

CURSO DE ODONTOLOGIA

Renan de Souza Ferreira

**OXÍMETRO DE PULSO COMO RECURSO AUXILIAR NO DIAGNÓSTICO
ENDODÔNTICO**

Santa Cruz do Sul
2017

Renan de Souza Ferreira

**OXÍMETRO DE PULSO COMO RECURSO AUXILIAR NO DIAGNÓSTICO
ENDODÔNTICO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Odontologia da Universidade de Santa Cruz do Sul para obtenção do título de Cirurgião-Dentista.

Orientadora Profa. Dra. Ronise Ferreira Dotto

Santa Cruz do Sul
2017

Renan de Souza Ferreira

**OXÍMETRO DE PULSO COMO RECURSO AUXILIAR NO DIAGNÓSTICO
ENDODÔNTICO**

O trabalho de conclusão de curso foi submetido à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso do Curso de Odontologia da Universidade de Santa Cruz do Sul-UNISC como requisito parcial para obtenção de título de Cirurgião-Dentista.

Profa. Dra. Ronise Ferreira Dotto
Professora Orientadora

Profa. Dra. Márcia Helena Wagner
Professora Examinadora

Prof. Me. Alvaro Gruending
Professor Examinador

Santa Cruz do Sul
2017

*Dedico este trabalho à minha família e amigos que
estiveram comigo em todos os momentos.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais Eliane Teixeira de Souza e Mario Antonio Ferreira pelo apoio, compreensão, orientação, e acima de tudo encorajamento para transpor qualquer obstáculo. Para eles a gratidão de uma vida.

À minha irmã Ana Paula Souza de Moraes por ser meu porto seguro e minha eterna mentora.

Ao meu cunhado Ricardo Torres do Couto por me inspirar a ser um Cirurgião-dentista e ser meu exemplo de profissional da Odontologia.

À minha tia Gisela Teixeira de Souza por me dar suporte, carinho e exemplo para me auxiliar a conquistar qualquer desafio.

Aos meus avós Elza Teixeira Souza e Amantino Nunes de Souza (in memoriam) que me ensinaram valores de família e amor.

Agradeço a minha Orientadora Dra. Ronise Ferreira Dotto por me guiar, ensinar e idealizar em todos os momentos o significado de ser um Cirurgião-dentista com conceito, ética e integridade, tendo então proporcionado a realização deste trabalho. Obrigado pelos teus ensinamentos, os quais levarei para minha vida profissional, em especial a importância da Endodontia.

Aos meus mestres do curso de Odontologia da UNISC e da UNI que me desenvolveram como profissional e ser humano, permitindo, então, exercer minha profissão com dignidade e respeito ao próximo.

À minha irmã Laís Farias Ferreira por ter dividido parte desta etapa de vida comigo.

Aos meus colegas e amigos que trilharam esse caminho comigo, pelas mais diversas etapas que se passaram.

A todos que contribuíram de alguma forma para com minha jornada acadêmica.

Por fim à Deus que me concedeu todos os meios para conclusão desde momento.

RESUMO

Na Odontologia, em especial no campo da Endodontia, o uso de testes auxiliares para a determinação da condição pulpar têm vital importância para um diagnóstico seguro. Diferentes métodos são apresentados, tais como os testes de sensibilidade e testes de vitalidade pulpar. Entre os testes de vitalidade destaca-se a Oximetria de pulso, uma técnica atraumática que mede a saturação de oxigênio interna da polpa dentária. A literatura descreve o seus mecanismos de funcionamento, as suas limitações e as variações da técnica. Assim, o objetivo desse trabalho foi estudar a técnica, fazer um breve comparativo com os testes de sensibilidade pulpar, bem como avaliar sua confiabilidade frente à diferentes estágios clínicos da polpa dentária. Os resultados deste estudo demonstraram que a Oximetria têm parâmetros mais concretos para avaliação da condição pulpar do que os testes térmicos e elétricos, apresentando taxas constantes e sem falso-positivos como as demais técnicas. O oxímetro de pulso também possui a capacidade de diagnosticar com segurança casos de dentes traumatizados, de polpa necrótica e de vitalidade íntegra. Porém, quanto aos diferentes estágios inflamatórios da polpa não há relevância e acordo bibliográfico para afirmar a eficácia do método.

Palavras-chave: endodontia. Oxímetro de pulso. Saturação de oxigênio. Teste de vitalidade pulpar.

ABSTRACT

In Dentistry, specifically on Endodontics field, the use of dental auxiliary tests to determine the pulp condition are extremely important to develop a safely diagnostic. Several methods are presented, such as sensitivity test and vitality tests. In the vitality tests are included the Pulse Oximetry, which is an atraumatic technique that measures the oxygen saturation inside of the dental pulp. The literature neatly has shown the mechanisms of its function, limitations and variations of the technique. The aim of this work was to study the oximeter technique, also make a brief comparison with sensitivity tests, and to evaluate its reliability over different clinical stages of the dental pulp. The results of this study have demonstrated that Oximetry has more concrete standards for evaluation of dental pulp than thermal and electrical tests. Thus, it has presenting constant rates and it has not reported false positives as the others techniques. Furthermore, the pulse oximeter has shown its ability to safely diagnose cases of traumatic teeth, necrotic and vitality pulp. However, there are no bibliographic agreement and relevance about the pulse Oximetry efficacy in front of different pulpal inflammatory stages.

Keywords: endodontics. Oxygen saturation. Pulse oximeter. Pulp vitality test.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Oxímetro de pulso	14
Figura 2 - Sonda de ouvido modificada utilizada pelo Dr. Curt Goho para avaliar a saturação pulpar de oxigênio	15
Figura 3 - O mecanismo do oxímetro de pulso	15
Figura 4 - Radiografia do sistema de sensores dentários no modelo in vitro fabricado por Noblett et al. (1996)	17
Figura 5 - Avaliação do índice do dedo	19
Figura 6 - Avaliação do índice dentário	19

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	9
2	REFERENCIAL TEÓRICO	11
2.1	Testes de diagnóstico da polpa dentária	11
3.0	Origem do oxímetro de pulso na área Médica	13
3.1	Mecanismo de funcionamento do oxímetro de pulso.....	13
3.2	Limitações no mecanismo de funcionamento.....	16
3.3	Oximetria no diagnóstico pulpar.....	17
4	METODOLOGIA.....	23
4.1	Delineamento de pesquisa.....	23
4.2	Seleção do material bibliográfico.....	23
4.3	Palavras-chave.....	23
4.4	Idioma.....	23
5	DISCUSSÃO.....	24
6	CONCLUSÃO.....	27
	REFERÊNCIAS	28

1 INTRODUÇÃO

O correto diagnóstico na Odontologia deve ter o máximo delineamento possível, visto que, esse possa definir qual tratamento a ser instituído e o procedimento a ser utilizado em cada situação (ABRÃO, 2006).

Na Endodontia esse aspecto define o tipo de intervenção que será executada pelo profissional. A partir deste preceito realizam-se inúmeros procedimentos clínicos, tais como, testes de sensibilidade, inspeções radiográficas e avaliações do histórico dentário. A avaliação da vitalidade da polpa é um importante aspecto e um pré-requisito para estabelecer um diagnóstico preciso e rápido em inúmeras situações clínicas para o Cirurgião-Dentista (TROWBRIDGE et al., 1980; CALDEIRA et al., 2016).

Testes de sensibilidade térmicos e elétricos são amplamente utilizados e difundidos na Odontologia, utilizando-se da resposta gerada pelos receptores de dor nos terminais para determinar o grau de comprometimento ou não da polpa dentária dos dentes em questão (NAIR, 1995). Em contrapartida, esses testes têm limitações em definir o grau de vitalidade pulpar, uma vez que há diferença na estrutura do esmalte, espessura e resistência entre os elementos dentários, impedindo ou dificultando a possibilidade de uma comparação concreta. Tais limitações se devem à problemas como sua confiabilidade, uma vez que, há a necessidade da resposta do paciente a esses testes térmicos, e da presença de fatores que afetam a aplicação da corrente elétrica acometendo falsos-positivos, nos testes elétricos (COOLEY; ROBISON, 1980).

Novas perspectivas de auxílio no diagnóstico pulpar vêm sendo estudadas. Os testes de vitalidade pulpar foram desenvolvidos para serem indolores, confiáveis e objetivos. Dessa forma, a Oximetria de Pulso, método de verificação da saturação de oxigênio (SpO₂), que já possuía aplicação na Medicina, passou a ser aplicada também para a Odontologia. Estabelecendo o diagnóstico pulpar através da avaliação da vascularização pulpar, sendo um método aceitável, objetivo e não-invasivo, dependente da passagem da luz através do dente, e assim aferindo a saturação de oxigênio do sangue sem necessidade de uma amostra. Suas adaptações para a Endodontia possibilitaram ao Cirurgião-dentista desenvolver seu diagnóstico sem necessidade de resposta direta do paciente, atraindo,

conseqüentemente, a atenção sobre esse assunto (GOHO, 1999; JAFARZADEH; ROSENBER, 2009).

Seu parâmetro de avaliação por meio da comparação dos índices de saturação de oxigênio dos dedos e dos dentes levou as pesquisas a desenvolverem parâmetros de correlação estáveis. Têm-se, então, indicado seu uso para o diagnóstico de dentes desvitalizados com total segurança e confiabilidade pela literatura. Já no caso da avaliação de diferenças de estágios de vitalidade pulpar tem sido alvo de diversas pesquisas para ampliar a confiabilidade da técnica (SETZER et al., 2012).

O objetivo desse estudo foi conhecer a técnica da Oximetria de pulso como recurso auxiliar de diagnóstico na Odontologia, suas vantagens, limitações e aplicabilidade clínica principalmente na Endodontia.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Testes de diagnóstico da polpa dental

A vitalidade pulpar tem origem das funções do feixe de vascularização do dente, sendo assim a circulação sanguínea da polpa é um fator determinante para a saúde da mesma. Dessa forma, o Cirurgião-dentista tem como desafio clínico averiguar, diagnosticar, e tratar corretamente diversos estágios inflamatórios pulpares (SHAHI et al., 2015).

Os testes de sensibilidade pulpar apresentam-se como recursos semiotécnicos de ampla utilização pelos Cirurgiões-dentistas no campo da Endodontia. Tais testes utilizam-se de meios para estimular os nociceptores pulpares (receptores de dor), sendo esses através de meios térmicos e elétricos, podendo, portanto gerar resposta dolorosa ou não (ABRÃO, 2006).

O teste térmico com guta-percha aquecida foi empregado entre os profissionais como fonte de estímulo sensorial auxiliando no diagnóstico em Endodontia. No entanto, salienta-se suas limitações em virtude de haver excesso de respostas falso negativas, dificuldade de regulação e controle da temperatura da guta-percha, e, em casos de polpa necrótica pode haver uma resposta dolorosa em situações que há uma expansão dos gases oriundos da decomposição pulpar, causando, dessa forma uma pressão na região periapical (LUNDY; STANLEY, 1969; CHAMBERS, 1982).

O emprego do teste com o frio em diversas formas teve evoluções significativas desde seu primeiro uso em forma de bastões de gelo. A utilização de aerossóis (gases refrigerantes) vem apresentando o maior grau de confiabilidade entre os Cirurgiões-dentistas no que se refere à testes térmicos. Não obstante, em casos como, de dentes com ampla espessura dentinária e dentes com rizogênese incompleta, a utilização dos testes térmico é desafiada e sua confiabilidade é reduzida (CALDEIRA et al., 1996; MEDEIROS; PESCE, 1993).

Segundo Brannstrom, Linden e Astrom (1967) e Pashley (1992) a capacidade do tecido pulpar receber estímulos é explicada pela teoria hidrodinâmica, essa sendo a mais aceita pela comunidade científica. Esta se explica por meio das modificações hidráulicas intratubulares, propiciadas pelo deslocamento gerado da

contração térmica do fluido dentinário, esses por sua vez ativando os mecanorreceptores contíguos a polpa, e estimulando as terminações nervosas das fibras do tipo A-delta. Dessa forma, a indução de estímulos térmicos como o frio resulta em um deslocamento do fluido interno dos túbulos dentinários, esses se comportando como delgados tubos capilares e exercendo contração no fluido em virtude de forças capilares, gerando o estímulo das terminações nervosas.

Dois fatores a serem considerados para a percepção do estímulo são a quantidade de túbulos dentinários, os quais variam entre 65.000 mil túbulos por mm² próximo à polpa e 15.000 mil na região periférica dentária, e a amplitude da movimentação causada, que no caso do frio com redução de 20 a 30 graus C na superfície do dente gera 3 a 4µm de deslocamento (TROWBRIDGE et al.,1980; PASHLEY,1984).

Sabe-se que os testes de sensibilidade pulpar, que, incluem testes térmicos e elétricos, tem ampla aceitação clínica pelos Cirurgiões-dentistas; no entanto, ambos apresentam limitações (CHEN; ABBOTT, 2009). Temos também os testes de vitalidade pulpar, que têm como foco central examinar a condição do fluxo sanguíneo pulpar, citando como exemplos dessas técnicas a fluxometria Laser Doppler, a fotopletismografia de luz translúcida e a Oximetria de pulso (a qual se emprega da taxa de saturação de oxigênio do sangue arterial (SpO₂) para verificar a vitalidade do elemento dentário). Estes testes tem diversas características positivas, utilizando-se do arranjo pulpar e sanguíneo para identificar possíveis alterações, e, por sua vez apresentando como vantagem características minimamente invasivas, práticas e indolores (SAMRAJ et al., 2003).

Os testes de sensibilidade em Odontologia continuam sendo utilizados como a principal técnica para avaliação diagnóstica de desordens pulpares. Consequentemente, temos os diagnósticos pulpares executados através dos exames térmicos como primeira opção dos profissionais. Tais técnicas se sustentam a partir da capacidade do paciente de interpretação nervosa-sensorial de um estímulo, sua compreensão, e capacidade de interpretação dele, isto para que o profissional possa examinar os resultados e chegar a um diagnóstico clínico mais provável. Vê-se muitos fatores que tornam tais métodos falhos, pois são baseados na percepção da dor pelos pacientes e, portanto, tornando sua utilização limitada em determinados áreas, tais como a Odontopediatria, os casos de dentes traumatizados e os dentes com o ápice incompleto, os quais não respondem confiavelmente a

estes testes. Isso se deve em função destes dentes não terem completado a formação radicular, a qual define a linha de formação nervosa dentária, está se desenvolve na direção forame-coronária do dente tendo a maior parte dos feixes nervosos com término no plexo subodontoblástico (plexo de Raschkow) e outras alcançando áreas da pré-dentina (YU; ABBOT, 2007; BARGRIZAN et al., 2016; RIEHL et al., 2016).

3.0 Origem do Oxímetro de Pulso na área Médica

A tecnologia empregada no oxímetro de pulso se desenvolveu durante a década de 1930. Entretanto, foi ao longo da Segunda Guerra Mundial que houveram diversas pesquisas para a obtenção de um aparelho que permitisse aferir o nível de saturação de oxigênio. Somente após a guerra que E.H Wood criou o primeiro oxímetro de pulso com capacidade de análise correta dos níveis de SpO₂. Em 1983 o oxímetro de Nellcor foi introduzido no mercado, avançando, então, seu uso clínico na Medicina. Em detrimento do avanço da ciência, teve-se a evolução da óptica do LED e dos microprocessadores, esses foram ferramentas chave no aperfeiçoamento de uma nova geração para a Oximetria de pulso. Atualmente utiliza-se o oxímetro a nível hospitalar como protocolo padrão para monitoramento de uma possível Hipóxia, ou seja, baixo teor de oxigênio interno dos tecidos orgânicos. Auxiliando, conseqüentemente, os profissionais na busca das causas das baixas taxas de oxigenação. Sabe-se que o oxímetro de pulso vem sendo um mecanismo seguro para dar suporte aos profissionais da saúde em diversos casos, em especial quadros de problemas respiratórios, pulmonares, cardiovasculares e sanguíneos, os quais desenvolvem complicações para o suprimento de O₂ no corpo e, portanto, resultando em riscos de necroses dos tecidos vivos (SINEX, 1999; AOYAGI, 2003; JUBRAN, 2015).

3.1 Mecanismo de funcionamento do oxímetro de pulso

A Oximetria de pulso como técnica se apresenta com caráter não invasivo, a qual determina a taxa de pulso de um tecido e a saturação de oxigênio. A base de funcionamento desse aparelho se baseia em dois diodos emissores de luz, que emitem ondas de comprimento distinto, um na faixa do vermelho e outro na faixa de

infravermelho. Ambos sofrem um ciclo de desligamento e religamento de 500 vezes por segundo. Estas ondas apresentam uma luz pletismográfica (luz refletida emitida pelo diodo), essas capturadas por um fotodiodo receptor, ao serem convertidas por circuitos eletrônicos transformam-se nas taxas de pulso e oxigenação arterial (MILLS, 1992).

Seu sistema é relativamente novo como técnica de monitoração não-invasiva, tendo sua sustentação na reformulação da lei de Beer nas propriedades advindas da absorbância da hemoglobina em faixa de comprimento de onda do vermelho e infravermelho. Os picos de absorção gerados pela circulação sanguínea pulsante por sua vez geram os dados das taxas de saturação de oxigênio e taxa de pulso (SHNAPP; COHEN, 1990).

Figura 1: Oxímetro de pulso



Fonte: SHAHI et al., 2015

Esta técnica médica foi introduzida para uso odontológico por Noblett et al., (1996) que utilizou um modelo experimental de oxímetro de pulso adequando-o para uso no dente. Dessa forma, foram feitos testes para averiguar a capacidade, rigor e precisão do oxímetro para avaliar a taxa de saturação de oxigênio (SpO₂) no tecido pulpar. O resultado dessa adaptação foi favorável para os resultados esperados, concluindo que o oxímetro pode ser adaptado para uso dentário, e, tendo vantagens pelo fato da não invasibilidade e de ser objetivo em relação aos testes, os quais, se sustentam em repostas sensoriais.

O mecanismo de funcionamento do oxímetro tem sua função baseada na oscilação pulsátil da absorção dos espectros de luz vermelha e infravermelha, esta transcrita em saturação do sangue arterial. As curvas de absorção de hemoglobina (oxigenada e desoxigenada) juntamente com a informação da saturação designam

os níveis de saturação do oxigênio (SCHNETTLER; WALLACE, 1991; MILLER et al., 2009).

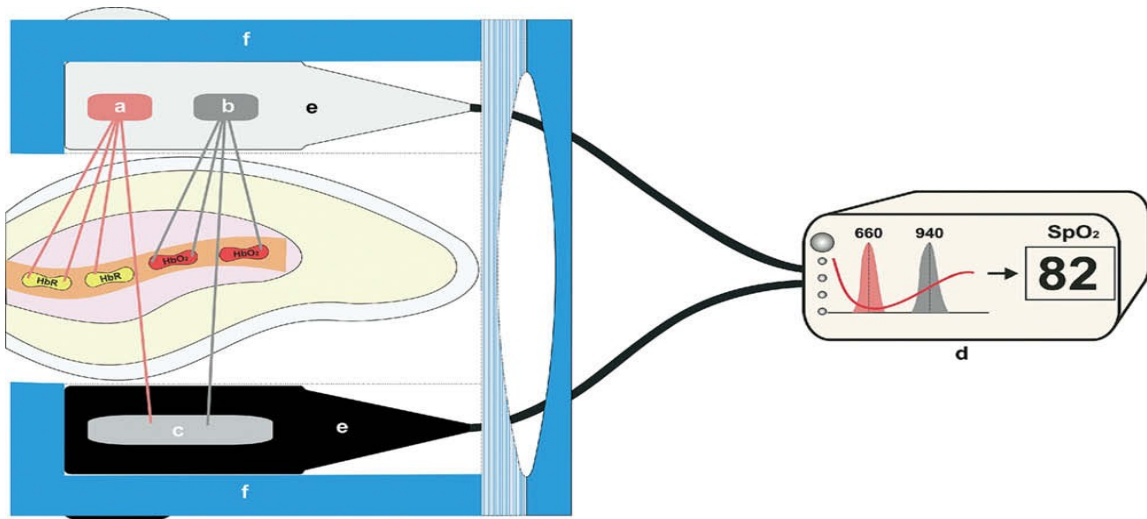
Normalmente uma pessoa possui 15g de hemoglobina para cada 100mL de sangue, e cada grama transporta 1,34mL de oxigênio. Por conseguinte, a saturação encontra-se em 100% quando temos 20mL de oxigênio para 100 mL de sangue (LONGO et al., 2009).

Figura 2: Sonda de ouvido modificada utilizada pelo Dr. Curt Goho para avaliar a saturação pulpar de oxigênio



Fonte: JAFARZADEH; ROSENBERG, 2009.

Figura 3: O mecanismo do oxímetro de pulso



(A) LED emite luz vermelha a 660 nanômetros (nm). (B) emissora de luz infravermelha a 940 nm. (C) Fotodetector. (D) Monitor do oxímetro de pulso. (E) Sensor do oxímetro de pulso. (F) Suporte personalizado do sensor do oxímetro de pulso. HbO₂, hemoglobina oxigenada; HbR, hemoglobina desoxigenada; SpO₂, saturação de oxigênio do sangue arterial.

Fonte: GOPIKRISHNA; TINAGUPTA; KANDASWAMY, 2007.

Deve-se considerar que no tecido dentário a saturação de oxigênio é normalmente menor do que em outros tecidos vascularizados. Para haver uma correta detecção de anomalias da polpa dental, primeiramente a técnica do oxímetro de pulso em Endodontia deverá ser capaz de determinar com precisão a vitalidade de dentes com condição pulpar normal e, dessa forma, utilizar-se dos resultados das taxas de SpO₂ como referência de pesquisa. Entretanto, as taxas de saturação de oxigênio têm sido relatadas com uma variação considerável entre os estudos apresentados na literatura para polpas dentárias normais avaliadas utilizando esses dispositivos (KELY et al., 2014).

3.2 Limitações no mecanismo de funcionamento

Existem limitações inerentes ao uso do oxímetro de pulso que decorrem de fatores intrínsecos e extrínsecos. Os problemas causados por fatores intrínsecos tem como exemplo o possível aumento do dióxido de carbono em demasia na corrente sanguínea. Isso altera as medidas de desoxigenação e o aumento da acidez, a qual se apresenta com uma taxa metabólica decorrente de um processo inflamatório que acarreta na desoxigenação da hemoglobina e alteração na saturação do oxigênio no sangue (COHEN; HARGREAVES, 2006; MCMORROW; MYTHEN, 2006).

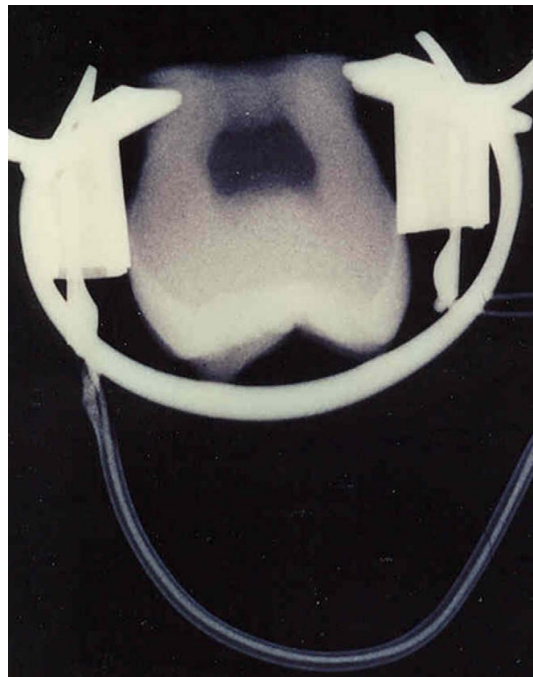
Fatores inerentes ao paciente também são apresentados como possíveis limitações intrínsecas do oxímetro, tais como, a baixa perfusão periférica, distúrbios da hemoglobina, movimentos corporais os quais acarretam em análises falsas ou atrasadas, hipotensão e pulsação venosas elevadas. Ademais, pode haver problemas no feixe infravermelho, em geral ocasionados pelo esmalte dentário. Há fatores ambientais que, também, ocasionam deficiências na leitura, tais como a luz ambiente, a existência de um eletrocautério próximo ao sensor e leituras de pressão sanguínea ipsilaterais, ou seja, referente ao mesmo lado (NETZER et al., 2001; PETERSON; BEGNOCHE; GRAYBEAL, 2007).

No que se refere a interferências extrínsecas temos problemas relativos ao movimento da sonda do oxímetro, defeitos internos dela e deficiências na lâmpada do arco de Xênon (perturbações eletromagnéticas). Dentre estes podem se inserir falhas de sinais em dispositivos internos da sonda eletrônica e problemas na geometria interfacial em casos que a anatomia dentária impeça o isolamento correto

da direção do feixe receptor (AMAR et al.,1989; SCHNETTLER; WALLACE, 1991). Além disso, a Oximetria tem a limitação em casos de dentes amplamente restaurados, inviabilizando o teste (JAFARZADEH; ROSENBERG, 2009).

A Oximetria de pulso em Odontologia tem pontos cruciais no que tange ao seu funcionamento, estes recaem sobre os sensores que devem ter compatibilidade de forma, tamanho e anatomia dentária, o LED e o fotodetector devem encontrar-se paralelos à medida que toda a luz emitida pelo sensor de LED seja absorvida pelo sensor fotodetector. No entanto, só teremos respostas confiáveis se a relação de forma, anatomia e tamanho do elemento dentário permita a sonda do oxímetro ser amparada firmemente sobre o dente, do contrário os resultados obtidos tornam-se falhos (GOPIKRISHNA; KANDASWAMY; GUPTA, 2006; GOPIKRISHNA; KANDASWAMY; GUPTA, 2007).

Figura 4: Radiografia do sistema de sensores dentários no modelo in vitro fabricado por Noblett et al.,1996



Fonte: JAFARZADEH; ROSENBERG, 2009.

3.3 Oximetria no diagnóstico pulpar

A determinação da condição fisiológica pulpar de um elemento dentário é fator de suma importância para o diagnóstico e plano de tratamento em endodontia

(KATAOKA et al., 2011). O interesse na Oximetria de pulso como diagnóstico da polpa dental vem crescendo em interesse na literatura, uma vez que esse método se mostrou de fácil aplicação e objetivo clinicamente (VAGHELA; SINHA, 2011).

Pelo fato de ser uma técnica prática que se embasa em espectrofotometria e fotopleletismografia, a qual mede fluxo sanguíneo através da passagem de luz em um comprimento determinado de onda sobre o tecido, apresenta vantagens sobre os demais métodos. Estas recaem sobre a importância da circulação sanguínea para a saúde dos tecidos, por conseguinte, a avaliação da vitalidade da polpa deve concentrar-se na vascularização da polpa ao invés da inervação; ademais, o fator de não invasibilidade da Oximetria tornou-a facilmente aceita pelos pacientes para simplificar diagnósticos e tratamentos (NOBLETT, 1996; CALIL et al., 2008; SETZER et al., 2012).

Em um estudo desenvolvido comparando os testes térmicos, elétricos e o oxímetro de pulso, foram testados 44 incisivos superiores com vitalidade pulpar desconhecida, e 5 dentes com tratamento endodôntico realizados previamente. Os resultados obtidos foram 100% de acerto para todos os métodos utilizados. Dessa forma, demonstrou a eficácia do oxímetro de pulso em diagnosticar corretamente as variações dos estados pulpares, e também os casos de patologia pulpar (SCHNETTLER; WALLACE, 1991).

De acordo com Abrão (2006) há uma variância entre as diferentes pesquisas sobre a efetividade do oxímetro de pulso no diagnóstico da vitalidade pulpar. Os estágios inflamatórios pulpares e a sintomatologia clínica em relação mútua tem sido alvo de discussão entre as análises científicas na área de endodontia durante as últimas décadas. Diversos autores sugerem que o oxímetro pode diagnosticar de forma objetiva os diferentes estágios inflamatórios da polpa (GOHO, 1999; KELLY et al., 2014).

Setzer et al. (2012), revelaram através de um estudo com diferentes grupos dentários, os quais foram separados conforme sua condição pulpar (polpa saudável, pulpíte reversível, pulpíte irreversível e necrose pulpar). Concluíram que as taxas de saturação de oxigênio apresentaram valores decrescentes entre os grupos. Sendo os resultados dos grupos controle (polpa saudável) e índices do dedo de 96% e 92%, respectivamente. As taxas de SpO₂ em casos de pulpites reversíveis e irreversíveis foram de precisamente de 87% e 83%, e, níveis abaixo desses somente foram encontrados nos índices dos dentes com necrose pulpar, os quais não

possuíram resposta, ou seja, taxa igual a 0%. Embora os dados apresentados representem uma correlação da evolução da pulpite com a diminuição da saturação de oxigênio, o autor relata que não há dados estatísticos suficientes para comprovar a eficácia da técnica nestes casos.

Para Sadique et al. (2014), a análise sobre a determinação da vitalidade pulpar inicia primeiramente tendo o índice de saturação de oxigênio do dedo. Após, então, tem-se a aferição dos elementos dentais, feito pela mesma sonda assegurando o correto paralelismo entre os sensores com a estrutura dental. Os valores encontrados representam a eficácia do diagnóstico baseado na Oximetria, tendo então resultados conclusivos para dentes com vitalidade normal e dentes devitalizados.

Figura 5: Avaliação do índice do dedo



Fonte: SADIQUE et al., 2014.

Figura 6: Avaliação do índice dentário



Fonte: SADIQUE et al., 2014.

Segundo Pozzobon et al. (2011) em uma pesquisa realizados por esses autores, avaliaram a capacidade de detecção do fluxo sanguíneo pelo oxímetro de pulso sobre dentes permanentes ou decíduos com a polpa caracterizada normal e, por sua vez, a não detecção de sinais sobre dentes tratados endodonticamente. A porcentagem dos achados foi de 100% de confiabilidade. A variação dos níveis de saturação de oxigênio no fluxo sanguíneo permite que a técnica com oxímetro de pulso tenha eficiência na identificação de necroses parciais da polpa e, também, em inflamações pulpares (COHEN; BURNS, 2004).

Uma análise detalhada utilizando o oxímetro resultou em níveis médios de saturação de oxigênio variando de 75% a 94% (GOPIKRISHNA; TINAGUPTA; KANDASWAMY, 2007). Para Kely et al. (2014), o valor de oxigenação de dentes superiores permanentes com a polpa normal teve média superior a 87%, mantendo-se esse valor como referência para estes elementos. Em casos de polpas que apresentam um grau de inflamação foi observado a saturação de oxigênio média de 87,4% em casos de pulpites reversíveis, 83,1% em pulpites irreversíveis e 74,6% em necroses pulpares (SCHNETTLER; WALLACE, 1991).

Calil et al. (2008), confirmou em seu estudo a capacidade da Oximetria de pulso para averiguar os níveis de SpO₂ de dentes ântero-superior em condições normais (sem presença inflamatória), e demonstrou que não houve diferença significativa entre incisivos e caninos em níveis de oxigenação. Não obstante, os índices do dedo e os índices dentários não apontaram relações diretas entre eles, impedindo conceber uma relação estatística concreta entre essas taxas.

Em pacientes jovens com histórico de trauma dento-alveolar, a Oximetria de pulso oferece uma avaliação mais confiável das mudanças nos padrões de fluxo sanguíneo pulpar, evidenciando que este se mantém mesmo após os danos traumáticos, contrapondo a utilização de testes térmicos e elétricos os quais resultam em diagnósticos errôneos, pelo fato de que há um rompimento da resposta neurológica, em casos de necroses pulpares secundárias ao trauma (GOPIKRISHNA; TINAGUPTA; KANDASWAMY, 2007; STELLA et al., 2015).

Em seu estudo Kataoka et al. (2011), verificaram a saturação de oxigênio da polpa dentária utilizando a Oximetria de pulso em pacientes que apresentavam tumores malignos intraoral e orofaríngeo, e se encontravam sobre tratamento com radioterapia. Dessa forma, separou-se 4 diferentes grupo com padrão de tempo entre eles, grupo I antes do início do tratamento, grupo II que foram expostos a

radiação em 35-35 Gray, unidade de medida de quantidade de energia de radiação ionizante (Gy), grupo III ao final do tratamento usando níveis de radiação de 60-70 Gy e grupo IV após 5 meses do início do tratamento. Como resultado se observou que conforme o nível de radiação aumentava, o nível de saturação de oxigênio do tecido pulpar diminuía. As doses do grupo II desenvolveram processos inflamatórios que se mantiveram sem mudanças até o momento do grupo III. Percebeu-se que os níveis de SpO₂ se mantiveram iguais ao grupo II após 5 meses (grupo IV). No entanto, mesmo respondendo negativamente aos testes de sensibilidade verificou-se uma gradativa recuperação dos níveis de SpO₂.

Em um estudo Gopikrishna et al. (2007), por meio de leituras utilizando o oxímetro de pulso para verificar a vitalidade da polpa em 17 incisivos superiores recentemente traumatizados, teve como resultado da técnica leituras de vitalidade positivas e constantes durante o período do compreendido estudo que foi de 0 a 6 meses em todos os pacientes. O uso da Oximetria se mostrou útil para a avaliação do SpO₂ de dentes decíduos e imaturos, possibilitando a avaliação correta entre polpas vitais e não vitais, sendo, por conseguinte, uma alternativa clínica positiva em relação aos testes de vitalidade e seus limitantes em Odontopediatria.

Em estudo Bargrizan et al. (2016), avaliaram, a partir do uso de Oximetria de pulso, a vitalidade da polpa dentária de 329 incisivos superiores (centrais e laterais) permanentes imaturos de crianças. Utilizou-se 10 dentes permanentes com rizogênese completa como grupo de controle negativo. Mensurou-se os índices de saturação de oxigênio dos polegares dos pacientes, inicialmente; após, portanto houve a avaliação da taxa de SpO₂ dos dentes. Foram analisadas as correlações entre a medição de saturação de oxigênio resultante do polegar e dentária, e o paralelismo entre os valores de SpO₂ e o estágio de desenvolvimento das raízes dos dentes. Uma comparação extra teve-se avaliada, sendo esta entre dentes com rizogênese incompleta e completa. As taxas do oxímetro de pulso se mantiveram entre (97,17% - 83%) sem grandes discrepâncias entre os índices dos dentes e dos dedos. Apresentou-se uma correlação negativa entre as taxas de oxigênio no sangue e o estágio de desenvolvimento radicular; dessa forma, obteve-se índices maiores de SpO₂ em dentes com rizogênese incompleta de que em completa. Em suma, os dados verificaram que conforme a formação radicular progride as taxas de oxigenação pulpar são reduzidas, e reafirma a capacidade do oxímetro de pulso de identificar perfeitamente a vitalidade pulpar, bem com a detecção correta dos níveis

do fluxo sanguíneo pulpar.

Para Calil (2003), utilizando-se do oxímetro de pulso em estudo na tentativa de determinar padrões estatísticos, avaliou a saturação de oxigênio de incisivos centrais e caninos superior clinicamente normais, ou seja, sem alteração inflamatória. Teve como taxa de SpO₂ comparativa as aferições feitas nos dedos indicadores dos pacientes. O aparelho manipulado foi o modelo Oxigraph desenvolvido pela empresa System Partner, usando o sensor odontológico desenvolvido por esta. Dessa forma, o estudo apresentou que houve uma correlação concreta entre os dados das taxas dos dedos indicadores, determinando corretamente as taxas de saturação dos dentes. Não houveram diferenças expressivas apresentadas entre as taxas de saturação de oxigênio apresentadas entre caninos e incisivos superiores.

Stella et al. (2014), em estudo direcionado para verificação e comparação das taxas de saturação de oxigênio entre crianças, adolescentes e adultos, aferiu-se com o oxímetro de pulso 110 incisivos superiores de 57 pacientes. Os grupos de pacientes foram separados entre faixas etárias da seguinte forma: 28 crianças e adolescentes (7-13 anos) e 29 adultos (23-36 anos). Além disso, foram avaliadas as taxas de saturação dos dedos como índice comparativo, taxa de batimentos cardíacos (batimento/minuto), dimensão dentária e o tempo gasto para aferir as taxas de cada dente. A resultante do estudo foi que as taxas de SpO₂ de crianças e adolescentes apresentou-se maior que as dos adultos, respectivamente as medias apresentadas de 84.35% para 77.88%. Não houveram correlações entre as taxas apresentadas e os índices dos dedos, taxas de batimento cardíacas e dimensão da estrutura dentária.

4 METODOLOGIA

4.1 Delineamento de pesquisa

O estudo foi uma revisão de literatura, (abrangendo os idiomas português e inglês no período aproximado de 2000 a 2017, com ênfase nos últimos 7 anos).

4.2 Seleção do material bibliográfico

A busca bibliográfica será realizada através das bases de dados:

- Capes: <http://www.periodicos.capes.gov.br>;
- Scielo: <http://www.scielo.br>;
- UNI Rod Library: <https://www.library.uni.edu>;
- Pubmed: <http://pubmed.com>;
- Livros do acervo da Biblioteca da UNISC (Universidade de Santa Cruz do Sul).

4.3 Palavras-chaves:

- Oxímetro de Pulso (*Pulse Oximeter*);
- Endodontia (*Endodontics*);
- Teste de vitalidade Pulpar (*Pulp vitality test*);
- Saturação de oxigênio (*Oxygen saturation*).

4.4 Idioma

Os artigos e livros selecionados foram na língua inglesa e portuguesa.

5 DISCUSSÃO

As diversas situações clínicas que o Cirurgião-dentista se depara em Endodontia, requer que ele tenha ao seu alcance, técnicas que auxiliem no diagnóstico pulpar correto.

Buscando estudar uma técnica que auxilie com fidelidade e precisão no diagnóstico da vitalidade pulpar visando estimular uma resposta da mesma, há um consenso na literatura quanto ao emprego dos testes de sensibilidade. Sabe-se que testes de sensibilidade pulpar, embora sejam amplamente utilizados pelos cirurgiões-dentistas, apresentam inúmeras limitações e falsos-positivos. Testes térmicos e elétricos tem sido alvos de diversas pesquisas, esses visam estimular os receptores a fim de produzir reações sensitivas dolorosas ou não. Nos testes de sensibilidade a resposta pulpar é obtida a partir do sistema nervoso e da atividade circulatória pulpar, esta dinâmica sensorial influencia diretamente na incapacidade das técnicas de diagnosticarem corretamente. A dor, a principal manifestação sintomatológica apresentada pelos testes sensitivos, aponta-se como um fator subjetivo. Uma vez que, ela é determinada pelo âmbito psicológico do paciente, que influenciado pelo estresse e medo durante o procedimento clínico, tem, muitas vezes, dificuldade de explicar os estímulos gerados por esses testes. Por conseguinte, prejudicando a correta interpretação das técnicas utilizadas pelo Cirurgião-dentista (SETZER et al., 2012; BARGRIZAN et al.,2016).

No presente trabalho foi discutido os testes de vitalidade pulpar, com ênfase dada ao oxímetro de pulso. A Oximetria de pulso em sua origem e desenvolvimento deteve-se inicialmente à área Médica para auxílio em casos de Hipóxia nos tecidos, porém, atualmente, seu uso abrange diversas áreas da saúde. Na Odontologia, suas características base como teste de vitalidade da polpa dentária tiveram aceitação positiva entre os autores, uma vez que a literatura descreve a técnica como minimamente invasiva, indolor e prática. Dessa forma, seu emprego no campo da Endodontia tornou-se sucinto, válido e seguro para o aferir o oxigênio pulpar e, com base nos resultados obtidos, desenvolve-se diagnósticos fundamentados (ABRÃO, 2006; KELLY et al., 2014; JUBRAN, 2015).

No que se refere a mecânica do oxímetro de pulso, o mecanismo apresentou-se o mesmo para a literatura, havendo ressalvas delimitadas pelos autores sobre sua capacidade e incapacidade de averiguar corretamente a saturação de oxigênio

interna da polpa. Fatores intrínsecos e extrínsecos foram apontados pelas bibliografias como limitantes do uso, ou seja, problemas advindos de ordem fisiológica do paciente ou da incapacidade mecânica do oxímetro de aferir corretamente. Dentre esses, a estrutura do esmalte é indicada pelos autores como o fator intrínseco gerador das maiores alterações de resultados. As mudanças na hemoglobina, principalmente oriundas do aumento das concentrações de dióxido de carbono, e, também, do aumento metabólico produzido pela elevação da acidez proveniente de processos inflamatórios sistêmicos, foram outros aspectos intrínsecos bastante citados pela bibliografia. Nos fatores extrínsecos as sondas do oxímetro de pulso foram apontadas como os componentes mecânicos que proporcionaram as maiores disparidades de forma e dificuldade de adaptação apresentada pelos autores, prejudicando o uso da técnica em Odontologia (GOPIKRISHNA; TINAGUPTA; KANDASWAMY, 2007; JAFARZADEH; ROSENBERG, 2009; CALDEIRA et al., 2016).

A taxa de saturação de oxigênio apresentada pelo oxímetro de pulso mostrou-se constante estatisticamente entre os artigos científicos, mantendo-se acima de 87% em dentes vitais sem presença de processos inflamatórios pulpare (KELY et al., 2014; BARGRIZAN et al., 2016). No que tange a correlação de uso do índice de saturação de oxigênio do dedo como guia comparativo para a taxa de SpO₂ do dente possui concordância entre maior parcela dos autores em seu uso. Dessa forma, sabe-se que as taxas têm variação de 5 à 10% nos grupos controles na maioria dos estudos, isto devido as estruturas anatômicas dos dedos e dos dentes das e suas complexidades (CALIL et al.,2008; POZZOBON et al.,2011; MOHAMMED et al.,2014). Não obstante, foram apresentados em alguns estudos taxas com maior discrepância, acima de 10%, entre os índices dentário e do dedo (STELLA et al.,2014).

O oxímetro de pulso é apontado como teste de vitalidade pulpar com capacidade comprovada pelos pesquisadores para identificação e possível diagnóstico em casos de dente com a polpa necrótica, dentes traumatizados e dentes vitais normais. Em casos de polpa com vitalidade normal e necrose pulpar, a Oximetria teve sucesso em 100% dos casos pesquisados nas diferentes bibliografias utilizadas. Na presença de dentes traumatizados, tanto em adultos como em crianças, o oxímetro foi capaz de determinar a vitalidade pulpar, validando-o como

técnica diagnóstica sobre casos em que outros métodos encontram-se falhos. (GOPIKRISHNA; TINAGUPTA; KANDASWAMY, 2007).

Em Odontopediatria, a Oximetria se demonstra eficaz em sua utilização nos casos de dentes decíduos e dentes permanentes imaturos. A taxa de SpO₂ tem características mutáveis com o avanço da rizogênese. Entretanto, apresenta dados concretos em sua capacidade de diagnóstico pulpar, e vantagens de uso sobre os demais testes de sensibilidade em virtude de sua técnica. Seus benefícios recaem sobre os preceitos básicos da Oximetria, tais como, a praticidade e a ausência de dor, as quais interferem diretamente no manejo clínico infantil (GOHO, 1999; SHAHI, 2015).

Não há entendimento na literatura sobre a capacidade da Oximetria de mensurar precisamente os diferentes níveis de oxigenação dos estágios inflamatórios da polpa dentária. Isso se deve ao fato de que, as taxas de SpO₂ oscilam amplamente entre as diversas pesquisas do assunto, levando muitos autores a concluírem que não há dados suficientes para definir as taxas de saturação em valores estáveis nos diferentes estágios da pulpite dentária (SETZER et al., 2012).

A partir desta revisão de literatura não houveram informações bibliográficas nos bancos de dados utilizados para levantar informações sobre o uso do oxímetro de pulso pelo Cirurgião-dentista em ambiente clínico particular. Uma vez que, os estudos se apresentam como avaliações da capacidade de diagnóstico dessa técnica, não relatando elementos sobre seu custo e aplicabilidade na rotina do profissional. Portanto, possibilitando o esclarecimento sobre os aspectos de sua utilização na atualidade em consultório privado odontológico.

6 CONCLUSÃO

As seguintes conclusões foram encontradas a partir deste trabalho:

- A técnica da Oximetria de pulso apresentou ser mais vantajosa e segura em comparação com os testes de sensibilidade citados.

- O Oxímetro de pulso se mostrou efetivo no diagnóstico de dentes com necrose pulpar, polpa saudável e traumatizados.

- Não houveram dados para informar sobre o uso da Oximetria de pulso na rotina clínica do Cirurgião-dentista em consultório particular.

- Não houveram dados significativos para afirmar que a Oximetria de Pulso tenha a capacidade de identificação dos diferentes estágios inflamatórios da polpa dentária.

REFERÊNCIAS

- ABRÃO, Carmen Vianna. *A oximetria de pulso como recurso auxiliar na determinação da vitalidade pulpar de dentes permanentes traumatizados*. 2006. 112 f. Dissertação (Mestrado em Endodontia) - Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.
- AMAR, D. et al. Fluorescent light interferes with pulse oximetry. *J Clin Monit*, v. 5, p. 135-160, 1989.
- AOYAGI, T. Pulse oximetry: its invention, theory, and future. *J Anesth*. 2003; 17 (4): 259-66.
- BARGRIZAN, M. et al. The use of pulse oximetry in evaluation of pulp vitality in immature permanent teeth. *Dent Traumatol*, v. 32, n. 1, p. 43-47, 2016.
- BRANNSTROM, M; LINDEN, L. A.; ASTROM, A. The hydrodynamics of the dentinal tubule and pulp fluid. A discussion of this significance in relation to dentinal sensitivity. *Caries Res*, v. 1, n. 1, p. 310-317, 1967.
- CALDEIRA, C. L. et al. Pulse oximetry: a useful test for evaluating pulp vitality in traumatized teeth. *Dent Traumatol*, v. 32, n. 5, p. 385-390, 2016.
- CALIL, E. *Determinação da vitalidade pulpar in vivo através da oximetria de pulso*. 2003. 121 f. Dissertação (Mestrado em Endodontia) – Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.
- CALIL, E. et al. Determination of pulp vitality in vivo with pulse oximetry. *International Endodontic Journal*, v. 41, n. 9, p. 741, 2008.
- CHAMBERS, I. G. The role and methods of pulp testing in oral diagnosis: a review. *Int Endod J*, v. 15, n. 1, p. 1-15, 1982.
- CHEN, E.; PAUL, V. Dental Pulp Testing: A Review. *Int J Dent*, p. 1-12, 2009.
- COHEN, S.; BURNS, R. C. *Pathways of the pulp*. 10. ed. Louis: Mosby, 2004.
- COHEN, S.; HARGREAVES, K. M. *Pathways of the pulp*. 9. ed. St. Louis: Mosby, 2006.
- COOLEY, R. L.; ROBISON, S. F. Variables associated with electric pulp testing. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, v. 50, p. 66-73, 1980.
- DACHI, F.; HALEY, J. V.; SANDERS J. E. Standardization of a test for dental sensitivity to cold. *Oral Surgery, Oral Medicine, and Oral Pathology*, v. 24, p. 687–692, 1967.
- GIOVANELLA, L. B. et al. Assessment of Oxygen Saturation in Dental Pulp of Permanent Teeth with Periodontal Disease. *Journal of endodontics*, v. 40, n. 12, p. 1927-1931, 2014.

GOHO, Curt. Pulse oximetry evaluation of vitality in primary and immature permanent teeth. *Pediatr Dent*, v. 21, p. 125-127, 1999.

GOPIKRISHNA, V.; KANDASWAMY, D.; GUPTA, T. Assessment of the efficacy of an indigenously developed pulse oximeter dental sensor holder for pulp vitality testing. *Indian J Dent Res*, v. 17, p. 111-113, 2006.

GOPIKRISHNA, V.; TINAGUPTA, K.; KANDASWAMY, D. Comparison of electrical, thermal, and pulse oximetry methods for assessing pulp vitality in recently traumatized teeth. *J Endod*, v. 33, n. 5, p. 531-535, 2007.

GOPIKRISHNA, V.; TINAGUPTA, K.; KANDASWAMY, D. Evaluation of efficacy of a new custom- made pulse oximeter dental probe in comparison with the electrical and thermal tests for assessing pulp vitality. *J Endod*, v. 33, p. 411-414, 2007.

JAFARZADEH, H.; ROSENBERG, P. A. Pulse oximetry: Review of a potential aid in endodontic diagnosis. *J Endod*, v. 35, p. 329-333, 2009.

JUBRAN. A . Pulse Oximetry. *Crit Care*. 2015; 19(1): 272. Published online 2015 Jul 16.

KATAOKA, S. H. et al. Pulp vitality in patients with intraoral and oropharyngeal malignant tumors undergoing radiation therapy assessed by pulse oximetry. *J Endod*, v. 37, n. 9, p. 1197-1200, 2011.

KELY, F. B. et al. Oxygen saturation in the dental pulp of permanent teeth: a critical review. *J Endod*, v. 40, n. 8, p. 1054-1057, 2014.

LONGO, Dan. *Harrison's principles of internal medicine*. 17. ed. New York: McGrawHill, 2009.

LUNDY, T.; STANLEY, H. R. Correlation of pulpal histopathology and clinical symptoms in human teeth subject to experimental irritation. *Oral Surgery, Oral Medicine, and Oral Pathology*, v. 27, p. 187-201, 1969.

MCMORROW, R. C.; MYTHEN, M. G. Pulse Oximetry. *Current Opinion in Critical Care*, v. 12, p. 269-270, 2006.

MEDEIROS, J. M. F; PESCE, H. F. Estudo comparativo in vivo de dois agentes térmicos (gelo e diclorodifluorometano) quanto à sua confiabilidade na detecção da vitalidade pulpar em dentes caninos humanos íntegros pertencentes a pacientes de ambos os sexos. *Rev Paul Odontol*, v. 15, n. 2, p. 18-24, 1993.

MILLER, R. D. et al. *Miller's anesthesia*. 7. ed. London: Churchill Livingstone, 2009.

MILLS, R. W. Pulse oximetry: a method of vitality testing for teeth. *Brit Dent J*, v. 172, p. 334-335, 1992.

MOHAMMED, S. et al. Evaluation of efficacy of a pulse oximeter to assess pulp vitality. *J Int Oral Health*, v. 6, n. 3, p. 70-72, 2014.

- NAIR, R. P. N. Neural elements in dental pulp and dentin. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, v. 80, p. 710-719, 1995.
- NETZER, N. et al. Overnight pulse oximetry for sleep-disordered breathing in adults: a review. *Chest*, v. 120, p. 625-633, 2001.
- NOBLETT, W. C. et al. Detection of pulpal circulation in vitro by pulse oximetry. *J Endod*, v. 22, p. 1-5, 1996.
- PASHLEY, D. H. Dentin permeability and dentin sensitivity. *Proc Finn Dent Soc*, v. 88, n. 1, p. 31-37, 1992.
- PASHLEY, D. H. Smear Layer: physiological considerations. *Oper Dent*, v. 3, p. 13029, 1984.
- PETTERSON, M. T.; BEGNOCHE, V. L.; GRAYBEAL, J. M. The effect of motion on pulse oximetry and its clinical significance. *Anesth Analg*, v. 105, p. 78-84, 2007.
- POZZOBON, M. H. et al. Assessment of pulp blood flow in primary and permanent teeth using pulse oximetry. *Dent Traumatol*, v. 27, n. 3, 184-188, 2011.
- RIEHL, J. et al. Detection of pulpal blood flow in vivo with pulse oximetry in dogs. *Frontiers in Veterinary Science*, v. 3, p. 1-37, 2016.
- SAMRAJ, R. V. et al. Recent advances in pulp vitality testing. *Endodontology*, v. 15, n. 1, p. 14-19, 2003.
- SCHNAPP, L. M.; COHEN, N. H. Pulse oximetry: uses and abuses. *Chest*, v. 98, p. 1244-1250, 1990.
- SCHNETTLER, J. M.; WALLACE, J. A. Pulse oximetry as a diagnostic tool of pulpal vitality. *J Endod*, v. 17, p. 488-490, 1991.
- SETZER, F. C. et al. Clinical diagnosis of pulp inflammation based on pulp oxygenation rates measured by pulse oximetry. *J Endod*, v. 38, n. 7, p. 880-883, jul. 2012.
- SHAHI, Prinka. Comparative study of pulp vitality in primary and young permanent molars in human children with pulse oximeter and electric pulp tester. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, v. 8, n. 2, p. 94-98, 2015.
- SINEX. J. E. Pulse oximetry: principles and limitations. *Am J Emerg Med*. 1999 Jan;17(1):59-67.
- STELLA, J. P. et al. Oxygen saturation in dental pulp of permanent teeth: difference between children/adolescents and adults. *J Endod*, v. 41, n. 9, p. 1445-1449, 2015.
- TROWBRIDGE, H. O. et al. Sensory response to thermal stimulation in human teeth. *J Endod*, v. 6, p. 405-412, 1980.
- VAGHELA, D.; SINHA, A. A. Pulse oximetry and laser Doppler flowmetry for diagnosis of pulpal vitality. *J Interdiscip Dent*, v. 1, p. 14-21, 2011.

YU, C.; ABBOT, P. V. An overview of the dental pulp: its functions and responses to injury. *Australian Dental Journal Endodontic*, v. 52, n. 1, p. 4-16, 2007.