



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA**

**O EFEITO DA ESPESSURA DO ESMALTE E DENTINA NA
INTERPRETAÇÃO DO OXÍMETRO DE PULSO**

Larissa Emanuelle Sestari

Goiânia, 2020



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO (TECA) PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES

E DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a [Lei 9.610/98](#), o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo das Teses e Dissertações disponibilizado na BDTD/UFG é de responsabilidade exclusiva do autor. Ao encaminhar o produto final, o autor(a) e o(a) orientador(a) firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

1. Identificação do material bibliográfico

Dissertação Tese

2. Nome completo do autor

Larissa Emanuelle Sestari

3. Título do trabalho

O efeito da espessura do esmalte e dentina na interpretação do oxímetro de pulso

4. Informações de acesso ao documento (este campo deve ser preenchido pelo orientador)

Concorda com a liberação total do documento SIM NÃO¹

[1] Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. Após esse período, a possível disponibilização ocorrerá apenas mediante:

a) consulta ao(a) autor(a) e ao(a) orientador(a);

b) novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo da tese ou dissertação.

O documento não será disponibilizado durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

Obs. Este termo deverá ser assinado no SEI pelo orientador e pelo autor.



Documento assinado eletronicamente por **Julio Almeida Silva, Professor do Magistério Superior**, em 26/06/2020, às 19:02, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **LARISSA EMANUELLE SESTARI, Discente**, em 29/06/2020, às 14:37, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site

[https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?](https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_prgao_acesso_externo=0)

[acao=documento_conferir&id_prgao_acesso_externo=0](#), informando o código verificador **1404768** e o código CRC **941F4BAB**.



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA**

**O EFEITO DA ESPESSURA DO ESMALTE E DENTINA NA
INTERPRETAÇÃO DO OXÍMETRO DE PULSO**

Larissa Emanuelle Sestari

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Goiás para obtenção de título de Mestre em Odontologia, área de concentração Clínica Odontológica.

Linha de pesquisa: Perspectivas em odontologia e desempenho de materiais odontológicos.

Orientador: Prof^o. Dr.^o Julio Almeida Silva.

Co-orientadora: Prof^a. Dr^a. Ana Helena Gonçalves de Alencar.

Goiânia, 2020

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Sestari, Larissa Emanuelle

O efeito da espessura do esmalte e dentina na interpretação do oxímetro de pulso [manuscrito] / Larissa Emanuelle Sestari. - 2020. xlvii, 47 f.: il.

Orientador: Profa. Dra. Julio Almeida Silva; co-orientadora Dra. Ana Helena Gonçalves de Alencar.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Faculdade de Odontologia (FO), Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Goiânia, 2020.

Bibliografia. Anexos. Apêndice.

Inclui siglas, abreviaturas, símbolos, gráfico, lista de figuras, lista de tabelas.

1. Oximetria de pulso. 2. Endodontia. 3. Polpa dentária. I. Silva, Julio Almeida, orient. II. Título.

CDU 616.314

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIAS

FACULDADE DE ODONTOLOGIA

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Ata nº 226 da sessão de Defesa de Dissertação de **Larissa Emanuelle Sestari**, que confere o título de Mestre em **Odontologia**, na área de concentração em **Clínica Odontológica**.

Aos **vinte e oito dias do mês de fevereiro de 2020**, a partir das **09:00**, no **auditório da Faculdade de Odontologia**, realizou-se a sessão pública de Defesa de Dissertação intitulada **“O efeito da espessura do esmalte e dentina na interpretação do oxímetro de pulso”**. Os trabalhos foram instalados pelo Orientador, Professor Doutor **Julio Almeida Silva (PPGO/UFG)** com a participação dos demais membros da Banca Examinadora: Professor Doutor **Orlando Aguirre Guedes (UniEvangélica)**, membro titular externo; Professor Doutor **Carlos Estrela (PPGO/UFG)**, membro titular interno. Durante a arguição os membros da banca **não fizeram** sugestão de alteração do título do trabalho. A Banca Examinadora reuniu-se em sessão secreta a fim de concluir o julgamento da Dissertação, tendo sido a candidata **aprovada** pelos seus membros. Proclamados os resultados pelo Professor Doutor **Julio Almeida Silva**, Presidente da Banca Examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, lavrou-se a presente ata que é assinada pelos Membros da Banca Examinadora, aos **vinte e oito dias do mês de fevereiro de 2020**.

TÍTULO SUGERIDO PELA BANCA



Documento assinado eletronicamente por **Julio Almeida Silva, Professor do Magistério Superior**, em 28/02/2020, às 11:27, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Carlos Estrela, Professor do Magistério Superior**, em 28/02/2020, às 11:28, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Orlando Aguirre Guedes, Usuário Externo**, em 28/02/2020, às 11:28, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Luciane Ribeiro De Rezende Sucasas Da Costa, Professor do Magistério Superior**, em 28/02/2020, às 12:33, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Cláudio Rodrigues Leles, Professor do Magistério Superior**, em 28/02/2020, às 12:37, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Nádia Do Lago Costa, Professora do Magistério Superior**, em 03/03/2020, às 10:21, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1177789** e o código CRC **C5381488**.

**Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Odontologia da
Universidade Federal de Goiás**

BANCA EXAMINADORA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Aluna: Larissa Emanuelle Sestari

Orientador: Prof. Dr. Julio Almeida Silva

Co-orientadora: Prof^a. Dr^a. Ana Helena Gonçalves de Alencar

Presidente:

Prof. Dr. Julio Almeida Silva

Membros:

1. Prof. Dr. Carlos Estrela

2. Prof. Dr. Orlando Aguirre Guedes

Suplente:

Prof. Dr. Daniel de Almeida Decurcio

Dedicatória

Dedico este trabalho ao meu
filho Pedro e ao meu esposo
Danilo, que foram a minha força
e inspiração para não desistir
desse sonho.

Agradecimentos

Agradeço ao meu bom Deus por me permitir mais essa conquista, e pelas pessoas que Ele colocou em meu caminho. Sei que a caminhada não foi tranquila, mas sigo a máxima de que “mar calmo nunca fez bom marinheiro.”

Agradeço ao meu filho Pedro, que durante toda essa jornada esteve comigo, desde o meu ventre, me dando forças incomparáveis para eu ser valente, resistente e resiliente. Ao meu esposo Danilo, que foi meu fiel companheiro para não desistir desse sonho, e que não mediu esforços para me ajudar no que fosse preciso para concluir essa meta. Chegamos aqui juntos e mais fortes ainda.

Aos meus pais e minha família por me ensinarem o grande valor dos estudos. Muito obrigada por tudo.

Aos meus grandes professores por me ensinarem com maestria a missão de ser mestre. Ao meu orientador, Professor Julio, que me acolheu e me ajudou a dar meus primeiros passos na docência. Será para sempre um marco especial em minha jornada. À Professora Ana Helena pela doçura e paciência em ensinar o que seria melhor para cada passo dado. Aos professores Daniel Decurcio e Patrícia por terem sido minhas grandes inspirações desde a graduação. Aos meus queridos amigos, Higor e Maykely, que foram meus fiéis parceiros durante todo esse período, e que, por muitas vezes, foram meus braços direito e esquerdo, quando estes estavam ocupados pelo meu filho. A caminhada se tornou suave com vocês. E, em especial, ao Professor Carlos Estrela e à Professora Nádia, pelos conselhos e grande sabedoria no momento mais importante da minha trajetória.

Meus agradecimentos à equipe Endoscience por me receberem e me ensinarem o valor de um trabalho em equipe, e à Universidade Federal de Goiás por ser pela terceira vez a minha casa de estudos. Sigo meu terceiro degrau ainda mais forte, e certa de que nada é impossível para aquele que acredita e tem fé. E aos alunos da casa, por todo respeito e incentivo, e por valorizarem a construção desse caminho.

Sem vocês, essa jornada não teria sido tão incrível. Muito obrigada!

*“Não importa quão estreito seja o portão
Quão repleto de castigo a sentença
Eu sou o mestre do meu destino
Eu sou o capitão da minha alma.”*

William Ernest Henley

Resumo

Introdução: A espessura do substrato dentário constitui-se um fator que interfere no resultado da avaliação do nível de saturação de oxigênio da polpa, capaz de reduzir a acurácia do oxímetro de pulso. Este estudo avaliou a interferência da espessura de esmalte-dentina na interpretação do oxímetro de pulso, tendo como fatores de variação a saturação de oxigênio do dedo e a presença e ausência de luz. **Materiais e Métodos:** Quarenta e dois molares inferiores humanos hígidos foram seccionados na porção central no sentido mesiodistal. Após o seccionamento, as faces vestibular e lingual foram desgastadas na superfície correspondente à dentina e avaliadas nas espessuras de 4,0mm, 3,0mm e 2,0mm. Foi confeccionado um dispositivo de referência para o alinhamento do diodo emissor do oxímetro de pulso, face vestibular do dente, dedo mínimo do participante, face lingual e diodo receptor. O controle positivo do experimento foi realizado no dedo do participante sem a interposição das faces dentárias, e o negativo, por meio da justaposição das faces dentárias, sem o dedo do participante. Todas as mensurações foram efetuadas na presença e ausência de luz. As variáveis foram descritas pela média e desvio-padrão, e o intervalo de confiança apresentado. Para comparar os grupos foi empregada a análise de variância (ANOVA), seguida da Correção de Bonferroni. O teste *t* de *Student* foi usado para comparar amostras emparelhadas, e para avaliar a correlação entre o nível de saturação de oxigênio e do pulso foi utilizado o Coeficiente de Correlação de Pearson. Considerou-se o nível de significância de 5%. **Resultados:** O nível médio de saturação de oxigênio no dedo mostrou-se mais baixo quando foi interposta a estrutura dentária de 4,0±0,2mm, 92,7% e 89,3%, na presença e ausência de luz, respectivamente, do que quando foi a de 3,0±0,2mm, 95,5% e 94,5%, e a de 2,0±0,2mm, 96,4% e 96,0% (P<0,001). O nível médio de saturação de oxigênio no controle positivo foi de 96,1%. Nas amostras do controle negativo não foi registrado resultado de oximetria e de pulso. **Conclusões:** A espessura da estrutura dentária interferiu na interpretação do oxímetro de pulso, com redução significativa do nível de saturação de oxigênio para espessuras maiores, e a presença e ausência de luz alteraram a interpretação do oxímetro de pulso.

Palavras-chaves: Oximetria de pulso, Endodontia, Polpa dentária.

Abstract

Introduction: The thickness of the dental substrate is a factor that interferes with the result of the evaluation of the pulp oxygen saturation level, capable of reducing the pulse oximeter accuracy. This study evaluated the interference of enamel-dentin thickness in the interpretation of the pulse oximeter, having as variation factors the finger oxygen saturation and the presence and absence of light. **Materials and Methods:** Forty-two healthy human lower molars were sectioned centrally in the mesiodistal direction. After sectioning, the buccal and lingual faces were worn on the dentin surface and evaluated at 4.0mm, 3.0mm and 2.0mm thickness. A reference device was made for the alignment of the pulse oximeter diode, buccal tooth face, participant's little finger, lingual face and receiving diode. The positive control of the experiment was performed on the participant's finger without interposition of the dental faces, and the negative by juxtaposition of the dental faces without the participant's finger. All measurements were performed in the presence and absence of light. The variables were described by the mean and standard deviation, and the confidence interval presented. To compare the groups, analysis of variance (ANOVA) was used, followed by Bonferroni correction. Student's t-test was used to compare paired samples, and to assess the correlation between oxygen saturation and pulse level, the Pearson Correlation Coefficient was used. The significance level of 5%. **Results:** The average level of oxygen saturation in the finger was lower when the dental structure of 4.0 ± 0.2 mm, 92.7% and 89.3% was interposed, in the presence and absence of light, respectively, than when it was 3.0 ± 0.2 mm, 95.5% and 94.5%, and 2.0 ± 0.2 mm, 96.4% and 96.0% ($P < 0.001$). The mean oxygen saturation level in the positive control was 96.1%. In the negative control samples, no oximetry and pulse results were recorded. **Conclusions:** The thickness of the dental structure interfered with the pulse oximeter interpretation, with significant reduction of oxygen saturation level for larger thicknesses, and the presence and absence of light changed the pulse oximeter interpretation.

Keywords: Pulse oximetry. Endodontics. Dental pulp.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES E TABELAS

Figura 1	Aparato de acrílico para fixação do molar inferior.	16
Figura 2	Secção de molar inferior na porção central no sentido mesiodistal.	17
Figura 3	Molar inferior seccionado no sentido mesiodistal.	18
Figura 4	Molar inferior seccionado.	18
Figura 5	Dispositivo de referência para alinhamento do diodo emissor do oxímetro de pulso.	20
Figura 6	Mensuração do nível de saturação de oxigênio (%) e BPM do dedo mínimo do participante do experimento (controle positivo).	20
Figura 7	Mensuração do nível de saturação de oxigênio (%) e BPM apenas com as faces dos dentes do dente (controle negativo).	21
Figura 8	Mensuração do nível de saturação de oxigênio (%) e BPM com as faces de esmalte e dentina posicionadas entre os sensores do oxímetro de pulso e o dedo do mesmo participante.	22
Figura 9	Face de esmalte e dentina fixados com bastão de godiva.	22
Figura 10	Face de esmalte e dentina sendo lixada.	23
Figura 11	Exemplo de face de esmalte e dentina desgastada em 2 mm.	23
Tabela 1	Tabela descritiva dos resultados no controle positivo (dedo)	26
Tabela 2	Valores médio de Saturação de Oxigênio (%) de cada grupo, de acordo com a espessura de dentina, na presença e na ausência de luz.	26
Figura 12	Gráfico comparativo da saturação de oxigênio (%) entre os grupos na presença de luz.	27
Figura 13	Gráfico comparativo da saturação de oxigênio (%) entre os grupos na ausência de luz.	27

LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS E ABREVIATURAS

%	-	Porcentagem
ml	-	Mililitros
>	-	Maior
<	-	Menor
SaO ₂	-	Saturação de Oxigênio
P	-	Valor de probabilidade
Nm	-	Nanômetros
Mm	-	Milímetros
nº	-	Número
A	-	Nível de significância
TCLE	-	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
Rpm	-	Rotações por minuto
Bpm	-	Batimentos por minuto
X	-	Vezes
UFG	-	Universidade Federal de Goiás
GO	-	Goiás
EUA	-	Estados Unidos da América

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVOS	14
2.1. Objetivo geral	14
2.2. Objetivos específicos	14
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	15
3.1. Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa.....	15
3.2. Cálculo amostral.....	15
3.3. Seleção, critérios de inclusão e exclusão, preparo dos dentes e caracterização	15
3.4. Recrutamento do paciente.....	19
3.5. Delineamento do estudo.....	19
3.6. Análise Estatística.....	24
4. RESULTADOS.....	25
5. DISCUSSÃO.....	28
6. CONCLUSÃO	33
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34
ANEXO 1	38
APÊNDICE 1	44

1. INTRODUÇÃO

O diagnóstico preciso da condição pulpar é bastante complexo devido à localização da polpa no interior de uma cavidade fechada e inacessível a uma inspeção direta (BRUNO *et al.*, 2009; POZZOBON *et al.*, 2011). Os testes diagnósticos para a determinação da condição pulpar em humanos, como o térmico, elétrico e de cavidade, são dependentes de uma resposta sensorial qualitativa imediata do paciente e da interpretação dos resultados pelo cirurgião-dentista, que podem acarretar em resultados falsos positivos, ou falsos negativos, e ainda ocasionar sensações desagradáveis aos pacientes (RIEHL *et al.*, 2016; CIOBANU *et al.*, 2012).

Dessa maneira, é avaliada apenas a sensibilidade da polpa, ou seja, mudanças relacionadas à vasoconstrição, e estimulação de estruturas nervosas da polpa, e não a sua vitalidade, pois não fornecem informações sobre o fluxo sanguíneo pulpar (JOHNSEN *et al.*, 1983). A vascularização da polpa vem sendo alvo de estudo para a determinação da vitalidade pulpar através de recursos diagnósticos, como é o caso da espectrofotometria (NISSAN *et al.*, 1992), fluxometria por laser doopler (KARAYILMAZ; KIRZIOGLU, 2011) e a oximetria de pulso (GOPIKRISHNA *et al.*, 2007; CALIL *et al.*, 2008; GIOVANELLA *et al.*, 2014; STELLA *et al.*, 2015; ESTRELA *et al.*, 2017a), sendo este último um recurso potencial e promissor na endodontia.

A oximetria de pulso é um recurso fluxométrico para determinação da saturação de oxigênio, a fim de registrar os níveis da saturação de oxigênio do sangue durante a administração de anestesia intravenosa, e nos últimos anos também tem sido utilizada para registro da saturação de oxigênio em polpas de dentes (CIOBANU *et al.*, 2012). A captação da saturação de oxigênio é possível devido dois diodos emitirem luz, com diferentes comprimentos de ondas, um vermelho com cerca de 600 nm, e outro infravermelho com cerca de 940nm, e contralateral, haver um fotodiodo receptor e um microprocessador, que captam as alterações nas quantidades de luz vermelha e infravermelha absorvidas no tecido e as convertem, por circuitos eletrônicos, em saturação arterial de oxigênio e taxas de pulso (MILLS, 1992).

Os estudos vêm trazendo valores médios de saturação de oxigênio de 75% (GOPIKRISHNA *et al.*, 2007) a 94% (SCHNETTLER; WALLACE, 1991) para diferentes grupos dentários, em distintas faixas etárias. Para dentes anteriores permanentes, a saturação de oxigênio média foi de 87,73%, para os incisivos centrais, 87,24%, para os incisivos laterais, e 87,26%, para os caninos (BRUNO *et al.*, 2014). Para os pré-molares superiores houve um registro de 86,20% (ESTRELA *et al.*, 2017a). Já os molares superiores permanentes apresentaram saturação de oxigênio média de 83,59%, havendo diferença estatisticamente significativa entre os primeiros (85,76%) e os segundos (81,87%), e para os molares inferiores foi de 86,89%, sem diferença estatisticamente significativa entre primeiros (85,58%) e segundos (88,15%) (ESTRELA *et al.*, 2017b).

Entretanto, estudos apontam fatores que interferem na leitura da oximetria de pulso, como a variação anatômica entre os grupos dentários, o volume da câmara pulpar, a espessura de esmalte e dentina na região cervical e a distância vestibulo-lingual dos dentes. Além do mais, condições clínicas do paciente como pressão arterial alta, vasoconstrição, aumento da acidez e metabolismo, desordens de hemoglobina, uso de medicações e tabagismo também podem interferir. Outros fatores como a calibração do oxímetro, movimento e adaptação do sensor também podem interferir na leitura (SCHNETTLER; WALLACE, 1991; DASTMALCHI *et al.*, 2012; BRUNO *et al.*, 2014; SIQUEIRA *et al.*, 2018).

A literatura ainda não é clara na determinação dos fatores de influência na interpretação do oxímetro para a leitura da saturação de oxigênio em dentes hígidos para se estabelecer o diagnóstico de polpa sadia, inflamada ou necrótica. Dessa maneira, existe a grande necessidade de se desenvolver melhores estudos para a investigação desse recurso em diferentes situações clínicas e grupos de dentes. O presente estudo avaliou a interferência da espessura do esmalte e dentina na interpretação do oxímetro de pulso.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

O objetivo deste estudo foi avaliar a interferência da espessura de esmalte-dentina na interpretação do oxímetro de pulso, tendo como fatores de variação a saturação de oxigênio, e a presença/ausência de luz ambiente.

2.2. Objetivos específicos

Avaliar a interferência da espessura da estrutura dental (4,0mm; 3,0mm; 2,0mm) na leitura do oxímetro de pulso, na presença e ausência de luz ambiente.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3. 1. Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa

O presente estudo teve início após a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Goiás (UFG), CAAE nº 90795318.7.00005083 (Anexo 1).

3.2. Cálculo Amostral

Considerando dados de saturação de oxigênio (%) estimados em trabalhos anteriores (BRUNO *et al.*, 2014; ESTRELA *et al.*, 2017a; ESTRELA *et al.*, 2017b;), com uma média aproximada da saturação de oxigênio de 87% e desvio padrão de 7%, um poder de 90% e $\alpha=0,05$, para detectar uma diferença de 5% entre as espessuras, na presença e ausência de luz foram necessários 42 molares em cada uma das espessuras analisadas (2mm, 3mm, 4mm).

3. 3. Seleção, critérios de inclusão e exclusão, preparo dos dentes e caracterização

Os procedimentos laboratoriais do presente estudo foram realizados no Laboratório de Ciência Endodôntica da Faculdade de Odontologia/UFG. Foram selecionados 42 molares inferiores, provenientes de pacientes adultos (homens e mulheres), com idade entre 18 e 40 anos, atendidos no serviço de Urgência da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Goiás, e com indicação de exodontia por motivos diversos. Os dentes foram obtidos após a leitura, compreensão e assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) pelo paciente, resguardando sigilo de identidade, privacidade e confidencialidade.

Os critérios de inclusão foram: primeiros e segundos molares inferiores, com canal e câmara pulpar íntegros, e com distância vestibulo-lingual $>8\text{mm}$. E os critérios de exclusão foram: primeiros e segundo molares com restaurações, com manchas, e após os dentes seccionados, a face vestibular ou lingual dos primeiros e

segundos molares inferiores não poderiam ter espessura <4mm, não poderiam estar fraturados ou rachados, e foram excluídos os terceiros molares.

Após os dentes selecionados, foram colocados em solução de hipoclorito de sódio 5% (Fitofarma, Lt. 20442, Goiânia, GO, Brasil) por 30 minutos para remoção de tecidos orgânicos, e depois acondicionados em frascos contendo solução de timol 0,2% (Farmácia Universitária - UFG, Goiânia, GO, Brasil) até o momento do preparo dos dentes. Posteriormente, foi confeccionado um aparato de acrílico (Figura 1), de forma que o dente ficasse fixo a ele com o auxílio de godiva (Godiva Exata Bastão Verde, Nova DFL), para que a secção do dente estivesse estável no momento do corte na porção central no sentido mesiodistal realizado através do disco diamantado 4" x 0,12 x 0,12 (Extec, Enfield, CT, USA) montado em máquina de corte laboratorial (Labcut 1010, Extec Corp., Londres, Reino Unido), sob refrigeração, com uma velocidade de rotação de aproximadamente 230 rpm (Figuras 2,3 e 4).



Figura 1 – Aparato de acrílico para fixação do molar inferior.



Figura 2 - Secção da molar inferior na porção central no sentido mesiodistal.



Figura 3 – Molar inferior seccionado no sentido mesiodistal.



Figura 4 – Molar inferior seccionado.

Logo após, os dentes foram caracterizados por dois examinadores em momentos distintos, sem que ambos soubessem dos resultados um do outro, a fim de

avaliar a concordância entre examinadores através do coeficiente de correlação intraclasse. Os dentes foram caracterizados com o auxílio de um paquímetro (Fowler / Sylvac, Crissier, Suíça) no sentido vestibulo-lingual e cada parte já seccionada, vestibular e lingual, foram tomadas as medidas mesio-lingual. E, com o auxílio de um especímetro (Golgran 008-M, São Caetano do Su, São Paulo, Brasil) foram realizadas as medições da face vestibular e lingual no ponto maior diâmetro da face analisada até seu lado contrário, de forma que ficasse registrada a espessura esmalte-dentina dessa face.

3.4 Recrutamento do participante

A pesquisa contou com a participação de apenas um voluntário, que previamente à efetivação da pesquisa, tomou conhecimento do protocolo e da importância do estudo, lendo e assinando o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice 1). O critério de inclusão do participante teve como faixa etária de 18 a 26 anos e saturação média de 95%. Os critérios de exclusão foram: pele extremamente branca (pálida), pele escura, tabagismo, grávida, história de doença vascular ou cardiovascular e uso de medicação sistêmica.

3.4 Delineamento do estudo

Foi utilizado um oxímetro de pulso pediátrico portátil BCI (modelo 3301, *Smiths Medical PM Inc.*, Waukesha, WI, USA), com sensor 3043 para dedo, luz vermelha de 660 nm (2 mW) e luz infravermelha de 905 nm (2,0-2,4 mW). O sensor foi envolvido por silicone de adição (Figura 5) e fixado por um torno de bancada para realizar a mensuração do nível de saturação de oxigênio (%) e do batimento cardíaco (bpm) no dedo mínimo do único participante do experimento, fazendo a mensuração 2x, a fim de alcançarmos uma média (Figura 6). Esse dispositivo confeccionado serviu como referência para o alinhamento do diodo emissor do oxímetro de pulso, de forma que ficasse o diodo emissor rente à face vestibular do dente, e face lingual voltada para o diodo receptor. Este protocolo foi usado como controle positivo. E para controle negativo, foi feita a leitura do nível de saturação de oxigênio (%) e BPM apenas com as faces do dente (Figura 7). O voluntário foi instruído a não se mexer durante as medições, e a ausência de esmalte no dedo mindinho do participante foi confirmada. A saturação de oxigênio foi medida duas vezes, a primeira vez 30 segundos depois

que o sensor foi colocado no dedo, e na segunda, 30 segundos depois. A temperatura ambiente durante as medições foi controlada à 24° C ($\pm 1^\circ$ C), e a luz ambiente era fornecida por lâmpadas LED 18w (OuroLux Led Bulb, São Paulo, Brasil) no teto do laboratório. Depois disso, todo o dispositivo foi coberto por um pano preto e o resultado da oximetria e taxa de pulso foram registrados na ausência de luz, de acordo com o protocolo descrito anteriormente



Figura 5 – Dispositivo de referência para o alinhamento do diodo emissor do oxímetro de pulso.



Figura 6 - Mensuração do nível de saturação de oxigênio (%) e BPM no dedo mínimo do participante do experimento (controle positivo).



Figura 7 - Mensuração do nível de saturação de oxigênio (%) e BPM apenas com as faces do dente (controle negativo).

A seguir, as faces de esmalte-dentina vestibular e lingual preparadas foram posicionadas entre os sensores do oxímetro de pulso, de forma que a face vestibular ficasse rente ao diodo emissor, e a face lingual, rente ao diodo receptor, e o dedo mínimo do mesmo participante foi posicionado entre as faces vestibular e lingual. Foi mensurada a saturação de oxigênio e bpm (Figura 8), por 2x para calcular um valor médio para a espessura, sendo realizadas as mensurações na presença e ausência de luz.

Logo após, as faces de esmalte-dentina foram fixadas com bastão de godiva (Figura 9) e desgastados na superfície correspondente à dentina através de lixadeira (Politriz Lixadeira de Velocidade Variável, PVV, Fortel, Brasil) com o auxílio de lixas 231Q, grão P100 (3M, Sumaré, São Paulo, Brasil), sob refrigeração à 230 rpm (Figura 10), até ficar com $4\pm 0,2$ mm de espessura, posicionados do mesmo modo, e realizadas as mensurações como descrito anteriormente. As amostras foram limpas com pedra-pomes e água, usando uma escova Robinon (Microdonto, São Paulo – Brasil) em baixa rotação para remover detritos e manchas na superfície. A seguir, as faces de esmalte-dentina foram desgastadas novamente até ficarem com $3\pm 0,2$ mm de espessura, posicionadas do mesmo modo, e realizadas as mensurações como descrito anteriormente. E, ao final, as faces de esmalte-dentina foram novamente desgastadas até ficarem com $2\pm 0,2$ mm de espessura (Figura 11), posicionadas do mesmo modo, e realizadas as mensurações como descrito anteriormente.



Figura 8 - Mensuração do nível de saturação de oxigênio (%) e BPM com as faces de esmalte-dentina posicionados entre os sensores do oxímetro de pulso e o dedo do mesmo participante.



Figura 9 - Face de esmalte-dentina fixado com bastão de godiva.



Figura 10 - Face de esmalte-dentina sendo desgastado.



Figura 11 – Exemplo de face de esmalte-dentina lixado em 2mm.

3.1. Análise Estatística

A análise dos dados foi feita com o pacote estatístico SPSS versão 20.0 (Windows, Chicago, IL, USA, 2011) e com a planilha eletrônica Microsoft Excel 2010.

Foram digitados os dados no programa Excel e posteriormente exportados para o programa SPSS v. 20.0 para análise estatística. Foram descritas as variáveis pela média e o desvio padrão. Para comparar os grupos foi utilizada a Análise de Variância (ANOVA) para medidas repetidas seguido de correção de Bonferroni para comparações múltiplas. Para comparar as médias de Saturação de Oxigênio e BPM, e as medidas na presença e ausência de luz ambiente, foi utilizado o teste t para amostras emparelhadas.

Foi considerado um nível de significância de 5% para as comparações estabelecidas.

4. RESULTADOS

A média da amostra do diâmetro mesiodistal da face vestibular foi de 11,26mm; e na face lingual foi de 11,11mm. Já a média do diâmetro vestibulo-lingual foi de 9,46mm. Foi feita também a caracterização da amostra no sentido cérvico-oclusal, em que se tomou a linha cementária como referência, até a ponta de cúspide mais alta da face analisada. A face vestibular teve uma média de 6,99mm, e a face lingual, de 6,52mm.

Para o desgaste de 4mm, houve perda de 4 molares inferiores, que foram repostos. Na espessura de 3mm, houve a perda de 5 molares inferiores, que também foram repostos, iniciando novamente o desgaste a partir de 4mm, e substituindo os valores anteriores desse dente analisado em 4mm. Já para a espessura de 2mm, houve também a perda de 5 molares inferiores, que também foram repostos e substituídos os valores anteriores desse dente analisado em 4mm e em 3mm.

Para o controle positivo, a média de SaO₂ na presença de luz em 4mm foi de 95,5±1,4 e BPM 66,1±3,1; e na ausência de luz a média de SaO₂ foi 95,0±1,0 e BPM 69,8±2,7. Para o desgaste em 3mm, a média de SaO₂ na presença de luz foi de 96,5±0,5, e BPM de 70,5±3,0; e na ausência de luz a média de SaO₂ foi 96,7±1,0 e BPM de 70,3±0,8. Para 2 mm, a média de SaO₂ na presença de luz foi de 96,3±0,4 e BPM de 70,5±4,9; e na ausência de luz a média de SaO₂ foi 96,0±0,7 e BPM de 69,8±0,4 (Tabela 1).

Tabela 1.- Tabela descritiva dos resultados no controle positivo (dedo).

Luz ambiente	Saturação de oxigênio (%)	BPM
G1 (4,0 mm)		
Presença	95,5±1,4	66,1±3,1
Ausência	95,0±1,0	69,8±2,7
G2 (3,0 mm)		
Presença	96,5±0,5	70,5±3,0
Ausência	96,7±1,0	70,3±0,8
G3 (2,0 mm)		
Presença	96,3±0,4	70,5±4,9
Ausência	96,0±0,7	69,8±0,4

Dados descritos pela média± desvio padrão.

Na comparação dos grupos 4,0mm; 3,0mm e 2,0mm em relação aos seus valores de saturação de oxigênio, houve diferenças estatisticamente significativas na presença e ausência de luz. A média de saturação de oxigênio em 4mm foi menor que no grupo de 3mm e que no grupo de 2mm, na presença e ausência de luz. Por sua vez o grupo de 3mm foi menor que o grupo de 2mm. Ou seja, houve um aumento da saturação de oxigênio para menores valores de espessura da estrutura dental (Tabela 2).

Tabela 2.- Valores médios de Saturação de Oxigênio (%) de cada grupo, de acordo com a espessura de esmalte e dentina, na presença e na ausência de luz.

Saturação de Oxigênio	4,0 mm	3,0 mm	2,0 mm	P
Presença de luz	92,7±2,5 ^{a,A}	95,5±1,3 ^{b,A}	96,4±0,9 ^{c,A}	<0,001
Ausência de luz	89,3±3,7 ^{a,B}	94,5±2,0 ^{b,B}	96,0±0,9 ^{c,B}	<0,001
P	<0,001	<0,001	0,003	

* ^{a,b,c} letras minúsculas diferentes expressam médias estatisticamente diferentes entre os grupos de espessuras de esmalte e dentina (4, 3 e 2mm). ^{A, B e C} letras maiúsculas diferentes expressam médias estatisticamente diferentes entre as médias das mensurações na presença e ausência de luz, para cada grupo.

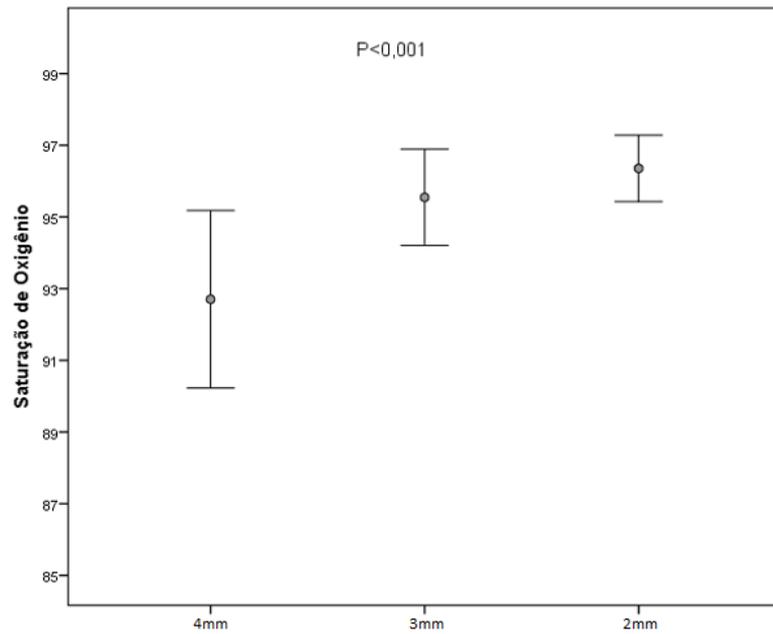


Figura 12 - Gráfico comparativo da saturação de oxigênio entre os grupos na presença de luz.

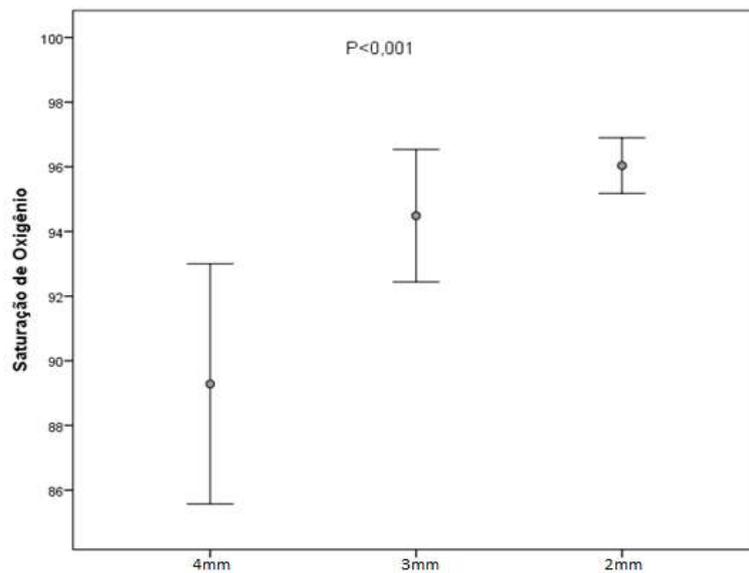


Figura 13 - Gráfico comparativo da saturação de oxigênio entre os grupos na ausência de luz.

5. DISCUSSÃO

O oxímetro de pulso é muito utilizado para se registrar os níveis de saturação de oxigênio do sangue durante uma administração de anestesia intravenosa, e vem sendo utilizado na odontologia para registro da saturação de oxigênio em polpas de dentes (CIOBANU *et al.*, 2012). Os oxímetros de pulso estão disponíveis no mercado nos seus variados modelos e formatos, porém para o uso em odontologia, é necessário o auxílio de adaptadores para se realizar a leitura da saturação de oxigênio da polpa dentária, pois os que estão comercialmente disponíveis, não acompanham a anatomia dos grupos dentários. Estrela *et al.*, 2017a, desenvolveram um adaptador para oxímetro de pulso em pré-molares, obtendo o paralelismo necessário entre o diodo emissor e o receptor para a leitura.

Na oximetria de pulso é possível obter resultados dos níveis de saturação de oxigênio através de um leito pulsátil, como dedos e lóbulo de orelha. (TEMPER; BARKER, 1989). No presente estudo, foi usado o dedo de um único participante, a fim de diminuir variáveis que pudessem ocasionar viés na interpretação dos dados. Dessa maneira, foi delineado um estudo laboratorial e específico, para responder a pergunta: A espessura da estrutura dentária de esmalte e dentina é capaz de interferir na interpretação da saturação de oxigênio com o oxímetro de pulso? Com isso, foi possível avaliar de forma mais clara e objetiva a leitura do oxímetro de pulso, à medida que a luz infravermelha/vermelha atravessava as diferentes espessuras de esmalte e dentina (4mm, 3mm, 2mm) na presença de luz ambiente e na sua ausência.

Os valores médios de saturação de oxigênio em polpas dentárias são normalmente inferiores aos registrados no dedo do paciente (BRUNO *et al.*, 2014). Isso pode ser explicado, pois no local da polpa há tecido mineralizado circunscrito formando uma espécie de barreira para se verificar a vascularização. Outro fator é a difração da luz infravermelha/vermelha pelos prismas do esmalte e dos túbulos dentinários, além das diferentes espessuras de esmalte/dentina de um grupo dentário para outro (POZZOBON *et al.*, 2011). O que vem de acordo com os resultados desse trabalho, que apresentaram uma leitura de valores maiores, quando comparados aos da oximetria de pulso em dentes (Tabela 2). Ainda não se sabe o nível mínimo de saturação de oxigênio em dentes hígidos. Para uma pessoa saudável, e em condições normais (pulmões saudáveis, respirando ar ambiente), a taxa de saturação de

oxigênio varia de 95 a 100% (WILSON, 2013). No presente trabalho, foi realizado o controle positivo, que esteve de acordo com esses parâmetros (Tabela 1).

Nesta pesquisa optou-se por utilizar primeiros e segundos molares inferiores, a fim de padronizar os resultados da pesquisa, visto que, os diferentes grupos dentários apresentam variações anatômicas diferentes umas das outras, e diferem no volume da câmara pulpar, na espessura esmalte-dentina na região cervical e na distância vestibulo-lingual (SIQUEIRA *et al.*, 2018). Importante também salientar que condições clínicas do paciente podem interferir na leitura de saturação de oxigênio, como desordens de hemoglobina, pressão venosa alta, vasoconstrição baixa perfusão periférica, hipotensão, aumento da acidez e do metabolismo causado pelo processo inflamatório, uso de medicações sistêmicas e tabagismo (DASTMALCHI *et al.*, 2012; JAFARZADEH; ROSENBERG, 2009), por isso a importância de ter selecionado um único participante para a investigação. Outros fatores também estão relacionados, como interferências nas medidas com o oxímetro de pulso como a presença de restaurações indiretas (SCHNETLER; WALLACE, 1991; JAFARZADEH; ROSENBERG, 2009; DASTMALCHI *et al.*, 2012), dentes com reduzido volume da câmara pulpar pelas alterações fisiológicas da idade (DASTMALCHI *et al.*, 2012), e em pacientes com alterações periodontais (GIOVANELLA *et al.*, 2014). Além dos fatores relacionados à calibração do aparelho, luz ambiente, movimento e adaptação do sensor (DASTMALCHI, *et al.*, 2012; BRUNO *et al.*, 2014; SCHNETTLER; WALLACE, 1991). No presente estudo, o uso do oxímetro na presença ou ausência de luz ambiente também foi avaliado; e houve diferença estatisticamente significativa na leitura da saturação de nas diferentes espessuras estudadas (Tabela 2). Resultado divergente de estudos de autores como de FLUK, 2003, no qual a luz ambiente não teve efeito estatisticamente significativo nas leituras de oximetria de pulso.

A Lei de Lambert-Beer é o que se baseia o funcionamento do oxímetro de pulso, que postula que a concentração de um soluto em uma solução pode ser conhecida pela quantidade de luz transmitida e absorvida durante a passagem da solução (BALIE; POSNER, 2011). Dessa maneira, a passagem de um feixe de luz pelos tecidos sofre absorção, e essa absorção é uma função logarítmica que permite o cálculo da concentração do soluto. O sensor foi colocado num leito vascular pulsátil que foi o dedo do participante da pesquisa, de forma que o diodo emissor (luz LED) ficasse rente à face vestibular do dente, e a face lingual voltada para o diodo receptor.

O lado do diodo emissor emite dois feixes de luz com comprimentos de onda diferentes, um vermelho (600-750 nm) e um infravermelho (850 -1000 nm), sobre o leito vascular pulsátil (o dedo), e outros componentes não pulsáteis, e dessa maneira, estima-se a saturação de oxigênio do sangue arterial analisando o componente pulsátil dos tecidos. Numa grande maioria os oxímetros de pulso apresentam feixe com comprimento de onda entre 660nm (vermelho) a 940nm (infravermelho) (TREMPER; BARKER, 1989).

Dessa maneira, os dois comprimentos de onda atravessam o tecido e chegam de encontro até o outro lado do sensor, o fotoreceptor, que mede a quantidade de luz vermelha e infravermelha recebida. Essa quantidade de luz também é absorvida pelos tecidos, assim como o sangue. A hemoglobina reduzida (hemoglobina que não está carregando oxigênio) absorve mais luz vermelha do que a oxiemoglobina (hemoglobina carregada de oxigênio). O detector mede a luz transmitida, ou seja, a não absorvida, várias vezes por segundo, e o monitor diferencia o componente pulsátil do sangue arterial, do componente estático composto de tecido mole, como o sangue venoso, que é isolado e anulado, que libera a informação para o microprocessador, que analisa a quantidade de luz vermelha e infravermelha que foi detectada, bem como do sinal estático e quanto do sinal varia com a pulsação. As absorções dos dois comprimentos de onda são comparadas entre os componentes pulsáteis e estáticos, originando um valor R (relação da luz absorvida em cada comprimento de onda vermelho e infravermelho, R/IR), para a porção pulsátil do sangue, o que é o valor análogo da saturação de oxigênio. A relação R/IR é comparada a um algoritmo predeterminado que entrega ao microprocessador a porcentagem de oxieoglobina no sangue arterial, informação disponibilizada no display do monitor (DUKE; KEECH, 2015).

De forma geral, um valor de R igual a 0,4 significa uma saturação de oxigênio de 100%, uma R/IR de 1,0 é o mesmo que 87%, e um valor de 3,4 corresponde a uma saturação de oxigênio de 0% (TREMPER; BARKER, 1989).

O algoritmo foi possível graças aos experimentos e voluntários saudáveis que foram levados à níveis variados de dessaturações de 75 a 80%, e que tiveram simultaneamente amostras de sangue arterial coletadas para medir a saturação de oxigênio. O algoritmo é mantido em segredo pelos fabricantes, a fim de manter a acurácia dos oxímetros de pulso (GAMERMANN *et al.*, 2017).

O oxímetro de pulso perde a acurácia a partir da queda da saturação de

oxigênio de 80% (GAMERMANN *et al.*, 2017), dessa maneira, reforça a importância de mais trabalhos na área, a fim de responder as perguntas que ainda precisam ser investigadas, visto que os trabalhos publicados não correspondem, de fato, o real valor da saturação de oxigênio da polpa dentária, sendo este um dos fatores que pode ter gerado dados de saturação errados.

Outro fator relevante, é que a luz apresenta propriedades ópticas como a reflexão, absorção, transmissão, e espalhamento (STEAGALL *et al.*, 2005). A reflexão é a devolução de radiação por uma superfície; a transmissão é a passagem da radiação através de um meio; absorção é a intensidade com que a luz irá diminuir em maior ou menor proporção à medida que atravessa um meio (PHILIPS, 1981); e o espalhamento é quando parte da luz pode emergir do meio para fora do eixo o raio principal (VAN de HUST, 1981). Essas propriedades são relevantes para se entender como a luz se propagará pela estrutura dentinária, pois os arranjos estruturais do esmalte e dentina se diferem muito (CATE, 2001), além dessa diferença entre tecidos, há também a diferença intra-tecidos (WHITE *et al.*, 1995; FRIED *et al.*, 1995).

Os prismas de esmaltes são os principais difratores de luz (O'RIEN *et al.*, 1998) e há diferença de resultado de transmissão quando a fonte de luz é posicionada nas direções perpendicular e inclinada em relação à superfície do esmalte (ODOR *et al.*, 1996). Além disso, os túbulos dentinários são agentes condutores de luz (SEKA *et al.*, 1995), sendo que no dente vital, os túbulos não estão vazios, estão embebidos em líquido tecidual, revestido por bainha orgânica, havendo uma interação da luz com esses componentes internos (STEAGALL, 2005). Na presente pesquisa, os dentes permaneceram em solução de timol 0,2% em todo o momento da pesquisa, a fim de garantir a sua hidratação, porém não a mesma que de um dente vital, representando uma limitação para o trabalho.

As propriedades ópticas da luz são dependentes da espessura dentinária (STEAGALL, 2005), e quanto menor a espessura, menor a absorvância de luz, pois a luz se propaga com pouca resistência, ou seja, maior a sua transmissão. Sendo assim, o esmalte e a dentina, possuem uma absorção relativa dependente do comprimento de onda incidente (JENKINS; WHITE, 1981), e os maiores valores de transmissão são atribuídos ao infravermelho (STEAGALL, 2005).

Com isso, tornou-se relevante entender com os resultados deste trabalho, que a saturação de oxigênio aumentou conforme se diminui a espessura da estrutura

dentinária, e que é imprescindível ressaltar que é necessário entender o funcionamento das propriedades da luz, que no presente estudo foi a luz infravermelha/vermelha do oxímetro de pulso, que se propagou através a estrutura dentária, dos tecidos pulsáteis e estáticos. O que trazem resultados importantes para a confecção futura de um aparelho que consiga captar essas informações de forma exata e converter em dados precisos.

Métodos inovadores de diagnóstico pulpar, como a oximetria de pulso, ainda precisam ser bastante estudados, visto que há muitas questões para serem investigadas, e sua inserção na endodontia como recurso diagnóstico é muito almejada.

6. CONCLUSÃO

A espessura da estrutura de esmalte e dentina interferiu na interpretação do oxímetro de pulso, com redução significativa da saturação de oxigênio para espessuras maiores. A presença e ausência de luz alteraram o resultado do oxímetro de pulso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALIE R., POSNER, K.L. New trends in adverse respiratory events. **ASA Newsletter**, v.75, n. 2, p. 28-29, 2011.

BRUNO, K. F. *et al.* Microbiological and microscopic analysis of the pulp of non-vital traumatized teeth with intact crowns. **Journal of Applied Oral Science**, v.17, p. 508-514, 2009.

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.

CALIL, E. *et al.* Determination of pulp vitality in vivo with pulse oximetry. **International Endodontic Journal**, v. 41, p. 741-746, 2008.

CATE, A. R. *Histologia Bucal: Desenvolvimento, Estrutura e Função*. 5ª ed. Rio de Janeiro: Ganabara Koogan, 2001.

CIOBANU G, ION I, UNGUREANU L. Testing of pulp vitality by pulsoximetry. **Odontology**, v. 2, p. 94-98, 2012.

DASTMALCHI, N.; JAFARZADEH, H.; MORADI, S. Comparison of the Efficacy of a Custom- made Pulse Oximeter Probe with Digital Electric Pulp Tester, Cold Spray, and Rubber Cup for Assessing Pulp Vitality. **Journal of Endodontics**, v. 38, v.9, p.1182-1186, 2012.

DUKE, J.C.; KEECH, B. M. *Duke's anesthesia secrets: 5th ed.* Philadelphia (PA): Elsevier, 2015, p. 168-173.

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, 2017a.

ESTRELA C. *et al.* Oxygen Saturation in the Dental Pulp of Maxillary and Mandibular Molars – Part 2. **Brazilian Dental Journal**, v. 28, n. 6, p. 704-709, 2017b.

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

FLUK, R.R. *et al.* Does ambiente light affect the accuracy of plse oximetry? **Respiratory Care**, v. 48 n. 7, 2003.

GAMERMANN, P. W.; STEFANI, L. C.; FELIX, E. A. Rotinas em anestesiologia e medicina perioperatória. Porto Alegre: Artmed, 2017, p. 100-101.

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. 1927-1930, 2014.

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.

JAFARZADEH, H. ROSENBER, P. A. Pulse oximetry: Review of a Potencial Aid in Endodontic Diagnosis. **Journal of Endodontics**, v.35, n. 3, p.329-333, 2009.

JENKINS, F.A; WHITE, H.E. Fundamentals of optics. 4th ed. Auckland: Mc-Graw-Hill; 1981.

JOHNSEN, D. C., HARSHBARGER J., RYMER H. D. Quantitative assessment of neural development in human premolars. **The Anatomic Record**, v. 205, p. 421-429, 1983.

KARAYILMAZ, H.; KIRZIOGLU, Z. Comparison of the reliability of laser Doppler flowmetry, pulse oximetry and electric pulp tester in assessing the pulp vitality of human teeth. **Journal of Oral Rehabilitation**, v. 38, p. 340-347, 2011.

MILLS, R. W. Pulse oximetry: a method of vitality testing for teeth. **British Dental Journal**, v. 172, p. 334-335, 1992.

NISSAN, R. *et al.* Dual wavelength spectrophotometry as a diagnostic test of the pulp chamber contents. **Oral Surgery**, v.74, p. 508-514, 1992.

O'BRIEN, W. J. Fraunhofer diffraction of light by human enamel. **Journal of Dental Research**, v. 67, n. 2, p. 484-486, 1998.

ODOR, T. M. *et al.* Pattern of transmission of laser light in teeth. **International Endodontic Journal**, v. 29, n.4, p. 228-234, 1996.

PHILIPS NV GLOEILAMPENFABRIEKEN. Manual de iluminação. Eindhoven: 1981.

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

RIEHL, J. *et al.* Detection of pulpal blood flow in vivo with pulse oximetry in dogs. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 3, p. 1-37, 2016.

SEKA W. *et al.* Light deposition in dental hard tissue and simulated thermal response. **Journal Dental of Research**, v. 74, n. 4, p. 1086-1092, 1995.

SCHNETTLER, J. M.; WALLACE, J. A. Pulse Oximetry as a Diagnostic Tool of Pulpal Vitality. **Journal of Endodontics**, v. 17, n. 10, p. 488-490, 1991.

SIQUEIRA, P. C. et al. Pulse oximetry in evaluation of pulp vitality: critical analysis. **Revista Odontológica do Brasil Central**, v.27, n. 81, p. 61-67, 2018.

STEAGALL Jr. W. Contribuição para o estudo da propagação da luz através do esmalte e da dentina humanos. Dissertação (Dissertação de Mestrado) - Faculdade de Odontologia – USP. São Paulo, p.55-72, 2005.

STELLA, J. P. F. *et al.* Oxygen Saturation in Dental Pulp of Permanent Teeth: Difference between Children/Adolescents and Adults. **Journal of Endodontics**, v. 41, n. 9, p. 1445-1449, 2015.

TREMPER, K. K.; BARKER, S. J. Pulse oximetry. **Anesthesiology**, v. 70, n. 1, p. 98-108, 1989.

VAN THE HULST, HC. Light scattering by small particles. New York: Dover, 1981.

WHITE, J. M. *et al.*, Spectrophotometric absorbance and direct transmittance of dentin [abstract 1469]. **Journal of Dental Research**, v. 74, p. 195, 1995.

Wilson, I. Tutorial de anestesia da semana oximetria de pulso – parte 1. **Sociedade Brasileira de Anestesiologia**, p 1-7, 2013.

ANEXO 1

PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Validação da oximetria de pulso como método de diagnóstico na Odontologia

Pesquisador: Julio Almeida Silva

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 90795318.7.0000.5083

Instituição Proponente: Faculdade de Odontologia

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.756.753

Apresentação do Projeto:

Título da Pesquisa: Validação da oximetria de pulso como método de diagnóstico na Odontologia.
Pesquisador Responsável: Julio Almeida Silva. N. CAAE: 90795318.7.0000.5083. **Instituição Proponente:** Faculdade de Odontologia.

Membros da Equipe de Pesquisa: Bruno Santos de Freitas Silva; Daniel de Almeida Decurcio; GUSTAVO SILVA CHAVES; Ana Helena Gonçalves de Alencar; Larissa Emanuelle Sestari; Carlos Estrela; Patricia Correia de Siqueira; Giulliano Calxeta Serpa; Luma Oliveira Castro.

Pretendem validar a oximetria de pulso como método para diagnóstico da condição pulpar considerando o nível de saturação de oxigênio. Apresentam quatro subprojetos de pesquisa, cada qual composto por uma amostra previamente selecionada, mediante critérios de inclusão e exclusão, estimando o total de 202 participantes. Cada subprojeto avaliará a oximetria de pulso como método de diagnóstico do nível de saturação de oxigênio da polpa, considerando características anatômicas do dente, a presença de materiais odontológicos, e a condição de normalidade, inflamação e/ou infecção da polpa.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Avaliar o oxímetro de pulso como método de diagnóstico na odontologia.

Endereço: Prédio da Reitoria Térreo Cx. Postal 131
Bairro: Campus Samambaia **CEP:** 74.001-970
UF: GO **Município:** GOIÂNIA
Telefone: (62)3521-1215 **Fax:** (62)3521-1163 **E-mail:** cep.prpl.ufg@gmail.com



UFG - UNIVERSIDADE
FEDERAL DE GOIÁS



Continuação do Parecer: 2.756.753

Objetivo Secundário:

1. Avaliar a interferência de diferentes espessuras de esmalte/dentina de dentes bovinos na leitura do nível de saturação de oxigênio sistêmico no dedo do ser humano, por meio do oxímetro de pulso.
2. Avaliar a interferência de materiais odontológicos na leitura do nível de saturação de oxigênio sistêmico no dedo do ser humano, por meio do oxímetro de pulso.
3. Analisar a correlação entre a espessura esmalte/dentina e o volume da câmara pulpar com o nível de saturação de oxigênio da polpa, por meio de tomografia computadorizada de feixe cônico.
4. Correlacionar o nível de saturação de oxigênio da polpa com o diagnóstico macroscópico e microscópico de pulpíte sintomática, pulpíte assintomática e necrose pulpar.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

SUBPROJETO 1 e 2- A mensuração da saturação de oxigênio sistêmico no dedo não causará nenhum tipo de dano ou prejuízo à integridade do paciente, visto ser recurso semiotécnico indolor, seguro, rápido, consagrado na literatura e no cotidiano das clínicas médicas.

SUBPROJETO 3- A mensuração da saturação de oxigênio no dente não causará nenhum tipo de dano ou prejuízo à integridade do paciente, visto ser recurso semiotécnico indolor, seguro, rápido e consagrado na literatura e no cotidiano das clínicas médicas. As mensurações da espessura de esmalte/dentina e do volume da câmara pulpar serão realizadas em imagens da TCFC, exames estes requeridos devido a necessidades prévias e individuais de diagnóstico e/ou reabilitação bucal de cada participante. Portanto, aos participantes deste estudo não serão acrescentados riscos à integridade física. SUBPROJETO 4- O teste térmico ao frio não causará nenhum tipo de dano ou prejuízo à integridade dos pacientes, visto ser um recurso semiotécnico consagrado na literatura e no cotidiano clínico. A oximetria de pulso também é isenta de qualquer dano ao paciente, uma vez que é indolor, rápida e segura. Os dentes indicados para exodontia por finalidade ortodôntica terão diagnóstico previamente estabelecido mediante protocolos de rotina, descartando

assim, qualquer intervenção desnecessária. Cabe ressalva aos riscos inerentes às terapias cirúrgicas como dor pós-operatória e infecção, mas para prevenção desses sintomas será utilizado o protocolo medicamentoso pós-operatório (1 grama/dia de amoxicilina em duas doses intermediárias de 500 mg a cada 12 horas durante 7 dias e 750 mg de paracetamol 3 vezes ao dia durante 48 horas; bochecho e aplicação tópica com solução de digluconato de clorexidina a 0,12% duas vezes ao dia, durante 7 dias). Ainda, a coleta das polpas não trará nenhuma alteração ou

Endereço: Prédio da Reitoria Térreo Cx. Postal 131
 Bairro: Campus Samambaia CEP: 74.001-970
 UF: GO Município: GOIÂNIA
 Telefone: (62)3521-1215 Fax: (62)3521-1163 E-mail: cep.opi.ufg@gmail.com



Continuação do Parecer: 2.756.753

prejuízo nos procedimentos a serem realizados no paciente, visto que em dentes cuja intervenção endodôntica faz-se necessária, as polpas devem ser removidas e nos dentes extraídos, essas são descartados após exodontia, a diferença é que no presente estudo, antes deste descarte, as polpas serão removidas para posterior análise.

Benefícios:

SUBPROJETO 1 e 2- Durante a seleção do participante, caso seja detectado um nível de Pressão Arterial alterado, o mesmo será excluído da pesquisa e devidamente orientado para tratamento médico.

SUBPROJETO 3- Todos os participantes serão beneficiados com exame clínico de saúde bucal criterioso, orientações quanto à prevenção/higiene bucal e necessidades de tratamento endodôntico. SUBPROJETO 4- os participantes serão beneficiados com exame clínico de saúde bucal criterioso, orientações, conforme o Subprojeto 3. O acompanhamento dos pacientes dos grupos experimentais consistirá em assistência pós-operatória e na avaliação clínica/radiográfica após 6 meses, e no grupo controle, de remoção da

sutura, no período de sete dias, e completa assistência ao pós-cirúrgico. - Os participantes excluídos da amostra (de qualquer um dos 4 Subprojetos) terão o direito de continuação do tratamento odontológico resguardado.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Subprojeto 1- será analisada a interferência de diferentes espessuras de esmalte/dentina na leitura do nível de saturação de oxigênio;

Subprojeto 2 será avaliada a interferência de diferentes materiais odontológicos na leitura do nível de saturação de oxigênio;

Subprojeto 3, será estudada a correlação, por meio de tomografia computadorizada de feixe cônico, entre a espessura de esmalte/dentina e o volume da câmara pulpar com o nível de saturação de oxigênio da polpa;

Subprojeto 4, aspectos clínicos, microscópicos e o nível de saturação de oxigênio em dentes com polpa sadia e com alterações pulpares serão analisados.

Almejam validar o oxímetro de pulso como um recurso diagnóstico aplicável na determinação da

Endereço: Prédio da Reitoria Térreo Cx. Postal 131
 Bairro: Campus Samambaia CEP: 74.001-970
 UF: GO Município: GOIÂNIA
 Telefone: (62)3521-1215 Fax: (62)3521-1163 E-mail: cep.prpi.ufg@gmail.com



Continuação do Projeto: 2.756.753

condição pulpar de dentes permanentes humanos.

Utilizarão o aparelho de oximetria pediátrico portátil BCI modelo 3301 com sensores 3025 e 3026 (Smiths Medical PM Inc. Wisconsin, USA). As mensurações serão realizadas por um único pesquisador.

SUBPROJETOS 1 e 2- o nível de saturação de oxigênio sistêmico no dedo será mensurado. A seguir, a distância e o paralelismo entre o diodo emissor e receptor de luz serão padronizados, por meio de adaptadores pré-fabricados com as dimensões: de 18mm de

altura, 18 mm de espessura e larguras de 11mm e 15mm. Os discos de esmalte e/ou dentina serão posicionados na parte superior sobre a unha e inferior abaixo da digital do dedo. O conjunto adaptador/sensor será posicionado de forma justaposta para realização das mensurações. Duas medidas serão realizadas para o cálculo da média das saturações, sendo a primeira medida feita um minuto após o sensor adaptado no dedo e, a segunda, um minuto decorridos da primeira.

SUBPROJETO 3- A mensuração do nível de saturação pulpar será realizada sob isolamento relativo, com roletes de algodão e sugador de saliva, secagem das superfícies dentárias envolvidas e na ausência de luz do refletor. Os pacientes serão posicionados deitados e orientados a manterem-se imóveis durante todo o teste. O sensor com adaptador pré-fabricado será posicionado no dente a ser avaliado, de forma que a incidência da luz atinja a região do terço médio da coroa e seja obtido paralelismo entre o diodo emissor e o fotodetector. Duas mensurações serão realizadas para o cálculo da média das saturações sendo a primeira medida feita um minuto após o sensor adaptado no dente e a segunda um minuto decorridos da primeira. As mensurações serão feitas com a temperatura da sala controlada em 24°C ($\pm 1^\circ\text{C}$). O nível de saturação de oxigênio será avaliado em 10 dentes tratados endodonticamente como controle negativo. A avaliação do volume da câmara pulpar e da espessura esmalte/dentina será realizada nas imagens de Tomografia Computadorizada realizadas em função do plano de tratamento odontológico em andamento e NÃO serão indicados com finalidade de inclusão nessa pesquisa.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

- Questões norteadoras.
- Folha de Rosto devidamente assinada.

Endereço: Prédio da Reitoria Térreo Cx. Postal 131
 Bairro: Campus Samambaia CEP: 74.001-970
 UF: GO Município: GOIÂNIA
 Telefone: (62)3521-1215 Fax: (62)3521-1163 E-mail: cep.pnpl.ufg@gmail.com



Continuação do Parecer: 2.756.753

- Termo de compromisso da equipe de pesquisa.
- TCLE: Apresentam um modelo de TCLR para os distintos projetos de pesquisa. Garantem o sigilo da participação, o direito à indenização em caso de danos advindos da pesquisa. Esclarecem sobre os riscos e benefícios, bem como mencionam que a participação não trará nenhum ônus ao participante.
- Projeto Detalhado.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Após análise dos documentos postados somos favoráveis à aprovação do presente protocolo de pesquisa, smj deste Comitê.

Considerações Finais a critério do CEP:

Informamos que o Comitê de Ética em Pesquisa/CEP-UFG considera o presente protocolo APROVADO, o mesmo foi considerado em acordo com os princípios éticos vigentes. Reiteramos a importância deste Parecer Consubstanciado, e lembramos que o(a) pesquisador(a) responsável deverá encaminhar ao CEP-UFG o Relatório Final baseado na conclusão do estudo e na incidência de publicações decorrentes deste, de acordo com o disposto na Resolução CNS n. 466/12. O prazo para entrega do Relatório é de até 30 dias após o encerramento da pesquisa, prevista para setembro de 2023.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1104581.pdf	04/06/2018 13:17:59		Acelto
Outros	questoesNorteadoras.pdf	04/06/2018 13:16:56	Julio Almeida Silva	Acelto
Outros	TermoDeCompromisso.pdf	04/06/2018 13:14:44	Julio Almeida Silva	Acelto
Folha de Rosto	folhaDeRosto.pdf	04/06/2018 13:09:50	Julio Almeida Silva	Acelto
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Oximetria.pdf	04/06/2018 13:07:46	Julio Almeida Silva	Acelto
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	04/06/2018 13:06:56	Julio Almeida Silva	Acelto

Endereço: Prédio da Reitoria Térreo Cx. Postal 131
 Bairro: Campus Samambaia CEP: 74.001-970
 UF: GO Município: GOIÂNIA
 Telefone: (62)3521-1215 Fax: (62)3521-1163 E-mail: cep.prpl.ufg@gmail.com



Continuação do Parecer: 2.756.750

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

GOIANIA, 05 de Julho de 2018

Assinado por:
João Batista de Souza
(Coordenador)

Endereço: Prédio da Reitoria Térreo Cx. Postal 131
Bairro: Campus Samambaia CEP: 74.001-970
UF: GO Município: GOIANIA
Telefone: (62)3521-1215 Fax: (62)3521-1163 E-mail: cep.prpl.ufg@gmail.com

APÊNDICE 1

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA MAIORES DE 18 ANOS

Você está sendo convidado(a) para participar, como voluntário(a), de uma pesquisa. Após ser esclarecido(a) sobre as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável. Em caso de recusa, você não será penalizado(a) de forma alguma. Em caso de dúvidas, você poderá procurar o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Goiás pelos telefones: 3521-1075 ou 3521-1076.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA

Título do Projeto: **Influência da espessura esmalte/dentina na leitura da saturação de oxigênio sistêmico.**

Pesquisador (a) responsável: Julio Almeida Silva.

Telefone para contato (inclusive ligações a cobrar): (62) 3229-1627.

Pesquisadores participantes: Larissa Emanuelle Sestari, Higor de Almeida Barbosa, Maykely Naara Moraes Rodrigues, Ana Helena Gonçalves de Alencar, Daniel Decurcio, Patrícia Correia de Siqueira, Carlos Estrela.

Telefones para contato: 3209-6065, 3209-6051, 3209-6058.

A presente pesquisa avaliará por meio de um novo aparelho denominado oxímetro de pulso, a circulação sanguínea no dedo interpondo barreiras de esmalte-dentina para simular a situação clínica de um dente.

A pesquisa será realizada no Laboratório de Endodontia da Universidade Federal de Goiás, e não trará nenhuma alteração ou prejuízo, uma vez que os procedimentos serão apenas avaliativos e não haverá qualquer tipo de intervenção.

O oxímetro de pulso permite a leitura da saturação de oxigênio de forma indolor, rápida e segura.

Todos os procedimentos e materiais utilizados em seu atendimento serão custeados pela equipe de pesquisa, não havendo nenhum custo para o paciente. Ainda, não haverá nenhum tipo de pagamento ou gratificação financeira pela sua participação na pesquisa.

Com esta pesquisa, espera-se permitir a utilização do oxímetro de pulso na Odontologia, considerando-se as interferências que as características anatômicas do dente causam na leitura.

A pesquisa será realizada sem conter qualquer indicador da identidade do participante, garantindo plenamente o sigilo quanto a sua privacidade. Não haverá qualquer tipo de constrangimento ou coação para o preenchimento deste termo de consentimento, sendo dada total liberdade de recusar a participar da pesquisa a qualquer tempo, sem que seja penalizado ou tenha interrupção de seu tratamento e acompanhamento.

Nome e assinatura do pesquisador:

CONSENTIMENTO DE PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO SUJEITO

Eu, _____, RG: _____

CPF: _____, nº do prontuário: _____, abaixo assinado, concordo em participar do estudo “Influência da espessura esmalte/dentina na leitura da saturação de oxigênio sistêmico”, como sujeito. Fui devidamente informado e esclarecido pelo pesquisador Julio Almeida Silva sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade ou interrupção de meu acompanhamento / assistência / tratamento.

Local e data: _____

Nome: _____

Assinatura: _____

Presenciamos a solicitação do consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e aceite do sujeito em participar.

Testemunhas (não ligada à equipe de pesquisadores):

Nome: _____

Assinatura: _____

Nome: _____

Assinatura: _____

