

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL**  
**FACULDADE DE ODONTOLOGIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA – NÍVEL MESTRADO**  
**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO CLÍNICA ODONTOLÓGICA – ENDODONTIA**

**LÍVIA RAMOS ALVARIZA**

**AVALIAÇÃO DO BIOFILME DE *STAPHYLOCCOCUS EPIDERMIDIS* DETECTADO  
IN VITRO ATRAVÉS DE DIFERENTES FLUORÓFOROS.**

**PORTO ALEGRE**

**2023**

LÍVIA RAMOS ALVARIZA

AVALIAÇÃO DO BIOFILME DE *STAPHYLOCCOCUS EPIDERMIDIS* DETECTADO IN  
VITRO ATRAVÉS DE DIFERENTES FLUORÓFOROS.

Dissertação de Mestrado como requisito parcial à obtenção do  
título de Mestre em Clínica Odontológica – Endodontia  
apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Orientador: Prof. Dr. José Antônio Poli de Figueiredo

Porto Alegre

2023

## CIP - Catalogação na Publicação

Alvariza, Livia Ramos  
AVALIAÇÃO DO BIOFILME DE STAPHYLOCCOCUS EPIDERMIDIS  
DETECTADO IN VITRO ATRAVÉS DE DIFERENTES FLUORÓFOROS.  
/ Livia Ramos Alvariza. -- 2023.  
49 f.  
Orientador: José Antônio Poli de Figueiredo.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do  
Rio Grande do Sul, Faculdade de Odontologia, Programa  
de Pós-Graduação em Odontologia, Porto Alegre, BR-RS,  
2023.

1. Fluorescência. 2. Biofilme. 3. Staphylococcus  
epidermidis. 4. Endodontia. I. de Figueiredo, José  
Antônio Poli, orient. II. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UFRGS com os  
dados fornecidos pelo(a) autor(a).

LÍVIA RAMOS ALVARIZA

AVALIAÇÃO DO BIOFILME DE *STAPHYLOCCOCUS EPIDERMIDIS* DETECTADO IN  
VITRO ATRAVÉS DE DIFERENTES FLUORÓFOROS.

Dissertação de Mestrado como requisito parcial à obtenção do  
título de Mestre em Clínica Odontológica – Endodontia  
apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Orientador: Prof. Dr. José Antônio Poli de Figueiredo

Porto Alegre, 26 de abril de abril de 2023

BANCA EXAMINADORA:

---

Prof. Dr. Alexandre Corrêa Ghisi  
Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul

---

Prof. Dr. Marcus Vinicius Reis Só  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

---

Prof. Dr. Rafael Chies Hartmann  
Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul

## **AGRADECIMENTOS:**

Agradeço a Deus por viver este grande sonho que é o mestrado, e por sempre abençoar meus caminhos e sonhos.

Aos meus pais Andrea Alvariza e Roberto Alvariza. Não tenho palavras para agradecer por todo apoio que sempre recebi de vocês em todas as minhas escolhas. Obrigada por terem se dedicado tanto à minha educação e por todas vezes que eu achei que não seria capaz, mesmo distantes fisicamente, vocês sempre me faziam acreditar com palavras sábias e carinhosas. Todas as minhas conquistas são de vocês também, com certeza eu não teria conseguido sem todo incentivo e ajuda.

Ao meu querido orientador prof. Dr José Antônio Poli de Figueiredo, obrigada por ter me escolhido como tua orientada desde a especialização e novamente no mestrado. Com certeza teu incentivo e palavras foram decisivas para eu escolher seguir este caminho. Eu tenho muita admiração por ti, além da tua trajetória brilhante de sucesso, tu és uma pessoa extremamente humilde e com um coração gigante. Sou muito grata por aprender tanto contigo e por tu sempre me acalmar dizendo que daria tudo certo.

Obrigada ao professor Liviu Steier, do departamento de Dentística da Universidade da Pensilvânia (EUA), por compartilhar todo o teu conhecimento sobre fluorescência e bioluminescência.

Sou muito grata à Escola de Ciências da Saúde da PUCRS pela oportunidade de expandir meus conhecimentos por meio da pesquisa laboratorial e aprendizado com Prof. Dra. Silvia Dias de Oliveira, Maila e Vanessa. Ao funcionário Wagner do Laboratório Central de Microscopia e Microanálise da PUCRS (LabCEMM) pelo preparo das amostras da MEV.

Muito obrigada ao Prof. Dr. Ricardo Abreu e aos seus orientados Rafael Nesello, Wesley Krabbe e Leonardo Jahnke por terem cedido os dentes bovinos ao meu trabalho.

Aos meus colegas de especialização que viraram grandes amigos, obrigada por compartilharem tantos momentos especiais. Tenho muita admiração por vocês. Rafael Nesello, Bianca Sostisso, Mariana Deluca, Ana Paula Silva e Fernanda Friedrich.

Obrigada também à Marieli Pradebon, Jordana Koch, Kellyn Souza, Thaís Marchand e a Jéssica Araújo pela ajuda e parceria durante o meu trabalho. Jamais esquecerei aquela quinta-feira de janeiro no laboratório, sou muito grata por toda colaboração de vocês.

E à Cauana Tavares por toda ajuda e colaboração durante a aquisição das imagens do trabalho.

Novamente à Marieli Pradebon e Jordana Koch por terem me escutado inúmeras vezes, quando eu pensava que não daria certo a pesquisa. Os conselhos e incentivo de vocês foram essenciais.

Aos professores da banca prof. Dr. Alexandre Ghisi, prof. Dr Marcus Reis Só e prof. Dr Rafael Hartmann me sinto muito feliz e lisonjeada em tê-los como contribuintes neste trabalho, com certeza terão muito a acrescentar.

Aos professores da pós-graduação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul da área de Endodontia, sou muito grata por todo o aprendizado ao longo desses quase cinco anos. Obrigada aos que me inspiram desde a graduação e me motivaram de alguma forma a seguir esse caminho.

E por fim ao programa de Pós-Graduação em Odontologia da UFRGS e à Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) pelo ensino gratuito e de qualidade. Agradeço a oportunidade de fazer parte dessa experiência que aprendi e evolui muito.

De modo geral, agradeço de coração a todos que, direta ou indiretamente, estiveram comigo durante toda essa trajetória e me apoiaram para que eu conseguisse percorrer esse caminho.

O sucesso nasce do querer, da  
determinação e persistência em se chegar a  
um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo,  
quem busca e vence obstáculos, no mínimo  
fará coisas admiráveis.

José de Alencar

## RESUMO:

O causador da doença endodôntica é o biofilme. Além disso, o *Staphylococcus epidermidis* é uma das espécies bacterianas mais prevalentes em casos de reinfecções pós-tratamento endodôntico. A fluorescência é uma abordagem de diagnóstico inovadora e de grande relevância para a detecção de biofilmes bacterianos, este meio pode ser utilizado para ajudar na diferenciação de tecidos saudáveis de contaminados. Nesse sentido, este trabalho tem como objetivo avaliar o efeito da aplicação de fluoróforos na visualização do biofilme endodôntico de *S. epidermidis* em dentes bovinos, através de um estudo experimental laboratorial realizado em quarenta e cinco (45) dentes unirradiculares. Os dentes foram contaminados com a cepa *S. epidermidis* por 48 horas, após os dentes foram divididos aleatoriamente em 5 grupos de tratamento: Controle Negativo; Controle Positivo; 5-ALA, Qubit e Calceína. As amostras foram analisadas por meio do Reveal FGS (ReVeal, Designs for Vision, New York, USA) e classificadas em sim/não para fluorescência e espalhamento de imagem. Também, as amostras foram submetidas à Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) e à Contagem das Unidades Formadoras de Colônias (UFC) as quais foram analisados estatisticamente através dos testes Kruskal Wallis, Mann-Whitney e ANOVA com *post hoc* de Tukey com  $P < 0.05$ . Os resultados comprovaram que a Calceína, o Qubit e o 5-ALA mostraram-se bons fluoróforos para visualização clínica do biofilme de *S. epidermidis* combinado à luz UV. O 5-ALA foi considerado o melhor fluoróforo testado, pois além de apresentar fluorescência uniforme sem espalhamento de imagem, mostrou também propriedades antimicrobianas frente ao biofilme de *S. epidermidis*.

**Palavras-chaves:** *Staphylococcus epidermidis*, Fluorescência, Biofilme, Endodontia.

## **ABSTRACT:**

Biofilm is the main mediator of endodontic disease, and *Staphylococcus epidermidis* is one of the most prevalent bacterial species in cases of endodontic treatment failure. Fluorescence is an innovative and relevant diagnostic approach for the detection of bacterial biofilms, as it can help to differentiate healthy from contaminated tissues. The aim of this study was to evaluate the effect of different fluorophores on the visualization of *S. epidermidis* endodontic biofilm in bovine teeth. Forty-five (45) single-rooted teeth were contaminated with *S. epidermidis* for 48 hours, and then randomly assigned to 5 treatment groups: Negative Control, Positive Control, 5-ALA, Qubit and Calcein. Samples were clinically analyzed using Reveal FGS (ReVeal, Designs for Vision, New York, USA) and categorized as positive or negative for fluorescence and image scattering. Samples were also subjected to scanning electron microscopy (SEM) and colony-forming units (CFU) counting, which were statistically analyzed using Kruskal Wallis, Mann-Whitney, and ANOVA with Tukey post hoc ( $P < 0.05$ ) tests. Results showed that Calcein, Qubit, and 5-ALA were effective fluorophores for clinical visualization of *S. epidermidis* biofilm under UV light. However, 5-ALA was found to be the best fluorophore tested, as it showed a uniform fluorescence without image scattering, as well as antimicrobial properties against *S. epidermidis* biofilm.

**Keywords:** *Staphylococcus epidermidis*, Fluorescence, Biofilm, Endodontics.

## LISTA DE FIGURAS:

<b>Figura 1:</b> Corte em 16mm da porção radicular.....	23
<b>Figura 2:</b> Sulcos nas faces vestibular e lingual preservando as paredes do canal radicular.....	23
<b>Figura 3:</b> Cera obstruindo o forame dos dentes.....	24
<b>Figura 4:</b> Confeção de orifício central e laterais nos microtubos, para possibilitar inoculação e trocas de meio de crescimento.....	25
<b>Figura 5:</b> Disposição das amostras em caixa de polipropileno.....	25
<b>Figura 6:</b> Tubo de BHI com cones de papel no interior, sem crescimento bacteriano.....	26
<b>Figura 7:</b> Análise de Gram.....	27
<b>Figura 8:</b> Reveal FGS.....	29
<b>Figura 9:</b> Amostras metalizadas e acopladas para MEV.....	30
<b>Figura 10:</b> MEV do grupo controle negativo.....	33
<b>Figura 11:</b> MEV do grupo controle positivo.....	33
<b>Figura 12:</b> MEV do grupo ALA.....	34
<b>Figura 13:</b> MEV do grupo QB.....	34
<b>Figura 14:</b> MEV do grupo CA.....	35
<b>Figura 15:</b> Grupo QB sob luz UV.....	35
<b>Figura 16:</b> Grupo CA sob luz UV.....	36
<b>Figura 17:</b> Grupo ALA sob luz UV.....	36

## **LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS:**

**μL** - microlitro

**μm** – Micrômetro

**BHI** – Brain heart infusion (ágar cérebro coração)

**BKS**- Backscattering (retroespalhamento)

**CEP-UFRGS** - Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul

**COMPESQ** - Comitê de Pesquisa do ICBS da Universidade Federal do Rio Grande do Sul

**EDTA** - Ácido etilenodiamino tetra-acético (Ethylenediamine tetraacetic acid)

*E. faecalis* - Enterococcus faecalis

**EPS**- Exopolissacarídeos

**ICBS** – Instituto de Ciências Básicas da Saúde

**LIF**- Fluorescência induzida por laser

**MEV**- Microscopia Eletrônica de Varredura

**mL** – Mililitro (unidade de medida)

**NAOCL**- Hipoclorito de Sódio

**Nm** – Nanômetro

**pH** - Potencial de hidrogênio, representação da escala na qual uma solução neutra é igual a 7

**PUI** – Passive Ultrasonic Irrigation (Irrigação ultrassônica passiva)

**RNA**- Ácido Ribonucleico

**SE**- Secondary Electrons (elétrons secundários)

*S. epidermidis*- *Staphylococcus epidermidis*

**UFC**- Unidades formadoras de colônias

**UV**- Radiação ultravioleta

## SUMÁRIO

### **1. INTRODUÇÃO:**

<i>1.1 Biofilme bacteriano em endodontia</i> .....	14
<i>1.2 Staphylococcus epidermidis</i> .....	15
<i>1.3 Fluorescência e fluoróforos</i> .....	17
<i>1.4 Aplicação da Fluorescência na Odontologia</i> .....	19
<i>1.5 Sistema Reveal</i> .....	21

### **2. OBJETIVOS:**

<i>2.1 Objetivo geral</i> .....	21
<i>2.2 Objetivo específico</i> .....	21

### **3. METODOLOGIA:**

<i>3.1 Seleção das amostras</i> .....	22
<i>3.2 Preparo das amostras</i> .....	22
<i>3.3 Preparo da cultura e Inoculação</i> .....	26
<i>3.4 Classificação dos grupos de tratamento</i> .....	27
<i>3.5 Análise de Fluorescência</i> .....	28
<i>3.6 Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)</i> .....	29
<i>3.7 Análise Microbiológica (UFC)</i> .....	29
<i>3.8 Análise Estatística</i> .....	30

### **4. RESULTADOS**.....31

### **5. DISCUSSÃO**.....37

### **6. CONCLUSÃO**.....42

### **7. REFERÊNCIAS**.....43

## 1. INTRODUÇÃO

A periodontite apical possui etiologia microbiana e é uma das doenças inflamatórias mais comuns que afetam os seres humanos. Fungos, archaeas e vírus já foram encontrados em associação com esta doença, mas as bactérias são de longe os microrganismos mais prevalentes e dominantes nas infecções endodônticas (Siqueira e Roças, 2022).

Desse modo, o grande mediador da doença endodôntica é o biofilme. Seus componentes primários são proteínas extracelulares e polissacarídeos, os quais possuem papel fundamental para sobrevivência celular, persistência microbiana e interação celular. Além disso, protegem as bactérias de agentes antimicrobianos, estresse ambiental, tornando-as de 10 a 1000 vezes mais resistentes (Kumar *et al.*, 2019).

De forma ampla, o objetivo de qualquer estratégia de desinfecção na área da saúde é reduzir a carga bacteriana a um nível subcrítico para que a resposta imune do paciente permita a cura (Neelakantan *et al.*, 2017). Assim, quando realizamos um tratamento endodôntico temos como principal objetivo eliminar as bactérias que ali estão presentes, bem como prevenir e evitar reinfecções (Byström e Sundqvist, 1981).

A fluorescência é uma abordagem de diagnóstico inovadora e de grande relevância para a detecção de biofilmes bacterianos, particularmente em odontologia, este meio pode ser utilizado para auxiliar na diferenciação de tecidos saudáveis e contaminados. Esta abordagem possui grandes aplicações em situações clínicas e industriais onde a detecção não invasiva de biofilmes microbianos é importante (Shakibaie *et al.*, 2018).

“*Fluorescence-enhanced theragnosis*”, descrito primeiramente pelo autor Liviu Steier (2020), possui a finalidade de utilizar um dispositivo para que seja possível aumentar a capacidade de visualização e avaliação, fornecendo orientações para o tratamento em todo o processo, desde o diagnóstico até a diferenciação do tecido doente e saudável. Unindo, dessa forma, tanto terapia como diagnóstico.

Portanto, justifica-se a necessidade de desenvolver métodos em que seja possível usar a fluorescência, como meio auxiliar de diagnóstico e detecção de bactérias no interior dos canais radiculares, considerando que uma das maiores falhas para o insucesso do tratamento endodôntico é a permanência do biofilme bacteriano dentro dos canais.

### **1.1 Biofilme bacteriano em endodontia:**

O primeiro relato registrado de bactérias nos canais radiculares foi feito no século XVII pelo cientista holandês Anthony Van Leeuwenhock, o qual relatou que o material presente nos canais radiculares continha seres vivos microscópicos. Porém, a descoberta da associação entre microrganismos e periodontite apical foi em 1894 por Willoughby Dayton Miller, por meio de um estudo de análises de canais radiculares. Ainda em 1976, após constatar a presença de bactérias em canais radiculares necrosados, com evidência radiográfica de periodontite apical, Sundqvist confirmou a teoria de que as bactérias são o grande fator etiológico da periodontite apical (Siqueira *et al.*, 2011).

O biofilme é definido como uma comunidade complexa composta por microrganismos, os quais estão aderidos tanto a um substrato quanto uns aos outros. Também, esta comunidade bacteriana está envolvida em uma matriz de substâncias poliméricas extracelulares, permitindo a sobrevivência dos constituintes celulares à ambientes hostis e fornecendo uma tolerância aumentada a agentes antimicrobianos. (Mohammadi *et al.*, 2013).

Além disso, a matriz de EPS possui a capacidade de atrasar a difusão dos antibióticos por ligação direta, funcionando como uma barreira impermeável (Dunavant *et al.*, 2006). Outro fator que favorece a resistência bacteriana, consiste na forma que as células se comunicam entre si, o mecanismo denominado *quorum sensing* está presente tanto nas bactérias gram-positivas como nas gram-negativas, como um sistema que permite as bactérias funcionarem de forma coletiva (Lazar, 2011).

Segundo Jhahharia e colaboradores (2015), o biofilme se desenvolve em três estágios. No primeiro acontece a formação de uma camada de condicionamento, com a absorção de moléculas orgânicas e inorgânicas à uma superfície. Na segunda fase, ocorre a adesão das células bacterianas à camada de condicionamento, e no terceiro estágio acontece o crescimento bacteriano e a expansão do biofilme. Assim, microcolônias são formadas em camadas de microrganismos que atraem colonizadores secundários para essa comunidade metabolicamente ativa.

A periodontite apical é o resultado do efeito dos patógenos que colonizam o sistema de canais radiculares e da resposta imune do sistema de defesa do hospedeiro. A composição da microflora dos canais radiculares difere-se drasticamente nos casos de tratamentos primários e retratamentos. Acredita-se que a grande causa da doença pós-

tratamento endodôntico é a permanência dos microrganismos na região apical do canal radicular em dentes que já foram obturados (Peciulienė *et al.*, 2008).

As infecções endodônticas podem ser classificadas conforme a sua localização anatômica: intraradicular ou extraradicular. E, também, quanto ao momento de colonização do canal radicular: primária, secundária ou persistente. (Siqueira *et al.*, 2002).

De acordo com o momento da colonização, as infecções primárias são causadas por microrganismos que inicialmente invadem e colonizam a polpa necrótica. As infecções secundárias são causadas por microrganismos que foram introduzidos no sistema de canais radiculares, durante ou após a intervenção endodôntica. Esses conseguiram sobreviver e estabeleceram uma infecção secundária. Já a infecção persistente é causada por microrganismos que foram membros da infecção primária ou secundária, e de alguma maneira foram capazes de resistir aos procedimentos antimicrobianos e de sobreviver em períodos de privação de nutrientes em canais que já foram tratados (Siqueira, 2002; Siqueira e Rôças, 2019).

O estudo do biofilme endodôntico é essencial para entendermos o potencial patogênico da microbiota que coloniza os canais radiculares, para assim discutirmos novas abordagens de detecção do biofilme.

## **1.2 *Staphylococcus epidermidis***

Os estafilococos são cocos não móveis, não formadores de esporos e anaeróbios facultativos que podem ocorrer isoladamente ou em pares. Também, têm sido associados à diversas infecções humanas e algumas espécies podem estar relacionadas a infecções potencialmente fatais, especialmente em indivíduos comprometidos. Embora os estafilococos não sejam considerados habitantes normais da cavidade oral, algumas espécies, particularmente o *Staphylococcus epidermidis*, foram encontradas em amostras da saliva de indivíduos saudáveis (Siqueira *et al.*, 2002)

O *S. epidermidis* durante muito tempo foi considerado um microrganismo inócuo, pois é uma cepa que faz parte da composição da flora bacteriana natural em humanos, sendo a espécie mais comum da microbiota da pele, assim como do sistema respiratório e do trato alimentar (Swolana *et al.*, 2020).

Entretanto, nas últimas décadas o *S. epidermidis* emergiu como um problema de saúde em hospitais, causando infecções em pacientes imunocomprometidos e

hospitalizados por um longo período. É considerado o patógeno mais importante envolvido em bacteremias, endocardites e infecções cutâneas (Vuong *et al.*, 2004).

Além disso, é um coco anaeróbio facultativo gram-positivo o qual possui a capacidade de formar biofilme de aproximadamente 160 µm de espessura e apresenta resistência à antibióticos, causando infecções com sintomas persistentes. Até pouco tempo, pensava-se que o *Staphylococcus epidermidis* estava associado apenas a pele e mucosa. Contudo, espécies de *S. epidermidis* foram isoladas de doenças infecciosas orais, incluindo osteomielite, peri-implantite, cárie radicular, periodontite e infecções endodônticas (Medvedec *et al.*, 2018; Maiden *et al.*, 1992)

Estudos recentes identificaram *S. epidermidis* como uma das espécies mais prevalentes em casos de reinfeções pós-tratamento endodôntico, juntamente com *E. faecalis* (Murad *et al.*, 2014). O *S. epidermidis* pode originar-se de infecções nosocomiais que ocorrem durante o tratamento endodôntico (Niazi *et al.*, 2010).

Siqueira e colaboradores (2002) publicaram um relato de caso clínico de uma paciente com sintomas persistentes, após iniciar o tratamento endodôntico, e comprovou-se a presença de *Staphylococcus epidermidis* e *Staphylococcus xylosum* por meio de análise microbiológica do interior do canal radicular. Especula-se que esta infecção secundária, provavelmente, foi causada por uma quebra da cadeia asséptica.

Murad *et al* (2014) avaliaram a composição da microbiota endodôntica em casos de insucessos e falhas. Foram retiradas amostras microbiológicas de 36 canais radiculares com infecções persistentes e avaliado o nível e proporção de 79 espécies bacterianas pelo método de hibridização DNA. *Enterococcus faecium* e *Staphylococcus epidermidis* foram as espécies mais prevalentes detectadas (37%) e também estiveram presentes em maiores proporções. A presença do *S. epidermidis* justifica-se pela sua capacidade de sobreviver ao preparo do canal radicular e pela sua resistência antimicrobiana.

Um estudo de caso clínico com o propósito de investigar microbiota de lesões periapicais persistentes, avaliou 20 amostras de lesões e constataram por meio do método de análise de sequência de 16Sr RNA, que a microbiota é composta por diversos tipos de microrganismos com capacidade de formar biofilme incluindo: *Propionibacterium acnes*, *Staphylococcus epidermidis* e *Fusobacterium nucleatum*, sendo esses mais frequentes em infecções múltiplas (Fujii *et al.*, 2009)

Vasconcelos e colaboradores (2017) publicaram um relato de caso de um paciente do sexo masculino com 47 anos, que após retratamento endodôntico apresentou dor intensa, levando novamente à desobturação do canal e uso de medicações. Após inúmeras tentativas, foi realizada uma cultura microbiana do canal detectando a presença de *Staphylococcus epidermidis*. Além disso, foi realizado um antibiograma para determinar a melhor combinação de drogas para controlar a infecção, sendo a tetraciclina combinada à cefalosporina os fármacos de escolha, uma vez controlada a infecção, o canal radicular foi obturado.

### **1.3 Fluorescência e fluoróforos:**

A emissão de luz por animais e plantas vem sendo alvo de investigações por um grande número de pesquisadores há anos. A luminescência é um termo geral usado para descrever a emissão de radiação, que incorpora tanto a fluorescência (de curta duração) quanto a fosforescência (de longa duração), além de outros fenômenos como a bioluminescência. Algumas substâncias que fluorescem naturalmente como: minerais, fungos, bactérias, colágeno e outros componentes do tecido corporal, são nomeadas de fluorescentes primários ou autofluorescentes (Walsh e Shakibaie, 2007).

A fluorescência é um processo em que substâncias emitem luz, dessa maneira elas absorvem luz de um comprimento de onda mais curto e a reemitem num comprimento de onda mais longo. O fenômeno ocorre somente quando uma substância específica é excitada por um comprimento de onda específico da luz (Featherstone, 2000).

Quando uma molécula se encontra no seu estado fundamental, ela possui uma energia relativamente baixa. No momento em que ela é excitada, ela se encontrará num estado energeticamente instável em relação ao seu estado fundamental. Algumas moléculas são capazes de serem excitadas por meio da absorção de energia luminosa. A energia do estado excitado, o qual não pode ser sustentada por muito tempo, decai ou diminui resultando na emissão de energia luminosa. Este processo é chamado de fluorescência (Brackmann *et al*, 2000; Steier *et al* 2022).

A espectroscopia de fluorescência possui grande importância para a avaliação laboratorial de materiais e misturas complexas, incluindo o biofilme bacteriano. Os seus princípios podem ser aplicados em dispositivos clínicos que utilizam a fluorescência para adquirir um melhor diagnóstico e atendimento clínico. (Fardad, Lamard, Rubinsztein, 2018).

A fluorescência possui aplicações particulares para detectar bactérias devido aos seus derivados de porfirina, tanto em bactérias planctônicas quanto em biofilmes bacterianos. Esses derivados de porfirina geram emissões vermelhas visíveis de locais contaminados por bactérias, enquanto locais de tecidos saudáveis que estão livres de bactérias não possuem essa fluorescência (Shakibaie & Walsh, 2016).

A fluorescência vermelha origina-se de compostos porfirínicos, os quais são sintetizados por alguns microrganismos presentes no biofilme, servindo como um potente fluoróforo (Lee *et al.*, 2018). As porfirinas são derivados de moléculas relacionadas à hemoglobina e possuem uma estrutura molecular aromática com uma grande quantidade de elétrons no seu sistema conjugados, que fora de sua localização pulam nas bandas orbitais e estabilizam a energia absorvida resultando na fluorescência (Fyrestam *et al.*, 2015).

Contudo, algumas bactérias não sintetizam as porfirinas sendo necessário o uso de fluoróforos, os quais são excitados por uma variedade de comprimentos de onda. (Shakibaie e Walsh, 2016). O *Staphylococcus epidermidis* não produz porfirina ou qualquer outra proteína autofluorescente. Apenas a emissão de UV não é suficiente para detectar a sua presença, sendo necessária a utilização de fluoróforos para identificação do biofilme (Granzotto, 2022).

Lashkari e colaboradores (2019) comprovaram por meio de um estudo *in vitro*, que o ácido 5 aminolevulínico (5-ALA) possui finalidade antimicrobiana contra bactérias cariogênicas em conjunto com a terapia fotodinâmica. Além disso, possui a finalidade de diagnóstico na identificação da cárie dentária combinado ao LIF (fluorescência induzida por laser), levando a um aumento significativo na intensidade da fluorescência e conseqüentemente melhorando a visualização do biofilme

Além do 5-ALA, foi proposto que a Calceína Acetoximetil é um potente corante para detecção de bactérias vitais em biofilme maduro, tendo a capacidade de reduzir infecções persistentes, por meio da detecção de células em um curto período de tempo (Herzog *et al.*, 2017).

Por fim, o Qubit Protein (Invitrogen, Q3321) é um também é produto indicado para quantificar proteína. Em um estudo anterior, o mesmo foi utilizado no interior de canais radiculares com a finalidade de detecção de biofilme endodôntico de *Enterococcus faecalis*, mostrando-se efetivo quando observado sob luz UV (Moryl *et*

*al.*,2022).

Sendo assim, as proteínas fluorescentes vêm se tornando uma das escolhas de pesquisadores, devido sua alta sensibilidade e a contínua melhoria das tecnologias associadas para a sua detecção (Nogales *et al.*, 2014).

#### **1.4 Aplicações da Fluorescência na Odontologia:**

Recentemente, diversas técnicas para detecção da cárie dentária, como a espectroscopia de fluorescência, vêm surgindo (Featherstone, 200). Lee e colaboradores (2015) afirmaram que a emissão fluorescente de dentes humanos e do cálculo dentário são importantes para a reabilitação e para o diagnóstico de cárie.

A fluorescência vermelha está relacionada à cárie e ao potencial cariogênico da placa dentária (Volgenant *et al.*, 2016). De acordo com König *et al* (1993) as lesões de cárie mostraram uma emissão característica de fluoróforos endógenos na região espectral vermelha, já o tecido dentário duro saudável não exibe tal fluorescência.

O esmalte cariado apresenta fluorescência maior na região espectral vermelha, devido a presença de derivados de porfirinas os quais são produzidos por metabólitos bacterianos (Buchalla *et al.*, 2004). O espectro de fluorescência esteve entre 640 e 655 nm em esmalte e dentina cariada, o que não ocorre em tecidos sadios (Hibs *et al.*, 1999).

Kurihara *et al* (2004) comprovaram que diante da presença de cálculo subgingival e de cárie radicular, o uso da fluorescência para diagnóstico foi efetivo. Confirmando que o método, ao empregar excitação de 633-635 nm, foi considerado uma ferramenta poderosa.

Qin e colaboradores (2007) afirmaram a eficácia do uso da fluorescência, em casos de pacientes periodontais, através de um estudo clínico. Foram avaliados, por meio de uma luz led UV de 405 nm em tempo real, 30 dentes no qual 15 dentes apresentavam cálculo supra e sub gengival. Resultados clínicos e histológicos comprovaram a eficácia do método.

Além disso, a fluorescência possui a capacidade de oferecer aos ortodontistas um novo método de detecção de desmineralização dentária durante o tratamento ortodôntico e também auxilia na remoção eficiente do adesivo ortodôntico, sendo utilizada em conjunto

com brocas de alta rotação a fim de fornecer resultados rápidos e mais seguros. (Marya *et al*, 2021)

Na especialidade de estomatologia o prognóstico precoce de lesões cancerígenas, como por exemplo o carcinoma epidermóide oral, está diretamente relacionado ao estágio de desenvolvimento do tumor, estimando-se um atraso médio no diagnóstico de 2 a 5 meses. A fluorescência e a autofluorescência conseguem fornecer um diagnóstico preciso do câncer oral, auxiliando o cirurgião-dentista na prática clínica. Contudo, ainda não é possível confirmar que esse método consiga substituir por completo o exame histopatológico (Lima *et al*, 2021).

A detecção precoce do câncer bucal é crucial para melhorar a taxa de sobrevivência do paciente, sendo possível iniciar as intervenções necessárias o quanto antes. Novas técnicas auxiliares de diagnóstico estão surgindo. A autofluorescência trabalha com o princípio de que certos fluoróforos endógenos presentes no tecido se tornam fluorescentes por excitação com uma fonte de luz de comprimento de onda adequada (400–460 nm). Contudo, tecidos doentes perdem fluorescência devido a interrupção na distribuição desses fluoróforos, aparecendo clinicamente mais escuros. (Awan, Morgan, Warnakulasuriya 2011).

Na endodontia, a fluorescência pode ser um importante meio de diagnóstico para identificar as bactérias presentes no interior do canal radicular durante o tratamento endodôntico. Atualmente, não existem métodos padronizados em uso para detectar clinicamente a presença de bactérias nos canais radiculares. O uso de amostragem em papel e coloração por fluorescência demonstrou ser um método rápido, capaz de detectar bactérias residuais após o tratamento (Herzog *et al* 2017).

Além da detecção do biofilme, a fluorescência é um potente meio de diagnóstico de fraturas radiculares. O método mostrou-se efetivo tanto para detecção da profundidade da fratura como para avaliação da contaminação bacteriana. Dessa forma, a autofluorescência pode ser usada como um indicador de risco de fraturas profundas e possui a capacidade de substituir os métodos convencionais de detecção de fraturas (Ku *et al*, 2018).

### ***1.5 Sistema Reveal - Design for Vision:***

O Reveal é um dispositivo versátil que consiste em uns óculos com lupas de aumento inseridas. Os óculos e as lupas são revestidos com várias camadas para proteger a visão de possíveis danos causados pela luz emitida, bem como para filtrar a fluorescência emitida pela cavidade oral ou outras estruturas avaliadas (Steier,2020)

O sistema Reveal da Designs for Vision utiliza um farol ativador de fluorescência com lupas especialmente filtradas para fornecer Fluorescence Enhanced Theragnosis (FET). O FET é um complemento clínico confiável ajudando no diagnóstico e auxiliando na execução de um tratamento seguro por meio do controle visual. Combinando diagnóstico e fluorescência, este sistema fornece informações visuais para apoiar a tomada de decisões e facilitar as opções de tratamento adequadas (Steier *et al*, 2022).

Hiltch e colaboradores (2023), testaram por meio de um estudo clínico a capacidade de detecção manual, e em tempo real, da autofluorescência bacteriana na superfície de quatro dentes extraídos periodontalmente, por meio de uma lupa de aumento com fotóforo ultravioleta (Reveal, DesignsForVision Inc, NYC, New York, USA). Foi comprovado que o uso desta tecnologia para a identificação da autofluorescência vermelha bacteriana pode ser considerado um importante meio terapêutico e de diagnóstico.

## **2. OBJETIVOS:**

### ***2.1 Geral:***

Avaliar a capacidade de visualização do biofilme de *Staphylococcus epidermidis* através de fonte UV com fluoróforos.

### ***2.2 Específicos:***

- 1) Avaliar o brilho e o espalhamento de cada fluoróforo.
- 2) Investigar a capacidade antimicrobiana dos fluoróforos.

## 6. CONCLUSÃO:

De acordo com o presente estudo os três fluoróforos testados: Calceína, Qubit e 5-ALA mostraram-se eficientes para a visualização do biofilme de *Staphylococcus epidermidis* combinado à luz UV. Um efeito adicional do 5-ALA e da Calceína foi o de reduzir o biofilme de *S Epidermidis*. Desta maneira, 5-ALA e Calceína apresentam-se como possíveis recursos de teragnóstica. No entanto, o espalhamento da fonte de luz nos canais radiculares impede o mapeamento adequado do biofilme de *S Epidermidis*. Deste modo, somente o 5-ALA apresentou todas as qualidades necessárias para fins de diagnóstico do biofilme testado.

## 7. BIBLIOGRAFIA:

Awan KH, Morgan PR, Warnakulasuriya S. Evaluation of an autofluorescence based imaging system ( VELscope <sup>TM</sup> ) in the detection of oral potentially malignant disorders and benign keratoses. *Oral Oncol* 2011;47(4):274–7.

Buchalla W, Lennon ÁM, Attin T. Comparative fluorescence spectroscopy of root caries lesions. *Eur J Oral Sci.* 2004;112(6):490–6.

Bukhary, S.; Balto, H. Antibacterial Efficacy of Octenisept, Alexidine, Chlorhexidine, and Sodium Hypochlorite against *Enterococcus faecalis* Biofilms. *Journal of Endodontics.*, v.43, n. 4, p. 643–647, 2017.

Bukhary S, Balto H. Antibacterial Efficacy of Octenisept, Alexidine, Chlorhexidine, and Sodium Hypochlorite against *Enterococcus faecalis* Biofilms. *J Endod* [Internet]. 2017;43(4):643–7. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2016.09.013>

Byström, G Sundqvist. Bacteriologic evaluation of the efficacy of mechanical root canal instrumentation in endodontic therapy. 1981 Aug;89(4):321-8.

Brackmann, U. Laser Dyes. Göttingen (Germany): Lambda Physik AG. D- 37079, 2000

Collaud, S.; Juzeniene, A.; Moan, J.; Lange, N. On the selectivity of 5-aminolevulinic acid-induced protoporphyrin IX formation. *Curr. Med. Chem. Anticancer Agents* 2004, 4, 301–316.

Dunavant TR, Regan JD, Glickman GN, Solomon ES, Honeyman AL. Comparative Evaluation of Endodontic Irrigants against *Enterococcus faecalis* Biofilms. *J Endod.* 2006;32(6):527–31.

Featherstone JDB: Caries detection and prevention with laser energy. *Dent Clin North Am* 2000; 44: 955–969

Fujii R, Saito Y, Tokura Y, Nakagawa KI, Okuda K, Ishihara K. Characterization of bacterial flora in persistent apical periodontitis lesions. *Oral Microbiol Immunol.* 2009;24(6):502–5.

Fyrestam, J. *et al.* Determination of porphyrins in oral bacteria by liquid chromatography electrospray ionization tandem mass spectrometry. *Analytical and Bioanalytical Chemistry.*, v.407, n.23, p.7013-7023, 2015.

Granzotto D, *Staphylococcus epidermidis* biofilme detection of dental implants with fluorescence – an in vitro study. 2002 – Tese de doutorado

Herzog DB, Hosny NA, Niazi SA, Koller G, Cook RJ, Foschi F, et al. Rapid Bacterial Detection during Endodontic Treatment. *J Dent Res.* 2017;96(6):626–32.

Jhajharia K, Parolia A, Shetty KV, Mehta LK. Biofilm in endodontics: A review. *J Int Soc Prev Community Dent.* 2015 Jan-Feb;5(1):1-12

Joseph B, Gopalakrishnan S, Alamoudi RA, Alamoudi RA, Pachathundikandi SK, Alotaibi RN, et al. Photodiagnosis and Photodynamic Therapy Detection of invisible dental biofilm using light-induced autofluorescence in adult patients – A systematic review. *Photodiagnosis Photodyn Ther.* 2022;39(April):102916

Harris F, Pierpoint L. Photodynamic therapy based on 5-aminolevulinic acid and its use as an antimicrobial agent. *Med Res Rev.* 2012; 32: 1292–1327.

Hiltch G, Steier L, Cotca C. Fluorescence Enhance Theragnosis (FET). Disponível em: <https://www.designsforvision.com/Reveal/FET-Hiltch-Steier-Cotca.pdf>

Konopka K, Goslinski T. Photodynamic therapy in dentistry. *J Dent Res.* 2007; 86: 694–707. <https://doi.org/10.1177/154405910708600803>

König, K. *et al.* In vivo photoproduct formation during PDT with ALA-induced endogenous porphyrins. *J Photochem Photobiol.* v.18, n.2, p. 287-290, 1993.

Koenig, H. Schneckenburger, Laser-induced autofluorescence for medical diagnosis, *J. Fluoresc.* 4 (1) (1994) 17–40, 1994

Karbownik M, Reiter RJ. Melatonin protects against oxidative [4]stress caused by delta-aminolevulinic acid: implications for cancer reduction. *Cancer Invest* 2002;20:276–286

Ku, H. *et al.* Using autofluorescence to detect bacterial contamination in root fractures. *Journal of Dentistry.* V. 86, p. 27-32, 2019.

Kurihara E, Koseki T, Gohara K, Nishihara T, Ansai T, Takehara T. Detection of subgingival calculus and dentine caries by laser fluorescence. *Journal of Periodontal Research;* February 2004. p.59-65.

Kumar, L.; Cox, C.; Sarkar, S. Matrix metalloprotease-1 inhibits and disrupts *Enterococcus faecalis* biofilms. *Plos One.*, v.14, n.1, p.1-18, 2019.

Int Endodontic J - 2003 - Molander - Microbiological status of root-filled teeth with apical periodontitis.pdf.

Lamers ML, Steier L, Figueiredo P. Photodiagnosis and Photodynamic Therapy Use of autofluorescence and fluorescent probes as a potential diagnostic tool for oral cancer : A systematic review. 2021;33

Lashkari SM, Kariminezhad H, Amani H, Mataji P, Rahimnejad M. Introduction of 5-aminolevulinic acid as a theranostics agent in dentistry. Photodiagnosis Photodyn 2019;25:336–43.

Lazar, V. (2011). Quorum sensing in biofilms- how to destroy the bacterial citadels or their cohesion/power? Journal Anaerobe, 17(6), pp. 280- 285.

Lee MA, Kang SM, Kim SY, Kim JS, Kim JB, Jeong SH. Fluorescence change of *Fusobacterium nucleatum* due to *Porphyromonas gingivalis*. J Microbiol. 2018;56(9):628–33.

Mikić IM, Cigić L, Kero D, Govorko DK, Mehičić GP, Andrašević AT, et al. Antimicrobial effectiveness of polyhexamethylene biguanide on enterococcus faecalis, staphylococcus epidermidis and *Candida albicans*. Med Glas. 2018;15(2):132–8.

Moris V, Lam M, Amoureux L, Magallon A, Guilloteau A, Maldiney T, et al. What is the best technic to dislodge *Staphylococcus epidermidis* biofilm on medical implants? BMC Microbiology. 2022 Aug 6;22(1)

The SD, Simon M, Lamers AC. Contamination of endodontic cultures by *Staphylococcus epidermidis*. J Endod. 1975;1(2):53–5.

Marya A, Steier L, Karobari MI. Benefits of Using Fluorescence Induced Theragnosis in Fixed Orthodontic Therapy : Status , Technology and Future Trends. 2021;1–7.

Mohammadi Z, Palazzi F, Giardino L, Shalavi S. Microbial biofilms in endodontic infections: an update review. Biomed J. 2013;36(2):59-70. doi:10.4103/2319-4170.110400

Moryl M, Palatyńska-Ulatowska A, Maszewska A, Grzejdziak I, Dias de Oliveira S, Pradebon MC, et al. Benefits and Challenges of the Use of Two Novel vB\_Efa29212\_2e and vB\_Efa29212\_3e Bacteriophages in Biocontrol of the Root Canal *Enterococcus faecalis* Infections. Journal of Clinical Medicine 2022 Jan 1;11(21):6494.

Murad CF, Sassone LM, Faveri M, Hirata R, Figueiredo L, Feres M. Microbial diversity in persistent root canal infections investigated by checkerboard DNA-DNA hybridization. J Endod [Internet]. 2014;40(7):899–906.

Neelakantan P, Romero M, Vera J, Daood U, Khan AU. Biofilms in Endodontics Current Status and Future Directions.

Nogales, A. *et al.* A Novel Fluorescent and Bioluminescent Bireporter Influenza. *Journal of Virology.*, v.93, n.10, p.1-18, 2019.

Peciuliene, V. *et al.* Microorganisms in root canal infections: a review. *Stomatologija.*v.10,n.1, p.4-9, 2008.

Peng Q, Berg K, Moan J, Kongshaug M, Nesland JM. 5-Aminolevulinic acid-based photodynamic therapy: principles and experimental research. *Photochem Photobiol.* 1997; 65: 235–251. PMID: 9066303 5

Robertson L.A Beijerinck and the bioluminescent bacteria— microbiological experiments in the late 19th and early 20th centuries. *FEMS Microbiology Ecology*; 2011. v. 75, 185–194.

Qin, Y; Luan, X L; Bi, L. Real-time detection of dental calculus by blue-LED-induced fluorescence spectroscopy. *Journal of Photochemistry and Photobiology.* v.87, p. 88-94, 2007.

Radunovic, M.; Petrini, M.; Vlajic, T.; Iezzi, G.; di Lodovico, S.; Piattelli, A.; D’Ercole, S. Effects of a Novel Gel Containing 5-Aminolevulinic Acid and Red LED against Bacteria Involved in Peri-Implantitis and Other Oral Infections. *J. Photochem* 2020, 205, 111826

Ricucci, D.; Siqueira, J. F. Biofilms and apical periodontitis: study of prevalence and association with clinical and histopathologic findings. *J Endodontic.*, v.36, p.77-88, 2010.

Shakibaie, F. *et al.* Application of Fluorescence Spectroscopy for Microbial Detection to Enhance Clinical Investigations. *Intech Open.*,v.10, p. 226-249, 2018

Shakibaie F, Walsh LJ. Violet and blue light-induced green fluorescence emissions from dental caries. *Aust Dent J.* 2016;61(4):464–8.

Shi H, Li J, Peng C, Xu B, Sun H. Photodiagnosis and Photodynamic Therapy The inhibitory activity of 5-aminolevulinic acid photodynamic therapy ( ALA-PDT ) on *Candida albicans* biofilms. *Photodiagnosis Photodyn Ther* [Internet]. 2021;34(March):102271.

Siqueira JE, Lima KC. *Staphylococcus epidermidis* and *staphylococcus xylosus* in a secondary root canal infection with persistent symptoms: A case report. *Aust Endod J.* 2002;28(2):61–3.

Siqueira JF Jr, Rôças IN. Clinical implications and microbiology of bacterial persistence after treatment procedures. *J Endod.* 2008 Nov;34(11)

Siqueira, J.F.; Rôças, I.N. Microbiology of Apical Periodontitis. *Essential Endodontology.* p.91–142, 2019.

Siqueira, J. e Roças, I. (2011). Microbiology and treatment of endodontic infections In: Hargreaves & Cohen. *Cohen's Pathways of the Pulp.* 10 ed. St Louis : Mosby/Elsevier, pp. 559-600

Jr JFS. Present status and future directions : Microbiology of endodontic infections. 2022;55(December 2021):512–30.

Steier, L. Reveal: Fluorescence Enhanced Theragnosis by Designs for Vision. *Eur J Dent.*, v.14, n.1, p. 186–188, 2020.

Swolana D, Kępa M, Idzik D, Dziejczak A, Kabała-Dzik A, Wąsik TJ, et al. The antibacterial effect of silver nanoparticles on staphylococcus epidermidis strains with different biofilm-forming ability. *Nanomaterials.* 2020;10(5):1–12.

Steier L, Figueiredo JAP, Blatz MB. Fluorescence-Enhanced Theragnosis: A Novel Approach to Visualize, Detect, and Remove Caries. *Compend Contin Educ Dent:* 2021. v. 42, p. 460-465.

Steier L. Reveal: Fluorescence Enhanced Theragnosis by Designs for Vision. 2020;186–7.

Steier L, Sidhu P, Saad S, Sarosh S, Daood U. Photodiagnosis and Photodynamic Therapy Visualization of initial bacterial colonization on dentin using fluorescence activating headlight for fluorescence enhanced theragnosis. *Photodiagnosis Photodyn* 2022

Ward, K. H. *et al.* Mechanism of persistent infection associated with peritoneal implants. *Journal of Medical Microbiology.*, v.36, p. 406-13,1992.

Urick K. *Comparative Animal Biochemistry* - Editora Spring-Verlag, 1970.

Uggeri J, Gatti R, Belletti S, Scandroglio R, Corradini R, Rotoli BM, et al. Calcein-AM is a detector of intracellular oxidative activity. *Histochemistry and Cell Biology.* 2000 Nov;122(5):499–505.

Vasconcelos RA De, Henrique C, Camargo R. Persistent infection by *Staphylococcus epidermidis* in endodontic flare-up: A case report. 2016;(September 2017).

- Valdes PA, Millesi M, Widhalm G, Roberts DW, Road F, Hitchcock D. fluorescence guidance in meningioma surgery. 2020;141(3):555–65.
- Vianna ME, Gomes BP, Berber VB, Zaia AA, Ferraz CC, de Souza-Filho FJ. In vitro evaluation of the antimicrobial activity of chlorhexidine and sodium hypochlorite. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2004;97:79-84.
- Volgenant CMC, Hoogenkamp MA, Krom BP, Janus MM, Ten Cate JM, De Soet JJ, et al. Red and green fluorescence from oral biofilms. *PLoS One*. 2016;11(12):1–16.
- Vuong C, Voyich JM, Fischer ER, Braughton KR, Whitney AR, Deleo FR, et al. Polysaccharide intercellular adhesin ( PIA ) protects *Staphylococcus epidermidis* against major components of the human innate immune system. 2004;6:269–75.
- Wachowska, M.; Muchowicz, A.; Firczuk, M.; Gabrysiak, M.; Winiarska, M.; Wanczyk, M.; Bojarczuk, K.; Golab, J. Aminolevulinic Acid (ALA) as a Prodrug in Photodynamic Therapy of Cancer. *Molecules* 2011, 16, 4140 - 4164.
- Zilm, P. *et al.* D-Amino acids reduce *Enterococcus faecalis* biofilms in vitro and in the presence of antimicrobials used for root canal treatment. *PLoS ONE*,v.12, n.2, p.1-15, 2017.
- Zhao, K.Q., Wu, Y., Yi, Y.X., Feng, S.J., Wei, R.Y., Ma, Y., Zheng, C.Q., Qu, D. An In Vitro Model to Study the Effect of 5-Aminolevulinic Acid-mediated Photodynamic Therapy on *Staphylococcus aureus* Biofilm. *J. Vis. Exp.* (134), e57604, doi:10.3791/57604 (2018).
- Zhang Q-Z, Zhao K-Q, Wu Y, Li X-H, Yang C, Guo L-M, et al. (2017) 5-aminolevulinic acidmediated photodynamic therapy and its straindependent combined effect with antibiotics on *Staphylococcus aureus* biofilm. *PLoS ONE* 12(3): e0174627



Sistema Pesquisa - Pesquisador: Jose Antonio Poli De Figueiredo

## Dados Gerais:

<b>Projeto Nº:</b>	34070	<b>Título:</b>	UTILIDADE DA UTILIZACAO DE TECNICAS DE HIBRIDIZACAO IN SITU COMPARADAS AS TECNICAS MICROSCOPICAS TRADICIONAIS PARA O ESTUDO DA MICROBIOTA INTRA-RADICULAR DE DENTES COM PERIODONTITE APICAL	
<b>Área de conhecimento:</b>	Odontologia	<b>Início:</b>	02/01/2018	<b>Previsão de conclusão:</b> 30/12/2024
<b>Situação:</b>	Projeto em Andamento			
<b>Origem:</b>	Instituto de Ciências Básicas da Saúde Departamento de Ciências Morfológicas	<b>Projeto Isolado</b>		
<b>Local de Realização:</b>	não informado			
<b>Não apresenta relação com Patrimônio Genético ou Conhecimento Tradicional Associado.</b>				
<b>Objetivo:</b>	<p>É objetivo de o presente projeto avaliar a técnica de hibridização in situ comparada às técnicas microscópicas convencionais, de avaliação do biofilme, para estudar a infecção endodôntica em dentes com periodontite apical associada.</p>			

## Palavras Chave:

MICROSCOPIA, PERIODONTITE APICAL

## Equipe UFRGS:

**Nome:** JOSE ANTONIO POLI DE FIGUEIREDO  
 Coordenador - Início: 02/01/2018 Previsão de término: 30/12/2024

**Nome:** THAIS MARCHAND RIBEIRO  
 Técnico Assistente de Pesquisa - Início: 02/01/2018 Previsão de término: 30/12/2024

**Nome:** Marieli Chitolina Pradebon  
 Ensino: mestrado - Início: 19/03/2019 Término: 30/04/2021

**Nome:** Jordana da Silva Koch  
 Ensino: mestrado - Início: 04/03/2020 Previsão de término: 30/12/2024

**Nome:** Livia Ramos Alvariza  
 Ensino: mestrado - Início: 10/03/2021 Previsão de término: 30/12/2024

**Nome:** KELLYN ROCCA SOUZA  
 Ensino: mestrado - Início: 22/03/2022 Previsão de término: 30/12/2024

## Avaliações:

## Avaliações:

**Comissão de Pesquisa de Ciências Básicas da Saúde - Aprovado em 22/11/2017** [Clique aqui para visualizar o parecer](#)

## Anexos:

<a href="#">Projeto Completo</a>	<b>Data de Envio:</b> 08/11/2017
<a href="#">Relatório de Andamento</a>	<b>Data de Envio:</b> 20/01/2023
<b>Período:</b> 02/01/2018 a 29/12/2022	

## Bolsas:

**Projeto associado à bolsa PIBIC CIPq-UFRGS No Período:** 01/08/2019 a 31/08/2020  
**Bolsista:** THAIS MARCHAND RIBEIRO no período de 01/08/2019 a 31/08/2020

## Solicitação de Bolsa:

**Projeto associado à solicitação de bolsa na situação aprovada quanto ao mérito no processo IC2019**