

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA
CURSO DE ODONTOLOGIA

Caroline Felipe Fernandes de Souza

**Influência da espessura de esmalte e dentina na leitura de SpO₂ pelo oxímetro de pulso
em dentes clareados**

Florianópolis

2019

Caroline Felipe Fernandes de Souza

**Influência da espessura de esmalte e dentina na leitura de SpO₂ pelo oxímetro de pulso
em dentes clareados**

Trabalho Conclusão do Curso de Graduação em Odontologia do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Cirurgiã-Dentista

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Cleonice da Silveira Teixeira

Coorientadora: Prof^a., Me^a. Dilma Helena Neves Henriques

Florianópolis

2019

Ficha de identificação da obra

Souza, Caroline Felipe Fernandes de
Influência da espessura de esmalte e dentina na leitura
de SpO2 pelo oxímetro de pulso em dentes clareados /
Caroline Felipe Fernandes de Souza ; orientador,
Cleonice da Silveira Teixeira, coorientador, Dilma Helena
Neves Henriques , 2019.
43 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências
da Saúde, Graduação em Odontologia, Florianópolis, 2019.

Inclui referências.

1. Odontologia. 2. Oxímetro de Pulso. 3. Espessura dos
Tecidos Dentais. 4. Clareamento Dental. I. Teixeira,
Cleonice da Silveira . II. Henriques , Dilma Helena Neves
. III. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em
Odontologia. IV. Título.

Caroline Felipe Fernandes de Souza

**Influência da espessura de esmalte e dentina na leitura de SpO₂ pelo oxímetro de pulso
em dentes clareados**

Este Trabalho Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de
“Cirurgiã-Dentista” e aprovado em sua forma final pelo Curso Odontologia

Florianópolis, 24 de outubro de 2019.

Profa. Dr.^a Gláucia Santos Zimmermann
Coordenadora do Curso

Banca Examinadora:

Profa. Dr.^a. Cleonice da Silveira Teixeira
Orientadora
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Eduardo Antunes Bortoluzzi
Avaliador
Universidade Federal de Santa Catarina

Profa Dr.^a. Ana Maria Hecke Alves
Avaliadora
Universidade Federal de Santa Catarina

Este trabalho é dedicado à minha família (minha base).

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço aos meus pais **Carlos Alberto Fernandes de Souza** e **Rosimeri Bittencourt Felipe Fernandes de Souza**. Obrigada pela oportunidade de morar em Florianópolis e estudar na UFSC. A menina de 17 anos cresceu, amadureceu muito, e hoje sei que sou uma pessoa melhor por conta desta experiência de vida. Vocês são os principais responsáveis pelas minhas conquistas, muito obrigada por nunca medirem esforços para que eu chegasse até esta etapa. **Pai**, tudo o que eu mais quero é te dar orgulho. Você é meu maior exemplo de superação e garra. Obrigada por me ensinar a ter foco. **Mãe**, você é a minha força. Você foi meu apoio, suporte e porto seguro durante esses 5 anos. A pessoa que mais torceu e torce por mim. Obrigada pela paciência, por sempre me incentivar e por acreditar em mim. Sem você, os percalços do caminho teriam me derrubado. Essa conquista também é sua.

Agradeço também aos meus irmãos, **Raphael Felipe Fernandes de Souza** e **Eduarda Felipe Fernandes de Souza**. Vocês são meu coração batendo fora do peito. Os melhores presentes que o papai e a mamãe já me deram. Obrigada por me ensinarem o que é amor e responsabilidade. Faço *qualquer* coisa por vocês.

Agradeço à minha tia **Marlene Philippi** e minhas primas, **Evelise Sartori** e **Graziela Sartori**. Vocês foram a extensão dos meus pais em Florianópolis. Obrigada pela segurança que vocês me passaram, pois eu sabia que sempre poderia contar com vocês. Serei eternamente grata pelo carinho e cuidado que vocês tiveram comigo.

Muito obrigada à minha prima **Lívia Conto de Souza**. Você tem uma personalidade incrível, e me surpreendo como nos completamos e nos damos bem. Tenho um amor de irmã por ti. Estarei sempre aqui, torcendo e te auxiliando no que for necessário.

Agradeço à minha avó **Nelcy Oliveira de Souza**, por sempre me motivar. Você tem uma força e uma experiência de vida admirável, sem perder a doçura e o maior amor do mundo dentro do peito. Obrigada por todas as vezes que você disse “A vovó tem muito orgulho de você”. Poucas palavras que fizeram muita diferença pra mim. Te amo.

Agradeço também ao **Raphael Mosimann**. Eu não sei para quais caminhos a vida nos levará, mas saiba que você é fundamental nessa jornada. Você foi meu melhor amigo e família nesses 4 anos. O universo sabe o que faz, e sou muito feliz pelo nosso encontro.

Agradeço às minhas amigas de longa data, **Leticia Strossi** e **Mariana Ferreira**. Obrigada por cada conversa, conselho, risada e história que vivemos. Apesar de não termos mais o convívio intenso do colégio, vocês estão sempre comigo no meu coração.

Muito obrigada especial à **Ana Luiza Vidal**. Além de dupla clínica, você se transformou com o passar do tempo na minha confidente. Tornou os atendimentos mais leves, e me fez ter segurança, pois eu sabia que estarias comigo nos momentos de tensão. Apesar das diferentes personalidades, nos adaptamos ao jeito uma da outra. Crescemos, amadurecemos e hoje tenho muito orgulho da cirurgiã-dentista que você está se tornando. Sempre vou torcer muito por ti! Seja muito feliz em todas as suas escolhas. E reitero: se eu pudesse escolher novamente, eu te escolheria.

As minhas amigas de faculdade, de clínica, e agora da vida: **Mariana Lonzetti** e **Amanda Chaves**. Vocês não tem imensidão de como ambas são incríveis. Obrigada por terem feito meu dia a dia dentro e fora da UFSC mais divertido, foi um presente da vida conhece-las. Nossa amizade não termina por aqui.

Aos amigos que a odontologia também me deu o prazer da convivência: **Mário Bruno Menezes** e **André Pereira**. Obrigada por cada material emprestado e por fazerem meus dias mais leves. Vou sentir muita falta de vocês, e tenho certeza que serão ótimos cirurgiões-dentistas.

Às minhas amigas já formadas da 14.2, **Luiza Hess**, **Carolina Del Prato** e **Maria Cristina Schmidt**, muito obrigada pela amizade, pelo carinho, pelos conselhos, por dividirem comigo suas experiências e suas conquistas. Torço muita pela felicidade de cada uma de vocês.

Agradeço à minha querida orientadora **Prof. Dr^a Cleonice da Silveira Teixeira**, por me aceitar como orientada, por suas lições, ensinamentos, disponibilidade de tempo, e profunda dedicação em cada linha desse trabalho. Quero ter um dia pelo menos 1/3 da qualidade profissional que tens. Foi um prazer aprender com você, lembrarei de ti com muito carinho.

Ao **Prof. Dr. Danny Mendoza**, muito obrigada por ter me auxiliado neste trabalho num momento de desespero. Além de ser um excelente profissional, você é uma pessoa cheia de luz, e eu te admiro muito.

Agradeço a minha coorientadora e querida amiga **Prof^a. Ms. Dilma Helena Neves Henriques**, pela ajuda e pelo conforto. Torço pra que sejas imensamente feliz.

Agradeço também a Equipe de Endodontia da UFSC, em especial aos professores **Prof. Dr. Eduardo Bortoluzzi** e a **Prof^a. Dr^a. Ana Maria Hecke**. Além de manter uma disciplina muito organizada, vocês me ensinaram a ter carinho e amor pela endodontia, que se

transformou no desejo de ser minha futura especialização. Suas dicas e ensinamentos serão levados por toda a minha carreira profissional. Muito obrigada!

Agradeço as **minhas duas turmas 14.2 e 15.1**, por me acolherem tão bem e por se tornarem minha família durante esses cinco anos. Desejo a todos uma vida feliz e repleta de realizações pessoais e profissionais.

Agradeço aos **servidores e funcionários da Odontologia**, que sempre estiveram dispostos a me ajudar, tornando o dia a dia nas clínicas e laboratórios mais leves.

Agradeço aos **meus pacientes**, pela confiança, contribuição profissional e pessoal. Serão lembrados pra sempre.

Agradeço aos meus animais de estimação, **John, Tobias e Bento** pelo amor lindo e puro. Embora eles não tenham conhecimento disso, ambos iluminam minha vida e deixam meus dias mais felizes.

E por fim, agradeço à **Universidade Federal de Santa Catarina**, instituição que me formará cirurgiã-dentista, e que me ensinou além de conhecimentos técnicos, o poder da empatia. Saio com muito orgulho das minhas origens, muito agradecida pelas experiências vivenciadas e já com muita saudade de cada cantinho daqui.

Se eu vi mais longe, foi por estar em ombros de gigantes (NEWTON, 1676).

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi analisar *ex vivo* a influência de diferentes espessuras de esmalte e dentina na leitura da saturação de oxigênio após o clareamento dental. Foram utilizados 26 dentes anteriores de humanos recém-extraídos, hígidos e com coroas sem presença de trincas ou imperfeições. A espessura de cada coroa foi mensurada no sentido vestibulo-palatal no terço médio da coroa com auxílio de espessímetro. Nesse ponto, a cor dos dentes foi inicialmente aferida com um espectrofotômetro (C1). Após, as leituras de saturação de oxigênio (SpO₂) foram realizadas com o oxímetro de pulso (OP) acoplado em um dedo óptico (Simulador) em dois modos distintos: parâmetros de alta perfusão (AP, 98% de SpO₂ e 75 bpm) ou de baixa perfusão (BP, 86% de SpO₂ e 75 bpm). A primeira leitura foi obtida sem interposição do elemento dental e representou o controle positivo (L0). Após a leitura da SpO₂ e da cor através das coroas hígidas (L1 e C1), as faces palatinas ou linguais foram desgastadas até a espessura de 5 mm (L2) e novamente foi feita a leitura da cor (C2). As facetas então foram clareadas e novas leituras de cor e SpO₂ realizadas (L3 e C3). Na sequência, as facetas foram desgastadas até a espessura de 3 mm e as leituras repetidas (L4 e C4). A normalidade dos dados foi avaliada com o teste não paramétrico de Shapiro Wilk, com nível de significância de 5%. Como resultado, a saturação de oxigênio pulpar (SpO₂) pelo OP sofreu alterações estatisticamente significativas (Friedman, < 0,05) entre todos os grupos testados e nas duas situações (alta e baixa perfusão). Os resultados deste estudo mostraram maiores leituras de SpO₂ pelo Oxímetro de Pulso nos dentes clareados. O clareamento da estrutura dentária pareceu influenciar a leitura de SpO₂ pelo OP de forma mais significativa do que a espessura, tanto em baixa quanto em alta perfusão.

Palavras-chave: Oxímetro de Pulso; Espessura dos Tecidos Dentais; Clareamento Dental.

ABSTRACT

The objective of this work was to analyze *ex vivo* the influence of different enamel and dentin thicknesses on oxygen saturation reading after tooth whitening. Was used 26 anterior teeth of freshly extracted, healthy and crowned humans without cracks or imperfections. The thickness of each crown was measured in the buccal-palatal direction in the middle of the crown with the aid of a thickness gauge. At this point, the color of the teeth was initially measured with a spectrophotometer (C1). Afterwards, oxygen saturation (SpO₂) readings were performed with the pulse oximeter (OP) coupled to an optical finger (Simulator) in two distinct modes: high perfusion parameters (AP, 98% SpO₂ and 75 bpm) or low perfusion (BP, 86% SpO₂ and 75 bpm). The first reading was obtained without interposition of the dental element and represented the positive control (L0). After the SpO₂ and color reading through the healthy crowns (L1 and C1), the palatal or lingual faces were worn down to 5 mm thickness (L2) and again the color reading (C2). The facets were then cleared and new color and SpO₂ readings taken (L3 and C3). Subsequently, the veneers were worn to a thickness of 3 mm and the readings repeated (L4 and C4). Data normality was assessed with the nonparametric Shapiro Wilk test, with a significance level of 5%. As a result, pulp oxygen saturation (SpO₂) by the OP underwent statistically significant changes (Friedman, <0.05) between all groups tested and in both situations (high and low perfusion). The results of this study showed higher SpO₂ readings by the pulse oximeter in the whitened teeth. The whitening of the dental structure seemed to influence the SpO₂ reading by the OP more significantly than the thickness, both at low and high perfusion.

Keywords: Pulse Oximeter; Dental Tissue Thickness; Tooth whitening.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Imagem ilustrativa do simulador óptico de dedo Index 2 XLFE (Fluke).	24
Figura 2. Imagem ilustrativa do Oxímetro de Pulso BCI 3025 (Smiths Medical)	25
Figura 3. Sensor utilizado para adaptação no dedo óptico do simulador (Modelo 3025, Smiths Medical).....	25
Figura 4. Fluxograma dos procedimentos realizados no estudo e dos grupos formados em cada momento de acordo com os valores de SaO ₂ lidos e a cor aferida.....	25
Figura 5. Evolução da leitura da saturação de oxigênio de acordo com a espessura dentária e tratamento clareador em baixa perfusão.....	26
Figura 6. Evolução da leitura da saturação de oxigênio de acordo com a espessura dentária e tratamento clareador em baixa perfusão.....	27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Porcentagem de cor em cada etapa do estudo.....	29
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AP Alta Perfusão

BP Baixa Perfusão

bpm Batimentos por Minuto

Hb Desoxiemoglobina

HbO₂ Oxihemoglobina

H₂ Gás Hidrogênio

LEDs Light-Emitting Diode/ Diodo Emissor de Luz

Mm Milímetro

Nm Nanômetro

OP Oxímetro de Pulso

RT Tratamento de Radiação

SpO₂ Saturação de oxigênio periférico

UFSC Universidade Federal de Santa Catarina

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
2	OBJETIVOS	20
2.1	Objetivo Geral	20
2.2	Objetivos Específicos	20
2.3	Hipótese Nula	20
3	MATERIAIS E MÉTODOS	21
3.1	Cálculo amostral	21
3.2	Seleção dos dentes e preparo dos espécimes	21
3.3	Leitura da SpO ₂ através das coroas dentais	22
3.4	Leitura da SpO ₂ através das coroas dentárias após o desgaste	22
3.5	Análise estatística	23
4	RESULTADOS	27
5	DISCUSSÃO	30
6	CONCLUSÃO.....	34
	REFERÊNCIAS.....	35
	ANEXO A – Ata de Aprovação no TCC	39
	ANEXO B – Comitê de Ética.....	40

1 INTRODUÇÃO

A determinação do estado fisiológico da polpa dental é um passo fundamental no diagnóstico e planejamento do tratamento endodôntico (BRUNO et al., 2014). Idealmente, qualquer método usado para avaliar o estado da polpa deve ser objetivo, indolor, não invasivo, confiável, reproduzível, padronizado, acessível e de fácil execução (JAFARZADEH; ABBOTT, 2010).

No entanto, o maior obstáculo na avaliação pulpar está no confinamento físico da polpa pelos tecidos duros dentais (BRUNO et al., 2014). Pelo fato desta não poder ser inspecionada diretamente, o endodontista necessita utilizar métodos indiretos na avaliação da vitalidade pulpar. Tais métodos identificam a sensibilidade pulpar e incluem: testes térmicos, testes elétricos, testes de cavidade (estimulação direta da dentina) e testes anestésicos (GOPIKRISHNA; TINAGUPTA; KANDASWAMY, 2007). Além disso, exames clínicos e complementares (como radiografias), teste de mobilidade, percussão, palpação, transiluminação e a avaliação da descoloração da coroa dental também são utilizados para distinguir as alterações pulpares. (BARGRIZAN et al., 2015).

O teste padrão-ouro para determinar o estado atual da saúde pulpar é o exame histológico. Todavia, a sua implementação requer a extração do dente, sendo inviável na maioria dos casos, nos quais sacrificar o elemento dental não seria clinicamente indicado (ALGHAITHY; QUALTROUGH, 2016).

A grande falha dos métodos atuais (testes de sensibilidade elétricos e térmicos) se dá pelo fato de que estes avaliam apenas as mudanças associadas à vasoconstrição e à estimulação das estruturas nervosas da polpa dentária, sem fornecer informações sobre o fluxo sanguíneo pulpar (GIOVANELLA et al., 2014). Os vasos sanguíneos pulpares suprem e medeiam muitos dos processos agudos e inflamação crônica. Além disso, o suprimento de sangue auxilia o potencial reparador dos tecidos pulpares (GOPIKRISHNA; TINAGUPTA; KANDASWAMY, 2007), pois é esse que fornece oxigênio, nutrientes, drena gás carbônico e resíduos do metabolismo celular para fora do tecido (SIQUEIRA JUNIOR et al., 2015). Porém, os testes de sensibilidade não quantificam o grau da doença pulpar ou a saúde, avaliam apenas se a polpa responde ou não aos estímulos externos (JAFARZADEH; ABBOTT, 2010).

As respostas neurais da polpa podem ser afetadas por uma infinidade de fatores, portanto respostas falso-positivas ou falso-negativas eventualmente ocorrem (KONG et al.,

2016). O dente que, temporariamente ou permanentemente, perdeu a função sensorial (por exemplo, danificado por trauma) pode ser não responsivo a esses testes de sensibilidade, mas ainda apresentar vascularização intacta (BARGRIZAN et al., 2015). Além disso, tecidos nervosos podem permanecer ativos mesmo após necrose completa da polpa e, portanto, podem conduzir a resultados falso-positivos (SHARMA et al., 2019). Alterações relacionadas à idade e ao envelhecimento pulpar podem induzir respostas falso-negativas a testes de sensibilidade, decorrentes do aumento da espessura da dentina, presença de calcificações pulpares e outras alterações biológicas (ESTRELA et al., 2017).

Testes elétricos e térmicos muitas vezes produzem resultados imprecisos porque exigem respostas subjetivas do paciente. O medo, a ansiedade e a antecipação da dor podem levar à respostas errôneas e causar desconforto ou dor (CALDEIRA et al., 2016).

Rapp, Avery e Strachan (1967) sugerem que dentes decíduos apresentam menor sensibilidade à dor quando comparados com dentes permanentes, resultado dos diferentes números de inervações de seus componentes neurais, como o Plexo de Raschkow. Os dentes permanentes, por sua vez, podem não apresentar inervação do axônio mielinizado alfa até 4 a 5 anos após erupção. Portanto, esses diferentes estágios de desenvolvimento radicular e neural podem ter um impacto negativo na confiabilidade dos testes (CALDEIRA et al., 2016).

Resultados equivocados também podem ser gerados por um gotejamento de gelo em dentes adjacentes e tecidos gengivais, ou quando a corrente elétrica aplicada à superfície do dente é conduzida ao ligamento periodontal, estimulando assim fibras nervosas periodontais (SIDDHESWARAN; ADYANTHAYA, 2011).

Outro fator importante a ser destacado é acerca da radiação ionizante, a qual causa lesões químicas nos tecidos, que pode ocasionar mudanças na microcirculação. Por isso, pacientes sob tratamento de radiação (RT) podem apresentar dentes com reação impropriedade para testes de sensibilidades padrão (KATAOKA et al., 2016).

Devido à limitação desses testes e a importância do fluxo sanguíneo na saúde e diagnóstico da polpa, a avaliação da vascularização pulpar ganhou importância sobre a avaliação de respostas neurais (GIOVANELLA et al., 2014).

Vários métodos têm sido utilizados para avaliar a circulação pulpar, tais como: depuração de radioisótopos e dessaturação de gás Hidrogênio (H₂), fluxometria por laser Doppler, oximetria de pulso, espectrofotometria de duplo comprimento de onda, fotopletismografia e da temperatura da superfície (JAFARZADEH; ROSENBERG, 2009).

Embora a fluxometria por laser Doppler tenha alcançado algum sucesso em aplicações, seu uso na odontologia tem sido dificultado pelas despesas consideráveis, falta de reprodutibilidade e sensibilidade do dispositivo ao movimento (GOPIKRISHNA; TINAGUPTA; KANDASWAMY, 2007). Já a espectrofotometria de comprimento de onda duplo detecta somente a presença de hemoglobina, não a circulação do sangue (SIDDHESWARAN; ADYANTHAYA, 2011).

Quanto à oximetria de pulso, este é um método fisiométrico e objetivo baseado na espectrofotometria e fotopletismografia (SETZER et al., 2012). O sistema de oximetria de pulso foi desenvolvido primeiramente por Takuo Aoyagi e Nihon Kohden, sendo que Susumu Nakajima, cirurgião e associado da Aoyagi, foi quem testou pela primeira vez o dispositivo em pacientes em 1975 (JAFARZADEH; ROSENBERG, 2009).

Utilizado na prática médica para administração de anestesia intravenosa com a utilização de uma sonda para o dedo, pés ou ouvidos, o oxímetro de pulso (OP) é um dispositivo de monitoramento não invasivo que calcula a saturação de oxigênio (SADIQUE et al., 2014).

O OP opera emitindo fontes de luz vermelha e infravermelha a partir de diodos (*LEDs*), que operam em comprimentos de onda de 660nm (vermelho) e 900-940nm (infravermelho) para medir a absorção de oxihemoglobina e desoxihemoglobina (POZZOBON et al., 2011). Hemoglobina é a molécula que se liga ao oxigênio e o transfere dos pulmões para as células dos tecidos. Quando esta se encontra totalmente saturada de oxigênio é chamada oxihemoglobina (HbO_2) e, quando libera oxigênio, é reduzida e chamada de desoxiemoglobina (Hb) (SCHRATZ, 1987). Com os comprimentos de onda transiluminando os tecidos, o OP detecta os picos de absorção devido à circulação sanguínea pulsátil, e usa essas informações para calcular a taxa de pulso e a saturação de oxigênio (NOBLETT et al., 1996, CALDEIRA et al., 2016).

Pele, osso e sangue venoso não interferem nas medidas. Essas características induzem que a oximetria de pulso também é capaz de avaliar o status da vasculatura sanguínea dentro de um dente e, portanto, a vitalidade da polpa (GOHO, 1999). Nesse sentido, Gopikrishna et al. (2007) desenvolveram um oxímetro de pulso adaptado com sonda dental personalizada e concluíram ser um método objetivo e preciso na avaliação de vitalidade da polpa.

Um indivíduo saudável apresenta saturação de oxigênio arterial variando de 95% a 100% (KATAOKA et al., 2016). Nos dentes, a saturação de oxigênio é geralmente menor (LIMA et al., 2019). Isso pode ocorrer devido à localização da polpa, cercada por tecido duro,

criando um obstáculo para a detecção da vascularização (BRUNO et al., 2014). Segundo Pozzobon et al. (2011), obter leituras através do OP, mesmo que adaptado, pode ser difícil em dentes com uma maior espessura de dentina. Em concordância, Fuss et al. (1986) concluíram que a variação de espessura de esmalte e dentina nos grupos dentais dificulta a detecção da vitalidade pulpar. Além disso, Estrela et al (2017) provaram que os níveis de SpO₂ diminuíram gradualmente com o avanço da idade dos pacientes, podendo ser explicado pelo aumento da espessura do tecido duro dental devido à deposição de dentina secundária. A difração de luz infravermelha por prismas de esmalte e dentina também pode causar diminuição nas leituras da SpO₂, podendo ser atribuída à dispersão de raios de luz através da gengiva (SIDDHESWARAN; ADYANTHAYA, 2011).

O OP também pode ser utilizado como método eficaz no monitoramento da saúde pulpar dos elementos dentais submetidos ao clareamento dental de consultório (HENRIQUES; TEIXEIRA; ALVES, 2018). Agentes oxidantes como peróxido de hidrogênio e peróxido de carbamida são utilizados para clarear dentes escuros e tratar casos de esmalte manchado, fluorose dentária, dentes manchados com tetraciclina e manchas internas (EIMAR et al., 2012). Para a técnica de clareamento dental em consultório, os géis clareadores são aplicados em altas concentrações (35-38%) em uma sessão de 30 a 45 minutos (SOARES et al., 2014). Os géis branqueadores atuam quebrando as ligações de carbono insaturadas das moléculas de pigmento, tornando-as menores e reduzindo a capacidade de absorção e aumentando o reflexo e a transmissão da luz (VILHENA et al., 2019).

O peróxido de hidrogênio e seus produtos têm a capacidade de se difundir rapidamente através dos tecidos mineralizados do dente devido ao baixo peso molecular dessas substâncias e à permeabilidade do esmalte e da dentina (LIMA et al., 2019). Segundo Martini et al. (2019), ao penetrar nos tecidos dentários para oxidar os componentes orgânicos da estrutura dentária, os géis podem atingir a câmara pulpar e causar a liberação de mediadores inflamatórios, gerando a sensibilidade dental. Estudos *in vitro* demonstraram que quanto maior a concentração do agente de branqueamento, maior a agressão às células pulpares (REZENDE et al., 2016). Costa et al. (2010) mostraram que a intensidade das respostas pulpares decorrentes do clareamento é maior em dentes com menor espessura de esmalte. O clareamento dentário também tem sido associado à diminuição de cálcio e flúor no tecido dentário, alteração na morfologia da superfície do esmalte, aumento da rugosidade superficial e redução na microdureza (MORAES et al., 2015).

Uma vez observado que a espessura da estrutura dental e o clareamento podem influenciar e mascarar a leitura de SpO₂ pulpar pelo OP (HENRIQUES; TEIXEIRA; ALVES, 2018), o presente estudo teve como objetivo avaliar a influência de diferentes espessuras de esmalte e dentina na leitura de SpO₂ realizada pelo oxímetro de pulso.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar *ex vivo* a influência dos tecidos dentais na leitura de saturação de oxigênio (SpO₂) pelo oxímetro de pulso (OP).

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar se diferentes espessuras de esmalte e dentina afetam a leitura da SpO₂ pelo OP.
- Observar os efeitos da clareação dental na leitura da saturação de oxigênio pulpar pelo OP.

2.3 HIPÓTESE NULA

A hipótese nula é de que diferentes espessuras de esmalte e dentina não influenciam a leitura da saturação de oxigênio pelo OP, independente do clareamento dessas estruturas.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo *ex vivo* foi realizado após aprovação do projeto nº 2.345.915 pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFSC.

3.1 CÁLCULO AMOSTRAL

O tamanho da amostra foi estimado com base em estudos já publicados e que avaliaram a SpO₂ (GOPIKRISHNA; TINAGUPTA; KANDASWAMY, 2007). Além disso, para uma análise com $\alpha = 0,05$ e 80% de potência, 26 dentes foram selecionados para compor o experimento.

3.2 SELEÇÃO DOS DENTES E PREPARO DOS ESPÉCIMES

Neste estudo foram utilizados 26 dentes anteriores de humanos, extraídos por razões alheias a esta pesquisa. Após radiografias iniciais, tomadas no sentido próximo-proximal, foram incluídos no estudo dentes permanentes, incisivos e caninos, hígidos e sem calcificações intra-pulpare. Foram excluídos do estudo dentes com restaurações e alterações visíveis na estrutura de esmalte e dentina da coroa. Após a remoção de cálculo e tecidos moles remanescentes, os dentes foram mantidos em timol 0,1% diluído em soro fisiológico 0,9%, pH 7, até o momento do experimento.

A espessura da coroa de cada dente foi inicialmente mensurada no sentido vestibulo-palatal num ponto central do terço médio da coroa com espessímetro (Wilcos, Brasil Indústria e comércio Ltda., Petrópolis, RJ, Brasil). Nesse mesmo ponto, a cor dos dentes foi aferida com um espectrofotômetro intraoral (VITA Easyshade®; VITA Zahnfabrik, BadSäckingen, Alemanha) e representou a cor inicial (C1) de cada elemento dental. Em cada aferição, os dentes foram secos com papel absorvente e posicionados sobre fundo branco absoluto. O aparelho foi ajustado para fazer 3 leituras consecutivas, calculando automaticamente os valores médios de L*, a* e b*. Para certificar que apenas a área central por vestibular de cada dente fosse avaliada pela sonda de medição, uma matriz de silicone pesado (3M ESPE Dental Products, St Paul, MN, EUA) foi adaptada à ponta da sonda a fim de evitar que áreas dentais contíguas interferissem na aferição. A cada mensuração, o registro das coordenadas L*a*b foi feito em planilhas específicas para posterior análise e comparação das médias resultantes. Todas as leituras foram feitas pelo mesmo operador.

3.3 LEITURA DA SPO₂ ATRAVÉS DAS COROAS DENTAIS

Para a leitura da SpO₂ através das coroas dentais foi utilizado um simulador óptico de dedo para oximetria (Figura 1) (Index 2 XLFE, Fluke, Biomedical, Everett, Washington, EUA). Previamente a este estudo, o simulador passou por uma calibração (certificado pelo nº I1573/17). O oxímetro de pulso utilizado neste estudo, o BCI (Smiths Medical PM Inc, Waukesha, WI, EUA, Figura 2), também foi previamente avaliado pelo Laboratório IEB da UFSC quanto à precisão.

As leituras da SpO₂ pelo OP foram realizadas por um único operador, com o dedo óptico programado em dois modos distintos, alta perfusão (AP) ou baixa perfusão (BP). Inicialmente, o simulador foi programado com níveis de AP, com os parâmetros mantidos em 98% de SpO₂ e 75 batimentos por minuto (bpm). Na sequência, níveis de BP foram simulados em 86% de SpO₂ e 75 bpm. O sensor utilizado para a adaptação no dedo óptico do simulador foi o 3025 (Smiths Medical) (Figura 3) conforme realizado em estudos anteriores (POZZOBON et al., 2011; ESTRELA et al. 2017a; ESTRELA et al., 2017b).

A primeira leitura foi obtida sem a interposição do elemento dental e representou o Controle positivo (L0). O sensor 3025 foi posicionado de forma a envolver completamente o dedo óptico, sendo que o diodo emissor de luz (LED vermelho) ficou posicionado na parte inferior e o diodo receptor na parte superior do mesmo. Em seguida, a coroa dentária de cada elemento dental hígido foi posicionada com a face vestibular sob o diodo emissor de luz do sensor 3025 e este conjunto, dente e sensor, envolveu o dedo óptico (L1).

3.4 LEITURA DA SPO₂ ATRAVÉS DAS COROAS DENTÁRIAS APÓS O DESGASTE

Após a leitura da SpO₂ através das coroas, as faces palatinas ou linguais dos elementos dentais foram desgastadas com broca diamantada tronco cônica (4138, KG Sorensen, SP, Brasil) em alta rotação e sob spray ar/água. Os dentes tiveram suas coroas desgastadas até a obtenção da espessura de 5 mm no ponto central do terço médio da coroa, quando então novas leituras da cor e da SpO₂ foram realizadas (C2 e L2). Em seguida, todos os dentes foram submetidos ao clareamento dental. O clareamento foi realizado com gel clareador (Whiteness 16%, FGM, Joinville, SC, Brasil) por 24 horas. A seguir, os dentes foram lavados em água corrente. As coroas então passaram por outras leituras de cor e SpO₂ (C3 e L3). Na sequência, os elementos dentais foram novamente desgastados até a espessura de 3 mm e as leituras foram repetidas (C4 e L4). A Figura 4 apresenta um fluxograma dos

procedimentos realizados no estudo e dos grupos formados em cada momento de acordo com os valores de SPO₂ lidos e a cor aferida.

A leitura da SpO₂ através das faces vestibulares dentais foi realizada de acordo com o descrito para a coroa inteira, utilizando simulador óptico de dedo calibrado em alta (98% SpO₂, 75 bpm) ou baixa (86% SpO₂, 75 bpm) perfusão. O mesmo aparelho de OP utilizado anteriormente foi testado, com o uso do mesmo sensor. Para isso, as faces seccionadas foram posicionadas sob o diodo emissor de luz do sensor 3025, acoplado ao dedo óptico do simulador como descrito anteriormente. Os valores das leituras pelo oxímetro de pulso foram tomados e tabulados respeitando o tempo máximo de 30 segundos (tempo de estabilização dos valores durante a leitura). Em todas as leituras, cuidados foram tomados a fim de evitar interferências externas e presença de ruídos.

3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados relativos à avaliação de cor foram avaliados de acordo com a cor correspondente à escala VITA de forma descritiva (TABELA 1).

Quanto à avaliação dos valores lidos de SpO₂, após a verificação da não normalidade dos dados pelo teste de Shapiro-Wilk ($p < 0,05$), o teste não paramétrico de Friedman foi utilizado para avaliar a existência de diferenças significativas entre os grupos. Para identificar os momentos em que a SpO₂ lida variou significativamente, procedeu-se à comparação múltipla de médias de ordens pelo teste de Dunn. O nível de significância estabelecido foi de 5% e o SPSS Statistics (v. 24, SPSS Inc. Chicago, IL) foi o software utilizado na análise estatística.



Figura 1. Imagem ilustrativa do simulador óptico de dedo Index 2 XLFE (Fluke).



Figura 2. Imagem ilustrativa do Oxímetro de Pulso BCI 3025 (Smiths Medical)

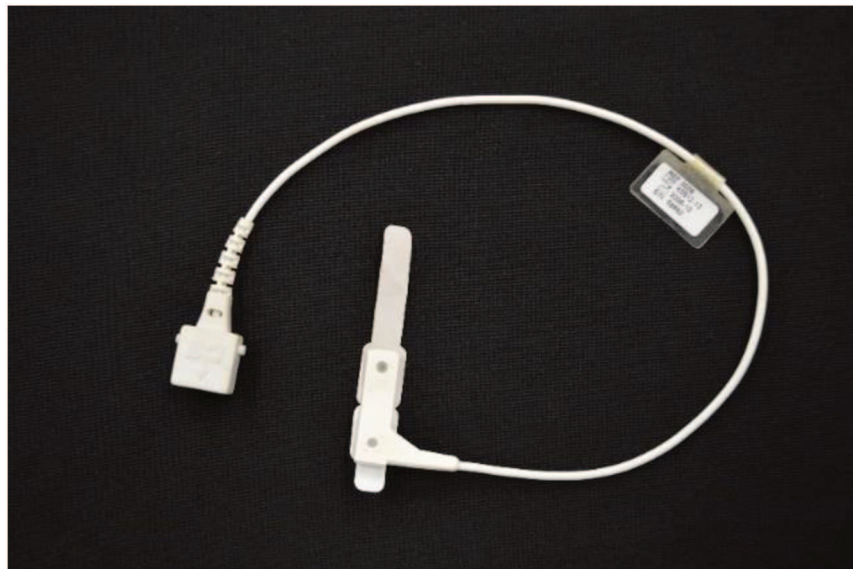


Figura 3. Sensor utilizado para adaptação no dedo óptico do simulador (Modelo 3025, Smiths Medical).

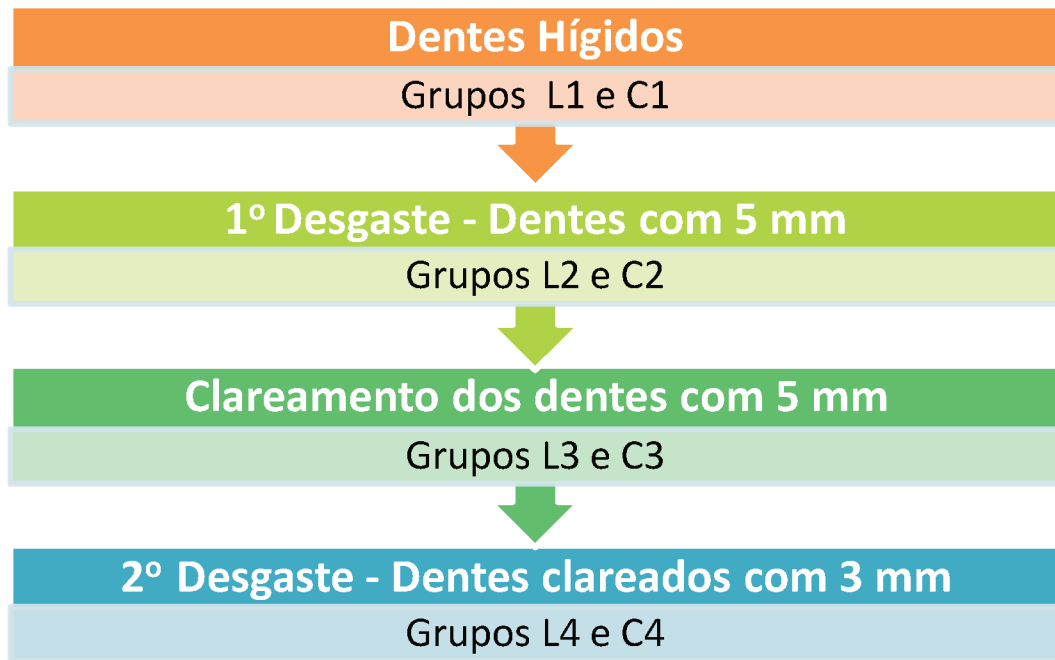


Figura 4. Fluxograma dos procedimentos realizados no estudo e dos grupos formados em cada momento de acordo com os valores de SpO₂ lidos e a cor aferida.

4 RESULTADOS

A leitura da SpO_2 pelo Oxímetro de Pulso sofreu alterações estatisticamente significativas ($p < 0,05$) entre os momentos avaliados (antes e após o clareamento) e nas duas situações (alta e baixa perfusão). Como ilustram as Figuras 5 e 6, a leitura da SpO_2 foi estatisticamente diferente após o clareamento dental e diminuição da espessura do substrato dentário. As diferenças estatisticamente significantes, para ambas as situações de alta e de baixa perfusão, ocorreram entre os grupos de dentes hígidos (L1) e dentes clareados de 5 mm (L3) ($p < 0,001$); dentes hígidos (L1) e dentes clareados de 3 mm (L4) ($p < 0,001$); dentes de 5 mm (L2) e dentes clareados de 5 mm (L3); e dentes de 5 mm (L2) e dentes clareados de 3 mm (L4) ($p < 0,001$).

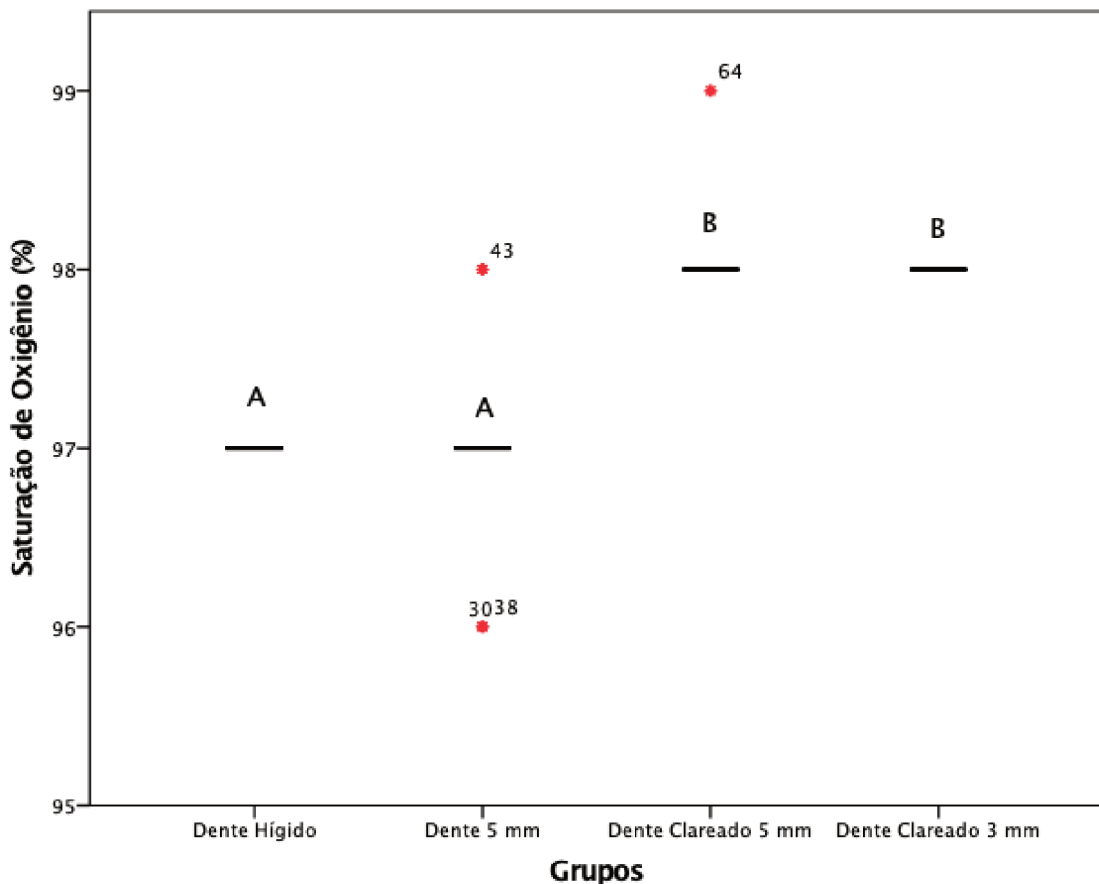


Figura 5. Evolução da leitura da saturação de oxigênio de acordo com a espessura dentária e tratamento clareador em alta perfusão. Distribuições identificadas com letras maiúsculas são significativamente diferentes para $\alpha = 0,05$ de acordo com as comparações múltiplas de médias das ordens (Teste de Friedman).

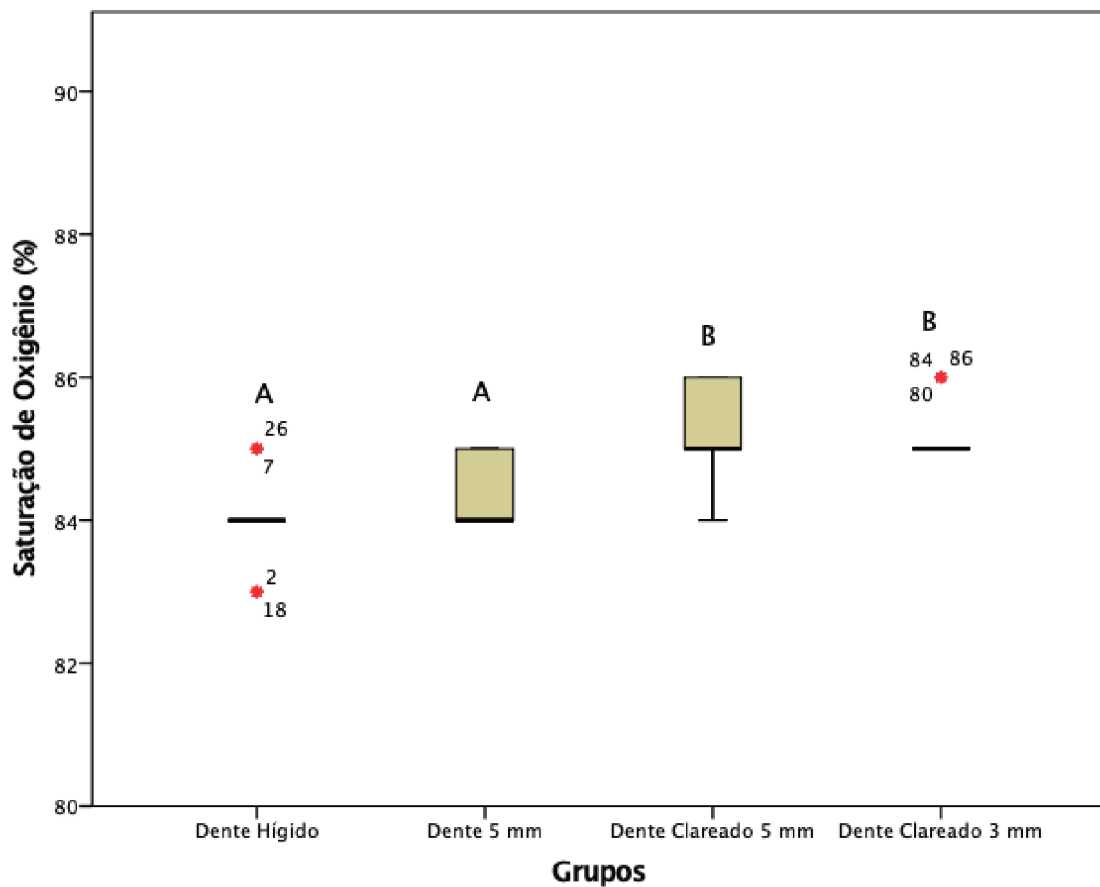


Figura 6. Evolução da leitura da saturação de oxigênio de acordo com a espessura dentária e tratamento clareador em baixa perfusão. Distribuições identificadas com letras maiúsculas são significativamente diferentes para $\alpha = 0,05$ de acordo com as comparações múltiplas de médias das ordens (Teste de Friedman).

Quanto a análise da cor das estruturas dentais, observou-se modificação dos percentuais de cada cor verificada nos diferentes momentos do estudo (Tabela 1). Houve maior percentual da cor A1 nos dentes hígidos (42%) e com 5 mm (34,61%). Após o clareamento pode-se notar ausência de percentuais de cores A4 e C4 e aumento dos percentuais relativos à cor B1 (34,61% nos dentes com 5 mm e 50% nos dentes com 3 mm).

No entanto, não houve correlação entre a cor aferida e os valores de SpO₂ lidos (Tau-b de Kendall, $p > 0,05$).

Tabela 1 – Porcentagem de cor em cada etapa do estudo*

Cor	Dentes Hígidos** (C1)	Dentes com 5mm (C2)	Dentes com 5mm clareados (C3)	Dentes com 3mm clareados (C4)
A1	42,30%	34,61%	23,07%	23,07%
A2	15,38%	15,38%	7,69%	15,38%
A3	3,84%	3,84%	11,53%	0%
A4	3,84%	3,84%	0%	0%
B1	26,92%	15,38%	34,61%	50%
B2	3,84%	19,23%	23,07%	3,84%
B3	3,84%	3,84%	0%	3,84%
C1	0%	0%	0%	3,84%
C4	0%	3,84%	0%	0%

*Porcentagem de core de cada grupo à medida que foram desgastados e clareados. C1: cor das coroas dos dentes hígidos; C2: cor das coroas desgastadas em 5 mm; C3: cor das coroas com 5 mm após clareamento; C4: cor das coroas após clareamento e novo desgaste até 3 mm.

** A espessura média dos dentes hígidos foi de 5,39.

5 DISCUSSÃO

A oximetria de pulso é considerada um método indolor e não invasivo para aferir a vitalidade da polpa por meio da avaliação da saturação de oxigênio pulpar (GOPIKRISHNA; TINAGUPTA; KANDASWAMY, 2007). O presente estudo analisou as implicações de diferentes espessuras de esmalte e dentina na leitura de SpO₂ pelo oxímetro de pulso em dentes clareados e em dois modos de perfusão (AP e BP), utilizando para isso um simulador óptico de dedo.

O simulador utilizado foi o Index 2 XLFE (Fluke), que simulou níveis de SpO₂ (BP de 86% e AP de 98%) e frequências cardíacas (75 bpm). Esse equipamento pode ser programado para simular níveis de SpO₂ entre 35% a 100% (Fluke Biomedical 2008) e é comumente utilizado na calibração e na verificação do desempenho técnico dos aparelhos de oximetria (THIESEN; STEMMER, 2010). A escolha dos níveis de oxigênio simulados em cada modo de perfusão foi feita com base na realidade clínica e no funcionamento dos oxímetros de pulso. Sabe-se que valores inferiores a 90% de SpO₂ já podem ser considerados baixos na avaliação da perfusão sanguínea de pacientes sob cuidados médicos (JUBRAN, 2015). Além disso, os aparelhos de oximetria mostram-se menos precisos na leitura de SpO₂ com valores de perfusão abaixo de 80% (JUBRAN, 2015), justificando a escolha dos valores de 86% para baixa e de 98% para alta perfusão.

A realização de estudos *ex vivo* com o emprego de oximetria de pulso apresenta como vantagem, além da padronização do teste, a redução das interferências técnicas e clínicas que ocorrem comumente, tornando mais confiáveis os resultados e conclusões obtidos.

Movimentações dos pacientes e alguns tipos de iluminação (como a interferência da luz ambiente) podem também causar erros na leitura da saturação (RALSTON; WEBB; RUNCIMAN, 1991). Por isso, nesse estudo, cuidados foram tomados a fim de evitar interferências externas e presença de ruídos, tais como a realização das leituras por um único operador e em ambiente protegido de outras fontes de luz, sem presença de movimentações e ruídos externos.

Para obter leituras confiáveis da saturação de oxigênio nos dentes também foi necessária a utilização de uma sonda adaptada ao tamanho, forma e contorno de cada dente. A sonda permitiu que os diodos emissores de luz ficassem paralelos uns aos outros, o que garantiu a correta transmissão de luz através da coroa dental (GOPIKRISHNA;

TINAGUPTA; KANDASWAMY, 2007). Nesta pesquisa, o sensor 3025 foi posicionado de forma a envolver completamente o dedo óptico e o elemento dental, garantindo assim a padronização durante a repetição das leituras.

Com base nos resultados obtidos, pode-se afirmar que a hipótese nula testada foi parcialmente aceita, uma vez que distintas espessuras de esmalte e dentina apresentaram valores alterados em relação à leitura de SpO₂ após o clareamento dental, quando comparados aos valores obtidos a partir de dentes hígidos, ou com espessura de 5 mm, antes do clareamento. Interessantemente, o clareamento da estrutura dentária pareceu influenciar de forma mais significativa a leitura da SpO₂ pelo oxímetro de pulso do que a espessura da estrutura dental.

Quando o dente hígido foi comparado com o dente desgastado de 5 mm não houve diferença na leitura de SpO₂. Num primeiro momento pode-se conjecturar que a diferença de espessura não tenha sido significativamente relevante, pois a espessura média das coroas antes do desgaste era de 5,39 mm, superior à espessura de 5 mm apenas em 8%. Porém, quando feito o clareamento, houve aumento significativo dos valores lidos de SpO₂.

Estudos de Fried et al. (1995) observaram que a dentina e o esmalte absorvem fracamente a luz, sendo a dispersão um fator importante na determinação da distribuição de energia depositada nos tecidos. É possível que a menor espessura dental associada à diminuição de pigmentações como obstáculos para as fontes de luzes vermelha e infravermelha tenha promovido valores mais altos na leitura de SpO₂ através das faces dentais. Entretanto, a nova redução da espessura das facetas já clareadas não elevou os valores lidos pelo OP.

Sabe-se que a cor dos dentes é influenciada por uma combinação de sua cor intrínseca e presença de manchas extrínsecas que se formam na superfície do dente (MANUEL; ABHISHEK; KUNDABALA, 2010). A cor intrínseca de um dente é determinada pela maneira como a luz é dispersa e absorvida na superfície e dentro de suas estruturas. O esmalte é translúcido e segue caminhos de luz altamente irregulares através do dente antes de emergir na superfície (BURGT et al., 1990). Já a dentina tem papel significativo na determinação da cor do dente (BATTERSBY; BATTERSBY, 2015). A mancha e a cor extrínseca são determinadas pela formação de regiões com película adquirida na superfície do esmalte e podem ser influenciadas, por exemplo, pela má técnica de escovação de dentes; produtos de tabaco; ingestão alimentar de alimentos coloridos; idade do sujeito, e exposição a sais de ferro e clorexidina (JOINER; LUO, 2017).

No presente estudo, o clareamento das coroas com 5 mm foi realizado a fim de padronizar a cor e minimizar manchas intrínsecas e extrínsecas. Verificou-se que o uso de agentes clareadores alterou a cor dos dentes (Tabela 1), o que pode ter reduzido as interferências à passagem de luz e possibilitado maiores leituras da SpO₂ pelo OP.

Nesta pesquisa, após o desgaste inicial, as coroas dentais foram submetidas à ação do peróxido de carbamida 16% (Whiteness FGM) por 24 horas. Os agentes clareadores à base de carbamida são indicados para clareamento caseiro e utilizados por curtos períodos (3 a 4 h) ou durante a noite, por dias ou semanas conforme a necessidade de clareação (RODRÍGUEZ-MARTÍNEZ; VALIENTE; SÁNCHEZ-MARTÍN, 2019). Devido ao baixo peso molecular dos peróxidos de hidrogênio e de carbamida, assim como a alta permeabilidade da estrutura dental, os agentes clareadores difundem-se facilmente através do esmalte e dentina propiciando o clareamento dessas estruturas (BARATIERI et al., 2001). Os géis clareadores atuam quebrando as ligações de carbono insaturadas das moléculas do pigmento, tornando-as menores, reduzindo a capacidade de absorção e aumentando o reflexo da luz e transmissão (VILHENA et al., 2019).

Após o clareamento, como já discutido, foi observado aumento dos valores lidos de SpO₂. No entanto, um recente estudo clínico observou redução nos valores de SpO₂ lidos após o uso do agente clareador (LIMA et al., 2019). No estudo de Lima et al. (2019), após 2 sessões de clareamento de consultório com peróxido de hidrogênio a 35% por 20 minutos, uma diminuição foi observada no nível de saturação de oxigênio pulpar. Tal redução de SpO₂ pode ser resultado da penetração do peróxido de hidrogênio e seus produtos na câmara pulpar, que entram em contato com a polpa, atravessam membranas celulares e se dissociam em radicais livres no citoplasma, resultando em um estado de estresse oxidativo (SOARES et al., 2014). Nos estudos de Alghaithy e Qualtrough (2016) e Bruno et al. (2014), outras limitações como o aumento da acidez e do metabolismo causados pelo processo inflamatório (levando à desoxigenação das hemoglobinas e, conseqüentemente, afetando a saturação de oxigênio no sangue), maior pressão venosa, distúrbios da hemoglobina, vasoconstrição, baixa perfusão periférica e hipotensão, também podem afetar negativamente as leituras de SpO₂, reduzindo os valores das mesmas. No presente estudo, tais limitações foram descartadas pois um dedo óptico foi utilizado para simular a vascularização pulpar em dentes *ex vivos*.

Estudos clínicos (BARGRIZAN et al., 2015) revelaram que os maiores valores de saturação de oxigênio podem ser atribuídos à maior vascularização em crianças, pois quanto maior o estágio do desenvolvimento da raiz, menor o oxigênio no sangue. Todavia, tal

afirmação pode também ter correlação com a cor do dente decíduo, e não unicamente com a espessura dos tecidos duros. No estudo de Joiner e Luo (2017) foram medidas as cores dos dentes decíduos usando o Espectrofotômetro Vita Easyshade em 604 dentes de crianças dos Estados Unidos de 2 a 5 anos e as tonalidades dos dentes mais comuns foram A1 (46%), A2 (25%) e B1 (11%). Tais tonalidades foram também encontradas em grande número nesta pesquisa após o clareamento, e sabendo que o clareamento promove maior passagem de luz pela estrutura dental (BARATIERI et al., 2001), este demonstrou ser um fator influente no aumento da leitura de SpO₂.

Estrela et al. (2017) relataram menores níveis de SpO₂ (80,0%) em pré-molares saudáveis de pacientes com idades de 40 a 44 anos, quando comparados com aqueles medidos em pacientes com idade entre 20 e 24 anos (89,71%). Teoricamente, poderia ser mais difícil obter leituras em dentes com maior espessura de dentina (condição fisiológica que ocorre com o envelhecimento) (POZZOBON et al., 2011), Porém, como demonstrado no estudo de Joiner e Luo (2017), a cor dos dentes se torna mais escura e amarelada com a idade, que pode interferir na leitura da saturação de oxigênio de forma mais efetiva do que a espessura da dentina em questão.

Os resultados de aumento da SpO₂ obtidos na presente pesquisa, apesar de estatisticamente significativos, podem não ser clinicamente relevantes. Diante disso, novos estudos ainda são necessários a fim de verificar a influência do clareamento dental e da espessura dos tecidos dentais duros em dentes *in vivo*.

6 CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo mostraram maiores leituras de SpO₂ pelo Oxímetro de Pulso nos dentes clareados. O clareamento da estrutura dentária pareceu influenciar a leitura de SpO₂ pelo OP de forma mais significativa do que a espessura, tanto em baixa quanto em alta perfusão.

REFERÊNCIAS

ALGHAITHY, R. A.; QUALTROUGH, A. J. E. Pulp sensibility and vitality tests for diagnosing pulpal health in permanent teeth: a critical review. **International Endodontic Journal**, v. 50, n. 2, p.135-142, 2016.

BARATIERI, L. N. et al. **Odontologia Restauradora – Fundamentos e Possibilidades**. 2001.

BARGRIZAN, M. et al. The use of pulse oximetry in evaluation of pulp vitality in immature permanent teeth. **Dental Traumatology**, v. 32, n. 1, p.43-47, 10, 2015.

BATTERSBY, P. D.; BATTERSBY, S. J. Measurements and modelling of the influence of dentine colour and enamel on tooth colour. **Journal of dentistry**, v. 43, n. 3, p. 373-381, 2015.

BRUNO, K. F. et al. Oxygen Saturation in the Dental Pulp of Permanent Teeth: A Critical Review. **Journal of Endodontics**, v. 40, n. 8, p.1054-1057, 2014.

BURGT, T. P. V. D. et al. A comparison of new and conventional methods for quantification of tooth color. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 63, n. 2, p.155-162, 1990.

CALDEIRA, C. L. et al. Pulse oximetry: a useful test for evaluating pulp vitality in traumatized teeth. **Dental Traumatology**, v. 32, n. 5, p.385-389, 2016.

COSTA, C. A. S. et al. Human pulp responses to in-office tooth bleaching. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, And Endodontology**, v. 109, n. 4, p.59-64, 2010.

EIMAR, H. et al. Hydrogen peroxide whitens teeth by oxidizing the organic structure. **Journal of Dentistry**, v. 40, p.25-33, 2012.

ESTRELA, C. et al. Oxygen Saturation in the Dental Pulp of Maxillary Premolars in Different Age Groups - Part 1. **Brazilian Dental Journal**, v. 28, n. 5, p.573-577, 2017.

FRIED, D. et al. Nature of light scattering in dental enamel and dentin at visible and near-infrared wavelengths. **Applied Optics**, New York, v. 34, n. 7, p.1278-1285, 1995.

FLUKE BIOMEDICAL. Index 2MF: Pulse Oximeter Analyser. **Users Manual**. 1rd edn; pp. 1-32. Everett, HENRWashington, 2008.

FUSS, Z. V. I. et al. Assessment of reliability of electrical and thermal pulp testing agents. **Journal of Endodontics**, v. 12, n. 7, p.301-305, 1986.

GIOVANELLA, L. B. et al. Assessment of Oxygen Saturation in Dental Pulp of Permanent Teeth with Periodontal Disease. **Journal of Endodontics**, v. 40, n. 12, p.1927-1931, 2014.

GOHO, C. Pulse oximetry evaluation of vitality in primary and immature permanent teeth. **American Academy of Pediatric Dentistry**, v. 21, n. 7, p.125-127, 1999.

GOPIKRISHNA, V.; TINAGUPTA, K.; KANDASWAMY, D. Comparison of Electrical, Thermal, and Pulse Oximetry Methods for Assessing Pulp Vitality in Recently Traumatized Teeth. **Journal of Endodontics**, v. 33, n. 5, p.531-535, 2007.

GOPIKRISHNA, V.; TINAGUPTA, K.; KANDASWAMY, D. Evaluation of Efficacy of a New Custom-Made Pulse Oximeter Dental Probe in Comparison with the Electrical and Thermal Tests for Assessing Pulp Vitality. **Journal of Endodontics**, v. 33, n. 4, p.411-414, 2007.

HENRIQUES, D. H. N.; TEIXEIRA, C. S.; ALVES, A. M. H. **Avaliação do oxímetro de pulso na leitura da saturação de oxigênio da polpa dental**. 2018. 124 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Odontologia, Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018.

JAFARZADEH, H.; ABBOTT, P. V. Review of pulp sensibility tests. Part I: general information and thermal tests. **International Endodontic Journal**, v. 43, n. 9, p.738-762, 2010.

JAFARZADEH, H.; ABBOTT, P. V. Review of pulp sensibility tests. Part II: electric pulp tests and test cavities. **International Endodontic Journal**, v. 43, n. 11, p.945-958, 2010.

JAFARZADEH, H.; ROSENBERG, P. A. Pulse Oximetry: Review of a Potential Aid in Endodontic Diagnosis. **Journal of Endodontics**, v. 35, n. 3, p.329-333, 2009.

JOINER, A.; LUO, W. Tooth colour and whiteness: A review. **Journal of Dentistry**, v. 67, p.1-36, 2017.

JUBRAN, A. Pulse oximetry. **Critical Care**, v. 19, n. 1, p.1-7, 2015.

KATAOKA, S. H. H. et al. Late Effects of Head and Neck Radiotherapy on Pulp Vitality Assessed by Pulse Oximetry. **Journal of Endodontics**, v. 42, n. 6, p.886-889, 2016.

KONG, H. et al. Oxygen saturation and perfusion index from pulse oximetry in adult volunteers with viable incisors. **Acta Odontologica Scandinavica**, v. 74, n. 5, p.411-415, 2016.

MANUEL, S. T.; ABHISHEK, P; KUNDABALA, M. Etiology of tooth discoloration - a review. **Nig Dent J**, Mangalore, v. 18, n. 2, p.52-63, 2010.

MARTINI, E. C. et al. Bleaching-induced tooth sensitivity with application of a desensitizing gel before and after in-office bleaching: a triple-blind randomized clinical trial. **Clinical Oral Investigations**, p.1-10, 2019.

MORAES, I. Q. S. et al. Effect of in-office bleaching with 35% hydrogen peroxide with and without addition of calcium on the enamel surface. **Microscopy Research and Technique**, v. 78, n. 11, p.975-981, 2015.

NOBLETT, W. C. et al. Detection of Pulpal Circulation In Vitro by Pulse Oximetry. **Journal of Endodontics**. Iowa, p. 1-5. 1996.

POZZOBON, M. H. et al. Assessment of pulp blood flow in primary and permanent teeth using pulse oximetry. **Dental Traumatology**, v. 27, n. 3, p.184-188, 2011.

RALSTON, A. C.; WEBB, R. K.; RUNCIMAN, W. B. Potential errors in pulse oximetry: 111: Effects of interference, dyes, dyshaemoglobins and other pigments. **The Association of Anaesthetists of Gt Britain and Ireland**, v. 46, n. 1, p.291-295, 1991.

RAPP, R.; AVERY, J. K.; STRACHAN, D. S. The distribution of nerves in human primary teeth. **The Anatomical Record**, v. 159, n. 1, p.89-103, 1967.

REZENDE, M. et al. Predictive factors on the efficacy and risk/intensity of tooth sensitivity of dental bleaching: A multi regression and logistic analysis. **Journal of Dentistry**, v. 45, p.1-6, 2016.

RODRÍGUEZ-MARTÍNEZ J.; VALIENTE M.; SÁNCHEZ-MARTÍN M. J. Tooth whitening: From the established treatments to novel approaches to prevent side effects. **Journal of Esthetic and Restorative Dentistry**, v.31, n.5, p.431-440, 2019.

SADIQUE, M. et al. Evaluation of Efficacy of a Pulse Oximeter to Assess Pulp Vitality. **Journal of International Oral Health**, Calicut, v. 3, n. 6, p.70-72, 2014.

SCHRATZ, W. W. Pulse oximetry: a review, with emphasis on applications. **Anesthesia Progress**, Pittsburgh, v. 1, n. 34, p.100-101, 1987.

SETZER, F. C. et al. Clinical Diagnosis of Pulp Inflammation Based on Pulp Oxygenation Rates Measured by Pulse Oximetry. **Journal of Endodontics**, v. 38, n. 7, p.880-883, 2012.

SHARMA, D. S. et al. In Vivo Evaluation of Customized Pulse Oximeter and Sensitivity Pulp Tests for Assessment of Pulp Vitality. **Journal of Clinical Pediatric Dentistry**, v. 43, n. 1, p.11-15, 2019.

SIDDHESWARAN, V.; ADYANTHAYA, R. Pulse Oximetry: A Diagnostic Instrument in Pulpal Vitality Testing—An in vivo Study. **World Journal of Dentistry**, v. 2, n. 3, p.225-230, 2011.

SIQUEIRA JUNIOR, J. F. et al. Biologia Pulpar e Perirradicular. **Endodontia: Biologia e Técnica**. 4. ed., Cap. 1, p. 30 e 33, 2015.

SOARES, D. G. et al. Effective tooth-bleaching protocols capable of reducing H₂O₂ diffusion through enamel and dentine. **Journal of Dentistry**, v. 42, n. 3, p.351-358, 2014.

THIESEN, H. J.; STEMMER, M. A. **Módulo de Oximetria para uso em Monitor Multiparâmetro**. 2010. TCC – Faculdade de Engenharia Elétrica Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – PUCRS, Porto Alegre.

VILHENA, K. F. B. et al. Dental enamel bleached for a prolonged and excessive time: Morphological changes. **Plos One**, v. 14, n. 4, p.1-3, 2019.

ANEXO A – Ata de Aprovação no TCC



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
CURSO DE ODONTOLOGIA
DISCIPLINA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE ODONTOLOGIA

ATA DE APRESENTAÇÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Aos Vinte e Quatro (24) dias do mês de outubro de 2019, às 11 horas, em sessão pública no Auditório do CCS desta Universidade, na presença da Banca Examinadora presidida pela Professora Cleonice da Silveira Teixeira e pelos examinadores:

1 - Eduardo Antunes Bortoluzzi,

2 - Ana Maria Hecke Alves, a aluna **Caroline Felipe Fernandes de Souza** apresentou o Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação intitulado:

Influência da espessura de esmalte e dentina na leitura de SPO₂ pelo oxímetro de pulso em dentes clareados

como requisito curricular indispensável à aprovação na Disciplina de Defesa do TCC e a integralização do Curso de Graduação em Odontologia. A Banca Examinadora, após reunião em sessão reservada, deliberou e decidiu pela aprovação do referido Trabalho de Conclusão do Curso, divulgando o resultado formalmente ao aluno e aos demais presentes, e eu, na qualidade de presidente da Banca, lavrei a presente ata que será assinada por mim, pelos demais componentes da Banca Examinadora e pelo aluno orientando.

Cleonice S. Teixeira

Cleonice da Silveira Teixeira

Eduardo Antunes Bortoluzzi

Eduardo Antunes Bortoluzzi

Ana Maria Hecke Alves

Ana Maria Hecke Alves

Caroline Felipe Fernandes de Souza

Caroline Felipe Fernandes de Souza

ANEXO B – Comitê de Ética

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
SANTA CATARINA - UFSC



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Avaliação do oxímetro de pulso na leitura da saturação de oxigênio da polpa dental.

Pesquisador: CLEONICE DA SILVEIRA TEIXEIRA

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 73198217.1.0000.0121

Instituição Proponente: Universidade Federal de Santa Catarina

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.345.915

Apresentação do Projeto:

Este estudo observacional, pela avaliação da vitalidade pulpar, mediante medidas tomadas com o oxímetro de pulso, tanto do dedo do paciente (saturação de oxigênio corporal), quanto da medida da saturação de oxigênio do dente do paciente nos seguintes momentos:

antes e após o clareamento; antes e após o preparo protético; e antes e após a cimentação da peça protética. Os dados serão coletados ao longo do período de tratamento estético (clareamento) ou reabilitador (protético) realizados por outros profissionais. O Oxímetro de Pulso é um aparelho cujo princípio baseia-se na diferença de absorção de luz vermelha e infravermelha pela oxi-hemoglobina e desoxi-hemoglobina, indicando a taxa de pulso e a saturação de oxigênio dos tecidos. Embora esse aparelho tenha sido desenvolvido originalmente para uso em procedimentos médicos, estudos têm mostrado que pode ser utilizado também na Odontologia, pois é uma alternativa objetiva, atraumática e não invasiva para a avaliação da vitalidade pulpar dos elementos dentais. Estas características tornam esse método mais vantajoso que os testes atualmente usados para este fim, como os testes térmicos e elétricos, principalmente por apresentar melhor aceitação do paciente, uma vez que não provoca respostas dolorosas, e por detectar a presença de circulação pulpar, responsável pela vitalidade da polpa, ao invés da inervação.

Endereço: Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R: Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 401
Bairro: Trindade **CEP:** 88.040-400
UF: SC **Município:** FLORIANOPOLIS
Telefone: (48)3721-6094 **E-mail:** cep.propesq@contato.ufsc.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
SANTA CATARINA - UFSC



Continuação do Parecer: 2.345.915

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Avaliar a capacidade de leitura do aparelho (OP) através das estruturas de esmalte/dentina e os níveis de saturação de oxigênio pulpar em dentes permanentes anteriores e posteriores, antes e após procedimentos estéticos e reabilitadores realizados em pacientes tratados na clínica odontológica da Universidade Federal de Santa Catarina.

Objetivo Secundário:

a) Estudo inicial: Avaliar a capacidade de leitura do OP através das estruturas de esmalte/dentina, variando a espessura destas estruturas na leitura do OP no dedo do paciente. b) Avaliação da saturação de oxigênio pulpar antes e após procedimentos estéticos e reabilitadores.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Estudo Inicial: Para os dentes que serão doados: Não há nenhum tipo de risco, ou dano pessoal adicional, em doar o elemento dental para a pesquisa. Os riscos são os mesmos que ocorreriam na extração que será realizada, pois os motivos da mesma são completamente alheios a esta pesquisa (problemas periodontais, extração de terceiros molares por falta de espaço ou motivação ortodôntica. Como em toda a extração, poderá haver desconforto e sensibilidade no local devido à cirurgia, e necessidade de pontos para auxiliar na cicatrização, mas essa sensibilidade está presente no pós-operatório de qualquer cirurgia. Avaliação da saturação de oxigênio pulpar antes e após procedimentos estéticos e reabilitadores: Informamos que os procedimentos realizados referentes a esta pesquisa são completamente indolores e não ofereceram nenhum risco ou desconforto pessoal. Com a exceção do desconforto por permanecer com a boca aberta por um período de tempo maior (entre 05 a 10 minutos a mais) durante o procedimento de uso do aparelho, e do uso do seu tempo para a leitura deste documento. Esclarecemos que os participantes desta pesquisa não sofrerão nenhum dano nos dentes, riscos laborais e nem prejuízos físicos.

Benefícios:

Estudo inicial: O paciente terá como benefício o fato de poder contribuir com a melhora das condições de diagnóstico de doenças do tecido pulpar, através da doação de dentes extraídos por motivos alheios a presente pesquisa. Caso o paciente não aceite doar o elemento dental, isso não lhe trará nenhum tipo de prejuízo. E caso aceite em doar o dente, poderá resgatá-lo a qualquer momento da realização de nossa pesquisa. Avaliação da saturação de oxigênio pulpar antes e após procedimentos estéticos e reabilitadores: Para os pacientes que consentirem em realizar a leitura

Endereço: Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R: Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 401
Bairro: Trindade **CEP:** 88.040-400
UF: SC **Município:** FLORIANOPOLIS
Telefone: (48)3721-6094 **E-mail:** cep.propesq@contato.ufsc.br

Continuação do Parecer: 2.345.915

da vitalidade de seus dentes na clínica: o paciente também terá como benefício o fato de poder contribuir com a melhora das condições de diagnóstico de doenças dos tecidos pulpares, por meio de uma técnica completamente indolor e mais precisa, que é o uso do oxímetro de pulso para avaliação da vitalidade pulpar. O paciente não será obrigado a participar da pesquisa, se assim desejar. E se o mesmo assinar o termo de consentimento e depois desejar sair da pesquisa, isso não lhe trará nenhum tipo de prejuízo. Como benefício adicional, o paciente poderá fazer o acompanhamento da vitalidade e da normalidade pulpar de seus dentes que estão sendo submetidos ao clareamento dental ou ao procedimento reabilitador. Além disso, os procedimentos irão ajudá-lo a ficar com o sorriso mais bonito e esteticamente agradável.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O problema de pesquisa está bem justificado, com objetivos claros e método bem definido. Uma vez obtidos os dados conclusivos proporcionará aos pesquisadores meios para contribuir para futuros estudos na área.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Documentos de acordo com as exigências do CEP/SH.

Recomendações:

Não se aplica.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

As pendências relacionadas no Parecer anterior foram completamente atendidas, não havendo impedimento ético para que esta pesquisa se inicie.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_960053.pdf	28/09/2017 14:09:45		Aceito
Outros	Resposta_as_Pendencias.docx	28/09/2017 14:07:27	Dilma Helena Neves Henriques	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura	Projeto_Detalhado.doc	28/09/2017 13:59:33	Dilma Helena Neves Henriques	Aceito

Endereço: Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R: Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 401
Bairro: Trindade **CEP:** 88.040-400
UF: SC **Município:** FLORIANOPOLIS
Telefone: (48)3721-6094 **E-mail:** cep.propesq@contato.ufsc.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
SANTA CATARINA - UFSC



Continuação do Parecer: 2.345.915

Investigador	Projeto_Detalhado.doc	28/09/2017 13:59:33	Dilma Helena Neves Henriques	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.docx	28/09/2017 13:59:00	Dilma Helena Neves Henriques	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Declaracao_de_Instituicao.pdf	10/08/2017 16:20:23	Dilma Helena Neves Henriques	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_Rosto.pdf	04/08/2017 17:40:30	Dilma Helena Neves Henriques	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

FLORIANOPOLIS, 24 de Outubro de 2017

Assinado por:
Ylmar Correa Neto
(Coordenador)

Endereço: Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R: Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 401
Bairro: Trindade **CEP:** 88.040-400
UF: SC **Município:** FLORIANOPOLIS
Telefone: (48)3721-6094 **E-mail:** cep.propesq@contato.ufsc.br