

**FUNDAÇÃO OSWALDO ARANHA**  
**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA**  
**CURSO DE GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA**  
**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**Máira Grechi Machado**

**ESTADO ATUAL E DIREÇÕES FUTURAS DOS TESTES DE  
VITALIDADE PULPAR: REVISÃO DE LITERATURA**

**VOLTA REDONDA**

**2017**

**FUNDAÇÃO OSWALDO ARANHA**  
**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA**  
**CURSO DE GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA**  
**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**ESTADO ATUAL E DIREÇÕES FUTURAS DOS TESTES DE  
VITALIDADE PULPAR: REVISÃO DE LITERATURA**

Monografia apresentada  
ao Curso de Odontologia do Centro  
Universitário de Volta Redonda,  
para obtenção do título de Bacharel em  
Odontologia

Alunos: Máira Grechi Machado

Orientador: Prof. Leonardo dos Santos  
Barroso

Coorientadora: Profa. Adriana Marques  
Nunes

**VOLTA REDONDA**

**2017**

**FICHA CATALOGRÁFICA**

Bibliotecária: Alice Tação Wagner - CRB 7/RJ 4316

M149e Machado, Máira Grechi.

Estado atual e direções futuras dos testes de vitalidade pulpar: revisão de literatura. / Máira Grechi Machado. – Volta Redonda: UniFOA, 2017.

45 p. II.

Orientador(a): Profº Mestre Leonardo dos Santos Barroso



## FOLHA DE APROVAÇÃO



Trabalho de Conclusão do Curso intitulado: “Estado atual e direções futuras dos testes de vitalidade pulpar: Revisão de literatura”.

Elaborado por: Máira Grechi Machado

E apresentado publicamente perante a Banca Avaliadora, como parte dos requisitos para conclusão do Curso de Odontologia.

Aprovada em 03 de Outubro de 2017.

Banca Avaliadora:

.....  
Prof. Mestre Leonardo dos Santos Barroso

.....  
Prof.<sup>a</sup> Mestre Adriana Marques Nunes

.....  
Prof. Especialista Gustavo Miranda

## **DEDICATÓRIA**

Dedico esse trabalho primeiramente a Deus por me conceder saúde e oportunidade de aprender cada vez mais meus orientadores Prof. Msc. Leonardo dos Santos Barroso e Prof<sup>as</sup>. Adriana Marques e Dr<sup>a</sup>. Roberta Mansur Caetano que me ajudaram imensamente na realização dessa pesquisa sempre da melhor forma possível. A minha família e amigos, por todo apoio, amor e incentivo ao longo dos últimos anos. Muito obrigada.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente e sobre tudo a Deus por me proporcionar a oportunidade e qualificação necessária para realizar este trabalho, aos meus professores orientadores Leonardo dos Santos Barroso e Adriana Marques Nunes que me ajudaram imensamente com todo seu conhecimento e carinho para comigo, aos meus pais Amauri Gomes Machado e Jaciara Grechi Roza por todo cuidado e amor comigo durante toda minha vida e por me proporcionarem a oportunidade de realizar este curso, ao meu irmão Lucas Grechi Machado e minha tia Denizete Maria Grechi Singui pelo apoio a longo dessa jornada, a minha melhor amiga do coração Ieda Garcia por todo apoio, incentivo, carinho, amor, amizade, cuidado por toda minha vida e principalmente nos momentos difíceis que passei e a minha dupla de clínica Jessica Hermosilla pela amizade, carinho, ajuda e compreensão ao longo do curso. Agradeço imensamente a todos vocês que acreditaram em mim, o meu muito obrigada!

Máira Grechi Machado

## EPÍGRAFE

“A persistência é o caminho do êxito.”

Charles Chaplin.

## RESUMO

Para obtenção do sucesso dos tratamentos endodônticos é necessário que se estabeleça um correto diagnóstico inicial. Levando em consideração os desafios para a interpretação dos sintomas do paciente, o cirurgião dentista tem a possibilidade de utilização dos recursos semiotécnicos disponíveis no mercado com o objetivo de vencer os desafios de interpretação dos sintomas do paciente facilitando o diagnóstico necessário. Este trabalho teve como objetivo fazer uma revisão de literatura, com base dados em artigos publicados no google acadêmico e Pudmed nos anos de 1966 até ano 2017 esclarecendo a importância clínica dos testes de sensibilidade e vitalidade no diagnóstico das condições pulpare de forma metódica, clara e simples de forma que facilite o dia-a-dia do cirurgião dentista clínico geral, bem como apresentar o estado atual e as direções futuras do presente recurso de diagnóstico. No momento atual da odontologia, os testes de sensibilidade são os únicos recursos disponíveis no mercado comercial para os cirurgiões dentistas, sabemos que estes testes são subjetivos e dependem de diversos fatores para serem executados e interpretados corretamente, o que pode resultar em resultados de falso positivo ou negativo. Diante disso, podemos concluir que profissionais devem estar cada vez mais capacitados para a correta seleção, aplicação e interpretação dos mesmos, bem como a necessidade da realização de novos estudos desenvolvendo e aprimorando uso da Fluxometria Doppler Laser e da oximetria de pulso.

Palavras-chaves: Vitalidade Pulpar; Testes térmicos; Fluxometria doppler laser

## **ABSTRACT**

An adequate initial diagnosis is very important for the success of endodontic treatment. To realize an appropriate interpretation of patient's signs and symptoms, the dentistry professional must face the challenge of correctly observe patient's reactions using the tools currently available like termic tests, electric tests etc. This study had the objective of making a literature review about currently state-of-art of pulpal tests and its future directions by scanning the literature since 1966 to date. It is also an objective of this work make a clear and simple presentation of the sensitive pulpal test in order to allow a better comprehension and accomplishment of this valuable diagnostic resource. At the present time of dentistry, sensitivity tests are the only resources available in the commercial market for dental surgeons, we know that these tests are subjective and depend on several factors to be performed and interpreted correctly, which can result in false positive results or negative. In view of this, we can conclude that professionals should be increasingly able to correctly select, apply and interpret them, as well as the need to carry out new studies, developing and improving the use of Laser Doppler Fluxometry and pulse oximetry.

Keywords: Pulp vitality; Thermal tests; Laser doppler flowmetry.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Corte da polpa com impregnação metálica, mostrando o plexo subodontoblásticos-OS.....	15
Figura 2: Gás refrigerado Endo-Frost® .....	23
Figura 3: Aplicação do gás ao longo da bolinha de algodão.....	23
Figura 4: Aparência do algodão congelado.....	24
Figura 5: Aplicação da bolinha de algodão sobre o dente a ser testado.....	24
Figura 6: Bastão de Guta percha.....	25
Figura 7: Aquecimento do bastão.....	25
Figura 8: Aplicação do bastão de guta percha sobre o dente a ser testado.....	25
Figura 9: Percussão inicial realizada com o dedo.....	26
Figura 10: Percussão realizada com cabo do espelho.....	26
Figura 11: Percussão digital.....	27
Figura 12: Percussão com cabo do espelho.....	27
Figura 13: Aparelho de Fluxometria Doppler Laser Moor Instruments® .....	28
Figura 14: Sonda personalizada.....	28
Figura 15: Aparelho de oximetria de pulso.....	31
Figura 16: Sensor personalizado para odontologia.....	31
Figura 17: Uso clínico do sensor.....	32

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

CO <sub>2</sub>	Dióxido de carbono
Dr. <sup>a</sup>	Doutora
ECG	Eletrocardiograma
Esp.	Especialista
et al.	E colaboradores
FC	Frequência Cardíaca
FLD	Fluxometria doppler laser
Msc.	Mestre
µm	Micrômetro
nm	Nanômetro
P	Coefficiente de correlação de Pearson
PA	Pressão arterial média
PBF	Fluxo sanguíneo pulpar humano
Prof.	Professor
Prof. <sup>a</sup>	Professora
s	Segundos
SaO <sub>2</sub>	Saturação de Oxigênio
UniFOA	Centro Universitário de Volta Redonda

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	13
2. 1. Fisiologia pulpar.....	13
2. 1. 1. Componentes celulares.....	14
2. 1. 1.1. Células da polpa.....	14
2. 1. 1. 2. Estruturas nervosas.....	14
2. 1. 1. 3. Suprimento vascular.....	16
2. 1. 1. 4. Vasos linfáticos.....	17
2. 2. Fisiopatologia pular.....	18
2. 2.1. Alterações periapicais.....	19
2.2.1.1. Agentes irritantes.....	19
2. 2. 1. 2. Irritantes microbianos.....	19
2. 2. 1. 3. Irritantes mecânicos.....	20
2. 2. 1. 4. Irritantes químicos.....	20
2. 3. Diagnóstico das condições pulpares.....	20
2. 3. 1. Selecionando o teste pulpar apropriado.....	21
2. 4. Testes térmicos.....	22
2. 4. 1. Frio.....	22
2. 4. 1. 1. Técnica com utilização de gás refrigerado.....	24

2. 4. 2 Calor.....	25
2. 4. 2. 1. Técnica GUTA-PERCHA em bastão.....	25
2. 4. 2 .2. Técnica com taça de borracha.....	26
2. 4. 3. Testes mecânicos.....	27
2. 4. 3. 1. Percussão vertical.....	27
2. 4. 3. 2. Percussão lateral/ horizontal.....	27
2. 5. Direções futuras.....	28
2. 5. 1. Fluxometria pulpar por laser (Fluxometria doppler laser) .....	28
2. 5. 2. Oximetria de pulso.....	32
3 DISCUSSÃO.....	37
4 CONCLUSÃO.....	42
5 REFERÊNCIAS.....	43

## 1 INTRODUÇÃO

É fundamental para sucesso das intervenções endodônticas, se estabelecer um correto diagnóstico inicial. A fase do diagnóstico deve ser conduzida pelo cirurgião dentista de maneira metódica, sendo ele o responsável por lidar com as situações adversas relacionadas não somente com as condições fisiopatológicas do paciente, mas também com manifestações do mecanismo de dor, fatores morfoestruturais relacionados à idade, intensidade do dano pulpar, entre outras condições (MEDEIROS et al., 2007).

Os testes de sensibilidade têm como finalidade a reprodução dos sintomas relatados pelo paciente, para que o profissional consiga diagnosticar o dente acometido pela enfermidade e determinar o estágio que a doença se encontra, podendo assim elaborar um correto diagnóstico (JAFARZADEH; ABBOTT, 2010).

Existem diversos tipos de testes disponíveis no mercado para se diagnosticar o estado da polpa, que podem ser agrupados como testes de sensibilidade dentária que incluem os testes térmicos, elétricos e testes de cavidade. E há os testes de vitalidade pulpar que são realizados através de fluxometria laser doppler e oximetria de medição de temperatura e de pulso os quais estes, devem ser agrupados aos exames clínicos físico e complementares (JAFARZADEH; ABBOTT, 2010).

Levando em consideração a complexidade na elaboração do diagnóstico clínico das condições pulpares, essa concepção aparentemente difícil é minimizada pela possibilidade de utilização de recursos auxiliares semiotécnicos que aliados a capacidade e habilidade do profissional em saúde bucal, que irá conduzir corretamente e coerentemente o tratamento proposto (MEDEIROS et al., 2010).

O objetivo deste estudo é realizar uma revisão de literatura, com base de dados em artigos publicados no google acadêmico e Pudmed nos anos de 1966 até ano 2017 sobre fisiopatologia pulpar e os testes de vitalidade e sensibilidade para clarificar a importância clínica dos mesmos no diagnóstico das condições pulpares de forma metódica, clara e simples tornando-o mais acessível e compreensível no dia-dia do cirurgião dentista clínico geral, bem como apresentar o estado atual e as direções futuras do presente recurso de diagnóstico.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2. 1. Fisiologia pulpar

A polpa é um tecido mole de origem mesenquimal que possui células especializadas (odontoblastos) dispostas periféricamente em contato direto com a matriz dentinária, devido à rígida camada de dentina que a envolve torna limitada sua capacidade de avolumar-se durante episódios de vasodilatação e aumento de pressão, o volume total de sangue na cavidade pulpar não pode ser aumentado, embora as trocas recíprocas possam ocorrer entre arteríolas, vênulas, vasos linfáticos e tecidos extravasculares (HOLLAND; TORABINEJAD, 2010; HOLLAND, et al. 2017).

As principais funções da polpa estão na sua capacidade formativa de tecido devido aos odontoblastos situados na periferia da polpa, nutrição do dente pois os nutrientes que advêm deste tecido se difundem pelos prolongamentos dos odontoblastos na região de intimidade com a dentina, apresenta também a função sensitiva por possuir terminações nervosas que conferem à sensibilidade da dentina e reparativa pela aptidão do tecido de produzir dentina quando necessário. Ela pode ser classificada como um sistema microcirculatório, por ser composta por arteríolas e vênulas, porém não há nenhuma veia ou artéria principal que entre ou saia pelo forame apical, mas sim um sistema colateral. Sua principal função é formação de dentina, mas ela também é vista como um órgão sensorial e apesar da dentina e do esmalte serem tecidos altamente mineralizados os mesmos apresentam baixa condutividade térmica, tornando a polpa sensível a estímulos externos de qualquer natureza (PAIVA; ANTONIAZZI, 1993; TROWBRIDGE; KIM, 1998; HOLLAND; TORABINEJAD, 2010).

## 2. 1. 1 Componentes celulares

### 2. 1. 1.1 Células da polpa

A polpa propriamente é a massa central que contém maiores vasos sanguíneos e nervos. As células mais numerosas do tecido conjuntivo encontrados nesta região da polpa são os odontoblastos e os fibroblastos, sendo encontrados também macrófagos, plasmócitos, células dendríticas, linfócitos T, células mesenquimáticas indiferenciadas como células do sistema imune. Já os Mastócitos são amplamente distribuídos pelo tecido conjuntivo, embora eles sejam normalmente encontrados em polpas com estado de inflamações crônicas (PAIVA; ANTONIAZZI, 1993; TROWBRIDGE; KIM, 1998; HOLLAND; TORABINEJAD, 2010).

Os elementos que compõem o tecido pulpar estão dispersos na substância intercelular amorfa (glicosaminoglicanos e proteoglicanos), e as fibras dispersas nestes tecidos são principalmente do tipo colágenas (PAIVA; ANTONIAZZI, 1993. HOLLAND; TORABINEJAD, 2010).

### 2. 1.1. 2 Estruturas nervosas

As fibras nervosas da polpa dentária com predominância são as do tipo A mielínicas, e também, as do tipo C amielínicas que terminam na parede dos vasos aferentes. A maioria das fibras terminam na zona subodontoblástica, mas algumas passam por entre os odontoblastos alojando-se nos túbulos dentinários e terminando na camada de pré-dentina, essa disposição das fibras nervosas pode explicar a sensibilidade dentinária em casos explanados (PAIVA, ANTONIAZZI, 1993).

Os feixes nervosos adentram a polpa radicular juntamente com os vasos sanguíneos até distenderem-se na zona rica em células onde ramificam-se dando origem a um plexo de axônios denominados de Plexo de Raschkov. A extensão em que os filetes nervosos penetram na dentina ainda é motivo de discussão. Acreditam-se que a maior parte dos axônios penetram somente alguns micrometros na dentina, enquanto outros poucos podem penetrar até 100 µm, como pode ser visto na figura 1 (HOLLAND et al., 2017).



Figura 1: Corte da polpa com impregnação metálica, mostrando o plexo subodontoblásticos-PS

Fonte: PAIVA, ANTONIAZZI, 1993.

Vale lembrar que as fibras nervosas pulpares são relativamente persistentes à necrose, devido à resistência à autólise, sendo assim mesmo quando há degeneração pulpar as fibras C ainda podem responder aos testes de sensibilidade pulpar, sendo assim, é de se esperar que elas se mantenham excitáveis mesmo em situações de hipóxia (TROWBRIDGE; KIM 1998; HOLLAND et al., 2017).

Estudos realizados por Trowbridge em 1998 demonstraram um consenso de que a movimentação do fluido presente nos túbulos dentinários seria a causa mais provável para a estimulação da dor e da sensibilidade dentária. Estímulos que produzem dor tais como frio, calor, jatos de ar e sondagem do elemento dentário com a ponta exploradora tem a capacidade de causar o deslocamento do fluido dentro do túbulo, descobriu-se também que a movimentação do fluido em direção contrária à da polpa produz uma resposta sensorial muito mais forte do que a movimentação em direção a polpa.

Brännström em 1966 e 1986 propôs a teoria hidrodinâmica que expõe que o rápido movimento do fluido no interior dos túbulos dentinários de dentro para fora da polpa causa o deslocamento do conteúdo nos túbulos causando assim a distorção mecânica dos receptores nervosos, originando a sensibilidade dolorosa, pois acredita-se que a movimentação dos fluidos no interior dos túbulos dentinários seja o

mecanismo de condução dos estímulos às terminações nervosas sensoriais localizadas na área limítrofe entre a dentina e a polpa.

Presumivelmente, o calor faz a expansão do líquido contido no túbulo dentinário fazendo com que o fluxo do fluido seja em direção da polpa, já o frio causa a contração do túbulo produzindo um fluxo em direção contrária, essa rápida movimentação do fluido através da membrana celular do receptor sensorial causa a deformação dessa membrana ativando o receptor. Todas as células nervosas têm canais de membrana que podem transmitir impulsos ao cérebro. Alguns canais são ativados através de estímulos elétricos e/ou químicos e/ou mecânicos (TROWBRIDGE; KIM,1998; PÉCORA, 2017).

### 2. 1.1. 3 Suprimento vascular

A polpa dental é ricamente vascularizada. Os vasos sanguíneos entram e saem da polpa pelo (s) forame (s) apical (is) ou por canais acessórios ao longo da raiz. Na porção arterial, os vasos dirigem-se diretamente à porção coronária sem se ramificar, enquanto outros se ramificam em arteríolas em direção à parede do canal radicular, concentrando-se na camada subodontoblástica da polpa coronária. As arteríolas atravessam a porção central da polpa radicular e emitem ramificações que se espalham lateralmente formando um plexo capilar. À medida que se ramificam, as arteríolas diminuem de diâmetro e formam a rede capilar subodontoblástica, sendo responsável pela nutrição dos odontoblastos e estruturas circundantes. Muitas vezes são formadas tríades de arteríolas, vênulas e fibras nervosas. As vênulas seguem o trajeto das arteríolas e localizam-se em maior quantidade na porção central da polpa, elas constituem a via de saída (eferente) do sangue ao contrário da rede de arteríolas ( aferente). O sangue passa pelo plexo capilar e em seguida vai para as vênulas que após sair da raiz se unem e são drenados para a veia maxilar e daí vão para veia facial (HOLLAND et al., 2017).

Com os teste de vitalidade da polpa temos a avaliação do suprimento sanguíneo pulpar, onde os tecidos pulparem podem ter um fornecimento vascular adequado, porém podem não estar necessariamente inervado (JOHNSON; HINDS, 1969; ABD-ELMEQUIS; YU, 2009).

Assim, a maioria das modalidades atuais de teste de pupar não avaliam diretamente a vascularização da polpa, isso, é exemplificado pela observação clínica

realizadas por Bhaskar e Rappaport em 1973, em que dentes traumatizados podem não responder a um estímulo como o frio por um período de tempo após uma lesão.

#### 2. 1.1. 4 Vasos linfáticos

O sistema linfático apresenta vasos semelhantes às vênulas e devido a esta semelhança a identificação diferencial entre eles no ponto de vista histológico é bastante dificultada. Os vasos linfáticos podem ser caracterizados como um endotélio fino com poros intercelulares ocasionais, ausências ou estado incompleto da membrana basal, ausências de hemácias e presença de materiais filamentosos entre o endotélio e fibrilas de colágeno (HOLLAND et al., 2017).

Em um estudo realizado por Bishop e Malhotra em 1990 mostraram que a existência de vasos linfáticos na polpa dentária tem sido uma questão de polêmica contínua por isso eles utilizaram um microscópio de luz para examinar seções transversais semitrais de incisivos e caninos fixos por perfusão em gatos onde foram encontrados vasos linfáticos em todos os dentes estudados. Na maioria dos dentes, eles estavam presentes nas regiões coronal, média e apical da polpa, porém em algumas amostras faltaram na porção coronária e mediais. Dentro dos dentes individuais, os linfáticos foram encontrados na zona subodontoblástica ou mais centralmente na polpa. Mas nenhum foi encontrado na camada de odontoblastos ou nos cornos da polpa. As lacunas localizadas pela microscopia de luz foram posteriormente examinadas por microscopia eletrônica de transmissão, onde suas características ultra estruturais eram típicas dos linfáticos e incluíam endotélio irregular e atenuado com células adjacentes unidas de diferentes maneiras. As brechas ocasionais ligavam os espaços extracelulares com seus lúmens, e as projeções endoteliais albumínicas pareciam formar lâmpadas abertas. Havia muito pouca membrana basal, mas os filamentos de ancoragem foram encontrados perto da superfície albuminal do endotélio e das fibrilas próximas ao colágeno. A área de seção transversal total dos vasos linfáticos foi medida em seções de semitometria e, com área de polpa, aumentou da região coronal para o meio. No entanto, ambas as áreas diminuíram do meio para a região apical, sugerindo que a linfa flui mais rápido, pois atinge os forames do delta apical ou que alguns vasos deixam o dente através dos canais radiculares laterais. Com isso foi possível concluir que usando os métodos de luz e microscopia eletrônica de transmissão, portanto, conseguimos mostrar que

existem vasos linfáticos de polpa, todavia, há dúvidas quanto à sua distribuição nos dentes.

## 2. 2. Fisiopatologia pulpar

A resposta inflamatória associada às patologias pulpares tem sido tradicionalmente considerada similares as respostas inflamatórias em qualquer área do corpo humano, como por exemplo, quando um agente irritante ou antígeno penetra pela pele, ocorre uma reação inflamatória aguda imediata (SIMON, 1998).

O desequilíbrio no organismo geralmente é em decorrência da invasão de bactérias e suas toxinas via lesão cariiosa causando uma produção de gases que alcançam a luz do canal radicular e penetram nos túbulos dentinários se propagando em todo sistema de canais radiculares infectando-o (VITORINO, 2017).

O processo inicial, agudo, se manifesta localmente de forma uniforme, padronizada ou estereotipada, qualquer que seja a natureza do estímulo lesivo (BECHARA; SZABÓ, 2017).

De um modo geral, em resposta ao estímulo (físico, químico ou biológico), o organismo reage com a liberação, ativação ou síntese de substâncias conhecidas como mediadores químicos ou farmacológicos da inflamação, que determinam uma série de alterações locais, que manifestam-se inicialmente por dilatação de vasos da microcirculação, aumento do fluxo sanguíneo e da permeabilidade vascular, com extravasamento de líquido plasmático para a formação de edema, diapedese de células para o meio extravascular, fagocitose, aumento da viscosidade do sangue e diminuição do fluxo sanguíneo, podendo ocorrer até uma estase (BECHARA; SZABÓ, 2017).

Se o estímulo irritante não for removido, células inflamatórias crônicas infiltram-se no local e os fibroblastos isolam essa reação com uma cápsula fibrosa. Porém se o estímulo é removido, ocorre a cicatrização por meio da regeneração ou reparação (SIMON, 1998).

Presume-se que ocorra o mesmo com as lesões periapicais, uma vez que, as bactérias e seus subprodutos quando alcançam a região apical encontram com

macrófagos e neutrófilos polimorfonucleares e se o processo tiver continuidade as células inflamatórias crônicas como os linfócitos, plasmócitos e fibroblastos isolam o agente irritante formando uma cápsula fibrosa, entretanto se houver a remoção do agente irritante, isto é, se o canal é limpo, modelado e obturado adequadamente, deverá ocorrer a cicatrização normalmente como em qualquer outro tecido (SIMON, 1998).

## 2. 2.1. Alterações periapicais

### 2. 2. 1.1. Agentes irritantes

A irritação dos tecidos pulparem ou periapicais pode gerar um quadro de inflamação. Os principais agentes irritantes da polpa podem ser divididos em dois principais grupos: os vivos e os inanimados. O grupo dos irritantes vivos são representados pelos vírus e os microrganismos. Já no grupo dos inanimados é representado por agentes irritantes químicos, térmicos e mecânicos. O reconhecimento destes microrganismos por receptores específicos de odontoblastos e fibroblastos é um dos fatores que desencadeiam uma resposta inflamatória e imune no tecido da polpa que também modularia os processos de reparos (GOLDBERG, et al., 2008; TORABINEJAD; SHABAHANG, 2009).

### 2. 2. 1. 2. Irritantes microbianos

A bactéria é o principal agente etiológico das patologias pulparem e perirradiculares, exercendo papel de extrema relevância na indução e perpetuação dos processos inflamatórios na polpa e no periápice. As agressões químicas e físicas induzem uma resposta inflamatória nestes tecidos, entretanto, uma agressão biológica tende a manter o processo patológico por mais tempo (ALVES, 2004).

As principais fontes de irritantes bacterianos seriam as lesões cariosas e os tecidos pulparem necrosados e infectados, respectivamente (ALVES, 2004).

Os microrganismos presentes nas lesões cariosas produzem toxinas que penetram no interior da polpa por meio dos túbulos dentinários (TORABINEJAD; SHABAHANG, 2009).

### 2. 2. 1. 3. Irritantes mecânicos

Os principais irritantes mecânicos são geralmente gerados pelos profissionais onde são realizados preparos cavitários profundos com a remoção de estrutura dentária sem irrigação adequada ou trauma causado por impacto ou oclusão prematura, curetagem periodontal profunda e também movimentos ortodônticos (TORABINEJAD; SHABAHANG, 2009).

### 2. 2. 1. 4. Irritantes químicos

Diversas substâncias químicas utilizadas para limpeza, dessensibilização e esterilização na dentina e também substâncias presentes nos materiais restauradores provisórios e definitivos causam a irritação pulpar (TORABINEJAD; SHABAHANG, 2009).

## 2. 3. Diagnóstico das condições pulpares

A avaliação da sensibilidade dentinária é de grande relevância no dia a dia na odontologia, uma vez sendo possível julgar a provável reversibilidade frente à possíveis processos inflamatórios pulpares que podem ter ou não indicação do tratamento endodôntico (MEDEIROS et al., 2012).

Os testes de vitalidade pulpar são componentes no exame clínico para o diagnóstico das condições pulpares. Os resultados obtidos através deles devem ser interpretados de maneira muito cuidadosa. Existem diversos tipos de teste de vitalidade disponíveis no mercado e cada um deve ser aplicado de acordo com sua técnica. Nem todo teste é indicado para todos os casos, assim como o grau de confiabilidade deles também deve ser analisado de acordo com cada situação (HOLLAND; WALTON, 2010).

Para que haja a aplicação dos testes de sensibilidade de forma correta e criteriosa deve-se previamente realizar uma adequada anamnese onde a queixa do paciente, a história pregressa e atual da doença bem como os exames físicos e por último exames radiográficos sejam coletados de forma metódica para que se possa interpretar cada caso com particularidades de cada paciente (MEDEIROS et al., 2012).

Os dados obtidos na anamnese geralmente são limitados, a sintomatologia muitas das vezes não acompanha o real estado de degeneração pulpar que a polpa dos dentes se encontram (CADIOLI et al., 2010).

A avaliação da sensibilidade pulpar é de grande importância do ponto de vista clínico, pois pode sugerir a indicação ou não do tratamento endodôntico, permitindo avaliar a possível reversibilidade ou não de processos inflamatórios da polpa dentária (MEDEIROS et al., 2012).

Existem cinco tipos básico de testes de vitalidade hoje disponíveis no mercado. Quatro deles consistem na aplicação de estímulos sob o dente suspeito com frio, calor, estímulo elétrico ou teste de cavidade na dentina onde a resposta verbal do paciente é avaliada e interpretada. O quinto tipo de teste tem como objetivo medir o fluxo sanguíneo pulpar, com base no princípio de que o fluxo aumenta em um tecido inflamado (HOLLAND; WALTON, 2010).

Os testes de sensibilidade não são indicados para serem empregados para análise da presença ou ausência da circulação sanguínea pulpar e sim para detectar se há função nervosa. Para isso sugere-se a utilização de testes objetivos e não invasivos que avaliem a circulação sanguínea (CADIOLI et al., 2010).

Uma grande deficiência com os testes sensibilidade é que ele seria capaz de avaliar o estado de a polpa medindo somente a resposta neural em vez de a oferta vascular, podem ocorrer resultados , tanto falso positivo quanto falso negativos (JAFARZADEH; ABBOTT, 2010; ABD-ELMEQUID; YU, 2009).

### 2. 3. 1. Selecionando o teste pulpar apropriado

Como se sabe, os testes que avaliam as respostas pulpares aos estímulos térmicos e elétricos analisam na verdade a resposta sensorial e indiretamente a vitalidade da polpa dental. A segurança na utilização desses testes é de aproximadamente 80% em relação aos testes térmicos e de 64% com os testes elétricos e com utilização do laser doppler, pode-se aferir a vitalidade pulpar de uma forma mais direta pois o mesmo avalia o fluxo sanguíneo, de uma forma direta, garantindo maior segurança para o diagnóstico das alterações pulpares (TROWBRIDGE; KIM,1998; HOLLAND, et al. 2017).

A seleção do teste será de acordo com cada caso. Informações importantes podem ser coletadas quando conseguimos reproduzir estímulos semelhantes àqueles relatados pelos pacientes provocando dores que serão interpretadas pelo profissional.

A escolha de qual teste deve ser utilizado se baseia na queixa principal transmitida pelo paciente durante a anamnese (HOLLAND; WALTON, 2010).

Durante a utilização dos testes de sensibilidade é muito importante que o cirurgião dentista estabeleça os 'dentes controles', onde os resultados dos testes realizados nestes dentes irão 'calibrar' e fornece uma base para comparação das respostas do paciente aos testes no dente suspeito (TORABINEJAD; WALTON, 2009).

#### 2. 4. Testes térmicos

Experimentos realizados com a aplicação de frio/calor na superfície externa dos pré-molares de humanos provocaram respostas dolorosas de 1 á 2 segundos uma vez que a condutividade térmica do elemento dentário é relativamente rápida (TROWBRIDGE; KIM,1998; HOLLAND; TORABINEJAD, 2010; PÉCORA, 2017).

Deve-se orientar o paciente para ele apoiar a mão esquerda no descanso do braço da cadeira e que após o estímulo térmico (frio ou calor) levantar o mesmo assim que surgir a sensibilidade e, abaixa-la gradativamente na medida em que a crise álgica declinar e desaparecer. A intensidade da dor varia como suave, moderada ou severa, essa variação é analisada pelo cirurgião dentista de acordo com o declínio do paciente em abaixar a mão. A aplicação do estímulo seja ele com substância fria ou quente deverá ser aplicado na área de menor espessura amelo-dentinária e maior volume de câmara pulpar (região cervical da coroa) facilitando a chegada do estímulo ao tecido pulpar, entretanto, deve-se ter cuidado para não se aproximar demais do periodonto evitando que as fibras nervosas periodontais sejam estimuladas e respondam ao teste no lugar do dente, podendo causar assim um resultado de falso-positivo (LEMOS, 2013).

##### 2. 4.1. Frio

Nos testes térmicos a frio utilizando dióxido de carbono e/ou outros refrigerantes com de substâncias frias não causam nenhum tipo de injúria ao tecido pulpar, ao contrário dos testes com a utilização do calor que se não empregados de forma corretamente possui um grande potencial de malefício ao tecido pois as substâncias refrigerantes provocam a ativação das forças hidrodinâmicas dentro dos túbulos dentinários, que por sua vez excitam as Fibras A. Já as Fibras C geralmente não são ativadas através desses testes, uma vez que para a estimulação das Fibras C é

necessário uma carga de estímulo significativamente maior podendo causar injúrias ao tecido pulpar (TROWBRIDGE; KIM, 1998; HOLLAND; TORABINEJAD, 2010).

#### 2. 4. 1. 1. Técnica com utilização de gás refrigerado

Os gases de diclorodifluormetano ou tetrafluoretano geralmente são os utilizados para resfriamento pulpar. O uso de diclorodifluormetano vem sendo proibido em alguns países devido seu dano a camada de ozônio, sendo o gás de tetrafluoretano a alternativa mais viável para o emprego do teste (MACHADO; SOUZA, 2007). Deve-se seguir os seguintes passos (PAIVA; ANTONIAZZI, 1993; MEDEIROS; PESCE, 1997; MEDEIROS; PESCE, 1998. ARALDI; KOOPER; TARTAROTTI, 2004; MACHADO; SOUZA, 2007):

1. Isolamento relativo com roletes de algodão;
2. Secar a superfície vestibular dos dentes de preferência com gaze e não com jatos de ar, para evitar a estimulação da polpa e resultados de falso-positivo;
3. Aplicar o gás refrigerado sob uma bolinha de algodão e aplica-la logo em seguida na superfície do dente homologo ou vizinho, observar as figuras 3, 4 e 5;
4. Aguardar a resposta do paciente e repetir o teste no dente suspeito;



Figura 2: Gás refrigerado  
Endo-Frost®  
Fonte: LEMOS, 2013.



Figura 3: Aplicação do gás ao longo da bolinha  
de algodão  
Fonte: LEMOS, 2013.



Figura 4: Aparência do algodão congelado

Fonte: LEMOS, 2013.



Figura 5: Aplicação da bolinha de algodão sobre o dente a ser testado

Fonte: LEMOS, 2013.

Diante deste teste a polpa que apresentar-se normal apresentará dor rápida com declínio muito rápido, polpas que se apresentam com algum grau de inflamação terão uma dor súbita e que demorará mais para sessar de acordo com o grau do comprometimento pulpar. Dentes necróticos não apresentam resposta a esse teste (MACHADO; SOUZA, 2007; LEMOS, 2013).

#### 2. 4. 2. Calor

Segue a descrição da técnica com agente calor.

2. 4. 2. 1. Técnica GUTA-PERCHA em bastão (PAIVA; ANTONIAZZI, 1993; HOLLAND; WALTON, 2010; LEMOS, 2013):

1. Isolar os dentes com rolete de algodão;
2. Isolar a superfície da coroa do dente a ser testada com vaselina;
3. Aquecer o bastão de guta percha como na figura 7, até que sua extremidade tome um formato de bola;
4. Tocar a superfície vestibular do dente a ser testado conforme a figura 8 com leveza e havendo resposta, removê-la imediatamente;
5. Testar da mesma maneira o dente homólogo ou vizinho.



Figura 6: Bastão de Guta percha

Fonte: LEMOS, 2013.



Figura 7: Aquecimento do bastão

Fonte: LEMOS, 2013.



Figura 8: Aplicação do bastão de guta percha sobre o dente a ser testado

Fonte: LEMOS, 2013.

2. 4. 2 .2. Técnica com taça de borracha (TROWBRIDGE; KIM,1998; HOLLAND; WALTON, 2010):

1. Isolar o dente relativamente com roletes de algodão;
2. Com a taça de borracha acoplada na caneta de baixa rotação aplica-la sob o dente na região cervical na face vestibular com o objetivo de criar calor por fricção;
3. Havendo resposta sensitiva pelo paciente retirar a taça da superfície dental;
4. Testar da mesma maneira o dente homologo ou vizinho;

A polpa quando apresenta estado de inflamação aguda responderá de maneira rápida, mas não fugaz, isto é, permanecendo por um tempo após a remoção do estímulo desencadeante. Nos casos em que a polpa se apresenta com estágio de inflamação mais severa que pulpite aguda, a resposta ao estímulo é violenta promovendo dor intensa que melhorará após a aplicação de algum agente frio. E nos casos em que a polpa se apresentar necrótica a resposta apresenta-se muitas vezes negativa e/ou incerta (FONSECA, 1980).

#### 2. 4. 3. Testes mecânicos

São empregados para indicar ao cirurgião dentista se há presença de inflamação periapical e/ou periodontal (HOLLAND; WALTON, 2010).

##### 2. 4. 3. 1. Percussão vertical

Inicialmente com a ponta do dedo, faz-se pressão no sentido coroa-ápice em busca de algum tipo de resposta dolorosa, como demonstrado na figura 9. Se não houver resposta utilizar o cabo de espelho como na figura 10, aplicando leves batidas no mesmo sentido, lembrando sempre que o teste deve ser realizado antes no dente homólogo e depois no suspeito (MACHADO; SOUZA, 2007).



Figura 9: Percussão inicial realizada com dedo

Fonte: LEMOS, 2013.



Figura 10: Percussão realizada com cabo do espelho

Fonte: LEMOS, 2013.

A sensibilidade a este tipo de estímulo é indicativo de processo inflamatório periapical instalado na região (MACHADO; SOUZA, 2007).

Este teste é muito indicado nos casos em que o paciente apresenta dor difusa, sem limiar para localização e também nos casos de traumas como demonstrado por diversos estudos (MARCHESAN et al., 2008).

### 2. 4. 3. 2. Percussão lateral/ horizontal

Assim como a percussão vertical deve ser iniciada com uso da percussão digital, seguida pela utilização do cabo do espelho. Percute-se a coroa no sentido vestibulolingual ou palatino (MACHADO; SOUZA, 2007).



Figura 11: Percussão digital

Fonte: LEMOS, 2013



Figura 12: Percussão com cabo do espelho

Fonte: LEMOS, 2017.

Uma resposta positiva deve ser interpretada como indicação de desorganização do periodonto lateral, indicando um processo periodontal ou a drenagem de secreção purulenta via ligamento periodontal de um processo infeccioso instalado no periápice (MACHADO; SOUZA, 2007).

## 2. 5. Direções futuras

### 2. 5. 1. Fluxometria pulpar por laser (Fluxometria doppler laser)

A capacidade de avaliar a circulação sanguínea é uma exigência para que o teste seja considerado de vitalidade e a FLD é um método não-invasivo que apresenta esse requisito (SILVEIRA; VALE, 2012; ALGHAITHY; QUALTROUGH, 2017; ERTL, 2017). Na figura 13 podemos observar o aparelho de uso odontológico e na figura 14 a sonda personalizada para uso clínico:



Figura 13: Aparelho de Fluxometria Doppler Laser  
Moor Instruments®

Fonte: LEMOS, 2013.



Figura 14: Sonda personalizada

Fonte: LEMOS, 2013.

Na década de 80 começaram a serem feitos os primeiros estudos sobre a aplicação da fluxometria doppler laser para a avaliação do sistema microvascular de diversos órgãos vitais no corpo humano inclusive em dentes traumatizados (LEMOS et al., 2013).

Alghaithy e Quatrough em 2017 efetuaram uma revisão com o objetivo de avaliar criticamente a literatura relacionada aos testes de vitalidade e sensibilidade da polpa, a fim de determinar a precisão diagnóstica dos testes de polpa com referência a um padrão-ouro ou grupo de controle. As bases de dados MEDLINE (Ovid), MEDLINE (PubMed), Embase e Cochrane foram pesquisadas em ensaios clínicos de língua inglesa em seres humanos nos quais os estudos in vivo foram projetados para

avaliar e/ou comparar a precisão da sensibilidade selecionada da polpa e os testes de vitalidade da polpa na determinação do estado de saúde pulpar em dentes permanentes. Os estudos foram incluídos apenas se os resultados foram comparados a um grupo de controle ou a um padrão de ouro ou referência válido. Foram identificados oito estudos. Concluiu-se a partir desta avaliação crítica da literatura que a fluxometria doppler laser pareceu ser o método mais preciso para diagnosticar o estado da saúde pulpar e ficou mais próximo de ser um padrão-ouro. Os testes de vitalidade da polpa mostraram-se superiores aos testes de sensibilidade à polpa para avaliações precoces e precisas da saúde pulpar dos dentes traumatizados. Quando usados e interpretados com precisão, os testes de sensibilidade à polpa fornecem informações de diagnóstico valiosas, particularmente quando são associados em combinação com neve CO<sub>2</sub> ou Endo-Ice.

A fluxometria doppler laser mede e determina o fluxo sanguíneo presente na polpa dentária se baseando nos sinais de reflexão de direções variáveis e velocidade do movimento dos eritrócitos ao serem irradiados a luz do laser, que se incidem na superfície bicôncava dos glóbulos vermelhos onde estes se comportam como elementos birrefringentes. A técnica dentária consiste em direcionar o raio laser de baixa energia por uma fibra óptica sob a superfície do dente para que a luz siga a direção dos prismas de esmalte e túbulos dentinários que atuam como guias para que o raio laser chegue até a polpa dental, e com a movimentação dos eritrócitos no interior dos capilares o raio se reflete retornando ao medidor de fluxo através do segmento de retorno da fibra até o aparelho onde se registra as mudanças na frequência em quanto à força do sinal e a pulsação, então o medidor do fluxo mostra na tela um sinal o qual deve ser interpretado pelo clínico para se obter o diagnóstico do estado pulpar. Os dados apresentados na tela são em formato de gráficos ou de maneira digital, onde estes são armazenados para serem analisados e/ou imprimidos. Os dados podem ser transferidos para um computador pessoal durante ou após o uso para registrá-los utilizando um software de Moor (empresa produtora) para Windows (PISTERNA, 2003).

O uso da fluxometria para o diagnóstico das condições pulpares tem sido bem documentado na literatura e tem se mostrado bastante eficaz para distinguir dentes vitais de não-vitais. Apesar de seu alto custo e a dificuldade de uso na prática clínica interferirem na sua utilização em larga escala, as pesquisas que comprovam a importância e eficácia da fluxometria que poderão contribuir, a médio e a longo prazo,

para a popularização e redução de custos deste método, considerando, principalmente, os casos de envolvimento pulpar de origem traumática onde este método seria de grande enriquecimento e aperfeiçoamento para o diagnóstico clínico. Porém, diversos fatores podem influenciar nas suas medições, tais como o comprimento de onda do laser, a banda Doppler, a distância entre as fibras ópticas que compõem a sonda e o isolamento do dente (SILVEIRA; VALE, 2012).

Em estudos realizados por Edwall et al, (1987) em polpas dentárias de caninos inferiores de gatos adultos e incisivos de ratas adultas onde o objetivo foi o de avaliar o fluxo sanguíneo utilizando a fluxometria Doppler laser local observando o comportamento sanguíneo durante a estimulação simpática elétrica, foi possível constatar que a estimulação do tronco simpático cervical produziu diminuições independentes da frequência, tanto na saída do doppler laser, como na taxa de desaparecimento do marcador de iodo na polpa dental. A divergência entre os resultados obtidos após a estimulação dos nervos alveolares inferiores dos gatos presentes no estudo indica que os métodos refletem as alterações do fluxo sanguíneo em diversas partes do leito vascular pulpar e que o fluxo é distribuído de forma desigual as mesmas, sendo possível constatar que com o uso da fluxometria doppler laser é possível retratar o fluxo sanguíneo total da polpa dental, tornando este método muito útil para o monitoramento do fluxo sanguíneo no dente.

Gravações foram obtidas em um estudo feito por Ikawa et al, 2003 com objetivo de examinar as alterações relacionadas à idade no fluxo sanguíneo pulpar humano (PBF). 22 incisivos centrais superiores clinicamente saudáveis de 22 participantes saudáveis (idade: 8-75 anos) foram selecionados. Foi utilizado um monitor de fluxo sanguíneo Moor (tipo MBF3D) para medir PBF; eletrocardiograma (ECG) dos pacientes, pressão arterial média (PA) e frequência cardíaca (FC). O PBF em repouso diminuiu significativamente com o aumento da idade dos participantes (coeficiente de correlação de Pearson,  $P < 0,001$ ). As coroas dos dentes examinados foram brevemente (1 s), arrefecidas utilizando um refrigerante dental, onde foi possível constatar reduções significativas induzidas na PBF (unidirecional medidas repetidas ANOVA,  $P < 0,05$ ) com isso foi comprovado que magnitude da redução (%) foi significativamente diminuída com o aumento da idade dos participantes (coeficiente de correlação de Pearson,  $P < 0,05$ ), indicando que a hemodinâmica na polpa humana é reduzida com a idade.

A medição do doppler laser do fluxo sanguíneo na polpa é visto como um método objetivo para medir a vitalidade da polpa, mas a influência do fluxo sanguíneo gengival nas medidas é uma preocupação. Portanto, experiências e simulações foram feitas por Ertl em 2017 para aprender mais sobre o fluxo sanguíneo gengival em relação ao fluxo sanguíneo pulpar e como minimizar sua influência nos resultados. As primeiras medidas do paciente foram feitas para mostrar a viabilidade clinicamente. Onde foi possível constatar que simulações de Monte Carlo e testes de banco que simulam o fluxo sanguíneo ao redor de um dente, mostraram que configurações básicas, medidas de transmissão e reflexão são possíveis. O mais favorável é uma medição multiponto com diferentes distâncias da gengiva, onde a sensibilidade / especificidade preliminar são promissoras e podem permitir uma medida mais objetiva e indolor da vitalidade dentária.

#### 2. 5. 2. Oximetria de pulso

A oximetria de pulso é um método não invasivo, a traumático de mensuração da saúde vascular através da avaliação da saturação de oxigênio (GOPIKRISHNA; TINAUPTA; KANDASWAMY, 2007; GOPIKRISHNA; KANDASWAMY; GUPTA, 2006; KOSTURKOV; UZUNOV; UZUNOVA, 2017; SIDDHESWARAN; ADYANTHAYA; SHIVANNA, 2011). Na figura 15 temos o aparelho usado na odontologia e nas figuras 16 e 17 mostram o sensor personalizado para odontologia e sua utilização na prática clínica:



Figura 15: Aparelho de oximetria de pulso

Fonte: LEMOS, 2013.



Figura 16: Sensor personalizado para odontologia

Fonte: LEMOS, 2013.



Figura 17: Uso clínico do sensor

Fonte: LEMOS, 2013.

Ele é um dos métodos ópticos mais difundidos utilizados na biofotônica, que se baseia na medição da onda de pulso modulada pela luz do sangue, com o avanço na tecnologia a oximetria vem se tornando muito popular na odontologia para a medição da condição da microcirculação pulpar. Pesquisas realizadas para avaliar as possibilidades da oximetria de pulso visam estabelecer as condições da microcirculação pulpar em dentes intactos de pacientes jovens. Os resultados obtidos mostram claramente que este método pode ser aplicado e deve ser utilizado na prática clínica em combinação com outros métodos de diagnóstico (KOSTURKOV; UZUNOV; UZUNOVA, 2017).

Esta técnica identifica facilmente dentes vitais e não vitais, onde os dentes vitais proporcionam constantemente valores de saturação de oxigênio que eram inferiores

aos valores registrados nos dedos dos pacientes (que são bases para avaliação da eficácia de um oxímetro de pulso desenvolvido na região a ser estudada). A hemoglobina oxigenada e a hemoglobina desoxigenada são de cores diferentes e, portanto, absorvem diferentes quantidades de luz vermelha e infravermelha. O oxímetro de pulso, portanto, utiliza sondas que emitem luz vermelha e infravermelha para transiluminar a área vascular direcionada, o que permite que os detectores de fotos identifiquem o pico de observância devido a uma circulação sanguínea pulsátil e, assim, calculem a taxa de pulso e os níveis de saturação de oxigênio dos elementos à serem analisados. Um oxímetro de pulso funciona com o princípio de que usa um diodo fotoelétrico que transmite luz em dois comprimentos de onda (vermelho -660nm, infravermelho-850nm) (BAIJU; AMARENDHAR; GOPIKRISHNA; NAGALEKSHMI, 2011).

A população de amostras em um estudo realizado por Gopikrishna, Kandaswamy, Gupta, em 2006 consistiu de cem pacientes com idade entre 15 e 40 anos com incisivos centrais, incisivos laterais e caninos superiores. Os critérios de amostra exigiram que os dentes fossem livres de cárie, fratura ou descalcificações, com periodonto saudável, sem alterações periapicais radiográficas e formação completa do ápice da raiz. A história dental do paciente teve que ser negativa para qualquer história de traumas no rosto, boca ou dentes. Foram testados trinta dentes primários não vitais com enchimentos endodônticos completos. As leituras de oxímetro de pulso dos dedos do paciente serviram como amostra de controle para comparar os valores de saturação de oxigênio da polpa com os valores sistêmicos de saturação de oxigênio do paciente. Um sensor de oxigênio multi-sítio NellcorOxiMax 'Dura Y D-YS foi usado para registrar valores de saturação de oxigênio nos dentes onde um suporte personalizado foi confeccionado. Os equipamentos de teste consistiram no oxímetro de pulso NellcorOxiMax N550 (TycoHealthcareGroup LP, U. SA). Os incisivos centrais do paciente, incisivos laterais e caninos foram então avaliados colocando o suporte do sensor personalizado com o sensor no dente. O suporte de sensor personalizado permitiu que o sensor de diodo emitisse a luz e o fotorreceptor fossem paralelos entre si de modo que toda a luz emitida pelo sensor de diodo emissor de luz fosse recebida pelo sensor de fotorreceptor. Os valores foram registrados após 30 segundos de monitoramento de cada dente. Os resultados da saturação de oxigênio foram registrados e analisados usando a análise de correlação de Pearson para avaliar a relação entre as leituras de oxímetro de pulso e dedo. Os

resultados obtidos foram que os trinta dentes não vitais (controle) registraram valores de saturação de oxigênio de 0%. O valor médio de saturação de oxigênio para o incisivo central foi de 79,31 (DP = 3,07), para incisivos laterais 79,61 (DP = 2,73) e para caninos 79,85 (DP = 2,09). Seus valores de controle, medidos nos dedos índice do paciente, foram em média 97,58% (DP = 0,57). A análise de correlação de Pearson dos valores de saturação de oxigênio dentário e dedo de cada indivíduo mostrou uma correlação de 0,15 para incisivos centrais, 0,22 para incisivos laterais 0,13 para caninos. Ou seja, este estudo confirmou a capacidade da medição com medidor de pulso de oxímetro para diferenciar dentes vitais e não vitais. Todos os dentes vitais proporcionaram leituras consistentes de saturação de oxigênio e todos os dentes não vitais não registraram valores de saturação de oxigênio. Isso mostra que o oxímetro de pulso é capaz de detectar a vitalidade da polpa através do esmalte e da dentina.

Em um estudo realizado por Gopikrishna, Tinagupta e Kandaswamy em 2007 avaliou a eficácia de uma nova sonda dentária de oxímetro de pulso customizada comparado com os testes elétricos e térmicos para avaliação da vitalidade da polpa. Sensibilidade, especificidade, valor preditivo negativo e valor preditivo positivo para cada teste foram calculados comparando os resultados do teste com o estado atual da polpa, conforme avaliado pela inspeção visual direta. A sensibilidade do oxímetro de pulso foi de 1,00, em comparação com 0,81 com o teste frio e 0,71 com o teste elétrico. A especificidade do oxímetro de pulso foi de 0,95, em comparação com 0,92 com os testes de polpa fria e elétrica. Assim, a sonda dental de oxímetro de pulso feita sob medida é um método efetivo, preciso e objetivo de avaliação da vitalidade da polpa.

Bargrizan, Ashari, Ahamadi e Ramezani em 2016 propuseram um estudo com objetivo de investigar o uso da oximetria de pulso para avaliar o estado de vitalidade da polpa em dentes permanentes imaturos. O estudo foi conduzido em 329 incisivos maxilares central e lateral em crianças. O grupo de controle negativo consistiu em 10 dentes. A saturação sistêmica de oxigênio foi medida pela primeira vez no polegar dos indivíduos usando um sensor customizado. Os valores de saturação de oxigênio dos dentes foram então avaliados. A correlação entre a medida da saturação de oxigênio obtida a partir do dedo e do dente, a correlação entre valores de saturação de oxigênio e estágio de desenvolvimento da raiz foram analisadas, também foi realizada uma comparação adicional entre os dentes com ápice aberto e fechado. Os resultados obtidos com valores médios de oxigênio registrados no dedo do paciente foram de

97,17%, e os valores médios de oxigênio nos incisivos maxilares central e lateral foram de 86,77% e 83/92%, respectivamente. Não houve correlação significativa entre os níveis de oxigênio no sangue nos dedos e nos dentes ( $P > 0,05$ ). Houve uma correlação negativa significativa entre o estágio do desenvolvimento radicular e os níveis de oxigênio no sangue nos dentes dos pacientes. ( $P < 0,05$ ). Os valores médios de oxigênio nos dentes com ápice aberto foram significativamente maiores do que os dentes com ápice fechado. ( $P < 0,001$ ). Sendo possível concluir que os dentes vitais proporcionaram leituras consistentes de saturação de oxigênio e os dentes não vitais não registraram valores de saturação de oxigênio. Durante o desenvolvimento dentário, os valores de saturação de oxigênio diminuíram. Esses achados confirmam que a oximetria de pulso é capaz de detectar o fluxo sanguíneo pulpar e a saturação de oxigênio.

Siddheswaran, Adyanthaya e Shivanna em 2011 fizeram um estudo comparativo para a eficácia clínica de uma nova sonda de oxímetro de pulso (OxyTrip +) que foram submetidos também as técnicas convencionais com testes térmicos e elétricos para se observar a vitalidade pulpar. Neste estudo foram selecionados um total de 50 crianças com idade de 7 a 12 anos (grupo I) e 50 adultos com mais de 18 anos (grupo II) com o maxilar normal. Os incisivos estudados foram submetidos a testes de vitalidade por aximoterapia térmica, elétrica e pulso. Os procedimentos foram registrados duas vezes e as leituras foram tabuladas e analisadas estatisticamente através da correlação de Pearson, as correlações entre as leituras de  $SaO_2$  e as leituras elétricas foram negativas Grupo I (-0,201) e Grupo II (-0,39) O valor r para o grupo I não foi estatisticamente significativo, mas para o grupo II foi significativo com  $p < 0,01$ . Isto mostrou que os valores da leitura aumentaram à medida que os valores de  $SaO_2$  diminuíram. No grupo I, todos os casos deram uma resposta positiva ao teste térmico com uma medida de  $SaO_2$  no dente. No grupo II, 2% dos casos apresentaram uma resposta negativa ao teste térmico, embora a medida  $SaO_2$  no dente tenha dado a leitura, ou seja, com o presente estudo é indicado que a oximetria de pulso com a sonda OxyTip + pode ser adaptável à detecção de sangue pulpar e circulação para todas as faixas etárias, sendo assim muito útil no diagnóstico de vitalidade da polpa.

### 3 DISCUSSÃO

Histologicamente a polpa é um tecido conjuntivo mole de origem mesenquimal composta por células especializadas que estão dispostas periféricamente, com contato direto na matriz de dentina, o que torna limitada a sua capacidade de avolumar-se durante episódios de aumento de pressão como consequência da vasodilatação das arteríolas e vênulas que compõe o sistema microcirculatório pulpar. As principais funções da polpa estão na sua capacidade formativa de tecido (dentina), nutrição do órgão dentário, sensitiva por possuir terminações nervosas e reparativa pela aptidão do órgão produzir tecido de reparação quando necessário. As células mais numerosas encontradas neste tecido são os odontoblastos e os fibroblastos, estando presentes também macrófagos, plasmócitos, células dendríticas, linfócitos T, células mesenquimáticas indiferenciadas, mastócitos, que são amplamente distribuídos, embora eles sejam normalmente encontrados em polpas com estado inflamações crônicas. As fibras nervosas da polpa dentária predominantes são as do tipo A mielínicas, e também, as do tipo C amielínicas. A maioria destas fibras mielinizadas terminam na zona subodontoblástica, mas algumas passam por entre os odontoblastos alojando-se nos túbulos dentinários terminando na camada de pré-dentina. Essa disposição de tais fibras nervosas explica a sensibilidade dentinária. Já as fibras nervosas pulpares do tipo C (amielinizadas) localizam-se na região central pulpar, em especial na área dos canais radiculares. São relativamente persistentes à necrose, devido à resistência à autólise, fazendo com que elas se mantenham excitáveis mesmo em situações de hipóxia. Diversos estudos já realizados demonstraram um consenso de que a movimentação e deslocamento do fluido presente nos túbulos dentinários seria a causa mais provável para a estimulação da dor e da sensibilidade dentária. (BRÄNNSTRÖM, 1966 e 1986; PAIVA; ANTONIAZZI, 1993; TROWBRIDGE; KIM, 1998; HOLLAND; TORABINEJAD, 2010; HOLLAND, et al. 2017; PÉRCORA, 2017).

A resposta inflamatória associada às patologias pulpares apresenta-se de forma similar a qualquer outra parte do organismo, sendo o processo inicial agudo manifestando-se localmente, de forma uniforme e padronizada independente da natureza do estímulo nocivo. O desequilíbrio do organismo geralmente ocorre com a

invasão bacteriana e de seus subprodutos causando uma produção de gases que alcançam a luz do canal penetrando nos túbulos dentinários propagando-se por todo sistema de canais infectando-o (SIMON, 1998; ALVES, 2004; TORABINEJAD; SHABAHANG, 2009; BECHARA; SZABÓ, 2017; VITORINO, 2017).

A avaliação da sensibilidade dentinária é de grande relevância no dia a dia do profissional da Odontologia, uma vez sendo possível julgar a provável reversibilidade de possíveis processos inflamatórios pulpares que podem ter ou não indicação do tratamento endodôntico. Para que haja a aplicação dos testes de forma correta e criteriosa deve-se previamente realizar uma adequada anamnese onde a queixa do paciente, a história pregressa e atual da doença bem como os exames físicos e por último exames radiográficos sejam coletados de forma metódica. Existem cinco tipos básicos de testes de sensibilidade/vitalidade hoje disponíveis no mercado. Quatro deles consistem na aplicação de estímulos sob o dente suspeito com frio, calor, estímulo elétrico ou teste de cavidade na dentina onde a resposta verbal e corporal do paciente é avaliada e interpretada. Portanto, é de se depreender que são, de certa forma, subjetivos, já que dependem de alguns fatores para a correta análise. Tais testes são usados para detectar se há função nervosa e resposta neural e, em função do efeito que a temperatura provoca na microcirculação sanguínea pulpar, pode-se inferir o estado de congestão e comprometimento circulatório. Todavia, sem uma adequada precisão. Para tal sugere-se a utilização do quinto tipo de teste disponível no mercado, que são objetivos (não dependem de interpretação das reações do paciente) e tem a capacidade de avaliar diretamente o estado da circulação sanguínea e a saturação de oxigênio como os de fluxometria doppler laser e oximetria de pulso. A seleção do teste será de acordo com cada caso e os recursos presentes. Nos testes subjetivos devemos reproduzir estímulos semelhantes àqueles relatados pelos pacientes provocando dores que serão interpretadas pelo profissional. A escolha de qual teste deve ser utilizado (frio, calor, elétrico ou cavidade) se baseia na queixa principal transmitida pelo paciente durante a anamnese. Para a execução dos testes é muito importante que o cirurgião dentista estabeleça os 'dentes controles', onde os resultados dos testes realizados nestes irão 'calibrar' e fornece uma base para comparação das respostas do paciente aos testes no dente suspeito. Para bem organizar e proceder tais testes térmicos, deve-se orientar o paciente para apoiar a mão esquerda no descanso do braço da cadeira e que, quando do estímulo, levantar

o mesmo assim que surgir a sensibilidade, só devendo abaixá-lo gradativamente na medida em que a crise álgica declinar e desaparecer. A aplicação do estímulo deverá ser realizada na área de menor espessura amelo-dentinária e maior volume de câmara pulpar (região cervical da coroa) facilitando a chegada do estímulo ao tecido pulpar. Como foi dito, tais testes avaliam a resposta sensorial e, no caso dos testes térmicos, pode-se avaliar indiretamente a vitalidade da polpa dental. Todavia sem a devida precisão. Cabe aqui esclarecer que os atuais testes disponíveis, que dependem da observação e interpretação da reação do paciente ao estímulo provocado, contem forte caráter subjetivo, pois dependem em sua essência, para a correta interpretação de alguns fatores a saber:

1) profissional conseguir se comunicar com clareza, precisão e eficácia para explicar ao paciente o teste que será realizado, o que esperar e como proceder;

2) paciente devidamente compreender as orientações para colaborar ativamente;

3) profissional estabelecer dentes controles, de preferência no hemiarco oposto, para inicialmente realizar os testes e observar/calibrar a resposta do paciente frente ao estímulo em situação de normalidade;

4) profissional realizar a devida interpretação da alteração de padrão de reação estabelecida, quando do estímulo no dente suspeito.

Portanto, para que a precisão e confiabilidade de tais testes seja a maior possível é preciso que o profissional tenha o devido domínio da técnica, do conhecimento que fundamenta a adequada interpretação, como também da arte da comunicação para dar a precisa orientação ao paciente. Assim, pela questão da subjetividade envolvida, compreende-se mais ainda o quão impreciso ainda podem ser os resultados tais testes. A precisão e objetividade que se busca no assunto pode ser conseguida com a utilização de testes como a fluxometria doppler laser ou a oximetria de pulso, pois tais recursos podem aferir a vitalidade pulpar de forma mais direta, avaliando o estado da circulação e o fluxo sanguíneo nas alterações pulpares, bem como a saturação de oxigênio em tais circunstâncias (JOHNSON; HINDS, 1969; BHASKAR; RAPPAPORT, 1973; TROWBRIDGE; KIM, 1998; ABD-ELMEQUID; YU,

2009;TORABINEJAD; WALTON, 2009;CADIOLI et al., 2010; HOLLAND; WALTON, 2010;JAFARZADEH; ABBOTT, 2010; HOLLAND, et al. 2017; LEMOS, 2017).

A capacidade de avaliar a circulação sanguínea e/ou a saturação de oxigênio é uma das exigências para que um teste seja considerado de vitalidade, dentro dos conceitos mais atuais, e a fluxometria doppler laser e a oximetria de pulso são métodos não-invasivos, atraumáticos que preenchem tais requisitos. Na década de 80 começaram a ser feitos os primeiros estudos sobre a aplicação da fluxometria doppler laser para a avaliação do sistema microvascular de diversos órgãos vitais no corpo humano, inclusive em dentes (GOPIKRISHNA; KANDASWAMY; GUPTA, 2006;GOPIKRISHNA; TINAUPTA; KANDASWAMY, 2007;SIDDHESWARAN; ADYANTHAYA; SHIVANNA, 2011;SILVEIRA; VALE, 2012; LEMOS et al., 2013; ALGHAITHY; QUALTROUGH, 2017;ERTL, 2017;KOSTURKOV; UZUNOV; UZUNOVA, 2017).

A fluxometria se propõe a medir e determinar o fluxo sanguíneo presente na polpa dentária se baseando nos sinais de reflexão e velocidade do movimento dos eritrócitos ao serem irradiados pela luz do laser, que se incide na superfície bicôncava dos glóbulos vermelhos. A técnica dentária consiste em direcionar o raio laser de baixa energia por uma fibra óptica sob a superfície do dente para que a luz siga a direção dos prismas de esmalte e túbulos dentinários, que atuam como guias para que o raio laser chegue até a polpa dental, e com a movimentação dos eritrócitos no interior dos capilares, o raio se reflete retornando ao medidor de fluxo através do segmento de retorno da fibra até o aparelho onde se registra as mudanças na frequência em quanto à força do sinal e a pulsação. (EDWALL, et al. 1987; PISTERNA, 2003; SILVEIRA; VALE, 2012).

Já a oximetria é um método óptico, dos mais difundidos utilizados na biofotônica, que se baseia na medição da onda de pulso modulada pela luz do laser na corrente sanguínea. Comose utiliza sondas que emitem luz vermelha e infravermelha para transiluminar a área vascular direcionada, tal recurso permite que os detectores de fótons identifiquem o pico de observância devido a uma circulação sanguínea pulsátil e, assim, calculem a taxa de pulso e os níveis de saturação de oxigênio dos elementos a serem analisados. Um oxímetro de pulso funciona com o princípio de que usa um diodo fotoelétrico que transmite luz em dois comprimentos de

onda (vermelho -660nm, infravermelho-850nm) (BAIJU; AMARENDHAR; GOPIKRISHNA; NAGALEKSHMI, 2011; KOSTURKOV; UZUNOV; UZUNOVA, 2017).

Os testes de vitalidade, dentro do conceito atual, que medem com precisão o estado da microcirculação pulpar e a saturação de oxigênio ainda estão fora da realidade econômica e social de nosso país. Ainda, no momento, os recursos disponíveis são os testes de sensibilidade que, dependendo fortemente da habilidade, preparo e experiência do operador, bem como de sua capacidade de comunicação, podem se tornar cada vez mais confiáveis, conforme o profissional da odontologia se prepara e exercita corretamente seus princípios e requisitos. Sendo assim, fica evidente que tal assunto é de fundamental importância na formação dos profissionais de odontologia e que a precisão do diagnóstico endodôntico/pulpar ainda se deve muito a um princípio basilar da semiologia: a observação clínica. Assim, na formação profissional, os treinandos devem ser levados a conhecer a fundo o princípio e a fundamentação de tais testes e relacioná-los com os achados da prática clínica, sedimentando tal conhecimento em si. Ao mesmo tempo, que novos estudos tragam mais desenvolvimento e popularização dos recursos tecnológicos em busca de um diagnóstico pulpar cada vez mais preciso.

## 4 CONCLUSÃO

No momento atual da odontologia, os testes de sensibilidade são os únicos recursos disponíveis no mercado comercial para que os cirurgiões dentistas consigam obter uma avaliação em relação à vitalidade pulpar. Sabemos que estes testes são subjetivos e dependem de diversos fatores para serem executados e interpretados corretamente, o que pode resultar em resultados de falso positivo ou negativo, influenciando para um possível insucesso do diagnóstico. Diante disso, pareceu-nos lícito concluir que:

- Os profissionais da odontologia devem se preparar cada vez mais para a correta seleção, aplicação e interpretação adequadas dos testes de sensibilidade para o diagnóstico pulpar;
- Novos estudos devem ser realizados no intuito de desenvolver e aprimorar ainda mais o uso da Fluxometria Doppler Laser e da oximetria de pulso, que são testes objetivos, e que demonstram maior eficiência para análise da vitalidade da polpa dental, bem como permitir sua popularização no sentido de garantir maior acesso ao recurso por parte dos profissionais de odontologia.

## 5 REFERÊNCIAS

ABD-ELMEQUID, A.; YU, D. C.; Dental pulp neurophysiology: part 2. Current diagnostic tests to assess pulp vitality. **J CanDent Assoc.** v. 75, n. 2, p. 139-43. Canada. 2009.

ARALDI, E. C.; KOOPER, P. M. P.; TARTAROTTI, E.; Eficácia de gases refrigerantes na determinação da vitalidade pulpar em dentes com rizogênese incompleta. **Stomatós.** Espanha e Portugal, v.10, n.19, p. 46-52, 2004.

ALGHAITHY, R. A.; QUALTROUGH, A. J. E. Pulp sensibility and vitality tests for diagnosing pulpal health in permanent teeth: a critical review. **International Endodontic Journal.** Manchester, Reino Unido, v. 50, n. 2, p. 135-42, feb. 2017.

BAIJU, G. N.; AMARENDHAR, R. K.; GOPIKRISHNA, R. M.; NAGALEKSHMI, R.; A Review of Laser Doppler Flowmetry and Pulse Oximetry in Dental Pulp Vitality. **Journal of Clinical and Diagnostic Research.**, India, v. 5, n. 4, p. 903-5, 2011.

BARGRIZAN, M.; ASHARI, M. A.; AHAMADI, M.; RAMEZANI, J. The use of pulse oximetry in evaluation of pulp vitality in immature permanent teeth. **Dental Traumatology,** Iran, v. 32, n. 1, p. 43-47, feb. 2016.

BECHARA, G. H.; SZABÓ, M. P. J. Processo inflamatório. 1. Alterações vasculares e Mediação química. Disponível em: [http://www.fcav.unesp.br/Home/departamentos/patologia/GERVASIOHENRIQUEBECHARA/inflam\\_aspectosvasculares2006.pdf](http://www.fcav.unesp.br/Home/departamentos/patologia/GERVASIOHENRIQUEBECHARA/inflam_aspectosvasculares2006.pdf). Acesso em: 19 mar de 2017.

BHASKAR, S. N.; RAPPAPORT, H. M.; Dental vitality tests and pulp status. **The Journal of the American Dental Association**, Austrália, v.86, n.2, p. 409-11, 1973.

BISHOP, M. A.; MALHOTRA, M. An investigation of lymphatic vessels in the feline dental pulp. **Am J. Anat.**, Illinois, Chicago, v. 187, n. 3, p. 257-3, 1990.

BRÄNNSTRÖM, M.; Sensitivity of dentine. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology.**, Estocolmo, Suécia, v.21, n.4, p. 517-26, 1966.

BRÄNNSTRÖM, M.; The hydrodynamic theory of dentinal pain: Sensation in preparation, carie, and the dentinal crack syndrome. **Journal of Endodontics.**, Huddinge, Suécia, v.12, n.10, p. 453-7, 1986.

CADIOLI, I. C.; RODRIGUES, C. R. M. D.; NOGUEIRA, G. E. C.; WANDERLEY, M. T. Uso da fluxometria laser doppler em dentes decíduos traumatizados. **RGO,** Porto Alegre, v.58, n.2, p. 263-8, abr/jun. 2010.

EDWALL, B.; GAZELIUS, B.; BERG, J. O.; EDWALL, L.; HELLANDER, K.; OLGART, L. Blood flow changes in the dental pulp of the cat and rat measured simultaneously by laser Doppler flowmetry and local <sup>125</sup> clearance. **Acta Physiologica,** Estocolmo, Suécia, v.131, n. 1, p.81-91, 1987.

ERTL, T; **Laser Doppler pulp vitality measurements: simulation and measurement.** SPIE. Digital Library. Disponível em: <http://proceedings.spiedigitallibrary.org/proceeding.aspx?articleid=2603380>. Acesso em: 09 julho 2017.

FONSECA, G. A. Diagnóstico clínico em Endodontia. Métodos e teste de vitalidade pulpar. In: DIAS, A. et al, **Manual de Endodontia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1980.

GOLDBERG, M.; FARGES, J. C.; PINHEIRO, S. L.; SIX, N.; JEGAT, N.; DECUP, F.; SEPTIER, D.; CARROUEL, F.; DURAND, S. Inflammatory and immunological aspects of dental pulp repair. **Pharmacological Research.** , France, v. 58, n. 2, p. 137-47, 2008.

GOPIKRISHNA, V. TINAUPTA, K. KANDASWAMY, D. Evaluation of the Efficacy of a new custom pulse oximeter probe in comparison with the electrical and thermal tests to evaluate the vitality of the pulp. **Jornal de Endodontia.**, India, v. 33 , n.4, p. 411 - 4, 2007.

GOPIKRISHNA, V.; KANDASWAMY, D.; GUPTA, T.; Assessment of the efficacy of an indigenously developed pulse oximeter dental sensor holder for pulp vitality testing. **Indian Journal of Dental Research.** , India, v. 17, n. 3, p. 111-3, 2006

HOLLAND, R.; SOUZA, V.; NERY, M. J.; BERNABÉ, P. F. E.; OTOBONI-FILHO, J. A.; DEZAN-JÚNIOR, E.; GOMES-FILHO, J. E.; CINTRA, L. T. A.; SIVIERI-ARAÚJO, G. **Apostila de Endodontia – UNESP Araçatuba**. Disponível em: [www.foa.unesp.br/home/pos/apostila-endodontia-foa-2015.pdf](http://www.foa.unesp.br/home/pos/apostila-endodontia-foa-2015.pdf). Acesso em: 05 agosto 2017.

HOLLAND. G. R.; TORABINEJAD, M.; A polpa Dental e os Tecidos Perirradiculares. In: TORABINEJAD, M.; WALTON, R. E. **Endodontia princípios e práticas**. 4 ed. Rio de Janeiro: Elsevier , 2010.

HOLLAND, G. R.; WALTON, R. E. Diagnóstico e Plano de tratamento. In: TORABINEJAD, M.; WALTON, R. E. **Endodontia: princípios e prática**. 4 ed. Rio de Janeiro. Elsevier. 2010.

IKAWA, M.; KOMATSU, H.; IKAWA, K.; MAYANAGI, H.; SHIMAUCHI, H. Age-related changes in the human pulpal blood flow measured by laser Doppler flowmetry. **Dental Traumatology.** Japan,. v.19, n. 1, p.36-40, 2003.

JOHNSON, J. V.; HINDS, E. C.; Evaluation of teeth vitality after sub apical osteotomy. **Journal of Oral Surgery**, v.27, n.4, p.256-257, 1969.

KOSTURKOV, D.; UZUNOV, T.; UZUNOVA, P.; Pulse oximetry as a diagnostic tool in dental medicine ", International Conference and School on Quantum Electronics: Laser Physics and Applications, Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1117/12.2262267>. 2017.

- LEMOS, E. M.; GAVINI, G.; LAGE-MARQUES, J. L.; CALDEIRA, C. L.; AUN, C. E.; CALIL, E. **Diagnóstico em endodontia – endo-e** . Disponível em: <http://www.endo-e.com/images/diagnostico/diagnostico.htm>. Acesso em: 20 abr 2013.
- MACHADO, M. E. L. SOUZA, A. D. S. Conhecimentos básicos na interpretação da dor e diagnóstico das patologias pulpares periapicais. In: MACHADO, M. E. L. **Endodontia da Biologia á Técnica**. São Paulo: Santos. 2007.
- MARCHESAN, M. A.; ALFREDO, E.; SUFREDINI, A. R.; MOTOSO, F. B.; VANSAN, L. P.; SOUZA NETO, M. D. Tratamento de dentes traumatizados com rizogênese incompleta – apicificação. **Revista sul brasileira de Odontologia**. Joinville, v.5, n.1, p. 58-62, 2008.
- MEDEIROS, J. M. F.; CARVALHO, P. L.; ALKMIN, S. T.; ZÖLLNER N. A.; HADDAD FILHO M. S.; Avaliação da Escolha dos Testes de Sensibilidade Pulpar por Especialistas em Endodontia. **Revista Portuguesa de Estomatologia, Medicina Dentária e Cirurgia Maxilofacial**. Lisboa. v. 48, n. 3, p. 149-54, 2007.
- MEDEIROS, J. M. F.; PESCE, H. F. Effectiveness of ice and tetrafluoroethane in detecting pulpal vitality. **Rev Odontol Univ**, São Paulo, v. 11, n. 3, p. 215-9, jul./set. 1997.
- MEDEIROS, J. M. F.; PESCE, H. F. Reliability of ice and tetrafluoroethane for determining dental pulp vitality. **Ver Odontol Univ**, São Paulo, v.12, n1, p.19-27, jan./mar. 1998.
- MEDEIROS, J. M. F.; PINTO, C. A.; ROSA, L. C. L.; HABITANTE, S. M.; ALMEIDA, E. T. D. C.; ZÖLLNER, N. A. Avaliação da Escolha dos Testes de Sensibilidade Pulpar por Clínicos Gerais da Cidade de Taubaté. **Revista de Odontologia da Universidade Cidade de São Paulo**, São Paulo.v.22, n. 1, p. 30-8, jan/abr. 2010.
- MEDEIROS, J. M. F.; BONATO, L. L.; D'AZEVEDO, M. T. F. S.; ALMEIDA, E. T. D. C.; HADDAD FILHO, M. S.; ROSA, L. C. L. Eficácia do gelo e gás na determinação da sensibilidade pulpar antes e após a restauração. **Rev Assoc. Paul. Cir. Dent.** [online], Taubate. v. 66, n.3, p. 200-5. 2012.
- PAIVA, J. G.; ANTONIAZZI, J. H.; **Endodontia – Bases para a prática clínica**. 2 ed. São Paulo: Artes Médicas, 1993.
- PISTERNA, G. Laser Doppler Flowmeter e o diagnóstico pulpar. Disponível em: <http://rephip.unr.edu.ar/bitstream/handle/2133/1386/13-49-1-PB.pdf?sequence=1>. Acesso em: 21 abr 2003.
- ROÇAS, I. N.; SIQUEIRA, J. F. Jr.; LOPES, H. P.; PIRES, F. R. Patologia pulpar e Perirradicular. In: LOPES, H. P.; SIQUEIRA, J. F. Jr.; **Endodontia: Biologia e Técnica**. 4 ed, Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.
- SIDDHESWARAN, V.; ADYANTHAYA, R.; SHIVANNA, V. Pulse Oximetry: A diagnostic instrument in pulpal vitality testing – An in vivo study. **World Journal of Dentistry**, Karnataka, Índia, v. 2, n.3, p.225-30, 2011.

SILVEIRA, D. L.; VALE, M. S.; Laser Doppler em Endodontia: revisão de literatura. **J Health Sci Inst.**, Fortaleza, v.30, n.2, p 120-4, 2012.

SIMON, J. H. S. Patologia Periapical. In: COHEN, S.; BURNS, R. C. **Caminhos da polpa**. 7ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 1998.

TROWBRIDGE, H. O.; KIM, S. Desenvolvimento, Estrutura e Função da Polpa. In: COHEN, S.; BURNS, R. C. **Caminhos da polpa**. 7 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998.

TORABINEJAD, M.; SHABAHANG, S. Patologias Pulpaes e Periapicais. In: TORABINEJAD, M.; WALTON, R. E. **Endodontia Princípios e prática**. 4ed. Rio de Janeiro. Elsevier. 2009.

VITORINO, R. M. **Apostila de Endodontia II**. In Slide Share. Disponível em: [https://pt.slideshare.net/rayssa\\_mendonca/apostila-de-endodontia-ii](https://pt.slideshare.net/rayssa_mendonca/apostila-de-endodontia-ii). Acesso: 04 agostos 2017.

JAFARZADEH, H.; ABBOTT, P. V. Review of the pulp sensibility tests. Part I: General information and thermal tests. **International Endodontic Journal**, Mashhad, Iran, v. 43, p. 738-62, 2010.