o fator de variação as fontes de luz e

variáveis de resposta as temperaturas na câmara pulpar, superfície do esmalte, região cervical da dentina radicular e região mesial do esmalte.

Após limpeza, desinfecção e remoção dos tecidos periodontais e pulpares, as amostras foram aleatoriamente distribuídas em 6 grupos experimentais distintos para receberem tratamento de clareamento dental *in office*, a saber: G1- grupo clareado apenas com gel clareador com espessante vermelho; G2- grupo clareado apenas com gel clareador com espessante verde; G3- grupo clareado com gel clareador com espessante vermelho e exposto à iluminação com LED azul; G4- grupo clareado com gel clareador com espessante vermelho e exposto à iluminação com LED verde; G5- grupo clareado com gel clareador com espessante verde e exposto à iluminação com LED azul; G6- grupo clareado com gel clareador com espessante verde e exposto à iluminação com laser vermelho. Durante os tratamentos, assim como um minuto após o término dos mesmos, as variações de temperatura pulpar e superficiais do esmalte e da dentina radicular foram monitoradas empregando-se termopares de resposta rápida tipo K. Os géis clareadores e as fontes de luz foram também caracterizados quanto aos seus comprimentos de onda de absorção e emissão, respectivamente. Os resultados obtidos foram avaliados estatisticamente por meio do teste de Kruskal-Wallis e Student-Newman-Keuls, ao nível de significância de 5%.

5.2 Caracterização dos géis clareadores e fontes de luz

Para a obtenção das curvas de absorção dos espessantes, foi utilizado o espectrofotômetro (Biospectro SP-220, Brasil). As medições foram realizadas de 2 em 2 nm, de 380 a 670 nm para o gel verde, e de 1 em 1 nm, de 425 a 650 nm para o gel vermelho [22]. As amostras foram preparadas com uma gota de espessante diluída em água destilada, em uma cubeta de acrílico de 1 cm de lado e dois lados ópticos. Foi também utilizada uma amostra de água destilada como referência para padronizar as medições.

As curvas de emissão das fontes de luz foram obtidas utilizando o espectrômetro USB-650 Red Tide Spectrometer (Ocean Optics, EUA) em um ambiente totalmente escuro, evitando possíveis interferências causadas pela iluminação da sala. A potência óptica das fontes de luz também foi medida,

utilizando-se um medidor de potência óptica FieldMax II TOP a 1 cm de distância das fontes de iluminação.

5.3 Preparo das amostras

Para a realização do procedimento, foram utilizados 42 dentes permanentes incisivos inferiores humanos obtidos em clínicas odontológicas, extraídos por razões diferentes à deste estudo, mediante aprovação do presente projeto pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da UFABC (CAAE 49456215.7.0000.5594).

Todos os dentes tiveram seus restos pulpares removidos com limas endodônticas, foram lavados com água e sabão e limpos por meio de profilaxia com pedra-pomes (SS White, Brasil), água destilada e deionizada e escova tipo Robinson em baixa rotação por 30 segundos.

Para possibilitar o monitoramento da temperatura pulpar, todas as amostras tiveram a câmara pulpar e canal radicular adaptados utilizando uma broca do tipo Largo nº 2, com 0,9 mm de diâmetro em baixa rotação, sob irrigação constante de hipoclorito de sódio 1%.

As amostras foram distribuídas aleatoriamente em 6 grupos experimentais, sendo uma amostra nos grupos 1 e 2 e 10 amostras nos demais grupos, conforme descrito na Tabela 1:

Tabela 1: Configuração dos grupos experimentais.

Grupo	Nº de amostras	Gel clareador	Fonte de luz
1	1	Espressante vermelho	-
2	1	Espressante verde	-
3	10	Espressante vermelho	LED azul
4	10	Espressante vermelho	LED verde
5	10	Espressante verde	LED azul
6	10	Espressante verde	Laser vermelho

Nos grupos 1, 3 e 4, foi empregado gel clareador à base de peróxido de hidrogênio (35%) com espessante vermelho (Whiteness HP, FGM, Brasil); para os grupos 2, 5 e 6, foi empregado gel clareador à base de peróxido de hidrogênio (35%) com espessante verde (Total Laser, Clean Line, Brasil). Ambos os géis foram

manipulados utilizando-se 1 gota de espessante para 3 gotas de peróxido de hidrogênio, de acordo com as instruções dos fabricantes.

Três fontes de luz foram empregadas nos tratamentos. Nos grupos 3 e 5, foi empregado o dispositivo WhiteningLase II (DMC Equipamentos, São Carlos, SP, Brasil), o qual possui 6 LEDs emissores de luz azul, comprimento de onda nominal de 470 ± 10 nm e irradiância de 300 mW/cm^2 . Para que somente o LED central fosse utilizado, os demais LEDs foram cobertos com fita isolante preta. No grupo 4, foi empregado um LED verde montado em laboratório, de comprimento de onda nominal entre 515 nm e 535 nm. No grupo 6, foi utilizado o dispositivo Brite Laser Max (Clean Line, Taubaté, SP, Brasil), com comprimento de onda nominal de 654 a 662 nm.

5.4 Monitoramento da temperatura

Para que a distância entre as fontes de luz e as amostras fossem de 5 mm durante todo o procedimento, as fontes de luz foram presas a um suporte universal com a utilização de uma garra. As amostras foram fixadas à uma placa de cera ortodôntica na base do suporte universal para que não se movimentassem, como apresentado na Figura 1.

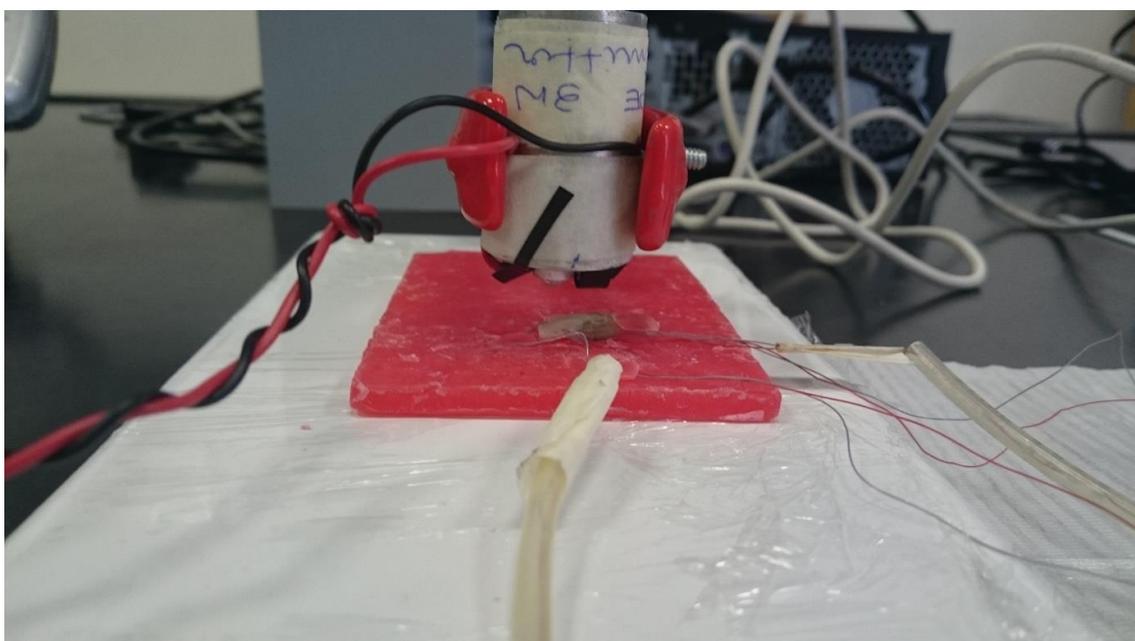


Figura 1: Configuração do experimento para irradiação do LED verde.

Para o monitoramento da temperatura, foi utilizada a placa de aquisição NI 9211 e NI USB9162 (National Instruments, Austin, TX, Estados Unidos) configurada como um termopar tipo K (chromel-alumel), com sensibilidade de 0,05 °C. Quatro canais foram utilizados para realizar as medições da temperatura em diferentes pontos da amostra. A identificação dos canais foi feita a partir de etiquetas com cores nas pontas de prova, relacionadas ao nome dado pelo software de aquisição a cada um dos canais. As pontas de prova foram fixadas às amostras também por meio de cera ortodôntica conforme mostrado na Figura 2.

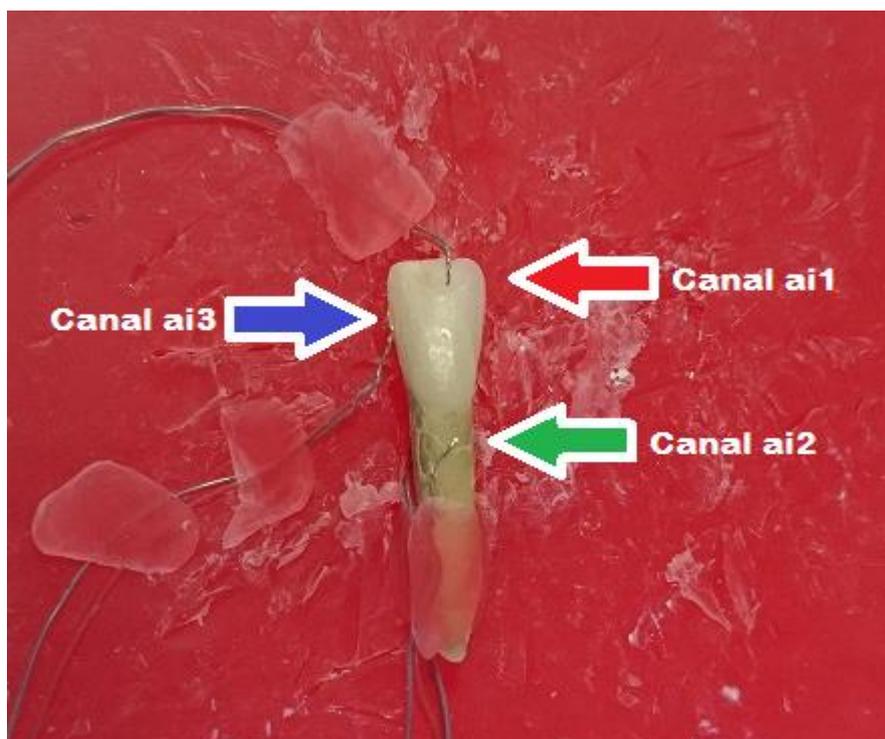


Figura 2: Localização dos sensores de temperatura na superfície externa do dente.

A ponta de prova do segundo canal identificado como ai1 (vermelho) foi colocada em contato com a superfície do esmalte na parte frontal das amostras. A ponta de prova do terceiro canal identificado como ai2 (verde) foi colocada em contato com a raiz das amostras, próxima à coroa. A ponta de prova do quarto canal, identificado como ai3 (azul) foi colocada em contato com a lateral da coroa em todas as amostras.

A ponta de prova do primeiro canal não visível na Figura 2, identificado como ai0 (branco) foi inserida na câmara pulpar das amostras por meio de uma abertura na parte posterior da raiz, a qual estava completamente preenchida com pasta térmica, até que entrasse em contato com a parede superior da câmara pulpar. A localização da abertura está indicada pela seta branca na Figura 3.

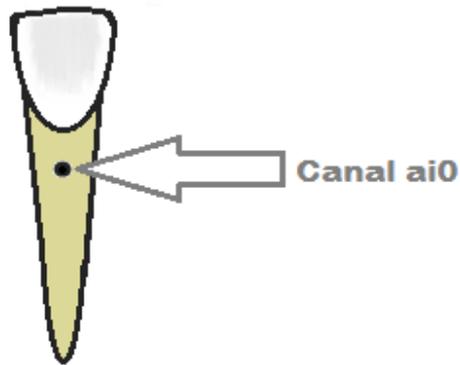


Figura 3: Ilustração da superfície lingual de um incisivo inferior. A seta branca indica a localização da abertura para inserção da ponta de prova no interior da câmara pulpar.

Os dados de temperatura foram registrados utilizando-se o software Measurement & Automation Explorer (MAX) da National Instruments, inicialmente com uma aquisição a cada 0,5 s e, posteriormente, alterada para uma aquisição a cada segundo devido à memória do sistema de aquisição.

Após a fixação de cada amostra, o sistema foi deixado em repouso por 5 minutos para que o calor proveniente do manuseio da amostra fosse dissipado. Após a estabilização da temperatura da amostra, iniciou-se o processo de clareamento.

5.5 Processo de clareamento

No processo de clareamento, em todos os grupos foi aplicada, na região vestibular do esmalte de cada uma das amostras, uma camada uniforme de aproximadamente 1 mm de gel clareador, preparado de acordo com as instruções do fabricante (3 gotas de peróxido e 1 gota de espessante).

As amostras foram irradiadas a uma distância de 5 mm pela fonte de luz referente a cada grupo, 30 segundos após a aplicação do gel clareador. O procedimento para o clareamento consistiu em alternar 1 minuto com a fonte de luz acesa e 1 minuto com ela apagada, até totalizar 2 minutos de irradiação, ou seja, nos minutos 0 até 1, e 2 até 3 a fonte de luz permaneceu acesa e, de 1 até 2, apagada. Após o ciclo de tratamento, o gel foi removido das superfícies por meio de secagem com papel absorvente. O monitoramento da temperatura foi realizado continuamente durante o processo.

5.6 Tratamento dos dados

As curvas médias de cada canal foram traçadas para todos os grupos com o auxílio dos softwares Excel e MATLAB, para permitir a visualização do comportamento da temperatura durante a irradiação das amostras. Para que isso fosse possível, todos os dados obtidos foram padronizados com o início da primeira irradiação em $t=0$.

Para todas as amostras, foi determinada a variação máxima da temperatura nos quatro canais durante o procedimento. A média das variações foi então calculada, com seus respectivos valores de desvio-padrão. A análise estatística foi efetuada empregando-se teste não paramétrico de Kruskal-Wallis e Student-Newman-Keuls, considerando-se o nível de significância estatístico de 5%. As comparações foram efetuadas para cada canal de termopar, empregando-se o software estatístico Biostat 5.0.

6 Resultados

6.1. Caracterização dos géis clareadores e das fontes de luz

A curva de absorbância dos géis foi plotada a partir dos dados coletados no espectrofotômetro. O gel clareador verde possui pico de absorção em 628 nm e FWHM de 42,0 nm, como pode ser visto na Figura 4:



Figura 4: Curva de absorbância do gel clareador verde.

O gel clareador vermelho (Figura 3), por sua vez, possui pico de absorção em 516 nm com FWHM de 97,5 nm.

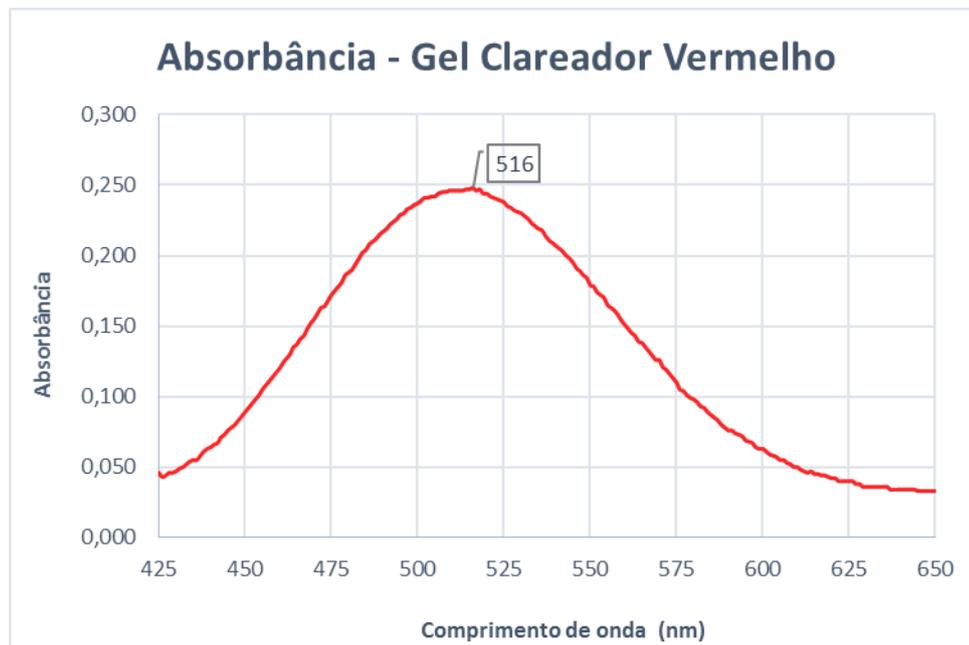


Figura 5: Curva de absorbância do gel clareador vermelho.

O espectro da iluminação ambiente captada no escuro apresentado na Figura 6 foi medido para descartar possíveis interferências nas medições.

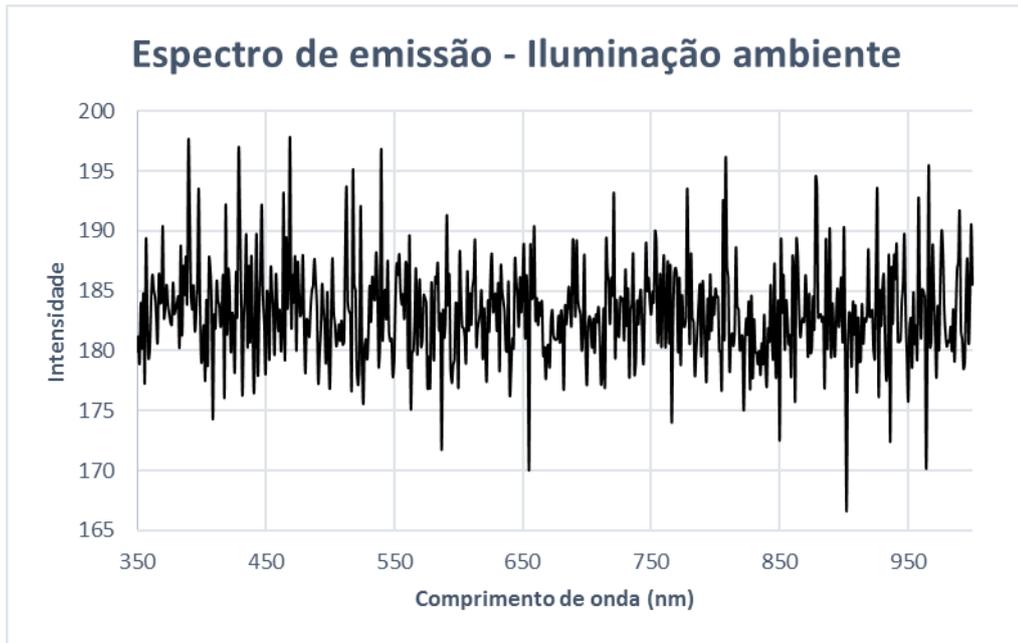


Figura 6: Espectro da iluminação ambiente no momento das medições.

O LED azul (Figura 7) apresentou banda de emissão entre aproximadamente 430 nm e 490 nm, com pico de emissão em 454 nm e FWHM de 26,3 nm.

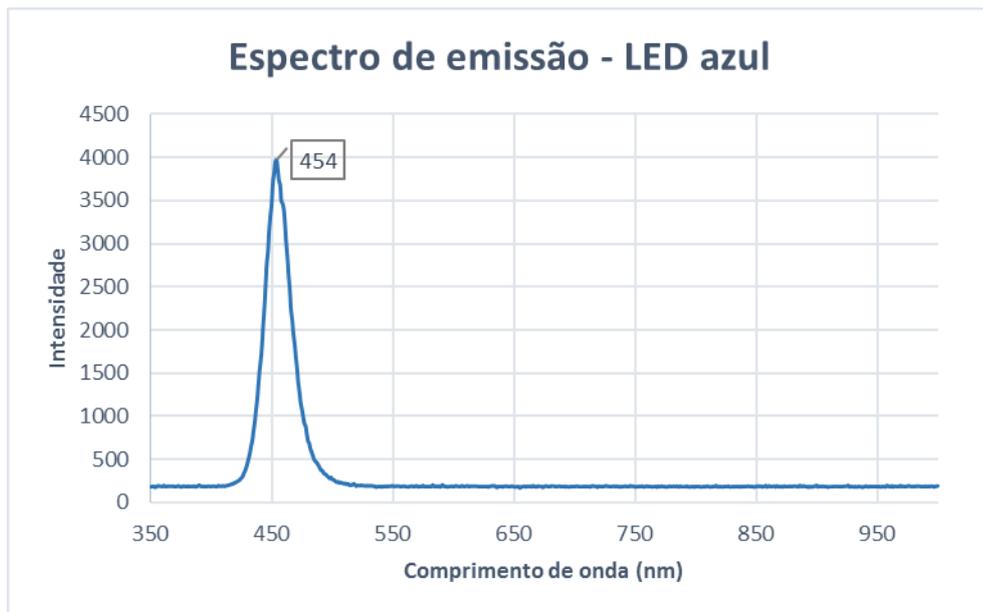


Figura 7: Espectro de emissão do LED azul.

O LED verde (Figura 8) apresentou pico de emissão em 518 nm e FWHM de 72,8 nm.

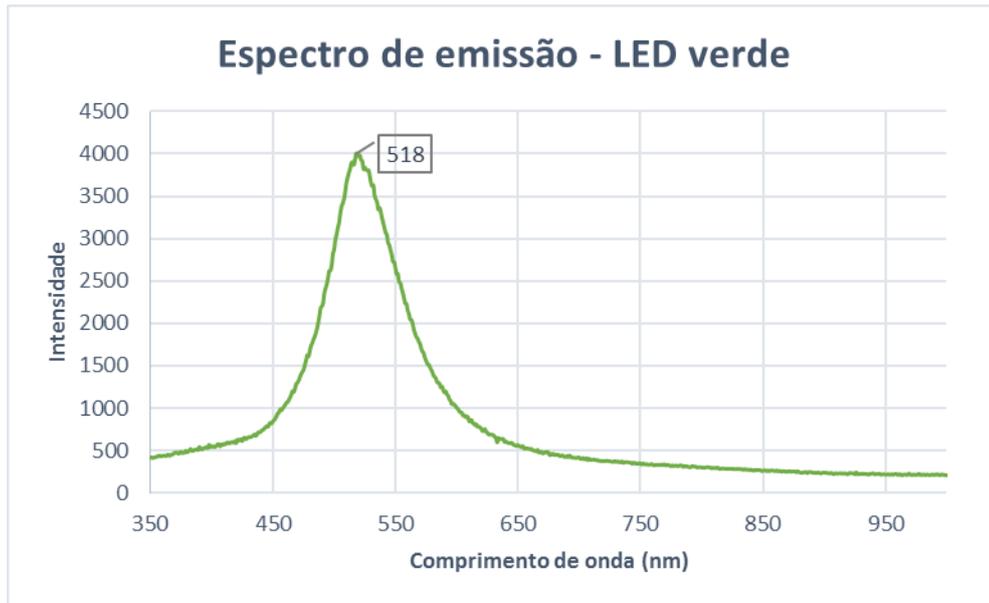


Figura 8: Espectro de emissão do LED verde.

O laser vermelho (Figura 9) apresentou pico de emissão em 657 nm, valor próximo ao fornecido pelo manual do fabricante (650 nm) e FWHM de 2,2 nm.

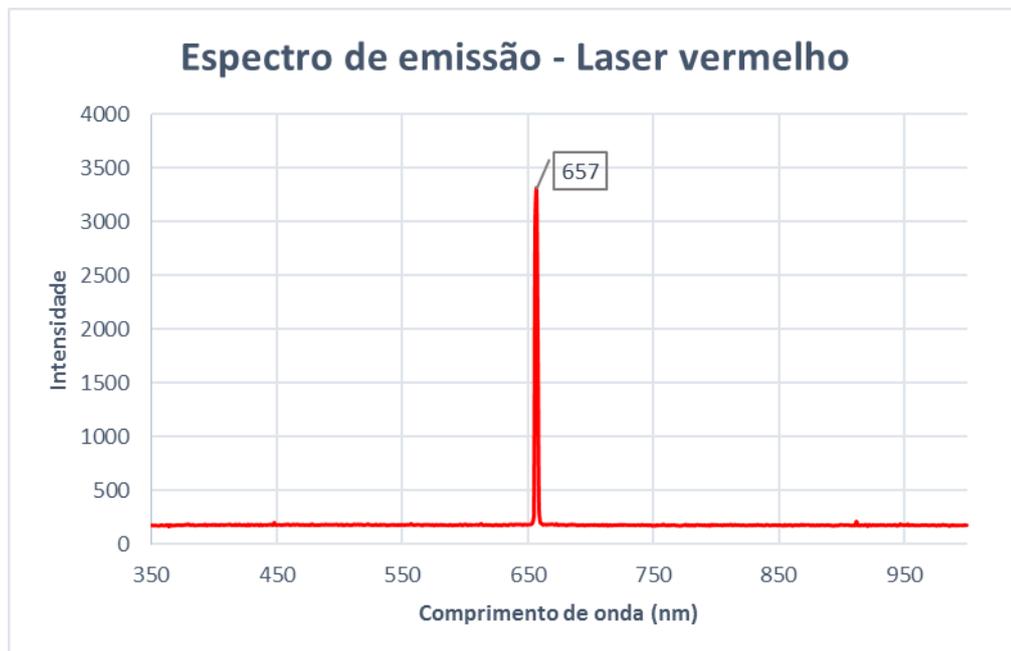


Figura 9: Espectro de emissão do laser vermelho.

As figuras 10 e 11 apresentam, respectivamente, as comparações entre os comprimentos de onda dos picos de emissão das fontes de luz azul e verde e a absorbância do espessante vermelho, e entre os picos de emissão das fontes de luz azul e vermelha e a absorbância do espessante verde.

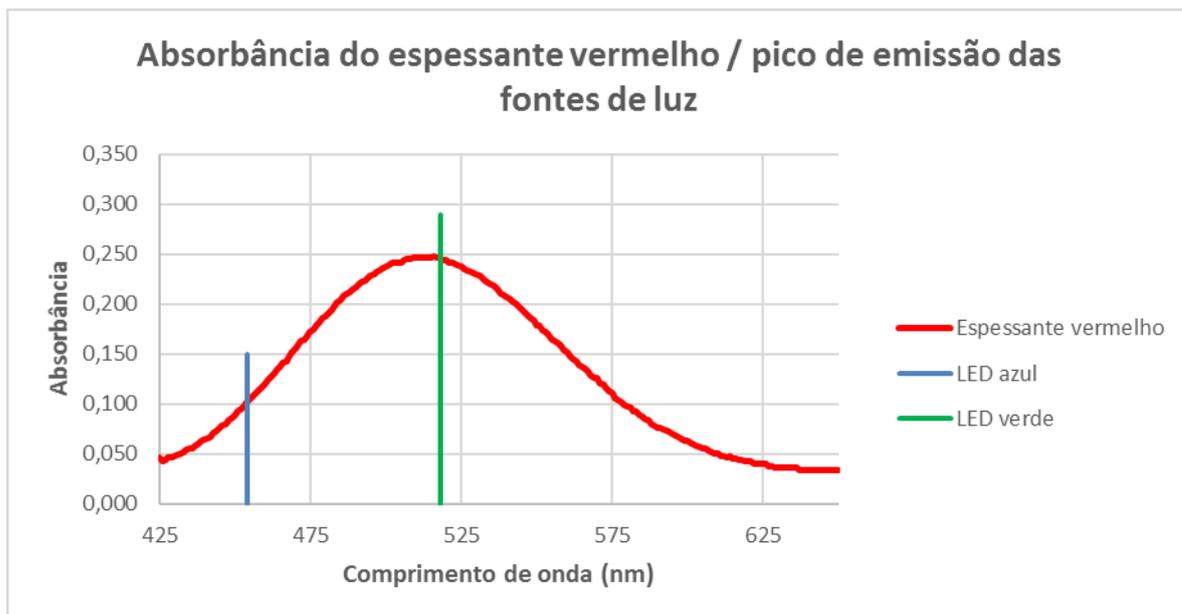


Figura 10: Comparação entre os comprimentos de absorção do espessante vermelho e pico de emissão das fontes de luz utilizadas.



Figura 11: Comparação entre os comprimentos de absorção do espessante verde e pico de emissão das fontes de luz utilizadas.

Os valores de potência óptica encontrados foram de 44 mW para o LED azul, 27,8 mW para o LED verde e 51,7 mW para o laser vermelho.

A Tabela 2 sumariza as características das fontes de luz empregadas no presente estudo.

Tabela 2: Faixa de emissão e potência óptica das fontes de iluminação.

Fonte de luz	λ nominal	λ medido (pico)	FWHM	Potência óptica
LED azul	470±10 nm	454 nm	26,3 nm	44 mW
LED verde	525±10 nm	518 nm	72,8 nm	27,8 mW
Laser vermelho	654-662 nm	657 nm	2,2 nm	51,7 mW

6.1 Monitoramento da temperatura

Os gráficos de temperatura em função do tempo dos canais foram plotados em conjunto e individualmente para melhor visualização. As curvas apresentadas representam a média das aquisições de todas as amostras pertencentes a cada grupo. Durante o tratamento dos dados, somente uma das medições foi descartada (canal ai1, grupo 3, amostra 1) por apresentar valor de temperatura constante devido à desconexão do cabo de aquisição durante o procedimento, portanto a mesma não fez parte dos cálculos para obtenção das curvas médias e de diferença de temperatura média.

Logo após a aplicação do gel na superfície do dente, foi possível observar queda de temperatura na superfície em contato com o gel (canal 1), seguida da queda de temperatura nos demais canais. Nos grupos 1 e 2, a queda de temperatura ocorreu durante todo o período de aquisição, como pode ser visto nas Figuras 12, 13, 14 e 15. Da mesma forma, no instante do início das irradiações nos demais grupos, a temperatura ainda apresentava comportamento decrescente.

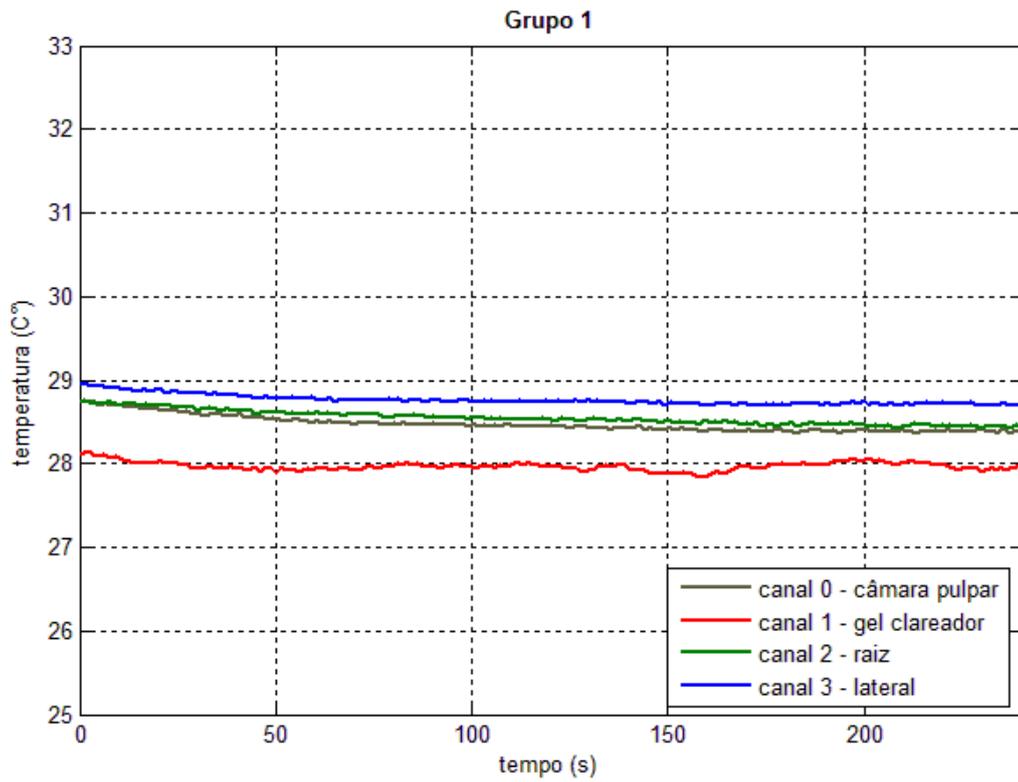


Figura 10: Variação de temperatura - grupo 1.

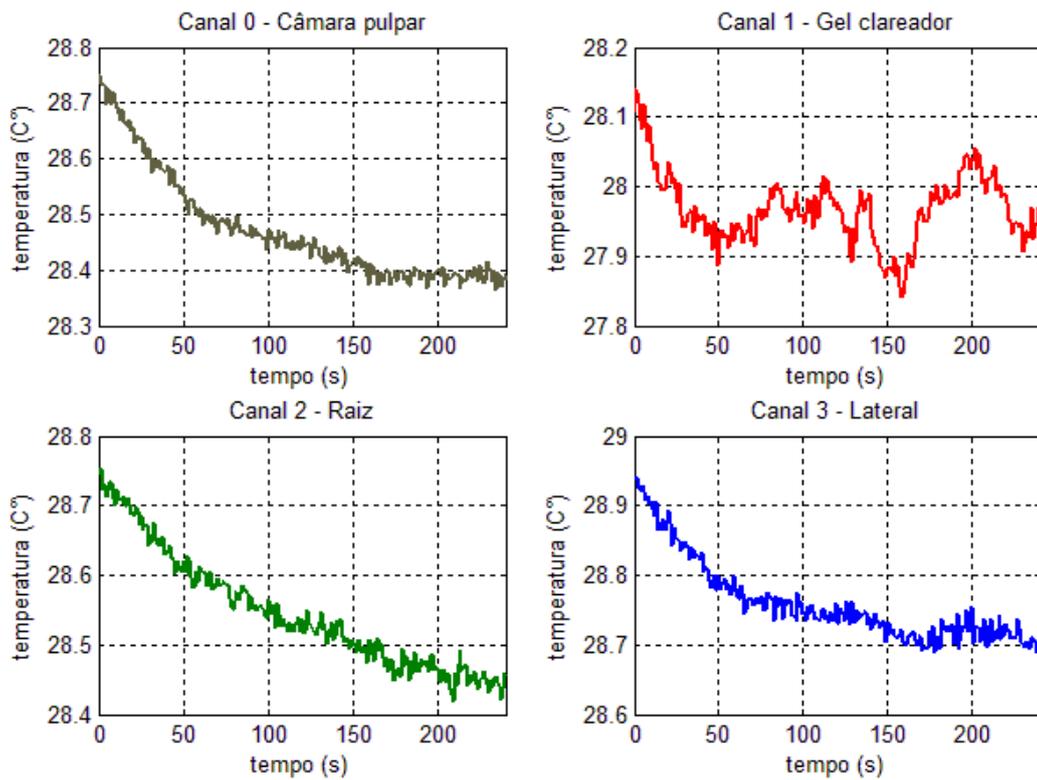


Figura 11: Variação de temperatura com desvio padrão - grupo 1.

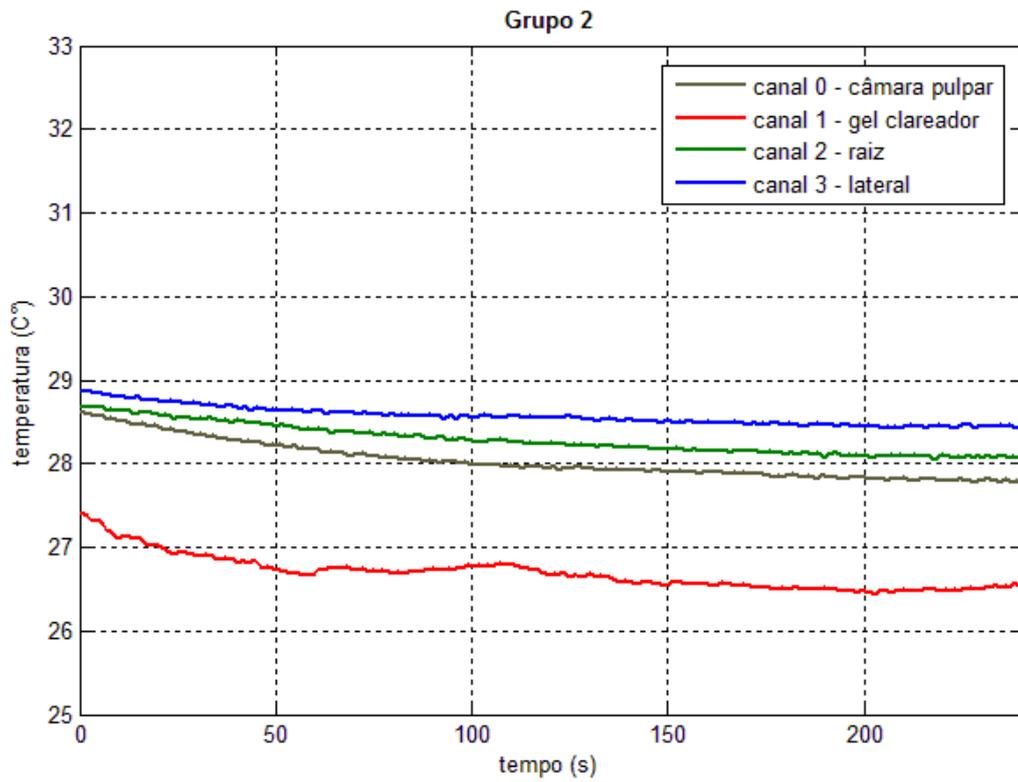


Figura 12: Variação de temperatura - grupo 2

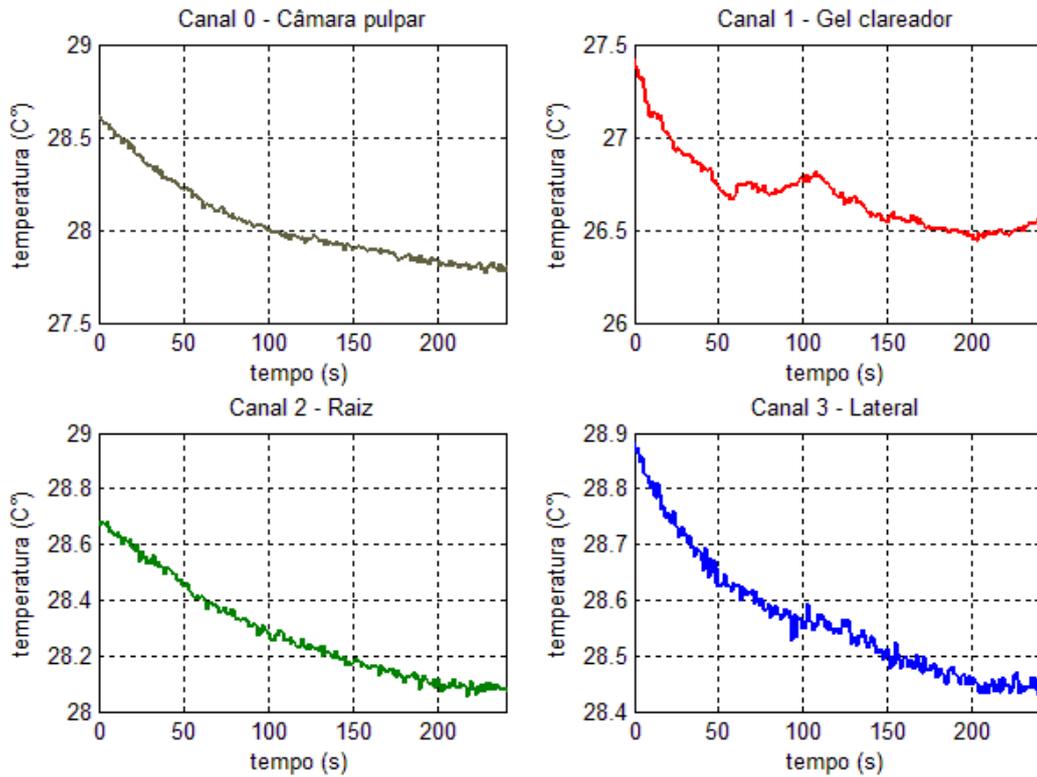


Figura 13: Variação de temperatura com desvio padrão - grupo 2.

As Figuras 16 e 17 ilustram o comportamento da temperatura durante a irradiação do gel com espessante vermelho com LED azul (grupo 3). Pode-se observar que o canal 1 (superfície da coroa em contato com o gel) foi o que registrou maior elevação de temperatura, apresentando aumento de temperatura brusca durante o período de irradiação, e queda de temperatura também acentuada entre o intervalo das irradiações. Os canais 3 e 4 (superfície frontal da raiz e lateral da coroa, respectivamente) apresentaram um padrão de aquecimento similar ao do canal 1, porém com menor amplitude, sendo o aumento de temperatura do canal 3 ligeiramente superior. O canal 0, referente à câmara pulpar, apresentou a menor alteração de temperatura ao longo do tempo, com curva suave e aquecimento e resfriamento defasados com relação aos demais canais.

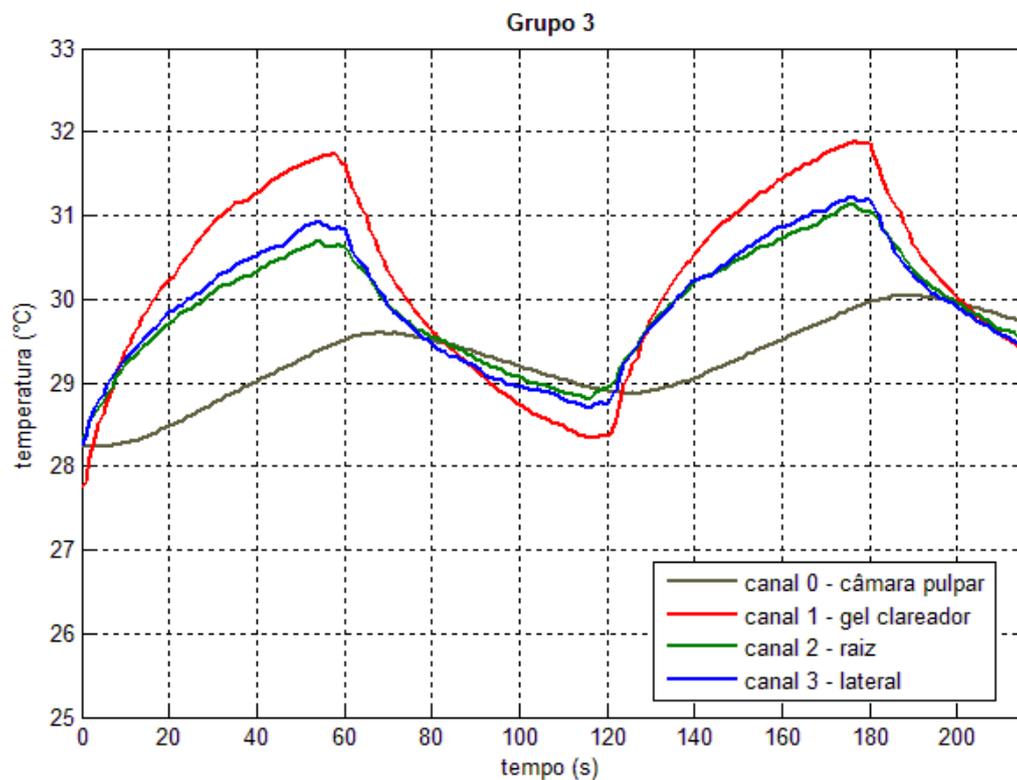


Figura 14: Variação de temperatura - grupo 3

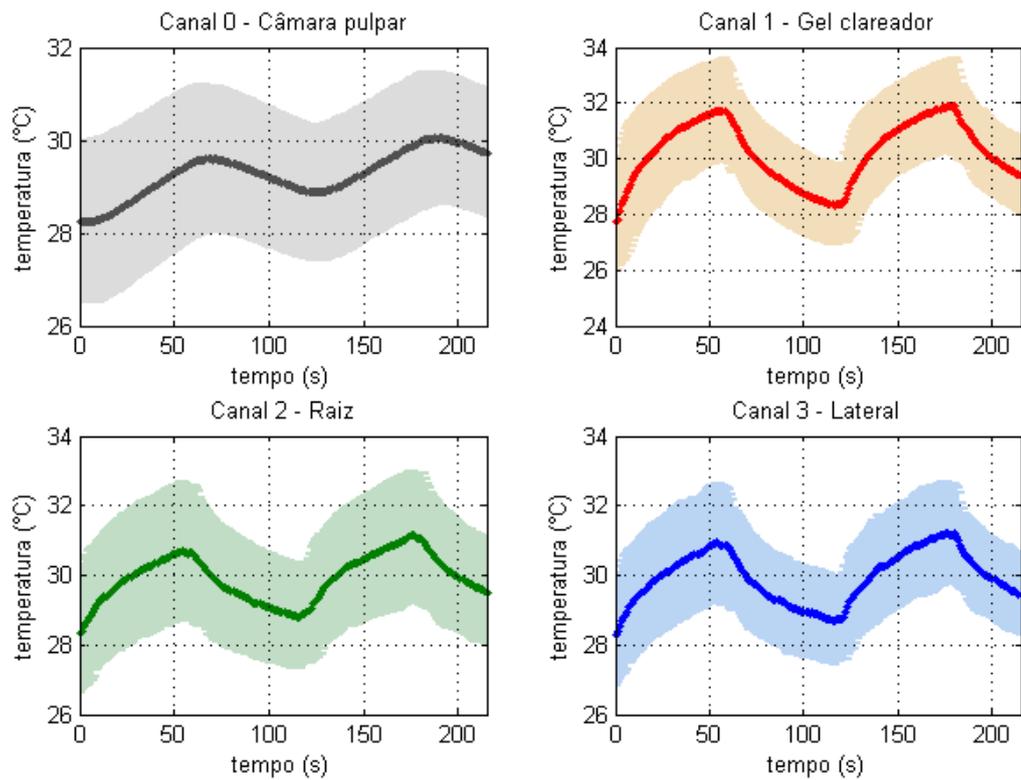


Figura 15: variação de temperatura com desvio padrão - grupo 3.

As Figuras 18 e 19 ilustram o comportamento de temperatura do grupo 4, durante a irradiação do gel com espessante vermelho realizada com LED verde. O comportamento observado foi semelhante ao grupo 3, com alterações de temperatura mais bruscas para as superfícies externas das amostras. A superfície da coroa em contato com o gel (canal 1) apresentou a maior variação de temperatura, seguido da lateral da coroa (canal 3) e da superfície da raiz (canal 2). A câmara pulpar (canal 0) apresentou a menor variação de temperatura, também pouco defasada com relação aos demais canais.

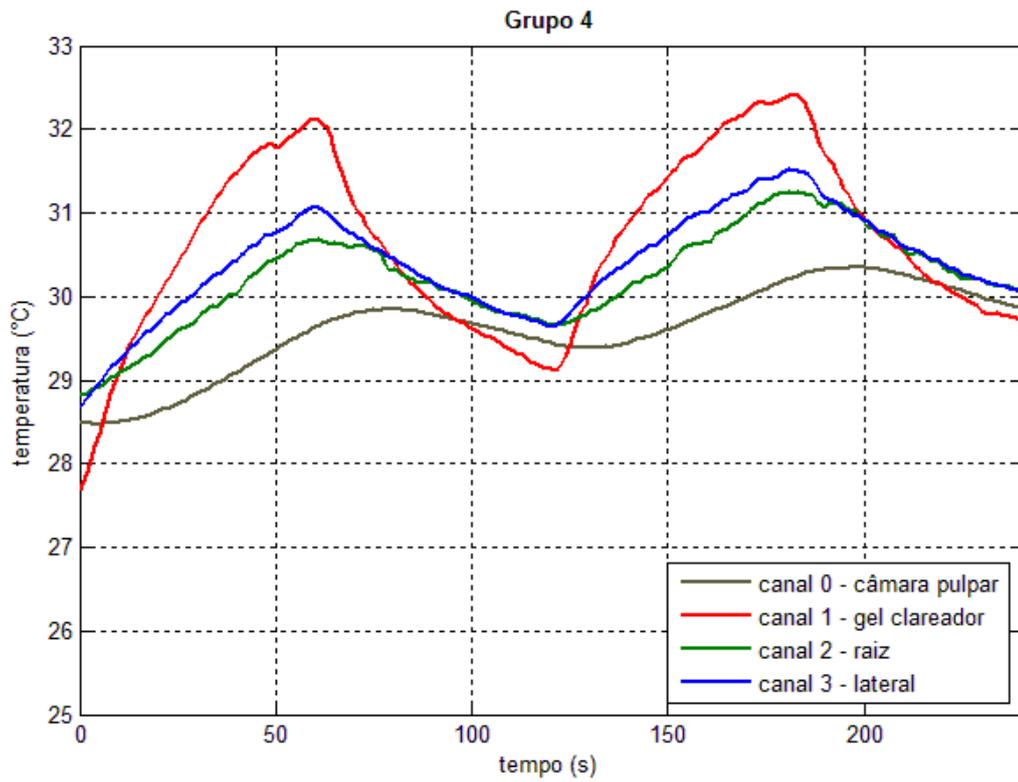


Figura 16: Variação de temperatura – grupo 4.

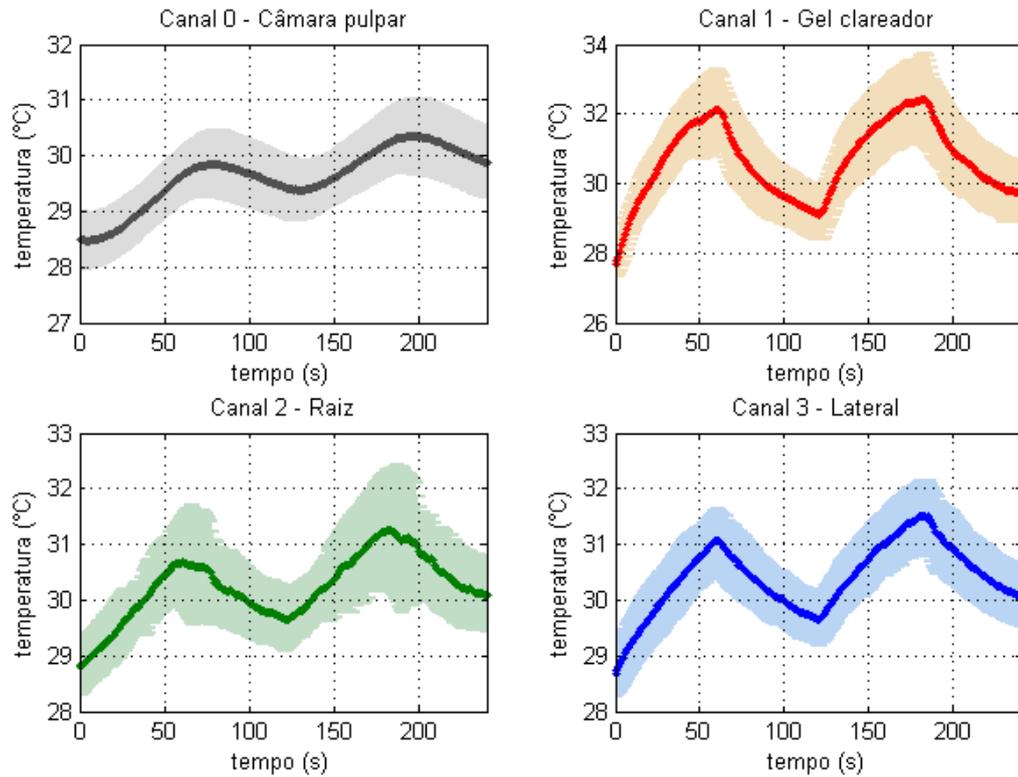


Figura 17: Variação de temperatura com desvio padrão - grupo 4.

O comportamento apresentado pelo grupo 5, com gel com espessante verde irradiado por LED azul, pode ser observado nas Figuras 20 e 21. Diferentemente dos grupos 3 e 4, a lateral da coroa (canal 3) das amostras do grupo 5 apresentou maior variação de temperatura. A superfície em contato com gel (canal 1) apresentou a segunda maior alteração de temperatura, seguida pela raiz (canal 2) e câmara pulpar (canal 0). Neste grupo experimental, o aumento de temperatura no interior da câmara pulpar ocorreu de forma mais acentuada, apresentando amplitude próxima às observadas nas superfícies externas das amostras.

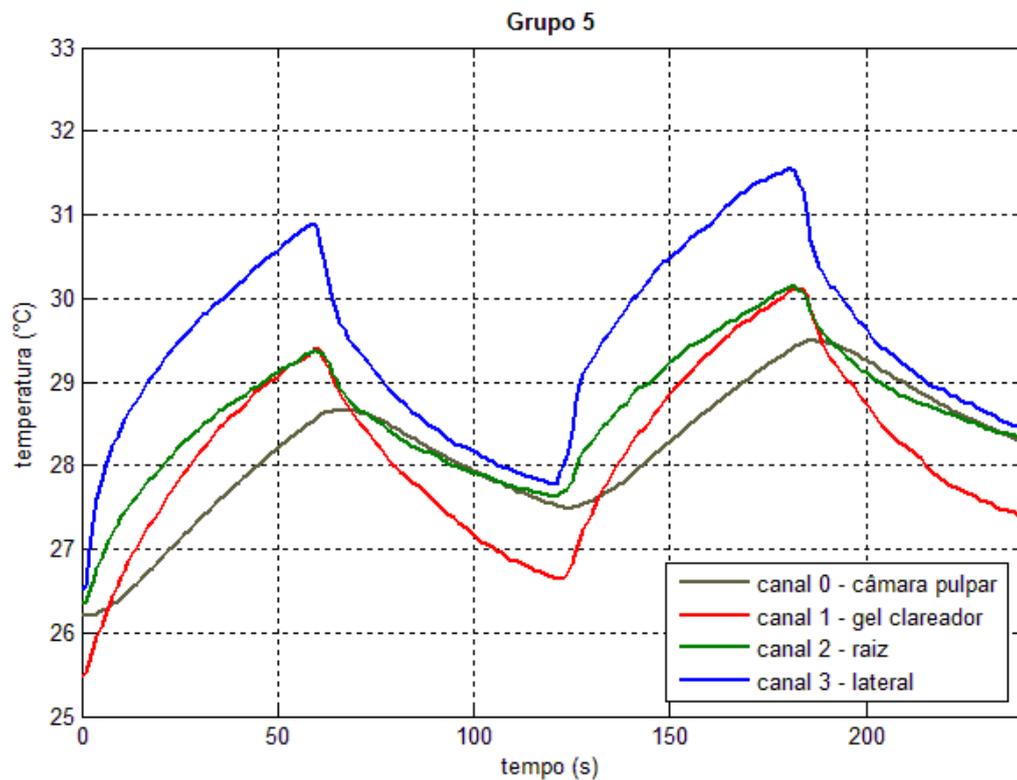


Figura 18: Variação de temperatura – grupo 5.

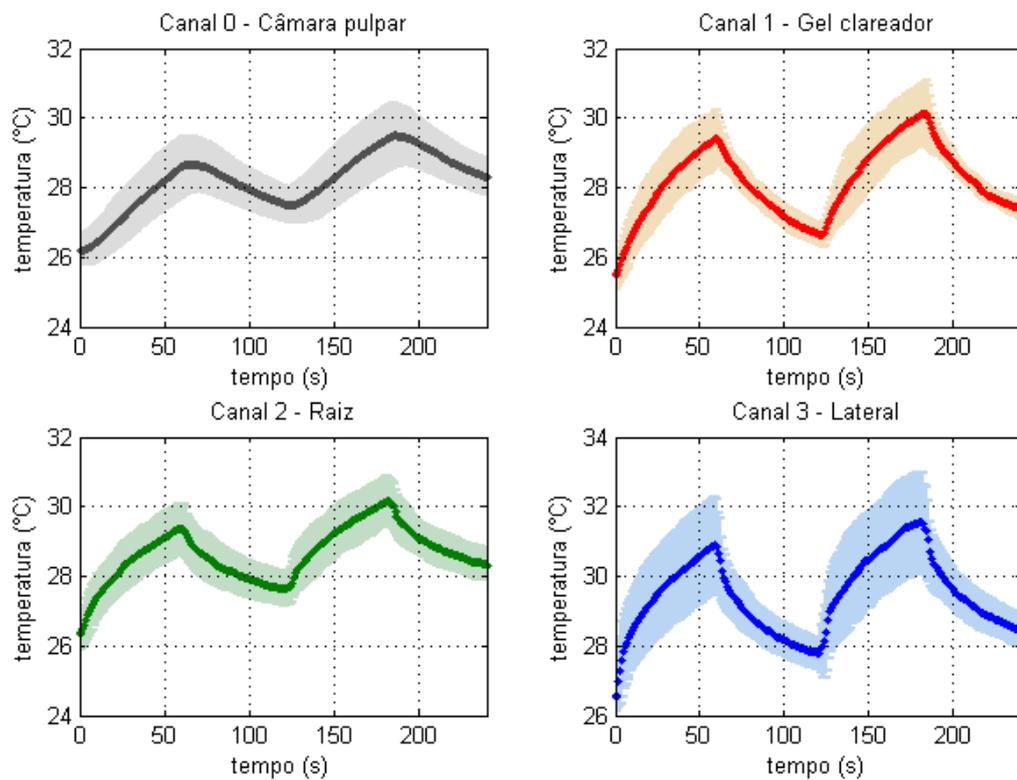


Figura 19: Variação de temperatura com desvio padrão - grupo 5.

As Figuras 22 e 23 ilustram o comportamento do grupo 6, onde foi utilizado gel clareador com espessante verde irradiado por laser vermelho. O canal 1 apresentou a maior elevação de temperatura. A segunda maior variação de temperatura foi observada no canal 3, enquanto os canais 0 e 2 apresentaram as menores variações, sendo todas as amplitudes baixas comparadas aos grupos anteriores.

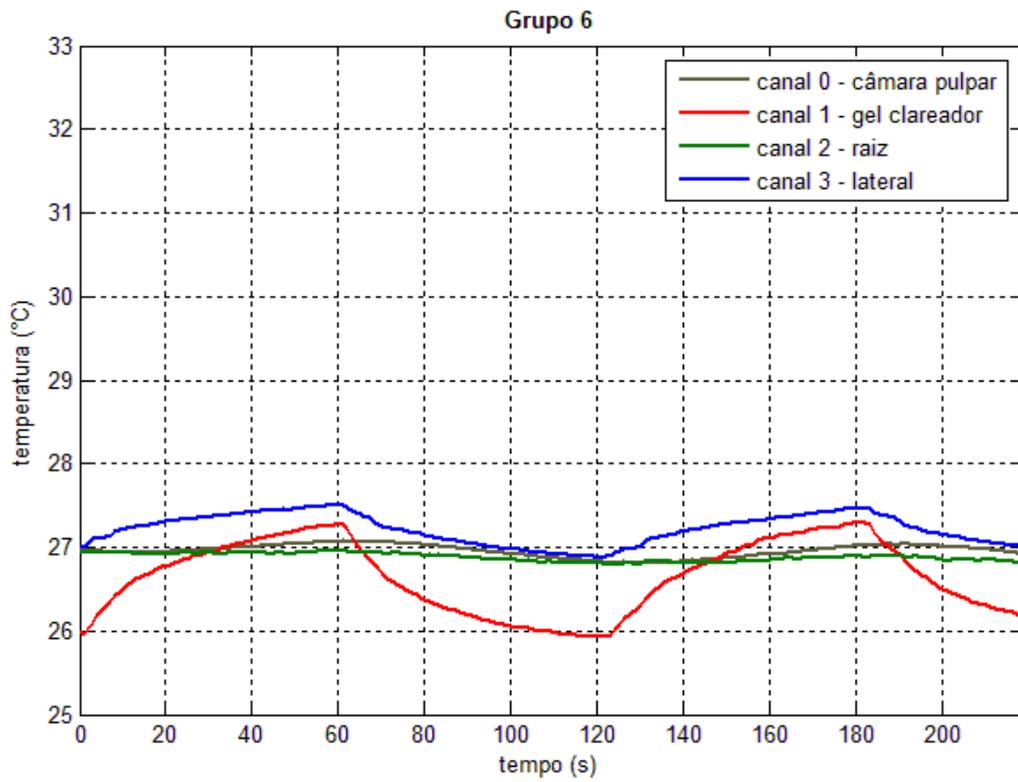


Figura 20: Variação de temperatura – grupo 6.

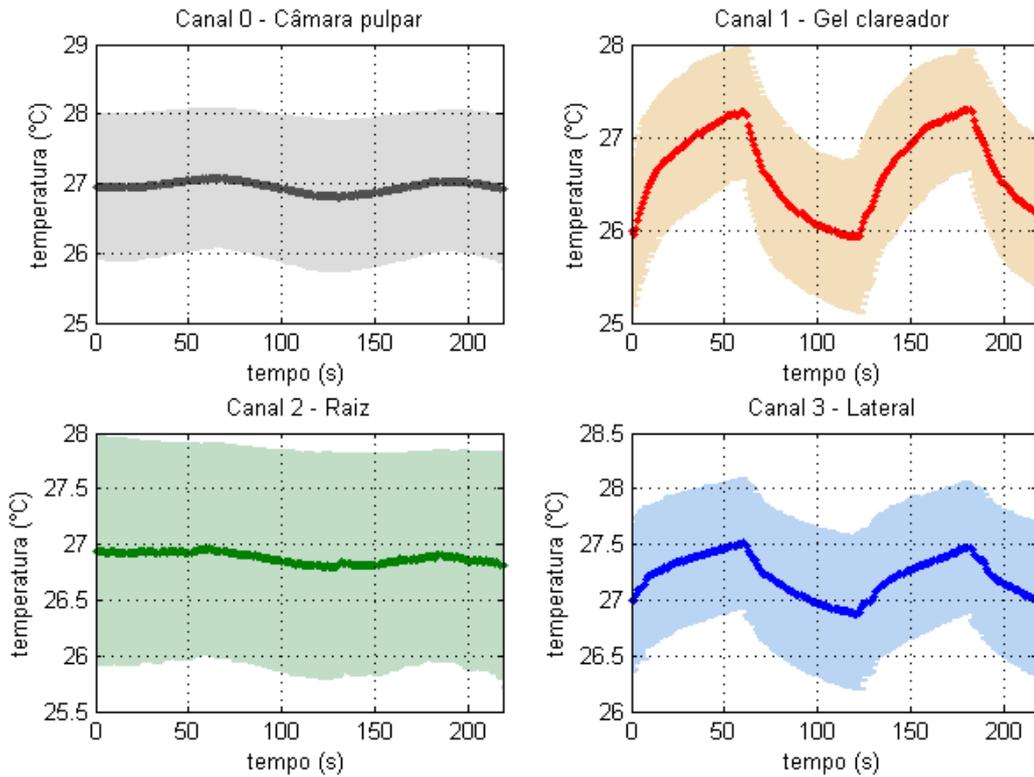


Figura 21: Variação de temperatura com desvio padrão - grupo 6.

As medias das variações de temperatura (ΔT) durante as irradiações para os grupos de 1 a 6 e seus respectivos valores de desvio padrão para os grupos de 3 a 6 são apresentados nas tabelas 3 e 4, a seguir. As variações de temperatura observadas nos grupos 1 e 2 (sem utilização de fonte de luz) foram negativas, resultado da aplicação do gel clareador.

Tabela 3: Variação de temperatura (°C) nos grupos 1 e 2

	Grupo 1 (espessante vermelho)	Grupo 2 (espessante verde)
	ΔT	ΔT
Canal 0	- 0,39	- 0,85
Canal 1	- 0,30	- 0,98
Canal 2	- 0,33	- 0,63
Canal 3	- 0,25	- 0,46

Tabela 4: Variação de temperatura (°C) nos grupos 3 a 6, com seus respectivos valores de desvio-padrão*.

	Grupo 3		Grupo 4		Grupo 5		Grupo 6	
Gel	Vermelho		Vermelho		Verde		Verde	
Luz	Azul		Verde		Azul		Vermelho	
	ΔT	DP						
Canal 0	1,87 (a)	0,58	1,93 (a)	0,57	3,35 (b)	0,61	0,34 (c)	0,15
Canal 1	4,42 (a)	0,97	4,95 (a)	1,15	4,78 (a)	1,14	1,53 (b)	0,22
Canal 2	3,05 (a)	0,87	2,66 (a)	0,96	3,89 (b)	0,27	0,30 (c)	0,14
Canal 3	3,24 (a)	0,77	2,97 (a)	0,64	5,13 (b)	1,28	0,70 (c)	0,25

* Letras distintas entre parênteses evidenciam médias estatisticamente diferentes de acordo com o teste de Student-Newman-Keuls. Comparações entre linhas apenas. Dados não transformados.

Observou-se não haver diferença estatisticamente significativa entre os grupos tratados com gel com espessante vermelho, independentemente da fonte de

luz empregada, para todos as regiões avaliadas. Desta forma, a fonte de luz não interfere na temperatura pulpar, do esmalte e periodontal quando empregada com gel com espessante vermelho. Contudo, o grupo 5, que empregou gel com espessante verde e LED azul, foi o que apresentou maiores valores de temperatura quando comparados aos demais grupos experimentais, com exceção do canal 1. O grupo que empregou gel com espessante verde e laser vermelho foi o que apresentou menores valores de temperatura quando comparados a todos os demais grupos experimentais. Desta forma, para o gel com espessante verde, observa-se que a fonte de luz é importante nas temperaturas geradas durante o procedimento de clareamento, sendo estatisticamente menores se empregadas laser vermelho.

7 Discussão

Sabe-se que alterações reversíveis podem ocorrer à polpa quando submetida a variações de temperatura maiores que 3,3 °C, enquanto variações de temperatura acima de 5,5°C podem causar perda de vitalidade e alterações maiores do que 16 °C causam a necrose total da polpa. Variações de temperatura acima de 10 °C no periodonto também podem levar a danos nestes tecidos [2][6][7].

A realização do clareamento dental com fotoativação, devido à utilização de fontes de luz, leva ao aumento da temperatura superficial do dente (esmalte) e, conseqüentemente, ao aumento da temperatura das estruturas adjacentes, como raiz e câmara pulpar. A variação de temperatura sofre influência de diversos fatores, tais como tipo de pigmento contido no gel clareador, características da fonte de luz, tempo de irradiação e espessura do esmalte e dentina. O estudo da alteração de temperatura causada durante o clareamento é importante para evitar que ocorram danos aos tecidos devido à realização do procedimento [20][21].

Para a realização do presente estudo, as 42 amostras foram divididas em seis grupos, sendo os grupos 1 e 2 compostos somente por uma única amostra cada, as quais não foram irradiadas por quaisquer fontes de luz. Tanto a amostra do grupo 1, onde foi utilizado gel vermelho, quanto a amostra do grupo 2, onde foi utilizado o gel verde, apresentaram queda de temperatura brusca na região em contato com o gel (canal 1) após a aplicação do mesmo, seguida da queda de temperatura de forma mais lenta nas demais regiões, não ocorrendo aumento de temperatura significativo

durante o período de aquisição. Isto é esperado, tendo em vista que o gel clareador encontra-se em ambiente fechado ao abrigo da luz, evitando sua fotodecomposição. Desta forma, espera-se que o mesmo esteja em temperatura inferior à do elemento dental e, assim, devido à transferência de calor, ocorre um discreto resfriamento da superfície do dente quando em contato com o gel clareador.

Comparando-se os grupos 3 e 4 (Figuras 16 a 19), ambos com a utilização de espessante vermelho, nota-se que, apesar da potência mais baixa apresentada pelo LED verde (grupo 4), o aumento de temperatura na superfície do gel foi maior quando irradiada pelo LED verde em comparação à irradiação pelo LED azul. As temperaturas na lateral e raiz, entretanto, foram mais baixas e, apesar da temperatura pulpar apresentar uma elevação um pouco maior, a diferença não foi significativa (cerca de 0,05 °C). O maior aquecimento do gel no grupo irradiado pelo LED verde pode ser justificado pelo espectro de absorção do espessante (Figura 10). O espessante vermelho apresenta seu pico de absorção em 516 nm, comprimento de onda na faixa do verde, apresentando uma absorção cerca de 50% menor perto dos 450 nm, o que conseqüentemente causa um aquecimento menor para os comprimentos de onda próximos do azul [22][23].

O grupo 5 (espessante verde com irradiação de LED azul) apresentou as maiores médias de diferença de temperatura pulpar, da superfície lateral e radicular dentre todos os grupos, e diferença de temperatura do gel ligeiramente superior ao grupo 3 (espessante vermelho e com irradiação de LED azul). A diferença de temperatura pulpar média obtida no grupo 5 é suficiente para causar danos reversíveis à polpa. A discrepância entre as variações de temperatura pulpar e das superfícies sem gel entre os grupos 3 e 5 sugerem que além da absorção, possam existir diferenças em outras características dos espessantes, como coeficientes de reflexão e transmissão que, em conjunto com as características dos próprios tecidos dentais, justifiquem as alterações na temperatura das regiões sem contato direto com o gel.

O grupo 6 (clareado com gel com espessante verde e laser vermelho) apresentou a menor variação de temperatura entre os grupos irradiados. O gel verde, como visto na figura 3, apresenta alta absorção na região do vermelho [6], com pico de absorção próximo a 630 nm, porém a absorção para o comprimento de onda de 657 nm é mais baixa, o que justifica a variação de temperatura de somente 1,5 °C.

Porém, também não ocorreu absorção significativa por parte dos tecidos adjacentes nas amostras, que permaneceram com variações abaixo de 1 °C. A utilização de gel com espessante verde e luz de 660 nm se mostrou um método eficiente em estudo anterior realizado por Pleffken *et al.* [24], também apresentando variação de temperatura pulpar baixa. O baixo risco de lesão por aumento da temperatura pulpar juntamente com seu bom desempenho torna o conjunto espessante verde + laser 660 nm uma boa opção para o clareamento dental.

A temperatura ambiente não foi mantida constante durante a realização dos procedimentos, o que resultou em temperaturas iniciais diferentes para cada amostra, fato evidenciado pelo desvio padrão de até cerca de 2 °C observados nas curvas médias de temperatura versus tempo por canal dos grupos 3, 4, 5 e 6 (Figuras 17, 19, 21 e 23). As amplitudes máximas das curvas de temperatura das amostras, por outro lado, não aparentaram possuir relação com a temperatura ambiente de forma evidente. As médias das diferenças de temperatura, indicadas por ΔT nas tabelas 3 e 4, apresentaram desvio padrão abaixo de 1,2 °C. A pequena variação entre as diferenças de temperatura das amostras pode ser explicada pelas características particulares de cada dente, pois diferenças estruturais e químicas entre as amostras, que são únicas, também podem interferir em seu comportamento térmico [20].

No presente experimento, dentre todos os grupos, somente o grupo 5 apresentou média de diferença de temperatura pulpar acima de 3,3 °C. Não houve amostras nas quais a variação de temperatura pulpar alcançou valores acima de 5,5 °C, porém uma única amostra do grupo 3 e uma quantia significativa de amostras do grupo 5 apresentaram variações acima de 3,3 °C. A maior variação de temperatura dentre todos os canais foi de aproximadamente 5,1 °C, o que descarta também possíveis lesões nos tecidos periodontais, pois estas ocorrem somente com variações de temperatura acima de 10 °C.

As diferenças de temperatura obtidas podem ser consideradas baixas, porém, num estudo *in vivo* tais valores podem ser ainda menores pois, além da disposição dos dentes na arcada dentária e proteção proporcionada pela gengiva, que impedem a possível irradiação direta ou indireta das superfícies lateral e radicular, a presença de circulação sanguínea nos tecidos também colabora no controle e manutenção da temperatura [6].

8 Conclusões

Nenhum dos grupos experimentais apresentou variações de temperatura pulpar acima de 5,5 °C. O grupo 5, porém, apresentou valores acima de 3,3 °C, que pode causar danos reversíveis à polpa. Dentre todas as configurações, a que apresentou melhores resultados foi o conjunto utilizado no grupo 6 (gel com espessante verde + Laser vermelho), onde a maior variação de temperatura considerando todas as amostras e canais foi de aproximadamente 1,8 °C.

Com base nos resultados alcançados, pode-se considerar o clareamento *in office*, nas configurações abordadas durante o presente estudo, um procedimento seguro, pois não foram obtidas variações de temperatura que indicassem a ocorrência de danos irreversíveis aos tecidos dentais.

9 Referências Bibliográficas

- [1] FRANCCI, Carlos et al. Clareamento dental: técnicas e conceitos atuais:[revisão]. Rev. Assoc. Paul. Cir. Dent, v. 64, n. 1, n. esp, p. 78-89, 2010.
- [2] COUTINHO, Daniela Soares et al. Comparison of temperature increase in in vitro human tooth pulp by different light sources in the dental whitening process. Lasers in medical science, v. 24, n. 2, p. 179-185, 2009.
- [3] RIEHL, Heraldo; NUNES, Mauro F. As fontes de energia luminosa são necessárias na terapia de clareamento dental. Rio de Janeiro: Jubileu de Ouro, 2007.
- [4] FÉLIZ-MATOS, Leandro; HERNÁNDEZ, Luis Miguel; ABREU, Ninoska. Dental Bleaching Techniques; Hydrogen-carbamide Peroxides and Light Sources for Activation, an Update. Mini Review Article. The open dentistry journal, v. 8, p. 264, 2014.
- [5] ROSA, Enio Ratton. Avaliação clínica da sensibilidade e efetividade do clareamento em consultório de dentes polpados, com e sem o emprego de

fonte de luz: controle de 12 meses. 2012. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

[6] KABBACH, William et al. A thermal investigation of dental bleaching in vitro. *Photomedicine and laser surgery*, v. 26, n. 5, p. 489-493, 2008.

[7] DOMÍNGUEZ, Arantza et al. Influence of the light source and bleaching gel on the efficacy of the tooth whitening process. *Photomedicine and laser surgery*, v. 29, n. 1, p. 53-59, 2011.

[8] NANCI, Antonio. *Ten Cate's Oral Histology: Development, Structure, and Function*. 8ª edição. Elsevier Health Sciences, 2008.

[9] BATH-BALOGH, Mary; FEHRENBACH, Margaret J. *Anatomia, Histologia e Embriologia dos Dentes e Estruturas Orofaciais*. Elsevier Brasil, 2012.

[10] NELSON, Stanley J.; ASH, Major M. *Wheeler's Anatomia Dental, Fisiologia E Oclusão*. 9ª edição. Tradução de Andrea Favano et al. Elsevier Brasil, 2012.

[11] FREIRES, Irlan A.; CAVALCANTI, Yuri W. Proteção do complexo dentinopulpar: indicações, técnicas e materiais para uma boa prática clínica. *Revista Brasileira de Pesquisa em Saúde*, v. 13, n. 4, p. 69-80, 2011.

[12] GURGAN, Sevil; ÇAKIR, Filiz Yalcin; YAZICI, Esra. Different light-activated in-office bleaching systems: a clinical evaluation. *Lasers in medical science*, v. 25, n. 6, p. 817-822, 2010.

[13] ANDRADE, Alessandra Pereira de. Monitoramento do processo de desmineralização e remineralização do esmalte dental humano durante e após o clareamento dental. 2009. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

[14] RIEHL, Heraldo. Estudo in vitro do efeito de três diferentes agentes clareadores sobre a dureza e rugosidade do esmalte dentário bovino. 2002. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

[15] BAROUDI, Kusai; HASSAN, Nadia Aly. The effect of light-activation sources on tooth bleaching. *Nigerian medical journal: journal of the Nigeria Medical Association*, v. 55, n. 5, p. 363, 2014.

- [16] LUK, Karen; TAM, Laura; HUBERT, Manfred. Effect of light energy on peroxide tooth bleaching. *The Journal of the American Dental Association*, v. 135, n. 2, p. 194-201, 2004.
- [17] DOSTALOVA, Tatjana et al. Diode laser-activated bleaching. *Brazilian dental journal*, v. 15, p. SI-3, 2004.
- [18] HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. *Fundamentos de Física*, vol. 4, 8ª ed. LTC editora, Rio de Janeiro, 2009.
- [19] VO-DINH, Tuan (Ed.). *Biomedical Photonics Handbook: Biomedical Diagnostics*. CRC press, 2014.
- [20] FREITAS, Ana Carolina Pedreira de. Avaliação in vitro da alteração de cor e da temperatura dentinária de dentes bovinos, em procedimentos de clareamento sobre o esmalte, utilizando três fontes de luz. Análise morfológica da superfície de esmalte. 2007. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- [21] LORETTO, Sandro Cordeiro et al. Influence of whitening gel on pulp chamber temperature rise by in-office bleaching technique. *Revista de Odontologia da UNESP*, v. 42, n. 6, p. 432-438, 2013.
- [22] Lima, Thainá Avaliação dos efeitos de diferentes fontes de luz sobre o processo de clareamento dental. Trabalho de Graduação. Centro de Engenharias, Modelagem e Ciências Sociais Aplicadas – CECS. Universidade Federal do ABC. Santo André. 2015.
- [23] COUTINHO, Daniela Soares; SILVEIRA JR, Landulfo. Comparação dos Coeficientes de Absorção da Luz Emitida por um LED Verde e um LED Azul em um Espessante na Cor Vermelha. *Rev Assoc Bras Odontol*, v. 2, p. 12-13, 2006.
- [24] PLEFFKEN, Patricia Rondon et al. The Effectiveness of Low-Intensity Red Laser for Activating a Bleaching Gel and Its Effect in Temperature of the Bleaching Gel and the Dental Pulp. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, v. 24, n. 2, p. 126-132, 2012.