

**CARMEN VIANNA ABRÃO**

**A OXIMETRIA DE PULSO COMO RECURSO AUXILIAR NA  
DETERMINAÇÃO DA VITALIDADE PULPAR DE DENTES  
PERMANENTES TRAUMATIZADOS**

São Paulo

2006

**Carmen Vianna Abrão**

**A oximetria de pulso como recurso auxiliar na determinação da vitalidade pulpar de dentes permanentes traumatizados**

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, para obter o título de Mestre, pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas

Área de Concentração: Endodontia

Orientador: Prof. Dr. Celso Luiz Caldeira

São Paulo

2006

## FOLHA DE APROVAÇÃO

Abrão CA. A Oximetria de pulso como recurso auxiliar na determinação da vitalidade pulpar de dentes traumatizados [Dissertação de Mestrado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 2006.

São Paulo: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

### Banca Examinadora

1) Prof(a). Dr(a). \_\_\_\_\_

Titulação: \_\_\_\_\_

Julgamento: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

2) Prof(a). Dr(a). \_\_\_\_\_

Titulação: \_\_\_\_\_

Julgamento: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

3) Prof(a). Dr(a). \_\_\_\_\_

Titulação: \_\_\_\_\_

Julgamento: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho, com muito amor, a minha família.

Aos meus pais,  
Regina e Marco Antonio,  
pelo exemplo de amor e dedicação.  
Todas as minhas conquistas são graças a vocês.

Aos meus queridos irmãos,  
Cristhina e Dario,  
pelo companheirismo.  
O amor supera tudo e engrandece a nossa relação.  
Juntos superamos todos os obstáculos e nos tornamos cada vez mais unidos.

A minha cunhada Selma  
pelos momentos de muitas felicidades.

Aos meus tios e primos  
por terem nos amado como filhos e irmãos.

### Ao amigo e orientador Celso Luiz Caldeira

Quando foi que começou nossa amizade? Não sei...

Não parece engraçado que sempre queremos lembrar o dia e o momento exato de certos acontecimentos importantes em nossos relacionamentos?

Contudo, quando se trata de amizades, nada disso ocorre, e apenas há a lembrança de momentos inesquecíveis através de anos...

### Ao amigo Professor Antonio Carlos Bombana

Sua amizade é:

O sorriso carinhoso; a delícia da companhia; o apoio ao trabalho; o conforto nas provações; o convite ao progresso; a lição da experiência; o socorro nas crises; a advertência no erro; o estímulo ao serviço; o desafio ao aperfeiçoamento; a cooperação na tarefa e o amparo à própria sustentação.

### Ao Professor João Humberto Antoniazzi

"O valor das coisas não está no tempo em que elas duram, mas na intensidade com que acontecem. Por isso existem momentos inesquecíveis, coisas inexplicáveis e pessoas incomparáveis". (Fernando Pessoa)

### A amiga Professora Maine Skelton

Amigos são flores...

São flores plantadas ao longo do nosso caminho para que saibamos encontrar primavera o ano todo.

São as horas compartilhadas, horas de carinho, horas de amor e cuidado.

Os verdadeiros amigos são a poesia da vida. Eles enchem nossos dias de cores, rimas e risos, e nos seguram a mão quando caminhar parece difícil.

Eles nos mostram que mesmo em dias nublados o sol está no mesmo lugar, e nos ensinam que a chuva pode ser uma canção de ninar nas noites solitárias e vazias.

Amigo é alguém por quem a gente sabe que vale a pena viver...

A todos os Professores do Curso de Pós-Graduação

Pela liberdade de expressão e incentivo ao meu crescimento profissional e pessoal.

Na vida, não vale tanto o que temos nem tanto importa o que somos.

Vale o que realizamos com aquilo que possuímos e, acima de tudo, importa o que fazemos de nós. (Chico Xavier)

Aos amigos do curso de pós-graduação da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo: Adriana, Anelise, Cristiane, Julieta, Karina, Luiz Guilherme e Ronise.

Queridos amigos,

Cada um de nós, seja onde for, está sempre construindo a vida que deseja. Nossa existência é a soma de tudo que fizemos de nós até hoje e toda melhoria realizada, é melhoria na estrada que somos chamados a percorrer. Obrigada por terem feito parte dessa jornada.

Aos amigos Antonio Prado, Carlos Ribeiro, Cláudio Efeiche, Flávia Belmonte, Adriana Paisano, Nathália Alcântara, Alexandre Bezerra, Miguel Haddad, Emílio Carlos Paschoal, Vera Correia, Emerson Rota, Silvia Durante, Marcos Shimizu, José Laurière, Carmo Aun, Érico Lemos, Alexandre Barberini,

Por respeitarem e entenderem a minha ausência.

Que as verdadeiras amizades continuem eternas...

Que as lágrimas sejam poucas e compartilhadas...

Que as alegrias estejam sempre presentes...

Que os corações estejam sempre abertos para novas amizades e novas conquistas.

Que Deus esteja sempre com sua mão estendida apontando o caminho correto.

Que as coisas pequenas como a inveja, sejam retiradas de nossa vida.

Que aquele que necessite de ajuda encontre sempre em nós uma animadora palavra amiga.

Que a verdade sempre esteja acima de tudo.

Que o perdão e a compreensão superem as amarguras e as desavenças.

Que tudo que sonhamos se transforme em realidade.

Aos alunos dos cursos de aperfeiçoamento, de graduação, alunos e colegas do CADE-Trauma

Com quem aprendi, ensinei e acima de tudo convivi com pessoas maravilhosas.

O que eu tenho não me pertence, embora faça parte de mim.

Tudo o que sou me foi um dia emprestado pelo Criador, para que eu possa dividir com aqueles que entram na minha vida.

Ninguém cruza nosso caminho por acaso e nós não entramos na vida de alguém sem alguma razão.

Há muito que dar e que receber; há muito que aprender.

A todos aqueles que de alguma maneira me ajudaram na realização deste trabalho.

Muitas pessoas entrarão e sairão de nossas vidas, mas só as verdadeiramente amigas deixarão marcas em nossos corações!

## AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Celso Luiz Caldeira pela orientação e confiança.

Ao Professor Antonio Carlos Bombana pelos momentos de aprendizado, incentivo e apoio emocional, na minha vida particular e acadêmica.

Aos funcionários do Departamento de Dentística e Endodontia da FOUSP: Neusa, Ana Maria, Aldo, Davi, Leandro, Luiz, Arnaldo e Sônia, minha mais sincera gratidão.

À Kátia e à Nair da CPG, pela sua dedicação e paciência.

Ao Sérgio da Casa das Teses, pela sua competência.

Aos funcionários da Biblioteca, sempre eficientes e atenciosos: Vânia; Aguida, Paschoal, Luzia, Ceci por toda atenção e dedicação.

*No presente lembramos o passado, recordando essa ou aquela data pelos acontecimentos importantes ocorridos junto a pessoas, porém não tens motivos para precisar o dia exato em que começastes a ser amigo de alguém...*

*E mais, talvez no início não tivesses intenção, ou não previstes que algum dia poderias desenvolver um sentimento, com aquela pessoa que hoje tens como grande amiga...*

*Estive pensando em tudo isto e, bem, não importa se o relacionamento é de cinco, dez, vinte anos ou de uns poucos dias...*

*O importante é que neste mesmo tempo se construiu a confiança, o respeito, a tolerância, o carinho.*

*Hoje a vocês meu grande abraço!*

*Que a vida lhes seja sempre sorridente!*



Abrão CA. A Oximetria de pulso como recurso auxiliar na determinação da vitalidade pulpar de dentes traumatizados [Dissertação de Mestrado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 2006.

## RESUMO

A verificação da vitalidade pulpar depende de recursos semiotécnicos específicos, e, entre eles, os mais comumente empregados são os testes térmicos e elétrico. Tais testes apresentam limitações clínicas que interferem na análise e interpretação dos dados obtidos pelos mesmos. Os testes de sensibilidade são estímulos de origem térmica, elétrica ou mecânica aplicáveis ao dente e que são transmitidos às fibras nervosas sensitivas pulpares. Portanto, não leva em consideração a atividade circulatória do tecido pulpar e as condições de oxigenação, que são os reais indicadores da vitalidade do tecido. Nos casos de traumatismos dentários, por diversos fatores, a resposta pulpar se torna ainda mais difícil de obter. Assim, faz-se necessário avaliar o comportamento fisiológico pulpar através de testes denominados fisiométricos, destacando-se nesta área a oximetria de pulso, que é um método não invasivo e objetivo para determinação da saturação de oxigênio e taxa de pulso de um determinado tecido. Este estudo procurou estabelecer parâmetros para a utilização do oxímetro de pulso como teste de vitalidade pulpar, avaliando, comparativamente, os níveis de saturação de oxigênio obtidos do dedo indicador, de dentes controle positivo e de dentes permanentes traumatizados dos mesmos pacientes. Os dentes traumatizados apresentavam resposta negativa ao teste de sensibilidade pulpar com gás refrigerante e ausência de outro sinal ou sintoma indicativo de necrose pulpar. Os resultados mostraram que não houve diferença estatisticamente significativa comparando-se as taxas de oxigenação dos dentes traumatizados nos três tempos (inicial, 30 e 60 dias) e que houve correlação entre as taxas de oxigenação do dedo indicador e dos dentes traumatizados e entre os dentes controle e os dentes traumatizados. Comparando-se as leituras obtidas neste estudo pode-se afirmar que taxas de oxigenação obtidas nos dentes traumatizados são confiáveis, permitindo ainda um monitoramento da condição pulpar ao longo do tempo.

Palavras-Chave: Teste da polpa dentária; Traumatismo dentário; Oximetria de pulso

Abrão CA. Pulse oximetry as auxiliar test for determination of pulp vitality in traumatized permanent teeth [Dissertação de Mestrado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 2006.

## **ABSTRACT**

The evaluation of pulp vitality depends on diagnosis methods. The most widely used are thermal and electric stimulation. However, thermal and electric testing has limitations in providing accurate diagnosis. These tests are subjective and depend upon perceived response of the patient to a stimulus, as well as the interpretation of that response by the dentist. The limitations with present pulp testing methods are that they only indirectly monitor pulp vitality by measuring neural responses and not circulation. For traumatized teeth, the pulp can be affected in a variety of ways as a function of the severity of the injury therefore, that teeth may not respond to vitality test and establishing an accurate and expedient diagnosis is even more complicated. Pulse oximetry is a completely objective test, requiring no subjective response from the patient and directly measures the blood oxygen levels. This present study purpose was to evaluate the efficiency of pulse oximetry for testing pulp vitality by establishing correlation parameters between blood oxygen levels from the patient's index finger, positive control teeth and traumatized permanent teeth which do not respond positively to thermal test with refrigerant spray and do not show any other sign or symptom of mortification. The results showed that there was no statistical significance between blood oxygen levels from traumatized teeth at the three different measure times (initial, 30 and 60 days) and there was a correlation between blood oxygen levels from index finger and the traumatized teeth and control teeth and traumatized teeth.

Keywords: Dental pulp test; Dental trauma; Pulse oximetry

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 4.1 - Aparelho oxímetro de pulso marca Oxigraph.....	49
Figura 4.2 - Sensor odontológico para oximetria de pulso em "Y" .....	49
Figura 4.3 - Aplicação da oximetria de pulso no dedo indicador do paciente .....	50
Figura 4.4 - Aplicação do teste de vitalidade pulpar através da oximetria de pulso...	51
Gráfico 5.1 - Saturação arterial de oxigênio, expressa em porcentagem, entre os dentes traumatizados nos três tempos experimentais (0, 30 e 60 dias).....	53
Tabela 5.1 - Análise estatística dos dados obtidos com as leituras de saturação arterial de oxigênio entre os dentes traumatizados, considerados os três tempos de leitura.....	54

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

FLD Fluxometria Laser Doppler

$H_0$  hipótese de nulidade

$\mu\text{m}$  micrômetro

nm nanômetro

NS Não Significante

S Significante

$\text{SaO}_2$  Saturação de Oxigênio

—

X média

# SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	<b>18</b>
<b>3 PROPOSIÇÃO.....</b>	<b>43</b>
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>45</b>
<b>5 RESULTADOS.....</b>	<b>52</b>
<b>6 DISCUSSÃO.....</b>	<b>55</b>
<b>7 CONCLUSÕES.....</b>	<b>74</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>76</b>
<b>APÊNDICES.....</b>	<b>88</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>109</b>

# *INTRODUÇÃO*

# 1 INTRODUÇÃO

Diagnóstico constitui conhecimento, experiência e técnica em identificar doenças, tendo por base apuração e interpretação de sinais e sintomas. Para tanto, profissionais da área de saúde baseiam-se na coleta e interpretação dos dados obtidos quando do exame físico do paciente e em exames complementares. Diagnosticar, com a máxima precisão possível, é fundamental, tendo em vista estabelecer qual tratamento ou intervenção deva ser realizado.

Especificamente em Endodontia, dificuldades têm oportunidade quando se busca determinar o real estado clínico pulpar. Isso decorre do somatório de diversos fatores, que por vezes tornam o diagnóstico mais sugestivo do que conclusivo, restando como única certeza a inspeção histopatológica da polpa, aspecto de prática clínica absolutamente impossibilitado.

Mesmo assim sendo, em se tratando de dentes traumatizados, a precocidade do diagnóstico, resguardadas as limitadas condições clínicas diagnósticas, próprias da Endodontia, pode ser determinante para o bom êxito do tratamento.

Nesse rumo, importa salientar os princípios da coleta e interpretação de dados, registrando sistematicamente sinais e sintomas; e, valendo-se da análise minuciosa dos mesmos, estabelecer diagnóstico o mais próximo possível às condições reais, buscando-se assim, tornar possível orientação mais segura voltada à aplicação de convenientes procederes terapêuticos.

Assim, para que o tratamento de dentes traumatizados possa acenar com probabilidades de sucesso, faz-se necessária cuidadosa coleta e interpretação dos dados obtidos durante anamnese, exames físico e complementares.

Dentre os recursos semiotécnicos mais utilizados em Endodontia, os testes de sensibilidade pulpar alcançam maior aceitação. Nesses, por meio de estímulos elétricos ou térmicos, busca-se atingir os receptores nervosos sensitivos pulpares, gerando ou não uma resposta de sensibilidade.

Interpretando os dados obtidos com tais testes torna-se possível estabelecer o provável estado de saúde pulpar. Tais testes baseiam-se em respostas obtidas diante da aplicação de estímulos destinados a provocar respostas de sensação dolorosa diante da estimulação empregada, ficando, entretanto, sujeitos a variações. Essas incluem, a própria sensibilidade do paciente, o interpretar da resposta por parte do profissional que, necessariamente fica vinculada à observação sobre o existir de restaurações dentárias, nível de formação radicular, dentes com maior espessura de esmalte ou de dentina reparativa, grupo dental e dentes que anteriormente tenham sofrido outros traumatismos, condições essas que podem induzir falsas interpretações diagnósticas.

Medo, ansiedade e antecipação da dor constituem condições emocionais complicadoras em relação ao comportamento do paciente, dada a necessidade da aplicação de testes que, em função de sua aplicação, podem gerar, minimamente desconforto ou até dor, acorde relatado por Eli (1993)

Para mais, tratando-se de traumatismos dentários, o fator psicológico caracteriza envolvimento emocional extenso, onde se incluem tanto os pacientes, os profissionais, como também os acompanhantes, que invariavelmente buscam estarem presentes.

Como já salientado, determinar a vitalidade pulpar testando apenas a sua resposta sensorial nervosa é discutível, pois tal procedimento não é bastante sensível para determinar o real grau de envolvimento pulpar, já que a vitalidade não



depende apenas do suprimento nervoso pulpar, mas envolve também o suprimento sanguíneo.

O diagnóstico do estado pulpar diante de traumatismo dental costumeiramente fica intrincado, no que tange à obtenção de respostas de sensibilidade pulpar confiáveis, pois a capacidade de condução das terminações nervosas ou dos receptores sensoriais fica desordenada (COHEN; BURNS, 2000), podendo o dente apresentar resposta sensorial negativa apesar do tecido pulpar estar viável. Tal fenômeno é conhecido como choque pulpar.

Assim, muitas vezes, após um trauma, o dente pode não responder aos testes de sensibilidade, mas é possível existir circulação sanguínea pulpar, e após algum tempo o dente voltar a responder positivamente, até porque, conforme Bhaskar e Rappaport (1973), o suprimento sanguíneo resiste melhor aos traumatismos do que o nervoso.

Diante disso, e como alternativa à excitação sensorial, encontra validade a aplicação de recursos capazes de mensurar a corrente sanguínea. Tais recursos são denominados fisiométricos e visam determinar o fluxo sanguíneo do tecido que está sendo examinado, sendo por isso menos sujeitos às limitações e variáveis que envolvem os testes de sensibilidade pulpar.

Os testes fisiométricos são utilizados em larga escala na Medicina. Entre eles a fluxometria a laser busca avaliar a microcirculação sanguínea de um determinado tecido e a oximetria de pulso monitorar a taxa de pulso e grau de oxigenação sanguínea.

A avaliação do fluxo sanguíneo, por meio do Fluxômetro Laser Doppler (FLD), tem sido sugerida como técnica alternativa auxiliar no diagnóstico da vitalidade pulpar em dentes permanentes. Na literatura, essa técnica já foi relatada para a

mensuração do fluxo sanguíneo pulpar de dentes traumatizados (EVANS et al., 1999), portadores de lesões cariosas (CHANDLER; PITT FORD; WATSON, 2001), sob movimentação ortodôntica (BARWICK; RAMSAY, 1996), após cirurgia ortognática (JUSTUS et al., 2001), diante da aplicação de anestesia local (CHING et al. 1996), e em medidas do fluxo sanguíneo gengival (ATKINS; TUNCAY, 1993).

Por sua vez, a oximetria de pulso é um método não invasivo e capaz de determinar o nível de saturação de oxigênio e a taxa de pulso dos tecidos. O princípio consiste em dois diodos emissores de luz, um vermelho e outro infravermelho, que são ligados e desligados em ciclos de 500 vezes por segundo. As emissões dessas fontes de luz são captadas por um fotodiodo receptor e convertidas por circuitos eletrônicos em saturação arterial de oxigênio e taxas de pulso (MILLS, 1992).

O oxímetro de pulso pode ter extrema importância para o diagnóstico da vitalidade pulpar em dentes traumatizados já que, Teitler et al. (1972) concluíram pela não validade da aplicação de testes de vitalidade logo após traumatismos dentários.

A literatura alerta para a possibilidade de ocorrerem enganos durante a coleta de dados para o diagnóstico da vitalidade pulpar nas situações de trauma, principalmente quando se utilizam apenas os recursos semiotécnicos convencionais. A utilização do oxímetro de pulso pode ajudar a diagnosticar a vitalidade pulpar, uma vez que a sensibilidade dolorosa se torna muito variável nos dentes traumatizados e a subjetividade das respostas obtidas pode variar enormemente em vista do estado de choque pulpar presente.

Portanto, justifica-se o desenvolvimento deste estudo, que pretende avaliar a validade da utilização de um método de diagnóstico do estado pulpar, não subjetivo

e não invasivo, tendo por base a avaliação da circulação sanguínea do tecido pulpar, em situações de traumatismos dentários.

**REVISÃO**  
**DA**  
**LITERATURA**

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

O diagnóstico em Endodontia assume um caráter de fundamental importância no sucesso do tratamento preconizado. Dentre as manobras diagnósticas a determinação da vitalidade pulpar exige medidas semiotécnicas apropriadas fazendo-se necessário interpretar dados obtidos através da anamnese, exame físico intra e extra-oral e exames complementares na busca de alterações do padrão de normalidade. O correto diagnóstico é então a base para uma terapia racional e, portanto, o primeiro degrau para instituição de um tratamento adequado (ROBINSON, 1963).

Conforme Baume (1970) e Dummer, Hicks e Huws (1980), a correta indicação para aplicação de um tratamento endodôntico depende das causas, efeitos e dinâmica da fisiopatologia pulpar, como também, da sintomatologia presente, constituindo essas as bases para o alcance de um diagnóstico diferencial.

Acorde Castagnola e Negro (1972), a avaliação da vitalidade pulpar é essencial quando verificamos presença de dor. A identificação de sua sede permite diferenciar dores de origem dental de outras de ordem reflexa. É fundamental também em dentes que serão portadores de restaurações protéticas; dentes sujeitos à atrição, abrasão ou bruxismo; dentes que apresentem alterações cromáticas; dentes que sofreram traumatismos; dentes com envolvimento periodontal; e, em dentes que apresentem sinais de alterações apicais, tendo-se que instaurar investigações para o realizar de diagnóstico diferencial.

A determinação da vitalidade pulpar implica procedimentos semiotécnicos próprios, que visam estimular a resposta pulpar. Na dependência do meio utilizado,

se faz necessária a interpretação das respostas obtidas e a ordenação sistemática dos dados coletados (HYMAN; COHEN, 1984).

Os testes de sensibilidade pulpar estão entre os recursos semiotécnicos mais utilizados em Endodontia. Esses, por meio de um estímulo (elétrico ou térmico), buscam atingir os receptores nervosos sensitivos pulpares, gerando ou não, resposta dolorosa.

O estímulo elétrico é utilizado para sensibilizar receptores teciduais, tendo por base, passagem de uma corrente elétrica através do tecido, condição essa, que pode gerar resposta ou não.

A utilização do estímulo elétrico como recurso auxiliar no diagnóstico das condições clínicas pulpares remonta aos estudos realizados por Magitot <sup>1</sup> (1867, apud REYNOLDS, 1966), cujo princípio, sediou-se no induzir de corrente elétrica em dentes portadores de sinais de cáries, como também, o relatado por Woodward <sup>2</sup> (1896, apud REYNOLDS, 1966) que determinou a presença ou ausência de vitalidade de dentes, com base nesse meio

A partir das experiências neurofisiológicas de Bjorn (1946) foi possível determinar os princípios necessários à realização de testes em pacientes, passando o uso da estimulação elétrica a gozar de maior aceitação por parte da comunidade científica.

Ehrmann (1977) relatou que o teste elétrico é especialmente eficaz no acompanhamento das condições de vitalidade pulpar de dentes que sofreram algum tipo de traumatismo e naqueles de pacientes idosos que, habitualmente, apresentam deposições dentinárias extraordinárias.

---

<sup>1</sup> Schaefer J.. Pulp testing, New York J Dent 28:48, 1958.

<sup>2</sup> Schaefer J.. Pulp testing, New York J Dent 28:48, 1958.

Vários autores estudaram o teste elétrico em comparação à aplicação do frio, por meio de água congelada, concluindo por resultados comparativos bastante satisfatórios, dentre eles: Aun et al. (1992), Aun et al. (1994), Fulling e Andreasen (1976), Fuss et al. (1986), Klein (1978), Nahri et al. (1979), Reynolds (1966), Schilich e Schilich (1973), Von Eifinger (1970).

Cooley e Robison (1980), entretanto, salientaram limitações do teste elétrico quanto ao tipo de aparato usado, às variáveis clínicas e ao paciente.

Berger (1986), Fuhr e Scherer (1968), encontraram diferentes respostas quando da aplicação do teste elétrico nos diferentes grupos dentários.

Baumann (1964), Mayer e Heppe (1974), preocupam-se com a utilização do teste elétrico em situações que freqüentemente revelam falsas interpretações, tais como: dentes portadores de aparelho ortodôntico (BURNSIDE; SORENSON; BUCK, 1974; EHRMANN, 1977); dentes permanentes jovens (AUN et al., 1992; FUSS et al., 1986); dentes com restaurações extensas ou portadores de próteses (BAUMANN, 1964; COOLEY; ROBISON, 1980; FULLING; ANDREASEN, 1976; HUTZLI, 1971); dentes que sofreram traumatismos (BHASKAR; RAPPAPORT, 1973); dentes com rizogênese incompleta (AUN et al., 1994; FULLING; ANDREASEN, 1976; KLEIN, 1978; VON EIFINGER, 1970); ou, aqueles que apresentam diminuição no volume da câmara pulpar em função da deposição dentinária fisiológica ou decorrente de processos patológicos.

Existe ainda a preocupação do possível ocorrer de interpretações falsamente positivas, diante do aplicar da estimulação elétrica, em função da presença de restaurações metálicas na região proximal. Essas são capazes de permitir o transporte de estímulos elétricos, facilitados que são, pela presença da saliva, conduzindo-os até as fibras do ligamento periodontal, Cohen e Burns (1994);

Cooley e Robison (1980); Greenwood, Horiuchi e Matthews (1972); Matthews e Searle (1974), Matthews; Horiuchi e Greenwood (1974), Mumford (1967) e Nahri et al. (1979).

Pileggi; Dumsha e Myslinski (1996) induziram trauma dental (concussão), em animais (furões). Observaram que a resposta ao teste elétrico retornou, entre 10 e 12 dias após o trauma. Verificaram ademais, significativo aumento no número, como também, no tamanho dos vasos sanguíneos quando comparado ao grupo controle.

As primeiras referências ao emprego estímulo térmico remontam ao ano de 1898 com os estudos de Walkhoff (1898), e aos trabalhos de Jack (1899), que procurava estimular termicamente a superfície do dente através da aplicação de água a temperaturas variadas, buscando resposta de sensibilidade no paciente e tentando controlar a intensidade desse estímulo.

Sorenson et al. (1962) desenvolveram equipamento que controlava a temperatura da água acondicionada num tubo de vidro, variando sua temperatura entre 0 e 70°C sob monitoramento constante.

O emprego da guta-percha aquecida como fonte de estímulo foi, por algum tempo, um recurso bastante utilizado. Todavia, limitações relacionadas à ocorrência de falsos negativos (LUNDY; STANLEY, 1969) e dificuldade no controle da temperatura de aquecimento (CHAMBERS, 1982), determinaram restrições ao seu uso.

Chambers (1982) ressalta o fato de que não se pode deixar de levar em consideração a possibilidade de ocorrências falso positivas em dentes com mortificação pulpar, uma vez que a expansão dos gases oriundos da decomposição pulpar pode acarretar sensibilidade dolorosa em função da pressão causada na



região periapical.

O teste térmico com frio, empregando-se o bastão de gelo, teve sua confiabilidade e praticidade demonstrada por Austin e Waggener (1941), contudo, limitações relacionadas à presença de dentina secundária já eram abordadas, assim como presença de abrasão ou erosão e mesmo a presença de restaurações protéticas. Existem ainda inúmeras variáveis para o diagnóstico endodôntico relativas à aplicação do teste com frio, pois, essas freqüentemente dependem das alterações patológicas, fisiológicas e anatômicas, fatores capazes de modificar a percepção dos estímulos dificultando a determinação do estado pulpar, condições essas vinculadas ao paciente como idade, frigoresistência, tensão e ansiedade.

Interferências relacionadas à idade do paciente devem ser vistas sob dois prismas. De um lado decorre deposição dentinária conforme o grau de amadurecimento do dente, e de outro, encontram-se os dentes com rizogênese incompleta, possuidores de número significativamente menor de axônios mielínicos e amielínicos, dificultando a transmissão do estímulo às fibras nervosas sensitivas pulpares (JOHNSON; HARSHBARGER; RYMER, 1983).

Philippas e Applebaum (1966) examinaram ao microscópio, incisivos centrais superiores íntegros de pacientes com idades diferentes. Observaram que, para pacientes com idades entre 11 e 15 anos, a dentina primária estava completada e a dentina secundária já estava presente. Para os grupos analisados (até 71 anos), ocorreu um aumento gradual de dentina reparativa na câmara pulpar e de dentina secundária no canal radicular, até que nos grupos acima de 71 anos notou-se um aumento de dentina secundária suficiente para obliterar a entrada do canal radicular.

Segundo Bernick (1964, 1972), com relação aos dentes jovens, ocorre na camada odontoblástica uma deficiência de formação, pela precocidade de sua instalação, inabilitando a transmissão do estímulo para a unidade receptora sensitiva intrapulpar em várias situações.

Limitações relacionadas aos grupos dentais referem-se a dentes que apresentam maior espessura de esmalte e dentina, como os caninos, nos quais se faz necessário aplicar maior cuidado quando da realização do teste com frio, em função da maior dificuldade em se obter respostas positivas (DACHI; HALEY; SANDERS, 1967).

Barletta (1992) salientou que a utilização do bastão de neve carbônica, como fonte de estímulo permitiu a obtenção de resultados bastante animadores, o autor observou um rápido e significativo decréscimo na temperatura intrapulpar, sem que ocorressem danos à estrutura dental, fato esse que vai ao encontro dos estudos de Pesce, Medeiros e Riso (1985), que se valendo da aplicação de lápis de gelo verificaram alta incidência de respostas positivas ao teste de sensibilidade.

Ressalvas com relação à realização do teste com frio devem ser feitas, principalmente no que tange aos dentes com grande espessura de esmalte e ou dentina e dentes que sofreram traumatismo.

Atualmente, com o emprego dos gases refrigerantes sob a forma de aerossol, decorreu maior confiabilidade na avaliação da resposta pulpar, principalmente em dentes com grande espessura dentinária (CALDEIRA et al., 1995, MEDEIROS; PESCE, 1993) e em dentes com rizogênese incompleta (AUN et al., 1994), tanto para o diclorodifluorometano (CASTAGNOLA; NEGRO, 1972), quanto para o tetrafluoroetano (BUCKINGHAM, 1982).

No que se refere à capacidade resfriadora das substâncias refrigerantes Aun

et al. (1994) avaliaram comparativamente a confiabilidade do gelo, teste elétrico e diclorodifluorometano em 86 incisivos centrais superiores com rizogênese incompleta, de pacientes entre 7 e 8 anos de idade. Os autores observaram 93% de respostas positivas ao diclorodifluorometano para um tempo de resposta de 0,45 segundos; 4,64 segundos para o teste elétrico e 5,8 segundos para o gelo.

Ainda em relação à espessura de dentina, em um estudo clássico Shillingburg e Grace (1973) analisaram dentes íntegros divididos por faixas etárias, que foram seccionados transversalmente, milímetro a milímetro na porção coronária e 3 mm na porção radicular, permitindo medições. Os resultados mostram maiores índices de espessura de esmalte e dentina para os dentes molares, caninos superiores e pré-molares, nessa ordem, em todas as faixas etárias verificadas. Observaram ainda, que a espessura de dentina aumenta significativamente com o avançar da idade.

Ueti (1996) estudou a espessura esmalte/dentina em função da idade, grupo de dentes e distância com a porção externa da coroa clínica, nesse estudo foram selecionados 64 dentes superiores (incisivos, caninos, pré-molares e molares), com características clínicas normais, obtidos de pacientes de quatro faixas etárias (16-25, 26-35, 36-45 e 46-55 anos). Foram tomadas radiografias periapicais individuais e padronizadas que foram projetadas em um papel fixado em uma parede, determinando-se um aumento de 10 vezes para projeção. A imagem projetada foi delineada no papel e as medidas da espessura esmalte/dentina foram aferidas com o uso de um paquímetro micrométrico. Essas medidas foram transformadas em valores correspondentes ao tamanho normal dos dentes (1/10). O autor conclui que a espessura esmalte/dentina aumenta com a idade; os incisivos centrais apresentam a maior espessura entre todos os grupos estudados; a menor espessura é

encontrada nas distâncias mesiais; nas faixas etárias mais jovens é mais intenso o aumento da espessura esmalte/dentina, diminuindo, em intensidade, paulatinamente, nas faixas etárias mais adultas.

Neste ponto, cabe rever aspectos anatomofisiológicos da polpa e das possíveis alterações a que fica exposta.

A polpa é um tecido conjuntivo altamente vascularizado formado por fibras colágenas, elementos celulares, fibras nervosas e vasos sanguíneos, contida numa cavidade inelástica (PAIVA; ANTONIAZZI, 1993). Os odontoblastos, células especializadas, são responsáveis pela formação dentinária, assim como pela sensibilização e nutrição. Acredita-se que a extensão dos processos odontoblásticos nos túbulos dentinários possa alcançar até um terço do seu comprimento (THOMAS; PAINE, 1983).

Os odontoblastos são capazes de formar dentina ininterruptamente, mas são incapazes de fazer mitose, o que explica a formação irregular da dentina reparativa, fato esse que é dependente da intensidade do estímulo que ocasionou o dano inicial.

Persistem dúvidas quanto ao caminho perseguido pela estimulação, pela qual, a energia aplicada externamente à superfície dentária, sob a forma de estímulo térmico frio, é convertida em sinais que estimulam a unidade sensorial do dente.

Segundo Pashley e Parsons (1987), a transmissão dos estímulos pode ser explicada por algumas hipóteses, como:

- terminações nervosas ou nociceptores que, localizadas na própria dentina, respondem diretamente quando da sua estimulação;
- os odontoblastos funcionam como receptores que geram impulsos nervosos, por ação química ou elétrica e

- estímulos aplicados à dentina produzindo um deslocamento do conteúdo tubular e excitando as terminações nervosas pulpares (teoria hidrodinâmica).

A teoria mais freqüentemente aceita é a teoria hidrodinâmica, acorde Brannstrom, Linden e Astrom (1967) e Pashley (1992), pela qual ocorrem alterações hidráulicas intratubulares, causadas pela movimentação proveniente da contração térmica do fluido dentinário, que poderiam ativar os mecanoreceptores mais próximos da polpa, e excitar as terminações nervosas das fibras do tipo A-Delta.

A aplicação de estímulo térmico ao dente, principalmente o frio, produz certamente uma rápida movimentação do fluido dentro dos túbulos dentinários. Que se comportam como finos tubos capilares e fazem com que o fluido se mantenha contraído pela pressão das forças capilares, causando a estimulação das terminações nervosas intrapulpares.

Uma redução da temperatura na superfície dentária da ordem de 20 a 30 °C pode causar uma movimentação de fluido de 3 a 4  $\mu\text{m}$  (TROWBRIDGE et al., 1980).

Outro fator a considerar, refere-se à quantidade de túbulos dentinários (LINDE, 1984), que varia em função da localização, próximo à polpa encontramos cerca de 65.000 túbulos por  $\text{mm}^2$  e cerca de 15.000 mil junto à periferia do dente, fato corroborado por Pashley (1984, 1985).

Estudos, como os de Mjör e Nordahl (1996), demonstram que os túbulos dentinários são interligados entre si por um sistema intrínseco de canalículos que partem dos túbulos principais em várias direções, o que poderia dificultar ainda mais a movimentação do fluido tubular e a transmissão do estímulo.

Estímulos mecânicos, térmicos e químicos iniciam um impulso que origina a movimentação de fluidos nos túbulos dentinários resultando em distorção das

terminações nervosas no plexo de Raschkow sensibilizando assim os nervos sensitivos pulpaes (Walton; Torabinejad, 1997).

Quanto à inervação pulpar propriamente dita, tanto fibras nervosas mielínicas como amielínicas são encontradas na polpa.

As fibras nervosas amielínicas fazem parte do sistema simpático que controla a contração e expansão dos vasos sangüíneos. As fibras nervosas sensoriais da polpa, responsáveis pela sensibilização e dor, penetram via forame apical até alcançarem a polpa coronária, onde atingem a área adjacente à camada subodontoblástica rica em células, e formar o complexo de Raschkow, onde, alguns pequenos filamentos, podem passar à pré-dentina (ROWE; PITT FORD, 1990).

As fibras amielínicas, tipo C, são principalmente responsáveis pelos sintomas dolorosos dos estágios finais da inflamação, apresentando-se inclusive resistentes à fase inicial do processo de necrose. Entretanto, as principais fibras nervosas são as mielinizadas, do tipo A-Delta, facilmente estimuladas e que detectam as dores mais fugazes, sendo as responsáveis diretas pela sensibilização quando da aplicação de um estímulo térmico com frio (OLGART, 1986).

Os dentes podem ser afetados por traumatismo em qualquer idade, o maior índice de incidência de trauma é observado em crianças com faixa etária que vai dos 8 aos 11 anos de idade sendo os incisivos centrais superiores os dentes mais afetados (ANDREASEN; RAVN, 1972). Dados obtidos em recente levantamento no Centro de Atendimento de Dentística e Endodontia (CADE-Trauma) da Universidade de São Paulo corroboram essa afirmação. Verificou-se no ano de 2005 que dos 658 dentes que sofreram traumatismos e foram atendidos nesse Centro no ano de 2004, 92 dentes se incluíam na faixa dos 8 aos 11 anos de idade, sendo os incisivos centrais superiores responsáveis por 66,40% dos casos. O principal fator etiológico

foi à queda em bicicleta 19,93% e a fratura de esmalte e dentina sem exposição pulpar responsável por 27,66% dos casos (BEZERRA et al.,2004) <sup>3</sup>.

Johnson, Harshbarger e Rymer, (1983), analisando dentes em fase de maturação, puderam constatar que os mesmos apresentavam um número significativamente menor de axônios mielínicos e amielínicos, assim como de fibras tipo A-Delta e tipo C, dificultando assim a transmissão do estímulo, sua percepção e sensibilização.

Essa limitação na função sensorial da polpa pôde ser esclarecida diante da análise histológica das fibras sensoriais intrapulares em dentes imaturos, observando-se que essa deficiência perdura até que o dente esteja em função oclusal e mastigatória na cavidade oral por cerca de 4 a 5 anos (FEARNHEAD, 1963).

Em razão da freqüência com que ocorrem tais estimulações, é de se pressupor que ocorra com o passar da idade, uma diminuição da capacidade dos nervos pulparem em responder aos estímulos, acelerando muito a deterioração do complexo pulpar, essencialmente da função sensitiva (FRIED, 1992).

Bernick (1967) analisou histologicamente dentes de pacientes com idade acima de 40 anos, constatando diminuição do volume da câmara coronária e da quantidade de fibras nervosas e vasos sangüíneos, pressupondo uma íntima relação disso com a redução da excitabilidade dos dentes mais senis.

Nos casos onde a polpa permaneça vital o trauma irá estimular a polpa a produzir dentina podendo levar gradativamente a obliteração total do canal pulpar como bem salientam Andreasen e Andreasen (1994). Os autores relatam que em

---

<sup>3</sup> Bezerra AG et al. Levantamento epidemiológico dos casos de traumatismo dental atendidos no CADE -Trauma durante o ano de 2004. Anais da XIII Reunião de Pesquisa da FOU SP. RPG (no prelo).

incisivos de macaco reimplantados ou transplantados, observados durante 9 meses, constatou-se uma produção média de dentina de 4 micrometros por dia. Essa produção acelerada ocorreria, presumivelmente, por uma perda de controle nervoso autônomo ou sensorial do odontoblasto (INOUE; KUROSAKAY; ABE, 1992). Essa calcificação precoce ocasionaria gradativamente uma perda na capacidade de resposta pulpar frente aos estímulos, dificultando ou impedindo resposta sensitiva pulpar.

A polpa madura possui uma rede vascular peculiar e extensa, caracterizada por uma circulação sangüínea do tipo terminal composta por vasos sangüíneos aferentes, eferentes e linfáticos (WALTON; TORBINEJAD, 1997).

Quando acometida por algum estado patológico, a polpa lesada responde com uma vasoconstrição inicial, seguida de vasodilatação e um aumento da permeabilidade vascular. Essa fase é mediada por neuropeptídeos liberados pelas fibras aferentes, resultando em um escape de fluido dos vasos e num edema localizado. Esse edema causa aumento na pressão tecidual que dá origem, por sua vez, a uma redução no fluxo sangüíneo e na drenagem linfática resultando num aumento da quantidade de dióxido de carbono e acidez. Para compensar, o fluxo vascular na área lesada é alterado pelas derivações arteriovenosas da polpa, as quais redirecionam o fluxo para longe da área inflamada e em direção aos vasos pulpares eferentes. Isso permite uma resolução lenta do edema tecidual e uma restauração do fluxo sangüíneo normal.

Quando acometida por uma lesão severa ocorre uma isquemia local e uma extensão progressiva da destruição tecidual (DOUGLAS, 1988).

Quando de um trauma, a polpa pode ser agredida de forma indireta através de fratura que envolva dentina, onde os túbulos dentinários expostos sofrem



subseqüente invasão bacteriana ou ainda de forma direta com a sua exposição ao meio bucal. Pode ocorrer ainda exposição pulpar ao ligamento periodontal, essa exposição é geralmente estéril, quando de uma fratura radicular. A polpa pode ainda ter o feixe váculo-nervoso apical total ou parcialmente rompido ou mesmo esmagado durante as luxações. Essas diferentes agressões interferem com o suprimento neurovascular e desencadeiam uma série de respostas. Tais respostas variam desde a inflamação pulpar até a formação localizada ou generalizada de dentina, reabsorção interna, necrose pulpar, reabsorções inflamatórias ou substitutivas (CVEK et al., 1982).

Uma taxa de fluxo vascular elevada, que pode ocorrer durante certas fases da inflamação, pode contribuir para a redução no limiar doloroso das fibras nervosas A-Delta, levando a uma resposta exacerbada aos estímulos térmicos. Por outro lado, a isquemia, induzida pelo fluxo muito reduzido, pode diminuir a atividade dessas fibras nervosas mais do que nas fibras do tipo C, levando a alteração na qualidade da experiência dolorosa do paciente.

Diante de traumatismo dental costumeiramente a capacidade de condução das terminações nervosas ou dos receptores sensoriais fica desordenada (COHEN; BURNS, 2000), podendo o dente apresentar resposta sensorial negativa apesar do tecido pulpar estar viável. Fenômeno conhecido como choque pulpar.

Na tentativa de avaliar o estado clínico pulpar o cirurgião dentista utiliza recursos de diagnóstico que buscam avaliar o componente sensorial do tecido, dentre eles o gás refrigerante parece ser o que apresenta melhores resultados.

Caldeira (1997) comparou clinicamente a resposta pulpar em pacientes submetidos ao teste de sensibilidade com gelo e diclorodifluorometano e observou maior eficácia do diclorodifluorometano em relação ao lápis de gelo, sendo que a

freqüência de respostas positivas diminuía com o avançar da idade e com o grupo dental estudado.

Já, utilizando o tetrafluoroetano, Caldeira (1998) verificou *in vivo* a capacidade de transmissão do estímulo frio até a parede vestibular interna de 60 dentes anteriores superiores com vitalidade pulpar e que seriam submetidos ao tratamento endodôntico. O autor verificou um aumento gradual no tempo de resposta ao tetrafluoroetano com o avançar da idade, um aumento de espessura esmalte - parede vestibular interna com o avançar da idade e um aumento no tempo de troca da temperatura na face vestibular interna dos dentes com o avançar da idade do paciente.

A vitalidade pulpar é puramente uma função da saúde vascular. Uma polpa vital, com seu sistema vascular intacto, pode responder negativamente ao teste de sensibilidade ao frio caso seu componente neural estiver comprometido. Essa situação é comumente encontrada frente aos traumas dentais. Por outro lado, as fibras nervosas são mais resistentes à necrose que o tecido vascular e podem ocorrer resultados falso-positivos se apenas a parte vascular da polpa estiver comprometida (GOHO, 1999).

Para mais, Jones et al. (2002) realizaram um estudo comparativo com bastão de neve carbônica e gás refrigerante, obtendo equivalência na obtenção de respostas pulpares entre os dois métodos, porém, o gás refrigerante mostrou-se mais rápido na obtenção de respostas.

O diagnóstico em Endodontia ainda se baseia na anamnese, exame clínico e nos recursos auxiliares de diagnóstico como radiografia, teste elétrico e principalmente os testes térmicos, mais especificamente com agentes refrigerantes. Apesar de sua praticidade e percentual de confiabilidade, os mesmos apresentam as

agruras da subjetividade de uma resposta sensorial. Os testes de sensibilidade nem sempre refletem o real grau de envolvimento pulpar, pois, a vitalidade da polpa depende do seu suprimento sangüíneo e da atividade circulatória, que são indicadores do real estado do tecido pulpar, entretanto, servem como orientação ou apenas como indicação do grau de viabilidade ou não da polpa, por meio de suas respostas sob certas circunstâncias (BHASKAR; RAPPAPORT, 1973).

Para avaliar o suprimento sangüíneo do tecido pulpar dispomos dos testes ditos fisiométricos, os quais visam mensurar o fluxo sangüíneo através da aplicação de um determinado comprimento de luz sobre o tecido examinado, determinando a condição de oxigenação do mesmo e sendo, portanto, menos sujeitos às limitações e variáveis que envolvem os testes de sensibilidade pulpar (FEIN; GLUSKIN; GOON, 1997; SCHMITT; WEBBER; WALKER, 1991).

Dentre os testes fisiométricos podemos relacionar a espectrofotometria, fotopletismografia, reflexão óptica, fluxometria a laser e a oximetria de pulso. Também podemos citar a termografia eletrônica infravermelha, onde se avalia a distribuição de temperatura num corpo através da radiação emitida pela sua superfície (IKAWA; HORIUCHI; IKAWA, 1994; NISSAN et al., 1992; OIKARINEN et al., 1996).

Na década de 1980 surgiu uma técnica para avaliar a vitalidade pulpar que foi chamada Fluxometria Laser Doppler (FLD). Essa técnica permite mensurar o fluxo sangüíneo no interior dos vasos, capilares, vênulas e arteríolas, através do efeito Doppler. Tal efeito consiste na variação do comprimento de onda sofrida por um corpo ao se deslocar. Quanto mais próximo à fonte, maior sua freqüência e menor o seu comprimento de onda.

Vale lembrar que a FLD é um método não invasivo que se baseia na detecção dos movimentos de células sanguíneas (hemáceas) através do bombardeio direto dos tecidos por uma luz infravermelha (Hélio-Neônio de comprimento de onda conhecido) transmitida por uma fibra óptica. Quando a luz atravessa o tecido, uma parte é absorvida e outra é refletida pelo mesmo, sendo que a luz refletida divide-se em dois componentes, um refletido dos tecidos estáticos, que possui o mesmo comprimento de onda da luz emitida, e um segundo componente que é a luz refletida pelas células sanguíneas em movimento, que produz um comprimento de onda diferente. As luzes são, posteriormente, captadas por um fotodetector onde são transformadas em um sinal elétrico, que é transmitido e processado por um programa de computador específico, produzindo um valor de fluxo sanguíneo em unidades arbitrárias (GAZELIUS; OLGART; EDWALL, 1986, WILDER-SMITH, 1988).

Gazelius, Olgart e Edwall (1986) foram dos primeiros a trabalhar com o método, comparando os sintomas de vitalidade pulpar de incisivos hígidos com os adjacentes, tratados endodonticamente, e verificando a eficiência do método.

Por sua vez, Wilder-Smith (1988) mensurou o fluxo sanguíneo pulpar através da FLD em diferentes situações clínicas e pôde observar que a velocidade do fluxo pode sofrer alterações dependendo da injúria estabelecida pela cárie dental.

Gazelius, Olgart e Edwall (1988) verificaram, com auxílio da FLD, a vitalidade pulpar de 4 dentes incisivos inferiores que haviam sofrido luxação, e por esse meio puderam constatar total restabelecimento da circulação sanguínea. Sob esse aspecto, Olgart, Gazelius e Lindh-Srtromberg (1988), também avaliando dentes que sofreram luxação, concluíram que o Laser Doppler é capaz de determinar a

vitalidade pulpar em situações nas quais os achados clínicos convencionais mostram-se imprecisos.

Yanpiset et al. (2001) também comprovaram através da FLD, a revascularização de dentes de cão com rizogênese incompleta que foram reimplantados.

Autores como Ingolfsson et al. (1994) avaliaram a validade da técnica para distinguir dentes portadores de polpas vitais e não vitais, verificando que as leituras de fluxometria nos dentes com polpas necróticas eram de menor valor do que naqueles com polpas vitais. Havia, entretanto, uma preocupação com as características da sonda e, nesse mesmo estudo, cinco tipos de sondas captadoras foram testadas. Os autores concluíram que uma menor distância entre as fibras componentes da sonda tornavam-na mais sensível na distinção entre polpas vitais e necróticas.

Mesaros e Trope (1997) usaram a FLD para detectar a oscilação do fluxo sangüíneo antes e depois da aplicação de solução anestésica associada a vasoconstritor. Dezesesseis pré-molares hígidos que seriam extraídos com finalidade ortodôntica foram selecionados para o estudo, no qual, se verificou não haver diferença de fluxo antes e depois da administração da solução anestésica local.

Heithersay e Hirsch (1993) utilizaram FLD em um dente que sofreu luxação e foi reposicionado e contido. Após 6 dias começou a surgir uma alteração cromática acreditando os autores que tenha interferido na eficiência do teste.

Evans et al. (1999) compararam o fluxo sangüíneo entre dentes íntegros e aqueles submetidos à pulpectomia valendo-se da FLD e puderam concluir que, embora exija técnica apurada e consuma um tempo excessivo, esse método mostrou grande eficiência no diagnóstico da vitalidade pulpar.

Outros autores advertem sobre a interferência dos tecidos vizinhos ao dente (gengiva, ligamento periodontal e mucosa alveolar), que levaria a um diagnóstico impreciso (IKAWA; VONGSAVAN; HORIUCHI, 1999).

Odor et al. (1999), ao avaliarem a propagação da luz laser sobre a superfície dentária de animais freqüentemente utilizados em experimentos endodônticos, concluíram que aqueles que possuem dentes diminutos, como gatos e ratos, podem gerar resultados imprecisos.

Avaliando comparativamente a FLD e o teste elétrico para determinação da vitalidade pulpar, Goodies, Winthrop e Whitw (2000) observaram maior grau de precisão para o Laser Doppler.

Wanderley (2004), avaliando a vitalidade pulpar em incisivos superiores decíduos através da FLD como método de diagnóstico, concluiu que a FLD foi eficaz como teste da vitalidade pulpar em incisivos superiores decíduos, diferenciando dentes desvitalizados e vitalizados.

A espectrofotometria por duplo comprimento de onda é um método para diagnóstico da vitalidade pulpar que busca mensurar as trocas de oxigenação sangüínea no leito capilar, não dependendo do pulso vascular do tecido examinado, detectando presença ou ausência de sangue oxigenado em comprimentos de onda de 760 e 850 nm (NISSAN et al.,1992).

Esses autores avaliaram *in vitro* a aplicabilidade da espectrofotometria em identificar dentes cujas câmaras pulpares eram mantidas vazias, preenchidas com tecido pulpar fixado ou preenchidas com sangue oxigenado, concluindo que a espectrofotometria pode ser considerada um método eficaz para avaliação da condição pulpar.

A fotopletismografia é um método não invasivo para monitoração da circulação sanguínea intrapulpar.

Ikawa, Horiuchi e Ikawa (1994) estudaram o fluxo sanguíneo pulpar através da fotopletismografia, avaliando as propriedades de transmissão da luz de dentes humanos extraídos e a circulação sanguínea periférica em comprimentos de onda entre 400 e 800 nm, verificando que a redução da transmissão da luz a comprimentos de onda menores que 600 nm pelo sangue oxigenado sugere que a luz é absorvida pelo conteúdo sanguíneo.

A oximetria de pulso é um método não invasivo para determinação da saturação de oxigênio e taxa de pulso de um tecido. Seu princípio consiste em dois diodos emissores de luz, um vermelho e outro infravermelho, que são ligados e desligados em ciclos de 500 vezes por segundo. As emissões dessas fontes de luz, que exibem uma onda pletismográfica, são captadas por um fotodiodo receptor e convertidas por circuitos eletrônicos em saturação arterial de oxigênio e taxas de pulso, conforme Mills (1992).

Segundo Alexander (1989), a proporção de absorção de dois comprimentos de onda de luz que detectam hemoglobina oxigenada (sangue arterial) e hemoglobina desoxigenada (sangue venoso) fornecem a porcentagem de oxigenação do sangue. A taxa de pulso é determinada pelas trocas entre o sangue arterial, altamente saturado de oxigênio, sobre o sangue venoso, livre de oxigênio, e a mudança na recepção da luz.

A oximetria de pulso é um método relativamente recente na monitoração não invasiva. O princípio dessa tecnologia baseia-se numa modificação da lei de Beer e nas características de absorbância da hemoglobina em faixas vermelha e infravermelha. Utiliza comprimentos de onda vermelho e infravermelho para

transiluminar um tecido, detectando picos de absorção de acordo com a circulação sanguínea pulsante determinando a taxa de pulso e saturação de oxigênio (SCHNAPP; COHEN, 1990).

Schnettler e Wallace (1991) desenvolveram estudo comparativo entre o teste elétrico, um agente refrigerante e o oxímetro de pulso. Nessa pesquisa 44 incisivos superiores, com vitalidade desconhecida e 5, com tratamento endodôntico prévio, foram testados. Obteve-se 100% de acerto para todos os métodos testados, confirmando a capacidade do oxímetro de pulso em diagnosticar o estado patológico pulpar, bem como da possibilidade de verificação da vitalidade pulpar em dentes traumatizados.

Mills (1992) ratifica as vantagens desse recurso para determinação da vitalidade pulpar por meio do monitoramento do suprimento sanguíneo dental, porém cita algumas desvantagens com relação ao aparato tais como: movimentação do sensor e do aparelho, sinal fraco, necessidade de uma sonda dental especial e de um gel de união entre essa e o dente para melhor transmissão da luz.

Oikarinen et al. (1996) estudaram um sistema onde a reflexão óptica era utilizada para testar o pulso e a vitalidade da mucosa oral e da polpa dental, utilizando uma fibra óptica pela qual era transmitida uma radiação vermelha (660 nm) e infravermelha (850 nm) através dos tecidos. Tal sistema baseia-se na absorção por reflexão óptica, porém, necessita de um pulso arterial para sua mensuração e em função disso é similar à oximetria de pulso. A diferença é que a absorção é determinada pela luz refletida ao invés da luz transmitida e concluíram que polpas vitais e não-vitais refletiram diferentemente a radiação.

Foi também no ano de 1996 que Noblett et al. (1996) propuseram-se a desenvolver *in vitro*, um modelo experimental de oxímetro de pulso adaptando-o



para o uso em dentes. Um sensor dental foi desenvolvido e o potencial e precisão da oximetria de pulso em Odontologia foi avaliada, concluindo que o oxímetro de pulso pode ser adaptado para detecção da circulação sanguínea pulpar e, portanto, diagnosticar a vitalidade da polpa. A presença de circulação sanguínea na câmara pulpar determinaria a vitalidade pulpar a despeito da ausência de resposta sensorial. A objetividade desse método de diagnóstico oferece vantagens sobre os demais, os quais se baseiam na resposta nervosa sensorial que varia com a personalidade do paciente e suas experiências. A natureza não invasiva da oximetria de pulso resulta em grande aceitação e cooperação por parte do paciente durante os procedimentos de diagnóstico.

Na tentativa de determinar comparativamente equivalência entre os dentes e o padrão de saturação de oxigênio do dedo, Kahan et al. (1996) desenharam, construíram e testaram uma sonda para dentes usando um oxímetro Biox 3740. Determinaram as ondas de pulso de dentes anteriores superiores e inferiores, tomando como controle as leituras obtidas nos dedos dos indivíduos parecendo que essas eram equivalentes, porém não de forma constante, havendo uma diferença significativa entre as porcentagens de sincronização de pulso nos incisivos superiores e inferiores.

Na tentativa de avaliar a vitalidade pulpar em dentes permanentes jovens e dentes decíduos através da oximetria de pulso Goho (1999) observou que tal método é bastante efetivo e, especialmente, aplicável em tais pacientes, onde a falta de colaboração e incompleta inervação pulpar reduzem a efetividade dos testes de vitalidade pulpar convencionais. O autor cita a necessidade de adaptação do sensor ao elemento dental, buscando facilitar a obtenção de paralelismo entre o diodo emissor e o receptor. Tal adaptação consistiu apenas na remoção do invólucro

externo do sensor, buscando diminuir seu tamanho. Apesar disso, obteve leituras consistentes de saturação de oxigênio, tendo, como resultados, valores de oxigenação sangüínea de 94% (média) nos dentes incisivos centrais com rizogênese incompleta e de 93% (média) nos incisivos decíduos. Porém, não houve uma correlação estatisticamente significativa, entre os valores obtidos de oxigenação sangüínea entre o dente e aqueles obtidos nas leituras no dedo indicador do paciente.

Radhakrishnan et al. (2002) avaliaram incisivos centrais e laterais de 100 crianças com o teste elétrico e a oximetria de pulso concluindo que, quando comparado ao teste elétrico e, desde que se obtenha níveis aceitáveis de saturação arterial de oxigênio, a oximetria de pulso pode ser de extrema importância, principalmente em crianças, onde a cooperação para realização dos testes e a incompleta inervação sensorial pulpar reduzem a efetividade do teste elétrico.

Visando estabelecer parâmetros para a utilização do oxímetro de pulso como teste de vitalidade pulpar Calil (2003), avaliou os níveis de saturação de oxigênio obtidos entre dentes clinicamente sem alteração inflamatória (incisivos centrais e caninos superiores) e, comparou-os aos níveis obtidos no dedo indicador dos mesmos pacientes. Utilizando um aparelho modelo Oxigraph da empresa System Partner, no qual foi acoplado um sensor desenvolvido pela mesma para uso odontológico, 28 incisivos centrais superiores e 32 caninos superiores foram testados. O autor verificou que o método determinou o nível de oxigenação sangüínea da polpa em dentes incisivos centrais e caninos superiores, capacitando-o como teste de vitalidade pulpar, determinando inclusive, uma correlação entre o nível de oxigenação sangüínea obtido do dedo indicador do paciente, em relação aos dentes testados. Observou ainda, a não ocorrência de diferença

estatisticamente significativa entre o nível de oxigenação sanguíneo obtido em dentes incisivos centrais e caninos superiores.

O sucesso no tratamento dos traumatismos dentários está diretamente relacionado ao correto diagnóstico. Por meio desse, sucede o estabelecer de plano de tratamento compatível com cada particular situação.

Durante muitos anos os profissionais basearam suas condutas nos resultados colhidos diante da aplicação de testes térmicos e elétricos, quando da necessidade de avaliação do estado pulpar.

Como vimos, o acesso à vitalidade pulpar dos dentes é complicado pelo fato da polpa estar enclausurada em um tecido calcificado e os métodos comumente empregados para verificar a vitalidade pulpar serem uma forma indireta de avaliação. A confiabilidade, portanto desses testes é subjetiva, particularmente em dentes imaturos ou traumatizados.

A interpretação dos testes de sensibilidade pulpar realizados imediatamente após lesões traumáticas é complicada pela diminuição temporária ou permanente das respostas de sensibilidade (ANDREASEN, 1989). Além disso, dentes com mobilidade podem responder a esses testes apenas pela pressão aplicada durante os procedimentos clínicos sendo importante o reposicionamento e contenção dos mesmos. As fibras periodontais podem ainda ser responsáveis por falsos positivos quando os testes de sensibilidade são aplicados em dentes parcialmente erupcionados (ANDREASEN; ANDREASEN, 2001).

Existe ainda outro fator complicante, como vimos os traumas acometem uma faixa etária que corresponde a crianças entre 8 e 11 anos e, portanto, existe uma possibilidade plausível dessas estarem realizando algum tipo de movimentação

ortodôntica. O limiar de excitação nesses casos fica aumentado (BURNSIDE; SORENSON; BUCK, 1974).

Salles et al. (2004) acompanharam a evolução do fluxo sanguíneo pulpar durante o tratamento ortodôntico em condições clínicas reais, através da FLD. Foram avaliados os fluxos dos incisivos centrais de 12 pacientes, antes da aplicação de força ortodôntica, na fase de nivelamento, imediatamente após, às 48 e 72 horas e decorrido um mês. Os resultados indicaram que o fluxo durante essa fase teve uma diminuição imediatamente após a aplicação da força (61,7% do valor inicial), diminuindo mais após 72 horas (37,7%) e retornando aos valores iniciais após um mês. Os autores concluíram que os resultados concordam com as expectativas de que, durante a movimentação ortodôntica, o fluxo pulpar pode diminuir, inicialmente pelo estrangulamento das artérias, e mais tarde pela inflamação pulpar induzida pelo processo de inflamação periodontal.

Assim, com o advento de meios capazes de avaliar o fluxo sanguíneo pulpar, novos horizontes se abriram à diagnose endodôntica, principalmente no que tange aos casos de traumatismos onde as falsas interpretações, induzidas pelas limitações relacionadas aos testes de sensibilidade pulpar, predominam.

Essa nova oportunidade quer transparecer que propicia aos profissionais condições melhores de atuação e recursos mais confiáveis, diante da necessidade em se determinar a condição, vital ou não, da polpa dental, particularmente em dentes traumatizados, quando a interpretação da resposta obtida é tão complexa quanto decisiva no prognóstico do caso.

# PROPOSIÇÃO

### **3 PROPOSIÇÃO**

O objetivo deste estudo foi avaliar a validade da utilização do oxímetro de pulso como teste de vitalidade pulpar em dentes permanentes traumatizados com respostas sensitivas negativas ao gás refrigerante, identificando os níveis de saturação de oxigênio obtidos nesses dentes em um período de dois meses em comparação aos níveis obtidos no dedo indicador e em dentes controle dos mesmos pacientes.

**MATERIAL**  
**E**  
**MÉTODOS**

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi realizado em 26 pacientes de ambos os sexos, com idade entre 8 e 53 anos, matriculados no CADE-Trauma FOUSP (Centro de Atendimento de Dentística e Endodontia para Dentes Traumatizados). Todos os pacientes, ou seu representante legal, assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice A) para participar, como sujeito da pesquisa, de acordo com a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da unidade (Anexo A). Foram selecionados 59 dentes permanentes acometidos por traumatismos de luxação com respostas sensitivas negativas ao gás refrigerante e ausência de um segundo sinal ou sintoma que sugerisse mortificação pulpar.

A seleção dos casos iniciava-se com a tomada dos dados pessoais referentes a cada paciente, lançados em ficha apropriada à coleta das respostas referentes aos testes pulpares destinadas para este estudo, onde anotamos: data, nome, idade, sexo, dente a ser examinado e os resultados obtidos.

Quanto ao exame radiográfico, realizado pela técnica do paralelismo com filme periapical e observação com lupa com 10 aumentos, os dentes selecionados para análise clínica, não deveriam apresentar alterações periapicais como rarefação ou condensação óssea.

Em relação ao teste térmico com frio (gás refrigerante), os pacientes foram orientados previamente a levantar antebraço e mão esquerdos, imediatamente após apresentarem sensibilidade à aplicação do mesmo, mantendo-os levantados enquanto a sintomatologia não desaparecesse e, abaixando-os lentamente com a



diminuição dessa, sendo o resultado anotado em ficha elaborada para este fim (Apêndice B).

Os testes de sensibilidade e vitalidade foram realizados sob isolamento relativo com roletes de algodão e sucção de saliva com sugadores plásticos descartáveis acoplados em bomba a vácuo, e secagem dos dentes com gaze hidrófila.

Quando da aplicação do estímulo térmico, realizava-se uma contagem mental do tempo de aplicação, do mesmo sobre a superfície dentária, durante no máximo 20 segundos. Tal contagem decorria de maneira lenta e gradual.

Após constatação de resposta negativa ao teste térmico com frio e na ausência de outro sinal ou sintoma que corroborasse para o possível diagnóstico de mortificação pulpar, partia-se para a execução do teste de vitalidade pulpar através da oximetria de pulso. Para tal, utilizou-se um aparelho modelo Oxigraph da empresa System Partner (Figura 4.1), no qual foi acoplado um sensor desenvolvido por Calil (2003) para uso odontológico (Figura 4.2).



Figura 4.1 - Aparelho oxímetro de pulso marca Oxigraph (Calil 2003)

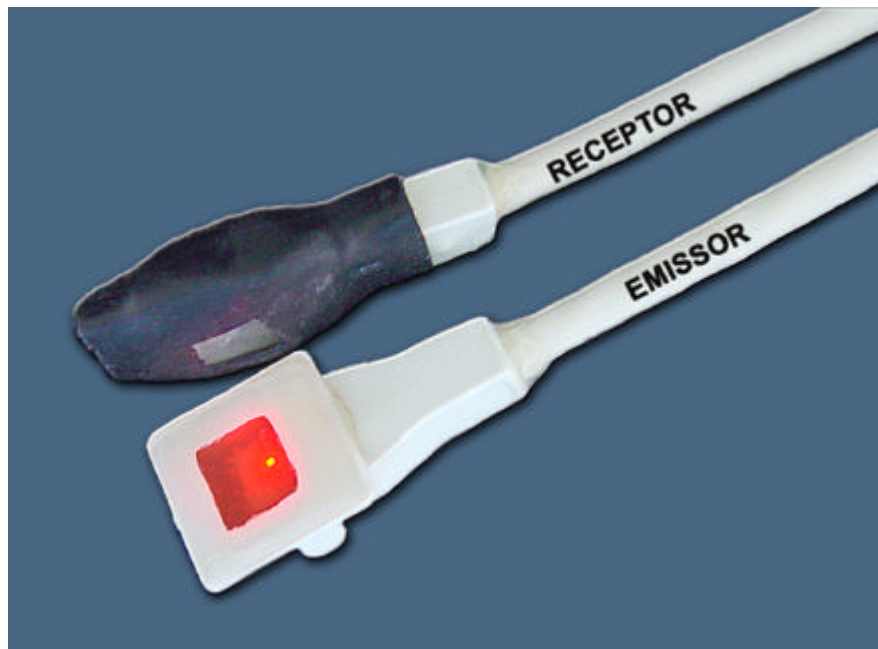


Figura 4.2 - Sensor para oximetria de pulso em "Y" desenvolvido por Calil (2003)

Mensurações foram realizadas inicialmente no dedo indicador do paciente (Figura 4.3) através da utilização do mesmo sensor, para que não houvesse disparidades quanto à tomada do teste, sendo que os dados obtidos relativos à saturação arterial de oxigênio foram anotados em ficha apropriada para posterior avaliação (apêndice A).

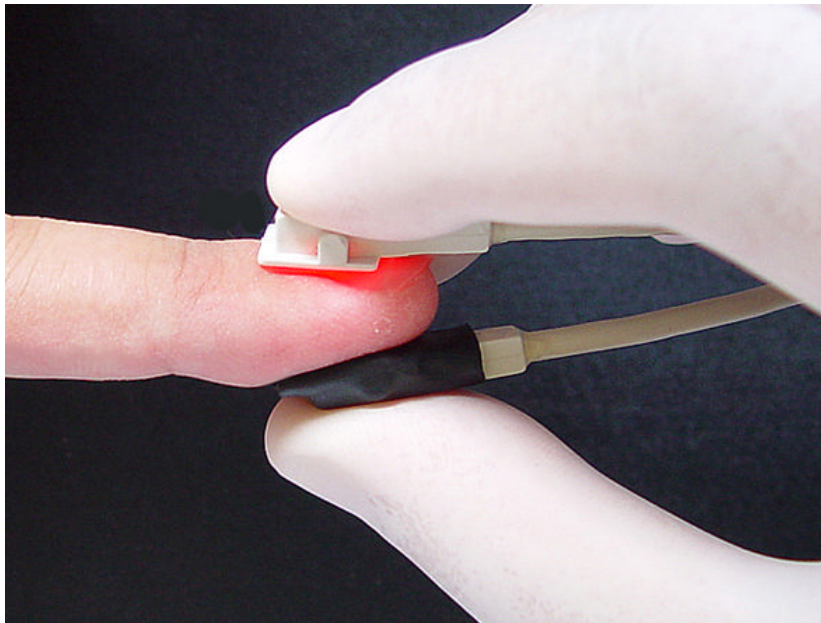


Figura 4.3 - Aplicação da oximetria de pulso no dedo indicador do paciente

Após esse procedimento, realizaram-se mensurações no mesmo paciente nos dentes traumatizados com suspeita de vitalidade pulpar e teste de sensibilidade negativa, sendo o quadrante submetido a isolamento relativo com roletes de algodão e presença do sugador de saliva. Os pacientes também foram orientados para evitarem ao máximo realizar movimentos com a cabeça, assim como, também, não se utilizou a luz proveniente do refletor, durante as mensurações, pois poderia haver interferência na captação do sinal. Utilizou-se o sensor especialmente adaptado para

uso odontológico, o qual foi posicionado na face vestibular (diodo emissor) e palatina (diodo receptor), obedecendo-se o paralelismo entre os dois diodos (Figura 4.4).

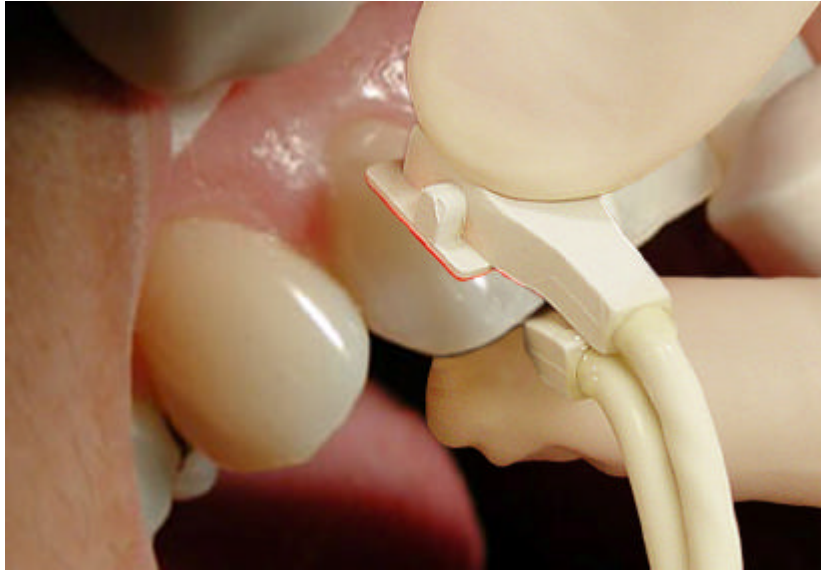


Figura 4.4 - Aplicação do teste de vitalidade pulpar através da oximetria de pulso

Após o correto posicionamento do sensor, o aparelho era ligado e no leitor era possível ler inicialmente *procurando pulso*. Quando o sinal estabilizava-se a leitura era considerada.

Repetiram-se os testes para confirmação dos dados obtidos, onde se pôde observar que os resultados das duas coletas foram coincidentes.

Os dados relativos às mensurações de saturação arterial de oxigênio ( $SaO_2$ ) foram anotados em uma ficha para cada paciente (apêndice A).

Realizou-se também, um grupo controle negativo composto de 10 dentes com tratamento endodôntico realizado e restaurados com resina composta, que foram

submetidos ao teste de vitalidade com o oxímetro de pulso mostrando ausência de pulso nos mesmos.

O controle positivo foi realizado em dentes do próprio paciente sem histórico de trauma dental e com resposta positiva ao teste de sensibilidade ao gás refrigerante e os dados relativos às mensurações de saturação arterial de oxigênio ( $\text{SaO}_2$ ) foram anotados em uma ficha para cada paciente (apêndice A).

Os pacientes eram agendados para uma nova leitura no prazo de um mês. Nessa ocasião todos exames eram repetidos conforme já descrito, e também remarcada nova consulta decorrido mais um mês.

Os valores de oxigenação obtidos foram submetidos à análise estatística utilizando-se o programa GMC.

# RESULTADOS

## 5 RESULTADOS

No Apêndice C estão expressos os valores originais obtidos nas leituras de saturação arterial de oxigênio, expressas em porcentagem.

O Gráfico 5.1 expressa as leituras de saturação arterial de oxigênio, expressas em porcentagem, entre os dentes traumatizados nos três tempos experimentais (0, 30 e 60 dias).

Os resultados entre a saturação arterial de oxigênio obtidos entre os dentes traumatizados, dedo indicador e dentes controle positivo; encontram-se expressos nos Gráficos D.1 a D.4 (Apêndice D), enquanto a análise estatística, referente a estes dados, está expressa nas Tabelas E.1 a E.7 (Apêndice E).

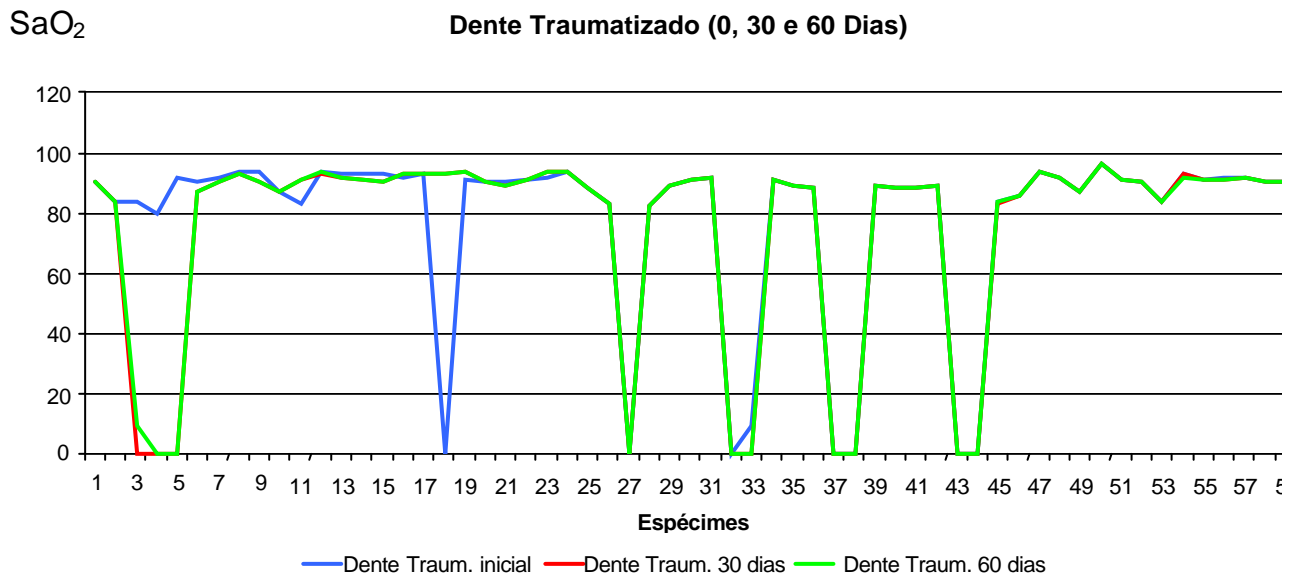


Gráfico 5.1 - Saturação arterial de oxigênio, expressa em porcentagem, entre os dentes traumatizados nos três tempos experimentais (0, 30 e 60 dias)

Os resultados obtidos nas três leituras (0, 30 e 60 dias) realizadas com o oxímetro de pulso nos dentes traumatizados foram submetidos ao teste de aderência à curva normal e verificou-se que os valores não seguem distribuição normal (Apêndice F).

Aplicou-se o teste de Cochran sendo fixado o nível de significância em 5% para os três tempos de leitura do oxímetro de pulso nos dentes traumatizados (inicial, 30 dias e 60 dias). Não houve diferença estatística, considerado o nível de 5%.

Tabela 5.1 - Análise estatística dos dados obtidos com as leituras de saturação arterial de oxigênio entre os dentes traumatizados, considerados os três tempos de leitura

RESULTADOS DO TESTE COCHRAN
INICIAL (59 DADOS)
30 DIAS (59 DADOS)
60 DIAS (59 DADOS)
$\chi^2$ total para 2 graus de liberdade: 0.0323 Probabilidade de $H_0$ para esse valor: 98.4000%
NÃO SIGNIFICANTE ( $\alpha > 0,05$ )



# DISCUSSÃO

## 6 DISCUSSÃO

Para favorecer o entendimento didático, normalmente divide-se a terapia endodôntica em fases, porém os resultados obtidos em cada uma delas repercutem diretamente nas demais, estabelecendo-se uma relação entre cada uma das etapas do tratamento endodôntico (MILLARD, 1973).

Em se tratando de dentes traumatizados, a precocidade do diagnóstico pode ser determinante para o sucesso do tratamento.

Isto posto, a fase de diagnóstico suporta as fases subseqüentes do tratamento endodôntico direcionando a conduta a ser adotada. Nessa fase lança-se mão de recursos que nos auxiliam na avaliação do estado clínico pulpar.

Para determinação da vitalidade do tecido pulpar utilizam-se procedimentos semiotécnicos que visam estimular uma resposta pulpar. Dentre os recursos mais empregados estão os testes de sensibilidade pulpar, nos quais através de estímulo térmico ou elétrico, busca-se atingir receptores nervosos que poderão responder com sensibilidade dolorosa ou não.

Essa resposta aos estímulos empregados nos testes de sensibilidade é determinada pelo funcionamento normal da inervação pulpar e sua atividade circulatória (BHASKAR; RAPPAPORT, 1973).

Age de forma determinante a expectativa do paciente em relação aos testes de sensibilidade, pois a dor é subjetiva, apresentando não somente respostas baseadas nas sensações fisiológicas, mas também emocionais relacionadas ao medo e à ansiedade (ELI, 1993).

O reconhecimento e a tolerância ao estímulo doloroso são modificados pelo sistema emocional e processos cognitivos (RUGH, 1987), sendo que a ansiedade do paciente aumenta a percepção de estímulos nocivos dolorosos (ROBIN et al., 1987; VON GRAFFENRIED et al., 1978).

Importa ainda salientar que as fibras nervosas pulpares são mais resistentes à necrose do que o tecido vascular, possibilitando resultados falso-positivos quando da aplicação da estimulação elétrica ou térmica (FUSS et al., 1986).

Os testes de sensibilidade pulpar por estimulação térmica ou elétrica nem sempre refletem o real grau de envolvimento pulpar, uma vez que sua vitalidade depende da atividade circulatória e de seu suprimento sanguíneo (BHASKAR; RAPPAPORT, 1973).

O teste elétrico, utilizado desde o século retrasado Magitot <sup>4</sup> (1867, apud REYNOLDS, 1966) e Woodward <sup>5</sup> (1986, apud REYNOLDS, 1966), apresenta uma série de deficiências de ordem técnica (GREENWOOD; HORIUCHI ; MATTHEWS, 1972; MATTHEWS; HORIUCHI; GREENWOOD, 1974; MATTHEWS; SEARLE, 1974), assim como está vinculado a várias limitações clínicas (COOLEY; ROBISON, 1980; EHRMANN, 1977; MILLARD, 1973).

Dentre as limitações que interferem com a aplicação do teste pode-se citar os dentes portadores de aparelho ortodôntico fixo (BURNSIDE; SORENSON; BUCK, 1974; EHRMANN, 1977) e a presença de restaurações metálicas (BAUMANN, 1964; COOLEY; ROBISON, 1980; FULLING; ANDREASEN, 1976; HUTZLI, 1971).

Além disso, acredita-se que a estimulação elétrica induza a respostas pouco confiáveis em dentes permanentes jovens (AUN et al., 1992; AUN et al., 1994;

---

<sup>4</sup> Schaefer J.. Pulp testing, New York J Dent 28:48, 1958.

<sup>5</sup> Schaefer J.. Pulp testing, New York J Dent 28:48, 1958.

FULLING; ANDREASEN, 1976; FUSS et al., 1986; KLEIN, 1978; VON EIFINGER, 1970), fato justificado pela formação incompleta da cadeia odontoblástica (BERNICK, 1964, 1972) e da unidade receptora sensorial (JOHNSON; HARSHBARGER; RYMER, 1983).

Existem ainda outras situações nas quais o teste elétrico pode produzir resultados duvidosos como a sensibilização de fibras do ligamento periodontal (COHEN; BURNS, 1994; MUMFORD, 1967; NAHRI et al., 1979), casos esses em que o paciente não consegue discernir se o estímulo está atingindo o dente testado ou o seu ligamento periodontal.

Com relação à aplicação do estímulo térmico pelo calor, emprega-se a gutapercha aquecida, porém, em função da dificuldade no controle da temperatura com que a mesma será aplicada na superfície do dente, podem ocorrer resultados pouco confiáveis (CHAMBERS, 1982; LUNDY; STANLEY, 1969). Isso ocorre porque sua composição é diferente em função de sua procedência, modificando-se então, sua temperatura de plastificação.

Várias possibilidades de aplicação de estímulo térmico pelo frio foram utilizadas, desde variações na temperatura da água, que era aplicada ao dente Walkhoff; Jack, 1899; Sorenson; Phatak e Everett, 1962, passando pela utilização do gelo em forma de *bastão* ou *lápiz* (AUSTIN; WAGGENER, 1941; DACHI; HALEY; SANDERS, 1967; PESCE; MEDEIROS; RISSO, 1985) e, finalmente, os gases refrigerantes, como o cloreto de etila (GROSSMAN, 1978) e os clorofluorocarbonos (CASTAGNOLA; NEGRO, 1972; VON EIFINGER, 1970).

O teste de sensibilidade ao frio apresenta limitações relacionadas à presença de dentina secundária, abrasão ou erosão, restaurações protéticas (AUSTIN; WAGGENER, 1941). Dentes com rizogênese incompleta, onde há um menor

número de fibras nervosas sensitivas, dificultam a transmissão do estímulo (JOHNSON; HARSHBARGER; RYMER, 1983), além daquelas limitações relacionadas aos grupos dentais que apresentam maior espessura de esmalte e dentina (DACHI; HALEY; SANDERS, 1967).

Deve-se considerar ainda que para a efetividade dos testes térmicos e elétrico, a polpa deve ter número suficiente de neurônios maduros, entretanto dentes permanentes recém erupcionados não possuem uma inervação completa, representada por uma quantidade suficiente de axônios mielinizados, os quais são os componentes neurais responsáveis pela resposta pulpar em forma de dor (JOHNSON; HARSHBARGER; RYMER, 1983).

Segundo Ehrmann (1977), os testes térmicos e elétrico são considerados subjetivos, e dependem da capacidade de percepção e resposta ao estímulo por parte do paciente e da interpretação dessa resposta pelo cirurgião-dentista. Apresentam ainda dificuldades quando da sua aplicação em crianças apresentando resultados duvidosos (GOHO, 1999), pois ao gerarem sensação dolorosa no paciente podem induzir falta de cooperação, dificultando ainda mais a aplicação futura dos mesmos.

Stanley, White e McCrav (1966) salientam que, em resposta a um traumatismo, a polpa se vê frente a uma gama de possibilidades tais como dentina exposta com subsequente invasão bacteriana. Além disso, a polpa pode ser diretamente exposta por um trauma mais complexo. Pode ocorrer exposição ainda frente a uma fratura radicular, mas geralmente não implica em contaminações bacterianas. O feixe vaso-nervoso apical pode ser ainda rompido total ou parcialmente e algumas vezes esmagado.

Nos casos de traumatismo dental, a resposta pulpar frente aos testes de sensibilidade fica prejudicada, pois a capacidade de condução das terminações nervosas ou dos receptores sensoriais fica desordenada (COHEN; BURNS, 2000), podendo o dente apresentar resposta sensorial negativa apesar de o tecido pulpar estar viável. Tal fenômeno é conhecido como *choque pulpar*. Assim, muitas vezes, após um trauma, o dente pode não responder aos testes de sensibilidade, mas é possível existir circulação sanguínea pulpar, e após algum tempo o dente voltar a responder positivamente, até porque, conforme Bhaskar e Rappaport (1973), o suprimento sanguíneo resiste melhor aos traumatismos do que o nervoso.

Ainda assim, o teste de sensibilidade pulpar, na ocasião do traumatismo, é importante para estabelecer um ponto de referência para avaliar o estado pulpar em exames posteriores de acompanhamento (ANDREASEN; ANDREASEN, 2001).

Chambers (1982) sugere que a técnica ideal para avaliação pulpar deveria ser: simples, objetiva, sem dor, não invasiva, barata, segura, reprodutível, padronizada e facilmente concluída.

Visto que a avaliação da vitalidade do tecido pulpar é um aspecto diagnóstico importante no tratamento de dentes traumatizados, uma mensuração direta da circulação pulpar de forma objetiva e não invasiva é a única forma confiável de avaliar a vitalidade do tecido pulpar (GOHO, 1999).

Para tal procedimento utilizam-se recursos fisiométricos onde, por meio da aplicação de uma luz com um determinado comprimento de onda sobre o tecido examinado, pode-se determinar as condições de oxigenação do mesmo (OIAKARINEN et al., 1996).

Na década de 80 surgiu uma técnica para avaliar a vitalidade pulpar que foi chamada fluxometria Laser Doppler. Essa técnica permite mensurar o fluxo

sangüíneo no interior dos vasos, capilares, vênulas e arteríolas, através do efeito Doppler. Tal efeito consiste na variação do comprimento de onda sofrida por um corpo ao se deslocar. Quanto mais próximo à fonte, maior sua frequência e menor o seu comprimento de onda.

Gazelius, Olgart e Edwall (1986). foram os primeiros a trabalhar o método, comparando os sintomas de vitalidade pulpar de incisivos hígidos com os adjacentes tratados endodonticamente e verificando a eficiência do método.

Na literatura, a técnica foi relatada para medir fluxo sangüíneo pulpar após trauma (EVANS et al., 1999) comparando o FLD com outros testes de vitalidade pulpar e critérios de diagnóstico (teste elétrico, uso de cloreto de etila, reabsorção externa, radioluscência periapical, transiluminação, alteração de cor da coroa, percussão, fístula, história de dor), em dentes com e sem vitalidade pulpar, observaram que o método do FLD teve uma especificidade e sensibilidade de 1, sendo que nenhum outro teste foi tão confiável. Os autores concluíram que o FLD pode ser um método seguro para verificar a vitalidade pulpar em dentes anteriores traumatizados, embora seja uma técnica sensível e que necessite de tempo para sua aplicação.

Na presente pesquisa a oximetria de pulso foi avaliada comparativamente ao gás refrigerante e critérios de diagnóstico (reabsorções, radioluscência periapical, alteração de cor da coroa, percussão, fístula, dor, edema) em dentes com vitalidade pulpar comprovada (controle positivo) e dentes traumatizados. O gás refrigerante não demonstrou capacidade de estimular positivamente as polpas traumatizadas, com suspeita de viabilidade, enquanto o oxímetro de pulso foi capaz de mensurar a taxa de oxigenação dessas (Apêndice D Gráficos D.1 a D.3), validando o teste como método eficiente para verificar a vitalidade pulpar em dentes traumatizados.

Gazelius, Olgart e Edwall (1988) verificaram, com auxílio do Laser Doppler, a vitalidade pulpar de 4 dentes incisivos inferiores num paciente de 11 anos de idade, após sofrerem luxação e fratura óssea alveolar. Inicialmente, nenhum dos dentes respondeu ao teste elétrico de sensibilidade. O controle era realizado com os incisivos superiores não traumatizados. Na primeira e segunda semanas, os valores de fluxo dos dentes traumatizados estavam muito semelhantes ao sinal de dentes necrosados. Os valores de fluxo aumentaram na sexta semana e retornaram aos padrões normais na nona semana. Sensibilidade aos testes elétricos foi observada em três dos quatro dentes após nove meses e em todos os dentes um e dois anos após o trauma.

No presente estudo, a oximetria de pulso verificou uma regularidade na porcentagem de oxigenação na segunda e terceira leituras comparativamente à primeira (Gráfico 5.1). Em cinco espécimes (Gráfico 5.1 espécimes 11, 16, 18, 19 e 23) dentes, porém, observa-se um aumento na porcentagem de oxigenação do tecido pulpar. Em três espécimes (Gráfico 5.1 espécimes 16, 19 e 23), o aumento não foi estatisticamente significativo, já no quarto espécime (Gráfico 5.1 espécime 11) observa-se um aumento de 83% para 91% na segunda e terceira leituras, indicando um retorno aos padrões de normalidade. O quinto espécime (Gráfico 5.1 espécime 18) não apresentou leitura em um primeiro momento, sugerindo necrose, e passou a apresentar leituras de 93% de oxigenação nos meses seguintes. Esses valores levam a crer em um provável erro na primeira leitura, ocasionada provavelmente por dificuldade em se obter sinal estável, seja pelo posicionamento do sensor ou pelas condições de baixa perfusão do sinal.

Também avaliando dentes que sofreram luxação, Olgart, Gazelius e Lindh-Srtromberg (1988), procuraram confirmar os valores do FLD em incisivos, sendo 33



dentes vitais e 33 luxados indicados para tratamento endodôntico, em vista de exames e testes tradicionais, e confirmado no momento do tratamento. Observaram que os valores do FLD foram menores em dentes não vitais sendo que em 32 dos 33 dentes não vitais a média de fluxo foi 10% menor do que nos dentes vitais. No segundo grupo procuraram avaliar a capacidade do FLD em oferecer uma estimativa precoce e segura da vitalidade pulpar de 20 dentes luxados (17 incisivos superiores e 3 inferiores), acompanhados na terceira e sexta semanas e a cada três meses até 120 semanas após o trauma, e que não apresentavam sensibilidade ao teste elétrico. Observaram, ao longo do acompanhamento, que 16 dos 20 dentes não sensíveis apresentavam valores do FLD semelhantes ao do grupo vital. Os autores concluíram que o Laser Doppler é capaz de determinar a vitalidade pulpar em situações nas quais os achados clínicos convencionais mostram-se imprecisos.

Na procura de um método eficiente, de baixo custo e acessível ao cirurgião dentista, a presente pesquisa procurou avaliar a capacidade do oxímetro de pulso em oferecer estimativa precoce e segura da vitalidade pulpar de dentes traumatizados. Os dentes foram acompanhados a cada mês e pode-se observar, ao longo do processo, que 10 dos 59 dentes, (Gráfico 5.1 espécimes 3, 4, 5, 27, 32, 33, 37, 38, 43, 44) não apresentavam leitura pelo aparelho de oximetria de pulso, possivelmente devido a um processo de necrose pulpar, ou por índices baixos de hemoglobina oxigenada que pudesse ser captada pelo aparelho, ou ainda por alguma dificuldade técnica do aparelho desconhecida. Afinal, suas leituras foram semelhantes às do grupo controle negativo composto por dentes tratados endodonticamente e restaurados. Os demais apresentavam leituras, sendo 18 dentes abaixo de 90% (Gráfico 5.1 espécimes 2, 6, 10, 21, 25, 26, 28, 29, 35, 36, 39, 40, 41, 42, 45, 46, 49 e 53) e 31 dentes a 90% ou mais (Gráfico 5.1 espécimes 1, 7,

8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 30, 31, 34, 47, 48, 50, 51, 52, 54, 55, 56, 57, 58 e 59). O oxímetro foi capaz de determinar a viabilidade pulpar através da taxa de oxigenação do tecido validando-o como teste diagnóstico onde, outros testes são imprecisos.

Trabalhos realizados em dentes vitais, com respostas positivas aos testes de sensibilidade relatam diferentes percentagens de oxigenação pulpar utilizando o oxímetro de pulso. Schnettler e Wallace (1991) relatam que o parâmetro de normalidade para a saturação de oxigênio seria 86%, Calil (2003) encontrou em um incisivo central vital uma leitura de 85% de oxigenação, Goho (1999) trabalhando com dentes permanentes imaturos obteve taxa média de oxigenação de 93%. Para os 59 dentes traumatizados deste trabalho a menor taxa de saturação encontrada, com leitura, foi de 82% (Gráfico 5.1 espécime 28) em um incisivo central inferior direito. Fica clara a necessidade em se estabelecer um valor percentual de oxigenação, em função do aparelho e sensor utilizados, que possa determinar a viabilidade do tecido pulpar indicando o momento oportuno para a intervenção endodôntica.

Yanpiset et al. (2001) comprovaram com auxílio da FLD, a revascularização de dentes de cão com rizogênese incompleta e que foram reimplantados. As leituras do fluxo sanguíneo eram realizadas antes da extração e durante três meses, semanalmente. No final, os dentes eram avaliados quanto à sua revascularização, radiográfica e histologicamente. A FLD indicou corretamente o estado pulpar em 83,7%, sendo 73,9% (17 de 23 dentes) em dentes vitais e 95% (19 de 20) em dentes não vitais.

No presente estudo o oxímetro de pulso indicou corretamente o estado pulpar em 100% dos grupos controle, já que se obteve leitura condizente com o esperado.

Como nos dentes traumatizados optou-se por aguardar um segundo sinal ou sintoma sugestivo de necrose, a condição pulpar real não pode ser averiguada.

Mesaros e Trope (1997) relataram o caso de um paciente de oito anos que teve avulsionados os incisivos centrais superiores, retidos apenas pela gengiva. Esses dentes foram reposicionados e contidos por 14 dias. A FLD foi utilizada para acompanhar a vitalidade pulpar. Os incisivos centrais eram comparados a um dente controle com vitalidade comprovada, que respondia positivamente aos testes de sensibilidade com gás refrigerante e na FLD com fluxo alto e pulsátil. Após 26 dias do trauma, os incisivos centrais não apresentavam resposta ao teste de sensibilidade e os valores de fluxo do FLD eram baixos. Após 76 dias, ambos os dentes apresentavam pulso semelhante ao do controle, mas um dos centrais não apresentava resposta ao teste de sensibilidade. Após 118 dias, os valores de fluxo aumentaram e os dentes responderam ao teste de sensibilidade.

Em comparação, no presente trabalho com a oximetria de pulso, avaliou-se um paciente de 14 anos que sofreu luxação lateral do primeiro pré-molar superior direito e não apresentava resposta ao teste com gás refrigerante; tal dente mostrou saturação de oxigênio de 83% na leitura inicial evoluindo para 91% nas leituras subseqüentes, sugerindo um retorno aos padrões de normalidade (Gráfico 5.1 espécime 11).

A FLD é sensível a pequenos deslocamentos na ordem de 0,01 mm/s. A movimentação entre a sonda e o dente produz interferências pequenas e regulares que dificultam a sua identificação (GAZELIUS; OLGART; EDWAL, 1986). Nesse sentido, na tentativa de diminuir essa interferência, que também pode ser verificada quando da utilização do oxímetro, os pacientes foram orientados a evitar ao máximo realizar movimentos com a cabeça, obtendo-se assim um sinal estável.

O uso da FLD para diagnóstico da vitalidade pulpar analisa o valor de fluxo medido para diferenciar dentes vitalizados de desvitalizados. No entanto, a contaminação do sinal pelos vasos adjacentes ao elemento dental ocorre (INGÓLFSON et al., 1994). Portanto, o dente desvitalizado pode ter valor de fluxo medido diferente de zero, sendo esperado que esse seja menor que o do dente vitalizado.

Neste estudo, como o grupo controle negativo apresentou leitura 0, ou seja, ausência de pulso, acredita-se que a contaminação do sinal seja mínima ou inexistente, desde que os diodos (emissor e receptor) estejam corretamente posicionados, ou talvez a sensibilidade do aparelho seja inferior, comparativamente a FLD.

Mesaros e Trope (1997) salientam a importância de um posicionador para minimizar alterações na posição da sonda e, conseqüentemente, nos valores do fluxo medidos. Assim como, o controle da iluminação ambiental já que pode afetar o sinal do fluxo, sendo que a confecção do posicionador com cores escuras tende a reduzir esse efeito. Lembraram da dificuldade de utilização da FLD em crianças muito jovens que não cooperam. O custo elevado do aparelho torna impraticável o uso pela maioria dos cirurgiões-dentistas. Entretanto, sugerem que poderia ser utilizado em faculdades e centros de saúde, para onde os profissionais encaminhariam pacientes para o exame.

Da mesma forma quando da utilização da oximetria de pulso cuidados na utilização da técnica devem ser tomados, como o controle da luz ambiente, o isolamento relativo da região, o paralelismo dos diodos e um mínimo de movimentação da cabeça do paciente, na tentativa de se obter um sinal estável e, portanto uma leitura confiável. Vale salientar que o baixo custo do aparelho torna

viável para o cirurgião dentista lançar mão deste recurso diagnóstico, não apenas nas situações de trauma dental, mas na clínica endodôntica de modo geral.

Não havendo dúvida que a medição objetiva e segura do fluxo sanguíneo pulpar é necessária na Odontologia e, especialmente, no diagnóstico pulpar de dentes traumatizados a oximetria de pulso, método proposto neste estudo, surge na tentativa de suprir esses requisitos. Tal recurso se provou eficiente e é amplamente utilizado em âmbito hospitalar, apresenta um custo significativamente mais baixo que os demais recursos fisiométricos.

A oximetria de pulso é um método relativamente recente na monitoração não invasiva. Essa tecnologia foi desenvolvida por Millikan (1942) e aprimorada por Wood e Geraci (1949).

O princípio dessa tecnologia baseia-se numa modificação da lei de Beer e nas características de absorbância da hemoglobina em faixas vermelha e infravermelha. Utiliza-se de comprimentos de onda vermelho e infravermelho para transiluminar um tecido, detectando picos de absorção de acordo com a circulação sanguínea pulsante determinando a taxa de pulso e saturação de oxigênio (SCHNAPP; COHEN, 1990).

As células vermelhas do sangue são responsáveis pelo transporte de oxigênio e cada uma contém aproximadamente 256 milhões de moléculas de hemoglobina. Cada molécula de hemoglobina é capaz de transportar até quatro moléculas de oxigênio. Neste caso, a hemoglobina é chamada de hemoglobina saturada ou oxihemoglobina, e, quando não transporta oxigênio é chamada de hemoglobina desoxigenada. Quando oxigenada a hemoglobina muda de cor, ou seja, ela apresenta uma coloração vermelha intensa, e quando desoxigenada, a cor é vermelha escura (DOUGLAS, 1994).

A oximetria de pulso é baseada na colocação de vasos de sangue arterial entre uma fonte de luz e um receptor. O diodo emissor de luz emite alternadamente, luz vermelha e infravermelha, que apresentam comprimentos de onda distintos (MILLS, 1992), essa emissão é captada por um diodo foto-detector. Ao oxímetro interessa a parte pulsátil (daí o nome oxímetro de pulso) e, assim sendo, ele mede a amplitude obtida em cada pulso nos dois comprimentos de onda. Por meio da relação obtida entre essas duas amplitudes é possível determinar o valor da saturação de oxigênio no sangue (ALEXANDER, 1989).

Em relação à efetividade da oximetria de pulso diferentes estudos chegaram a divergentes conclusões quanto à validade do oxímetro de pulso em diagnosticar vitalidade pulpar. Schnettler e Wallace (1991) e Wallace e Schnettler (1993) acreditam haver relação entre a oxigenação pulpar e sistêmica e, portanto recomendam o uso do oxímetro de pulso como teste de vitalidade pulpar definitivo. Entretanto, Schmitt; Webber e Walker (1991) concluem que o aparelho convencional de oximetria de pulso não é um método acurado para calcular saturação sangüínea pulpar.

Diversos fatores afetam a captação desse sinal tais como: espessura do dedo, cor da pele, posicionamento do sensor, luz ambiente, sendo que o mesmo pode ocorrer, quando utilizado como teste de vitalidade pulpar, em situações de presença de restaurações extensas ou protéticas como coroas totais ou facetas, e mesmo diante de processos cariosos (KAHAN, 1996).

Apesar das vantagens da oximetria de pulso em relação aos demais métodos para determinação da vitalidade pulpar, fatores relacionados à movimentação da cabeça do paciente ou mesmo reflexos de deglutição, adaptação do sensor ao

dente, além da própria iluminação externa do ambiente interferem na qualidade do sinal obtido (MILLS, 1992; SCHNETTLER; WALLACE, 1991).

Na tentativa de minimizar essas interferências medidas de controle foram tomadas, como isolamento relativo da região com roletes de algodão associado ao uso de sugador de saliva; orientação dos pacientes para evitarem ao máximo realizar movimentos com a cabeça, assim como, também, não se utilizou luz proveniente do refletor, durante as mensurações. Utilizou-se sensor especialmente adaptado para uso odontológico, alterações propostas por Calil (2003), o qual foi posicionado na face vestibular (diodo emissor) e palatina (diodo receptor), obedecendo-se o paralelismo entre os dois diodos. Diante do somatório de tais cuidados tornou-se possível a obtenção de um sinal estável.

Goho (1999) cita a necessidade de adaptação do sensor ao elemento dental, buscando facilitar a obtenção de paralelismo entre o diodo emissor e o receptor.

Buscando adaptações, Calil (2003) realizou alterações no sensor para medição da polpa dentária, sendo necessário que alguns parâmetros fossem alterados no equipamento para viabilizar as leituras.

Com relação às modificações no sensor, essas foram feitas em função do dente apresentar pouca resistência à passagem da luz, além dos níveis de intensidade configurados para a captação no dedo (oxímetro OXIGRAPH original) serem excessivos para a medição no dente. Configurou-se o equipamento com um nível menor de intensidade de luz incidida no dente, tal alteração foi feita no programa do monitor OXIGRAPH pelos engenheiros da empresa.

Os níveis de sensibilidade da parte pulsátil foram aumentados, pois os níveis de pulso captados no dente são mais baixos do que os captados no dedo isso devido a uma maior irrigação no dedo do que no dente (Apêndice D Gráficos D.1 a

D.3). A amplificação do sinal pulsátil utilizada para os estudos foi duas vezes e meia maior que os utilizados nas piores condições de pulso captado no dedo, que é de 100 vezes. Portanto, para uma razoável captação do pulso no dente a amplificação do sinal pulsátil foi de 250 vezes. Essa alteração foi feita nos circuitos amplificadores da parte pulsátil do equipamento.

Calil (2003) cita ainda que um ganho de 500 vezes na parte pulsátil seria o ideal, porém, seriam necessárias alterações nos amplificadores que não poderiam ser feitos na versão do equipamento empregado neste estudo

Uma mudança no programa do equipamento foi necessária para que o mesmo pudesse captar o pulso no dente e no dedo, de forma a termos uma fonte única de medição e comparação dos dados colhidos no estudo (System Partner - Engenharia de Qualidade).

A principal dificuldade na utilização do oxímetro de pulso está na obtenção de paralelismo entre o diodo emissor e o receptor. Em função da própria anatomia coronária dos dentes estudados onde a concavidade da face palatina e a presença do cingulo dificultavam um melhor contato do sensor, levando à necessidade de recolocação ou reposicionamento desses para que, então, pudéssemos obter valores confiáveis de leitura.

Clara fica a necessidade do aprimoramento de um sensor especialmente desenhado para uso odontológico o qual minimize os fatores interferentes, fatores estes relacionados à movimentação da cabeça do paciente ou mesmo reflexos de deglutição, adaptação do sensor ao dente, além da própria iluminação externa do ambiente, na obtenção de um sinal confiável .

No que tange aos dentes utilizados neste estudo, foram selecionados 26 pacientes de ambos os sexos, com idade entre 8 e 53 anos, dos quais separamos



59 dentes permanentes traumatizados. Após a verificação da ausência de resposta frente ao teste de sensibilidade ao frio (gás refrigerante), os dentes traumatizados eram submetidos a testes complementares para que a hipótese de mortificação do tecido pulpar fosse afastada. Assim, na ausência de outro sinal ou sintoma que pudesse corroborar para o diagnóstico de mortificação pulpar, os dentes traumatizados eram selecionados para fazer parte do estudo.

O aparelho de oximetria de pulso foi inicialmente acoplado no dedo indicador do paciente, conforme descrito anteriormente, e em seguida eram testados os dentes traumatizados e aqueles eleitos para controle positivo, anotando-se os resultados das leituras em ficha específica. Os testes foram repetidos em trinta e sessenta dias para que se pudessem comparar as respostas obtidas.

Sete dos 59 dentes não apresentaram leitura (Gráfico 5.1 espécimes 27, 32, 33, 37, 38, 43, e 44), ou seja, ausência de pulso nos três tempos experimentais sugerindo necrose pulpar; três apresentaram leitura inicial de 84%, 80% e 92% e passaram a não responder nas leituras de 30 e 60 dias (Gráfico 5.1 espécimes 3, 4 e 5) sugerindo que as polpas desses dentes caminharam para mortificação. Um dente não apresentou leitura inicial e depois obteve 93% de oxigenação nos meses seguintes (Gráfico 5.1 espécime 18) sugerindo um possível erro na leitura inicial; um dente com leitura inicial de 83% de oxigenação obteve nos meses seguintes 91% (Gráfico 5.1 espécime 11) indicando um possível retorno aos padrões de normalidade. Os demais dentes mantiveram leituras relativamente estáveis variando pouco ou não variando aos trinta e sessenta dias.

Nos dentes onde não se obteve pulso, apesar da forte indicação de mortificação pulpar, optou-se pelo acompanhamento, visto que esses dentes também não apresentavam outro sinal ou sintoma (fora ausência de resposta

sensorial ao frio) que corroborasse para o diagnóstico de mortificação. Resolvemos por essa conduta rotineira, pois caso o teste com oximetria de pulso não esteja disponível, o acompanhamento parece ser o melhor caminho a ser seguido.

Comparando-se as leituras obtidas neste estudo para dentes traumatizados com as taxas de oxigenação obtidas em dentes vitais testados pelo oxímetro, assim como, as leituras obtidas nos dentes com tratamento endodôntico realizado e restaurados, pode-se afirmar que taxas de oxigenação obtidas nos dentes traumatizados são confiáveis, permitindo ainda um monitoramento da condição pulpar ao longo do tempo.

Dessa forma, nos casos de trauma onde os testes convencionais não consigam diagnosticar vitalidade ou mortificação pulpar devido à ausência de resposta sensorial, e na falta de outro sinal ou sintoma que confirme o estado pulpar, a oximetria de pulso surge como recurso confiável na avaliação da condição do tecido pulpar guiando o profissional no futuro proceder.

Nos resultados deste estudo, verificou-se que há correlação entre a oxigenação lida no dedo indicador do paciente e o dente testado nos três tempos experimentais ao nível de 5%, corroborando com os resultados obtidos por Calil (2003). Também foi observada correlação entre a oxigenação lida nos dentes controle do paciente e nos dentes traumatizados, nos três tempos experimentais, ao nível de 5%.

Observou-se ainda que a leitura de oxigenação, nos três tempos experimentais, realizada nos dentes traumatizados não apresentou diferença estatística ao nível de 5%.

Este estudo demonstra que a oximetria de pulso é um teste objetivo onde conseguimos avaliar as reais condições de vitalidade pulpar valendo-se da

determinação do fluxo e oxigenação do tecido pulpar, validando o teste como recurso auxiliar no diagnóstico de dentes traumatizados. É necessário, portanto continuidade nas pesquisas, objetivando melhorar as características técnicas de aplicabilidade do teste.

# CONCLUSÕES

## 7 CONCLUSÕES

De acordo com a análise dos resultados obtidos neste estudo pode-se afirmar que:

- 7.1 O método determinou o nível de oxigenação sangüínea da polpa em dentes permanentes traumatizados, capacitando-o como teste pulpar para avaliação rotineira da vitalidade nas situações de trauma dental;
- 7.2 Houve correlação entre o nível de oxigenação sangüínea obtido nos dentes controle do paciente e o dos dentes traumatizados nos três tempos experimentais;
- 7.3 Os dentes traumatizados não apresentaram taxas de oxigenação significativamente variável nos três tempos experimentais.

# **REFERÊNCIAS**

## REFERÊNCIAS<sup>1</sup>

Alexander CM. Principles of pulse oximetry. *Anesth Analg* 1989;68:368-76.

Andreasen JO, Andreasen FM. Textbook and color atlas of traumatic injuries to the teeth. Munksgaard: Mosby; 1994.

Andreasen JO, Andreasen FM. Texto e atlas colorido de traumatismo dental. 3a ed. Trad. de Gabriela Soares, Cristiano Boschetto e Ilson José Soares. Porto Alegre: Artmed Editora; 2001.

Andreasen FM. Pulpal healing after luxation injuries and root fracture in the permanent dentition. *Endod Dent Traumatol* 1989;5:111-31.

Andreasen JO, Ravn JJ. Epidemiology of traumatic dental injuries to primary and permanent teeth in a Danish population sample. *Int J Oral Surg* 1972;1:235-9.

Atkins SE, Tuncay OC. Gingival blood flow. *Miss Dent Assoc J* 1993;49(2):27-9.

Aun CE, Caldeira, CL, Gavini G, Pesce HF. Avaliação da vitalidade pulpar em dentes permanentes jovens com rizogênese completa. *Rev Odontol FZL* 1992; 4(2):95-104.

Aun CE, Caldeira CL, Gavini G, Pesce HF. Avaliação da vitalidade pulpar em dentes permanentes jovens com rizogênese incompleta. *Rev Paul Odontol* 1994;16(6):9-16.

Austin LT, Waggener DT. Vitality tests with particular reference to the use of ice. *J Am Dent Assoc* 1941;28(7):1044-9.

Barletta FB. Considerações em torno do emprego do bastão de neve carbônica na determinação da vitalidade pulpar quanto ao grau de confiabilidade, capacidade refrigerante e possíveis danos às estruturas do esmalte e polpa dentários[Dissertação de Mestrado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo; 1992.

---

<sup>1</sup> De acordo com Estilo Vancouver. Abreviatura de periódicos segundo base de dados MEDLINE.

Barwick PJ, Ramsay DS. Effect of brief intrusive force on human pulpal blood flow. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1996;110(3):273-9.

Baumann R. Vitalitätsprüfung mit CO<sub>2</sub> - Schnee, billig und einfach. *Quintess Zahnartzl Lit* 1964;15(11):49-50.

Baume L. Diagnosis of diseases of the pulp. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1970;29(1):102-16.

Berger CR. Avaliação clínica do teste de vitalidade pulpar com gelo seco. *Odontol Mod* 1986;13(8):6-13.

Bernick S. Differences in nerve distribution between erupted and non - eupted human teeth. *J Dent Res* 1964;43(3):406-11.

Bernick S. Effect of ageing on the nerve supply to human teeth. *J Dent Res* 1967;46(4):694-9.

Bernick S. Vascular and nerve changes associated with the healing of human pulp. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1972;33(6):983-1000.

Bezerra AG, Belmont FM, Abrão CV, Caldeira C. Levantamento epidemiológico dos casos de traumatismo dental atendidos no CADE-Trauma durante o ano de 2004 - Anais da XIII Reunião de Pesquisa da FOUASP. São Paulo 26 e 27 de outubro de 2004. RPG (no prelo)

Bhaskar SN, Rappaport HM. Dental vitality tests and pulp status. *J Am Dent Assoc* 1973;86(1/3):409-11.

Brannstrom M, Linden LA, Astrom A. The hydrodynamics of the dentinal tubule and of pulp fluid. A discussion of this significance in relation to dentinal sensitivity. *Caries Res* 1967;1(1):310-7.

Buckingham JB. Dictionary of organic compounds. 5<sup>a</sup> ed. London: Chapman and Hall; 1982: v. 2.

Burnside RR, Sorenson FM, Buck DL. Electric vitality testing in orthodontic patients. *Angle Orthod* 1974;44(3):213-7.



Caldeira CL. Avaliação clínica da resposta pulpar obtida em pacientes submetidos aos testes de vitalidade com frio (gelo e diclorodifluorometano) em função da faixa etária e grupo dentário [Dissertação de Mestrado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo; 1997.

Caldeira CL. Relação entre o tempo de resposta sensorial e a temperatura observada internamente na parede vestibular quando da aplicação do tetrafluoroetano como teste de sensibilidade pulpar [Tese de Doutorado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo; 1998.

Caldeira CL, Fidel SR, Pesce HF, Aun CE. Avaliação da resposta pulpar aos testes de vitalidade pulpar com frio em dentes com deposição de dentina reparativa. *RPG* 1995;2(3):157-60.

Calil E. Determinação da vitalidade pulpar in vivo através da oximetria de pulso [Dissertação de Mestrado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo; 2003.

Castagnola L, Negro VL. Esame della vitalità pulpare nella pratica. *Mondo Odontostomatol* 1972;14(6):919-31.

Chambers IG. The role and methods of pulp testing in oral diagnosis: a review. *Int Endod J* 1982;15(1):1-15.

Chandler NP, Pitt Ford TR, Watson TF. Pattern of transmission of laser light through carious molar teeth. *Int Endod J* 2001;34(7):526-32.

Cohen S, Burns R. Pathways of the pulp. 6<sup>th</sup> ed. St Louis: Mosby - Year Book; 1994.

Cohen S, Burns R. Caminhos da polpa. 7<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2000.

Cooley RL, Robison SF. Variables associated with electric pulp testing. *J Oral Surg* 1980;50(1):66-73.

Cvek M, Cleaton-Jones PE, Austin JC, Andreasen JO. Pulp reactions to exposure after experimental crown fractures of grinding in adult monkeys. *J Endod* 1982;9:391-7.

Dachi SF, Haley JV, Sanders JE. Standardization of a test for dental sensitivity to cold. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1967;24(5):687-92.

Douglas CR. *Fisiologia: prática aplicada à odontologia*. São Paulo: Pancast; 1988. v. 2.

Douglas CR. *Tratado de fisiologia aplicada às ciencias da saúde*. São Paulo: Pancast; 1994.

Dummer PMH, Hicks R, Huws D. Clinical signs and symptoms in pulp disease. *Int Endod J* 1980;13(1):17-35.

Ehrmann EH. Pulp testers and pulp testing with particular reference to the use of dry ice. *Aust Dent J* 1977;22(4):272-9.

Eli I. Dental anxiety: a cause for possible misdiagnosis of tooth vitality. *Int Endod J* 1993;26(4):251-3.

Evans D, Reid J, Strang R, Stirrups D. A comparison of laser Doppler flowmetry with other methods of assessing the vitality of traumatised anterior teeth. *Endod Dent Traumatol* 1999;15:284-90.

Fearnhead RW. *The histological demonstration of nerve fibers in human dentin*. Oxford: Pergamon Press; 1963.

Fein M, Gluskin A, Goon W. Evaluation of optical methods of detecting pulp vitality. *J Biomed Optics* 1997;2(1):58-73.

Fried K. Changes in pulpal nerves with aging. *Proc Finn Dent Soc* 1992;88(Sup1):517-28.

Fuhr K, Scherer W. *Prüfmethodik und Ergebnisse vergleichender Untersuchungen zur Vitalitätsprüfung von Zähnen*. *Dtsch Zahnärztl Z* 1968;23:1344-9.

Fulling HJ, Andreasen JO. Influence of maturation status and tooth type of permanent teeth upon electrometric and thermal pulp testing. *Scand J Dent Res* 1976;84(5):286-90.

Fuss Z, Trowbridge H, Bender I, Rickoff B, Sorin S. Assessment of reliability of electrical and thermal pulp testing agents. *J Endod* 1986;12(7):301-5.

Gazelius B, Olgart L, Edwall L. Non-invasive recording of blood flow in human dental pulp. *Endod Dent Traumatol* 1986;2:219-21.

Gazelius B, Olgart L, Edwall B. Restored vitality in luxated teeth assessed by laser Doppler flowmeter. *Endod Dent Traumatol* 1988;4(4/6):265-8.

Goho C. Pulse oximetry evaluation of vitality in primary and immature permanent teeth. *Pediatr Dent* 1999;21(2):125-7.

Goodies HE, Winthrop V, Whitw JM. Pulpal responses to cooling tooth temperatures. *J Endod* 2000;26:263-7.

Greenwood F, Horiuchi H, Matthews G. Electrophysiological evidence on the types of nerve fibers excited by electrical stimulation of teeth with a pulp tester. *Arch Oral Biol* 1972;17(4):701-9.

Grossman LI. Paresthesia from N2 or N2 substitute. Report of a case. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1978;45(1):114-5.

Heithersay GS, Hirsch RS. Tooth discoloration and resolution following a luxation injury: significance of blood pigment in dentin to laser Doppler flowmetry readings. *Quintessence Int* 1993;24(9):669-76.

Hietanen J, Rantanen AV. Screening some modern pulp vitality testers. *Proc Finn Dent Soc* 1973;69(5):173-81.

Hutzli HR. Zur praxis der vitalitätsprüfungen. *Schweiz Mtsch Zahnheilk* 1971;81(3):276.

Hyman JJ, Cohen ME. The predictive value of endodontic diagnostic tests. *J Oral Surg* 1984;58(3):343-6.

Ingolfsson ER, Tronstad L, Hersh E, Riva CE. Efficacy of laser Doppler flowmetry in determining pulp vitality of human teeth. *Endod Dent Traumatol* 1994;10:83-7.

Ikawa M, Horiuchi H, Ikawa K. Optical characteristics of human extracted teeth and the possible application of photo plethymography to the human pulp. *J Arch Oral Biol* 1994;39(10):821-7.

Ikawa M, Vongsavan N, Horiuchi H. Scattering of laser light directed onto the labial surface of extracted human upper central incisors. *J Endod* 1999;25:483-5.

Inoue H, Kurosakay Y, Abe K. Autonomic nerve endings in the odontoblast/pre dentin border and pre dentin of the canine teeth of dogs. *J Endod* 1992;18:149-51.

Jack L. Observation of the relation of thermal irritation of the teeth to their treatment. *Dent Cosmos* 1899;41(1):1-6.

Johnson DC, Harshbarger J, Rymer HD. Quantitative assesment of neural development in human premolars. *Anat Rec* 1983;205(4):421-9.

Jones VR, Rivera EM, Walton RE. Comparision of carbon dioxide versus refrigerant spray to determine pulpal responsiveness. *J Endod* 2002;28(7):531-3.

Justus T, Chang BL, Bloomquist D, Ramsay DS. Human gingival and pulpal blood flow during healing after Le Fort I osteotomy. *J Oral Maxillofac Surg* 2001;59(1):2-8.

Kahan RS, Gulabivala K, Snook M, Setchell DJ. Evaluation of a pulse oximeter and customized probe for pulp vitality testing. *J Endod* 1996;22(3):105-9.

Kidd JF, Vickers MD. Pulse oximeters: essential monitors with limitations. *Br J Anaesth* 1989;62(4):355-7.

Klein H. Pulp responses to an electric pulp stimulator in the developing permanent anterior dentition. *ASDC J Dent Child* 1978;45(3):199-202.

Linde A. Dentine and dentinogenesis. Boca Raton: CRC 1984.v.1.

Lundy T, Stanley HR. Correlation of pulpal histopathology and clinical symptoms in human teeth subject to experimental irritation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1969;27(2):187-201.

Matthews B, Searle BN. Some observations on pulp testers. *Brit Dent J* 1974;137(8):307-12.

Matthews B, Horiuchi H, Greenwood F. The effects of stimulus polarity and electrode area on the threshold to monopolar stimulation of teeth in human subjects with some preliminary observations on the use of a bipolar pulp tester. *Arch Oral Biol* 1974;19(1):35-42.

Mayer R, Heppe H. Vergleichende klinische Untersuchungen unterschiedlicher Mittel und Methoden zur Prufung der Vitalitat der Zahne. *ZWR* 1974;83(15):777-81.

Medeiros JMF, Pesce HF. 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* 1993;15(2):18-24.

Mesaros SV, Trope M. Revascularization of traumatized teeth assessed by laser Doppler flowmetry: case report. *Endod Dent Traumatol* 1997;13:24-30.

Mjor IA, Nordahl I. The density and branching of dentinal tubules in human teeth. *Arch Oral Biol* 1996;41(5):401-12.

Millard HD. Techniques of clinical diagnosis of importance to the dentist. *Dent Clin North Amer* 1973;3:21-39.

Millikan GA. The oximeter, an instrument for measuring continuously the oxygen saturation of arterial blood in man. *Rev Sci Instruí* 1942;13:434-9.

Mills RW. Pulse oximetry-a method of vitality testing for teeth. *Brit Dent J* 1992;172:334-5.

Mumford JM. Pain perception threshold on stimulating human teeth and the histological condition of the pulp. *Brit Dent J* 1967;123(7):427-33.

Nahri M, Virtanen A, Kuhta J, Huopaniemi T. Electrical stimulation of teeth with a pulp tester in the cat. *Scand J Dent Res* 1979;87(1):32-8.

Nissan R, Trope M, Zhang C, Chance B. Dual wavelength spectrophotometry as a diagnostic test of the pulp chamber contents. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1992;74:508-14.

Noblett WC, Wilcox LR, Scamman F, Johnson WT, Diaz-Arnold A. Detection of pulpal circulation in vitro by pulse oximetry. *J Endod* 1996;22(1):1-5.

Odor TM, Chandler NP, Watson TF, Pitt Ford TR, Mc Donald F. Laser light transmission in teeth: a study of the patterns in different species. *Int Endod J* 1999;32:296-302.

Oikarinen K, Kopola H, Makiniemi M, Herrala E. Detection of pulse in oral mucosa and dental pulp by means of optical reflection method. *Endod Dent Traumatol* 1996;12:54-9.

Olgart L, Gazelius B, Lindh-Srtromberg U. Laser Doppler flowmetry in assessing vitality in luxated permanent teeth. *Int Endod J* 1988;21(5):300-12.

Olgart LM. Pain research using feline teeth. *J Endod* 1986;12(10):458-61.

Paiva JG, Antoniazzi JH. *Endodontia: bases para a prática clínica*. 2<sup>a</sup> ed. São Paulo: Artes Médicas; 1993.

Pashley DH. Dentin permeability and dentin sensitivity. *Proc Finn Dent Soc* 1992;88(Sup1):31-7.

Pashley DH. The dentin: predentin complex and its permeability: physiologic review. *J Dent Res* 1985;64:613-20.

Pashley DH. Smear layer: physiological considerations. *Oper Dent* 1984;3:13-29.

Pashley DH, Parsons GS. Pain produced by topical anaesthetic ointment. *Endod Dent Traumatol* 1987;3(2):80-2.

Pesce HF, Medeiros JFM, Risso VA. Determinação da vitalidade pulpar pelo teste térmico do frio: (contribuição ao estudo). *Rev Paul Odontol* 1985;7(5):2-10.

Philippas GG, Applebaum E. Age factor in secondary dentin formation. *J Dent Res* 1966;45(3):778-89.

Pileggi R, Dumsha TC, Myslinski NR. The reability of the eletric pulp test after concussion injury. *Endod Dent Traumatol* 1996;12:16-9.

Radhakrishnan S, Munshi AK, Hedge AM. Pulse oximetry: a diagnostic instrument in pulpal vitality testing. *J Clin Pediatr Dent* 2002;26(2):141-5.

Reynolds RL. The determination of pulp vitality by means of thermal and electrical stimuli. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1966;22(2):231-40.

Robin O, Vinard H, Vernet-Maury E, Saumet JT. Influence of sex and anxiety on pain threshold and tolerance. *Functional Neurology* 1987;2:173-9.

Robinson HBG. The nature of the diagnostic process. *Dent Clin North Amer, Philadelphia* 1963;abril3-8.

Rowe AHR, Pitt-Ford TR. The assesment of pulpal vitality. *Int Endod J* 1990;23(2):77-83.

Rugh JD. Psychological components of pain. *Dent Clin North Amer* 1987;31:579-94.

Salles AWR, Nogueira GEC, Lage-Marques JL, Vidal JT, Zezell DM. Laser Doppler flowmetry of pulpal blood flow during the dental leveling. *Lasers Surg Med* 2004;10 (Supl 16):53.

Schlich E, Schlich K. Experience using the lege Artis thermal test for vitality testing, *Quintessence Int*, 1973;4(6):25-6.

Schmitt J, Webber R, Walker E. Optical determination of dental pulp vitality. *Trans Biomed Eng* 1991;38(4):346-53.

Schnapp LM, Cohen NH. Pulse oximetry: uses and abuses. *Chest* 1990;98:1244-50.

Schnettler JM, Wallace JA. Pulse oximetry as a diagnostic tool of pulpal vitality. *J Endod* 1991;17:488-90.

Shillingburg HTJr, Grace CS. Thickness of enamel and dentin. J South Calif Dent Assoc. 1973;41(1):33-6.

Sorenson F, Phatak NM, Everett FG. Thermal pulp tester. A new instrument. J Dent Res 1962;41(5):961-5.

Stanley HR, White CL, McCrav L. The rate of tertiary (reparative) dentine formation in the human tooth. Oral Surg Oral Pathol 1966;21(2):180-9.

Teitler D, Tzadik D, Eidelman E, Chosack A. A clinical evaluation of vitality tests in anterior teeth following fracture of enamel and dentin. Oral surgery 1972;34:649-52.

Thomas HF, Paine RC. The ultrastructure of dentinal tubules from erupted human teeth. J Dent Res 1983;62(5):532-6.

Trowbridge HO, Franks M, Korostoff E, Emling R. Sensory response to thermal stimulation in human teeth. J Endod 1980;6(1):405-12.

Ueti H. Estudo da espessura esmalte/dentina em função da idade, grupo de dentes e distância com a porção externa da coroa clínica [Dissertação de Mestrado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo; 1996.

Von Eifinger FF. Sensibilitatstest am menschlichen zahn mit kalteareosolen. Dtsch Zahnarztl 1970;24(1):26-32.

Von Graffenried B, Adler R, Abt K, Nuesch E, Spiegel R. The influence of anxiety and pain sensitivity on experimental pain in man. Pain 1978;4:253-63.

Wallkhoff O. Bemerkungen zur thermometrie der pulpa. Deutsche Monatschrift für Zahnheilkunde 1898;17:555-7.

Wallace JA, Schnettler JM. Pulse oximetry as a definitive diagnostic tool. J Endod 1993;19:186.

Walton RE, Torabinejad M. Princípios e prática em endodontia. 2ª ed. São Paulo: Livraria Santos; 1997.



Wanderley MT. Avaliação da fluxometria laser Doppler como método de diagnóstico da vitalidade pulpar em incisivos superiores decíduos [Tese de Doutorado] São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 2004.

Wilder-Smith PEEB. A new method for the non-invasive measurement of pulpal blood flow. *Int Endod J* 1988;21:307-12.

Word EH, Geraci JE. Photoelectric determination of arterial oxygen saturation in man. *J Lab Clin Med* 1949;34:387-401.

Yanpiset K, Vongsavan N, Sigurdsson A, Trope M. Efficacy of laser Doppler flowmetry for the diagnosis of revascularization of reimplanted immature dog teeth. *Dent Traumatol* 2001;17(2):63-70.

# APÊNDICES

## APÊNDICE A - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Senhor(a) Paciente ou responsável por menor de idade:

A pesquisa denominada “Determinação da vitalidade pulpar in vivo por meio da oximetria de pulso em dentes traumatizados”, de responsabilidade da pesquisadora Carmen Vianna Abrão, tem como objetivo avaliar um novo método destinado a auxiliar se dentes que foram vitimados por traumatismos necessitam ou não algum tipo de tratamento de canal.

Todo dente que será tratado no Serviço de Traumatismos Dentários da FOUSP (CADE-TRAUMA) e exames como radiografias e aplicações de frio ou calor serão feitos para saber se o dente esta com algum problema ou não. Esta pesquisa utilizará um novo tipo de exame, a oximetria de pulso, que não causa nenhum desconforto ou dor e constitui na aplicação sobre o dente de uma fonte de luz associada a um aparelho e é realizado em alguns segundos. Se diante de todos os exames ficar comprovado que é necessário tratar o canal de seu(s) dente(s) traumatizado(s), você poderá ser agendado em nosso Serviço, que dispõe de pessoas treinadas para realizá-lo. Tratar ou não seu(s) dente(s) traumatizado(s) em nosso serviço é opção sua, e se você optar a qualquer momento e por qualquer razão, a desistir do tratamento, nenhuma punição ocorrerá por isso, e ainda lhe é assegurado o direito de continuar a ser cliente da FOUSP em qualquer disciplina que disponibilizar vagas para tratamento.

Todas as informações relativas à sua pessoa serão mantidas em sigilo absoluto.

Mesmo que não seja Carmen Vianna Abrão quem efetuar o tratamento do(s) seu(s) dente(s), sempre será ela a responsável pela pesquisa proposta. Qualquer problema deverá a ela ser comunicado pelo telefone 3887-0060 ou pelo e-mail [carmenvianna@terra.com.br](mailto:carmenvianna@terra.com.br).

Ao assinarmos este consentimento estaremos de acordo com estas informações, sabedores das vantagens e dos riscos da realização da pesquisa.

São Paulo, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_  
Paciente ou responsável

\_\_\_\_\_  
Carmen Vianna Abrão

APÊNDICE B - Ficha para identificação do paciente e coleta dos dados referentes ao teste de vitalidade pulpar através do oxímetro de pulso

<p>Nome: _____ Sexo: M F Data: / /</p> <p>Endereço: _____ Idade _____</p> <p>Assinatura responsável: _____</p>
<p>Dente traumatizado:</p> <p>Dente controle positivo:</p> <p>Teste de vitalidade dente traumatizado: Gás refrigerante: positivo negativo</p> <p>Teste de vitalidade controle positivo: Gás refrigerante: positivo negativo</p> <p>Ox. pulso (% SaO<sub>2</sub>): dedo:.....dente controle:.....dente:.....</p>
<p>Dente traumatizado:</p> <p>Dente controle positivo:</p> <p>Teste de vitalidade dente traumatizado: Gás refrigerante: positivo negativo</p> <p>Teste de vitalidade controle positivo: Gás refrigerante: positivo negativo</p> <p>Ox. pulso (% SaO<sub>2</sub>): dedo:.....dente controle:.....dente:.....</p>
<p>Dente traumatizado:</p> <p>Dente controle positivo:</p> <p>Teste de vitalidade dente traumatizado: Gás refrigerante: positivo negativo</p> <p>Teste de vitalidade controle positivo: Gás refrigerante: positivo negativo</p> <p>Ox. pulso (% SaO<sub>2</sub>): dedo:.....dente controle:.....dente:.....:</p>

APÊNDICE C – Valores originais obtidos nas leituras de saturação arterial de oxigênio, expressas em porcentagem.

Apêndice C.1 - Saturação arterial de oxigênio, expressa em porcentagem, entre o dedo indicador e os dentes traumatizados no tempo 0 (inicial)

ESPÉCIME	IDADE	DENTE	OXIMETRIA DE PULSO	
			PORCENTAGEM DE SATURAÇÃO INICIAL DE OXIGÊNIO	
			DEDO	DENTE
1	22	11	94	90
2	22	21	94	84
3	11	11	94	84
4	11	21	94	80
5	11	22	94	92
6	13	23	94	90
7	11	11	94	92
8	14	11	97	94
9	14	12	97	94
10	14	13	97	87
11	14	14	97	83
12	25	21	96	94
13	13	11	96	93
14	8	11	95	93
15	8	21	95	93
16	8	21	95	92
17	10	11	95	93
18	10	21	95	sem pulso
19	10	22	95	91
20	11	21	94	90
21	41	21	95	90
22	41	22	95	91
23	41	23	95	92
24	21	12	95	94
25	9	41	93	88
26	9	42	93	83
27	12	21	96	sem pulso
28	12	41	95	82
29	20	41	94	89
30	20	32	94	91
31	20	31	94	92
32	14	31	93	sem pulso
33	14	41	93	sem pulso
34	23	11	95	91
35	23	21	95	89
36	23	22	95	88
37	11	11	96	sem pulso
38	11	21	96	sem pulso
39	15	11	92	89
40	15	21	92	88
41	15	22	92	88
42	15	12	92	89
43	11	11	94	sem pulso
44	11	21	94	sem pulso
45	47	12	92	84
46	37	21	96	86

Continua...

Conclusão					
47	37	12	96	94	
48	53	11	94	92	
49	53	21	94	87	
50	8	21	97	96	
51	35	11	97	91	
52	35	21	97	90	
53	35	12	97	84	
54	35	23	97	93	
55	14	11	96	91	
56	14	13	96	92	
57	14	23	96	92	
58	14	14	96	90	
59	14	24	96	90	

Apêndice C.2 - Saturação arterial de oxigênio, expressa em porcentagem, entre o dedo indicador e os dentes traumatizados 30 dias após a leitura inicial

ESPÉCIME	IDADE	DENTE	OXIMETRIA DE PULSO	
			PORCENTAGEM DE SATURAÇÃO DE OXIGÊNIO	
			DECORRIDOS 30 DIAS DA LEITURA INICIAL	
			DEDO	DENTE
1	22	11	94	90
2	22	21	94	84
3	11	11	94	sem pulso
4	11	21	94	sem pulso
5	11	22	94	sem pulso
6	13	23	94	87
7	11	11	94	90
8	14	11	97	93
9	14	12	97	90
10	14	13	97	87
11	14	14	97	91
12	25	21	96	93
13	13	11	96	92
14	8	11	95	91
15	8	21	95	90
16	8	21	95	93
17	10	11	95	93
18	10	21	95	93
19	10	22	95	94
20	11	21	94	90
21	41	21	95	89
22	41	22	95	91
23	41	23	95	94
24	21	12	95	94
25	9	41	93	88
26	9	42	93	83
27	12	21	96	sem pulso
28	12	41	95	82
29	20	41	94	89
30	20	32	94	91
31	20	31	94	92
32	14	31	93	sem pulso

Continua...

Conclusão					
33	14	41	93		sem pulso
34	23	11	95		91
35	23	21	95		89
36	23	22	95		88
37	11	11	96		sem pulso
38	11	21	96		sem pulso
39	15	11	92		89
40	15	21	92		88
41	15	22	92		88
42	15	12	92		89
43	11	11	94		sem pulso
44	11	21	94		sem pulso
45	47	12	92		83
46	37	21	96		86
47	37	12	96		94
48	53	11	94		92
49	53	21	94		87
50	8	21	97		96
51	35	11	97		91
52	35	21	97		90
53	35	12	97		84
54	35	23	97		93
55	14	11	96		91
56	14	13	96		91
57	14	23	96		92
58	14	14	96		90
59	14	24	96		90

Apêndice C.3 - Saturação arterial de oxigênio, expressa em porcentagem, entre o dedo indicador e os dentes traumatizados 60 dias após a leitura inicial

ESPÉCIME	IDADE	DENTE	OXIMETRIA DE PULSO PORCENTAGEM DE SATURAÇÃO DE OXIGÊNIO DECORRIDOS 60 DIAS DA LEITURA INICIAL	
			DEDO	DENTE
1	22	11	94	90
2	22	21	94	84
3	11	11	94	sem pulso
4	11	21	94	sem pulso
5	11	22	94	sem pulso
6	13	23	94	87
7	11	11	94	90
8	14	11	97	93
9	14	12	97	90
10	14	13	97	87
11	14	14	97	91
12	25	21	96	94
13	13	11	96	92
14	8	11	95	91
15	8	21	95	90
16	8	21	95	93
17	10	11	95	93
18	10	21	95	93

Continua...



## Conclusão

19	10	22	95	94
20	11	21	94	90
21	41	21	95	89
22	41	22	95	91
23	41	23	95	94
24	21	12	95	94
25	9	41	93	88
26	9	42	93	83
27	12	21	96	sem pulso
28	12	41	95	82
39	20	41	94	89
30	20	32	94	91
31	20	31	94	92
32	14	31	93	sem pulso
33	14	41	93	sem pulso
34	23	11	95	91
35	23	21	95	89
36	23	22	95	88
37	11	11	96	sem pulso
38	11	21	96	sem pulso
39	15	11	92	89
40	15	21	92	88
41	15	22	92	88
42	15	12	92	89
43	11	11	94	sem pulso
44	11	21	94	sem pulso
46	47	12	92	84
46	37	21	96	86
47	37	12	96	94
48	53	11	94	92
49	53	21	94	87
50	8	21	97	96
51	35	11	97	91
52	35	21	97	90
53	35	12	97	84
54	35	23	97	92
55	14	11	95	91
56	14	13	96	91
57	14	23	96	92
58	14	14	96	90
59	14	24	96	90

Apêndice C.4 - Saturação arterial de oxigênio, expressa em porcentagem, entre os dentes traumatizados consideradas as leituras iniciais e as feitas após 30 dias e 60 dias

ESPÉCIME	INICIAL	30 DIAS	60 DIAS
1	90	90	90
2	84	84	84
3	84	Sem pulso	sem pulso
4	80	Sem pulso	sem pulso
5	92	Sem pulso	sem pulso
6	90	87	87
7	92	90	90
8	94	93	93

Continua...

## Conclusão

9	94	90	90
10	87	87	87
11	83	91	91
12	94	93	94
13	93	92	92
14	93	91	91
15	93	90	90
16	92	93	93
17	93	93	93
18	sem pulso	93	93
19	91	94	94
20	90	90	90
21	90	89	89
22	91	91	91
23	92	94	94
24	94	94	94
25	88	88	88
26	83	83	83
27	sem pulso	sem pulso	sem pulso
28	82	82	82
29	89	89	89
30	91	91	91
31	92	92	92
32	sem pulso	sem pulso	sem pulso
33	sem pulso	sem pulso	sem pulso
34	91	91	91
35	89	89	89
36	88	88	88
37	sem pulso	sem pulso	sem pulso
38	sem pulso	sem pulso	sem pulso
39	89	89	89
40	88	88	88
41	88	88	88
42	89	89	89
43	sem pulso	sem pulso	sem pulso
44	sem pulso	sem pulso	sem pulso
45	84	83	84
46	86	86	86
47	94	94	94
48	92	92	92
49	87	87	87
50	96	96	96
51	91	91	91
52	90	90	90
53	84	84	84
54	93	93	92
55	91	91	91
56	92	91	91
57	92	92	92
58	90	90	90
59	90	90	90

Apêndice C.5 - Saturação arterial de oxigênio, expressa em porcentagem, entre os dentes controle positivo e os dentes traumatizados no tempo 0 (inicial)

ESPÉCIME	IDADE	DENTE TRAUMATIZADO	DENTE CONTROLE POSITIVO	OXIMETRIA DE PULSO PORCENTAGEM DE SATURAÇÃO INICIAL DE OXIGÊNIO	
				CONTROLE POSITIVO	DENTE
1	22	11	12	91	90
2	22	21	22	90	84
3	11	11	12	91	84
4	11	21	12	90	80
5	11	22	12	90	92
6	13	23	13	90	90
7	11	11	21	92	92
8	14	11	21	93	94
9	14	12	22	94	94
10	14	13	23	92	87
11	14	14	24	90	83
12	25	21	11	94	94
13	13	11	21	92	93
14	8	11	12	92	93
15	8	21	22	92	93
16	8	21	11	91	92
17	10	11	12	93	93
18	10	21	12	93	sem pulso
19	10	22	12	93	91
20	11	21	11	91	90
21	41	21	11	92	90
22	41	22	12	92	91
23	41	23	13	94	92
24	21	12	22	93	94
25	9	41	31	91	88
26	9	42	32	91	83
27	12	21	11	93	sem pulso
28	12	41	42	90	82
29	20	41	42	91	89
30	20	32	42	91	91
31	20	31	42	91	92
32	14	31	32	90	sem pulso
33	14	41	42	90	sem pulso
34	23	11	12	92	91
35	23	21	12	92	89
36	23	22	12	92	88
37	11	11	12	92	sem pulso
38	11	21	22	91	sem pulso
39	15	11	41	90	89
40	15	21	41	90	88
41	15	22	41	90	88
42	15	12	41	90	89
43	11	11	12	92	sem pulso
44	11	21	22	92	sem pulso
45	47	12	22	90	84
46	37	21	11	93	86
47	37	12	22	92	94
48	53	11	12	92	92
49	53	21	22	92	87
50	8	21	11	95	96

Continua...

## Conclusão

51	35	11	22	92	91
52	35	21	22	92	90
53	35	12	22	92	84
54	35	23	13	94	93
55	14	11	21	91	91
56	14	13	33	91	92
57	14	23	33	92	92
58	14	14	15	90	90
59	14	24	25	90	90

## Apêndice C.6 - Saturação arterial de oxigênio, expressa em porcentagem, entre os dentes controle positivo e os dentes traumatizados 30 dias após a leitura inicial

ESPÉCIME	IDADE	DENTE TRUMATIZADO	DENTE CONTROLE POSITIVO	OXIMETRIA DE PULSO PORCENTAGEM DE SATURAÇÃO DE OXIGÊNIO DECORRIDOS 30 DIAS DA LEITURA INICIAL	
				CONTROLE POSITIVO	DENTE
1	22	11	12	91	90
2	22	21	22	90	84
3	11	11	12	90	sem pulso
4	11	21	12	90	sem pulso
5	11	22	12	90	sem pulso
6	13	23	13	90	87
7	11	11	21	92	90
8	14	11	21	93	93
9	14	12	22	94	90
10	14	13	23	91	87
11	14	14	24	90	91
12	25	21	11	94	93
13	13	11	21	92	92
14	8	11	12	92	91
15	8	21	22	92	90
16	8	21	11	91	93
17	10	11	12	93	93
18	10	21	12	93	93
19	10	22	12	93	94
20	11	21	11	91	90
21	41	21	11	91	89
22	41	22	12	92	91
23	41	23	13	94	94
24	21	12	22	94	94
25	9	41	31	91	88
26	9	42	32	91	83
27	12	21	11	93	sem pulso
28	12	41	42	90	82
29	20	41	42	91	89
30	20	32	42	91	91
31	20	31	42	91	92
32	14	31	32	90	sem pulso
33	14	41	42	90	sem pulso
34	23	11	12	92	91

Continua...

Conclusão						
35	23	21	12	92	89	
36	23	22	12	92	88	
37	11	11	12	91	sem pulso	
38	11	21	22	91	sem pulso	
39	15	11	41	90	89	
40	15	21	41	90	88	
41	15	22	41	90	88	
42	15	12	41	90	89	
43	11	11	12	92	sem pulso	
44	11	21	22	92	sem pulso	
45	47	12	22	90	83	
46	37	21	11	93	86	
47	37	12	22	92	94	
48	53	11	12	92	92	
49	53	21	22	92	87	
50	8	21	11	95	96	
51	35	11	22	92	91	
52	35	21	22	92	90	
53	35	12	22	92	84	
54	35	23	13	94	93	
55	14	11	21	91	91	
56	14	13	33	92	91	
57	14	23	33	92	92	
58	14	14	15	90	90	
59	14	24	25	90	90	

Apêndice C.7 - Saturação arterial de oxigênio, expressa em porcentagem, entre os dentes controle positivo e os dentes traumatizados 60 dias após a leitura inicial

ESPÉCIME	IDADE	DENTE TRUMATIZADO	DENTE CONTROLE POSITIVO	OXIMETRIA DE PULSO PORCENTAGEM DE SATURAÇÃO DE OXIGÊNIO DECORRIDOS 60 DIAS DA LEITURA INICIAL	
				CONTROLE POSITIVO	DENTE
1	22	11	12	91	90
2	22	21	22	90	84
3	11	11	12	91	sem pulso
4	11	21	12	90	sem pulso
5	11	22	12	90	sem pulso
6	13	23	13	90	87
7	11	11	21	92	90
8	14	11	21	93	93
9	14	12	22	94	90
10	14	13	23	91	87
11	14	14	24	90	91
12	25	21	11	94	94
13	13	11	21	92	92
14	8	11	12	92	91
15	8	21	22	92	90
16	8	21	11	91	93
17	10	11	12	93	93
18	10	21	12	93	93

Continua...

## Conclusão

19	10	22	12	93	94
20	11	21	11	91	90
21	41	21	11	91	89
22	41	22	12	92	91
23	41	23	13	94	94
24	21	12	22	94	94
25	9	41	31	92	88
26	9	42	32	91	83
27	12	21	11	93	sem pulso
28	12	41	42	90	82
29	20	41	42	91	89
30	20	32	42	91	91
31	20	31	42	91	92
32	14	31	32	90	sem pulso
33	14	41	42	90	sem pulso
34	23	11	12	92	91
35	23	21	12	92	89
36	23	22	12	92	88
37	11	11	12	91	sem pulso
38	11	21	22	91	sem pulso
39	15	11	41	90	89
40	15	21	41	90	88
41	15	22	41	90	88
42	15	12	41	90	89
43	11	11	12	92	sem pulso
44	11	21	22	92	sem pulso
45	47	12	22	90	84
46	37	21	11	92	86
47	37	12	22	92	94
48	53	11	12	92	92
49	53	21	22	92	87
50	8	21	11	94	96
51	35	11	22	92	91
52	35	21	22	92	90
53	35	12	22	92	84
54	35	23	13	94	92
55	14	11	21	91	91
56	14	13	33	92	91
57	14	23	33	92	92
58	14	14	15	90	90
59	14	24	25	90	90

Apêndice C.8 - Saturação arterial de oxigênio, entre os dentes controle negativo, consideradas as leituras iniciais e as feitas após 30 dias e 60 dias

ESPÉCIME	IDADE	DEDO	DENTE	INICIAL	DECORRIDOS 30 DIAS DA LEITURA INICIAL	DECORRIDOS 60 DIAS DA LEITURA INICIAL
1	10	94	11	sem pulso	sem pulso	sem pulso
2	10	94	11	sem pulso	sem pulso	sem pulso
3	09	92	11	sem pulso	sem pulso	sem pulso
4	09	92	11	sem pulso	sem pulso	sem pulso
5	09	94	11	sem pulso	sem pulso	sem pulso
6	10	94	21	sem pulso	sem pulso	sem pulso
7	10	94	21	sem pulso	sem pulso	sem pulso
8	09	92	21	sem pulso	sem pulso	sem pulso
9	09	93	21	sem pulso	sem pulso	sem pulso
10	09	92	21	sem pulso	sem pulso	sem pulso

## APÊNDICE D

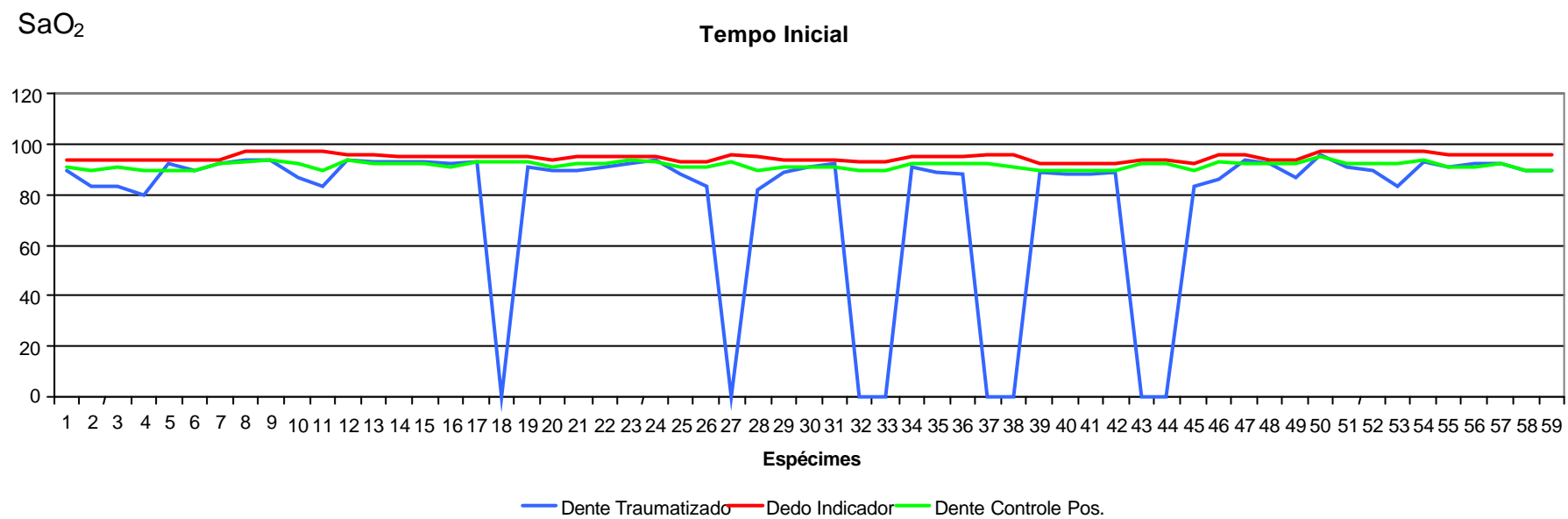


Gráfico D.1 – Saturação arterial de oxigênio expressa em porcentagem, entre os dentes traumatizados, dedo indicador e dentes controle no tempo 0 (inicial)



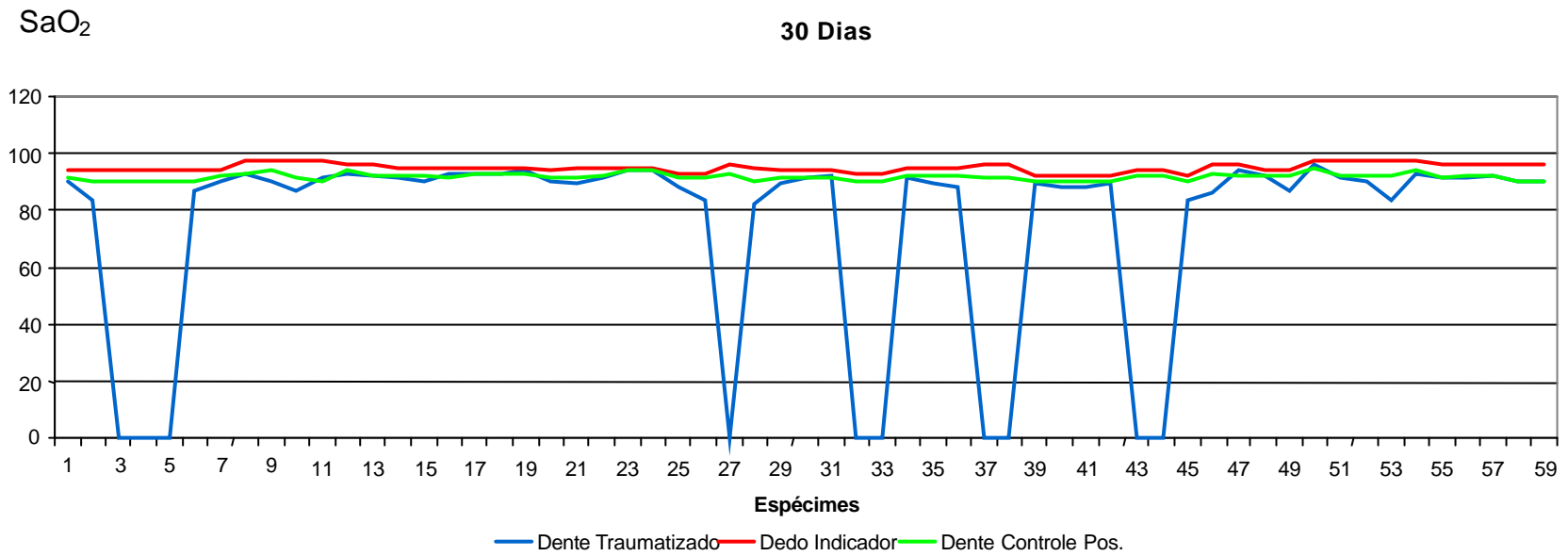


Gráfico D.2 - Saturação arterial de oxigênio, expressa em porcentagem, entre os dentes traumatizados, dedo indicador e dentes controle no tempo 30 dias

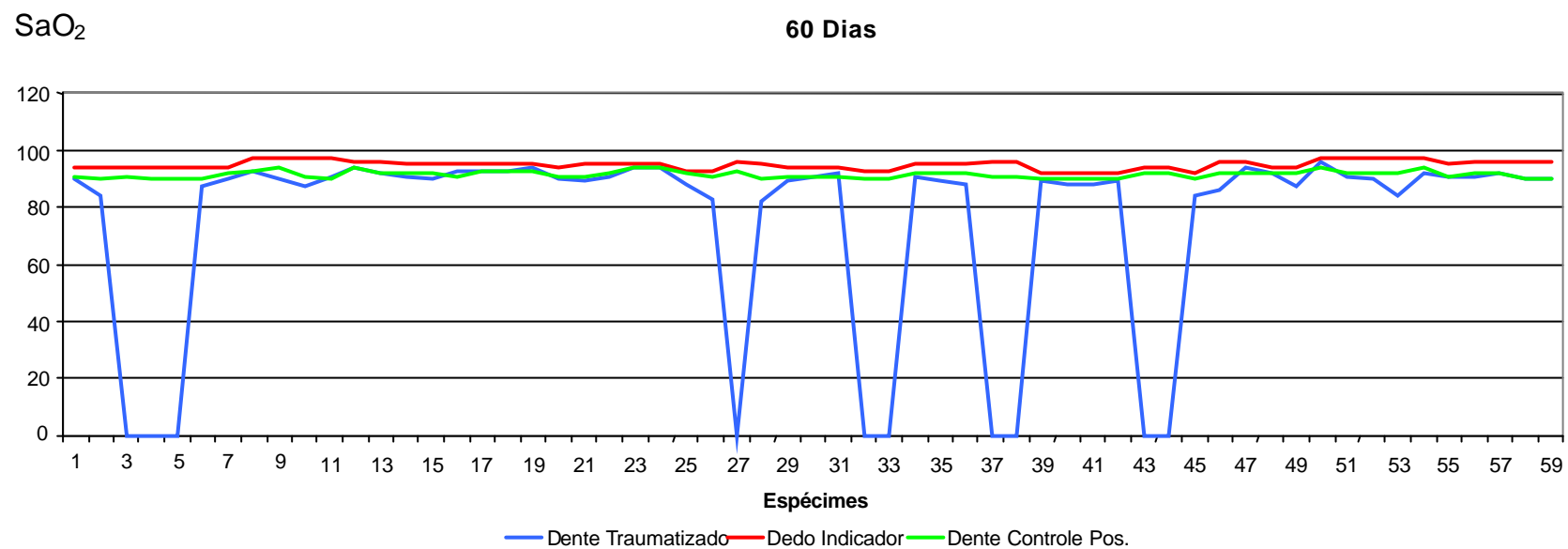


Gráfico D.3 - Saturação arterial de oxigênio, expressa em porcentagem, entre os dentes traumatizados, dedo indicador e dentes controle no tempo 60 dias

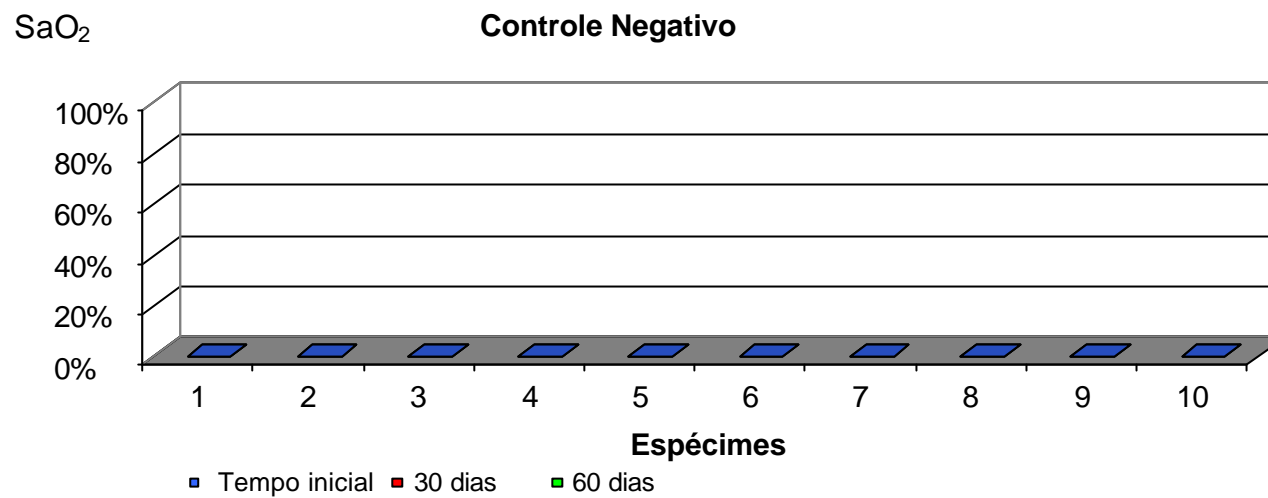


Gráfico D.4 - Saturação arterial de oxigênio, expressa em porcentagem, entre os dentes controle negativo nos três tempos experimentais (0, 30 e 60 dias)

## APÊNDICE E

Tabela 5.1 - Análise estatística dos dados obtidos com as leituras de saturação arterial de oxigênio entre o dedo indicador e os dentes traumatizados na leitura inicial

RESULTADOS DO TESTE DE CORRELAÇÃO DE SPEARMAN
VALOR DO r CALCULADO : 0,3361
GRAUS DE LIBERDADE : 57
PROBABILIDADE DE H <sub>0</sub> : 0,90000 %
HÁ CORRELAÇÃO, EM NÍVEL DE 5 % ( $\alpha = 0,05$ )

Tabela 5.2 - Análise estatística dos dados obtidos com as leituras de saturação arterial de oxigênio entre o dedo indicador e os dentes traumatizados aos 30 dias

RESULTADOS DO TESTE DE CORRELAÇÃO DE SPEARMAN
VALOR DO r CALCULADO : 0,3960
GRAUS DE LIBERDADE : 57
PROBABILIDADE DE H <sub>0</sub> : 0,2200 %
HÁ CORRELAÇÃO, EM NÍVEL DE 5 % ( $\alpha = 0,05$ )

Tabela 5.3 - Análise estatística dos dados obtidos com as leituras de saturação arterial de oxigênio entre o dedo indicador e os dentes traumatizados aos 60 dias

RESULTADOS DO TESTE DE CORRELAÇÃO DE SPEARMAN
VALOR DO r CALCULADO : 0,3875
GRAUS DE LIBERDADE : 57
PROBABILIDADE DE H <sub>0</sub> : 0,2800 %
HÁ CORRELAÇÃO, EM NÍVEL DE 5 % ( $\alpha = 0,05$ )

Tabela 5.4 - Análise estatística dos dados obtidos com as leituras de saturação arterial de oxigênio entre os dentes controle e os dentes traumatizados na leitura inicial

RESULTADOS DO TESTE DE CORRELAÇÃO DE SPEARMAN
VALOR DO r CALCULADO : 0,4154
GRAUS DE LIBERDADE : 57
PROBABILIDADE DE $H_0$ : 0,1400 %
HÁ CORRELAÇÃO, EM NÍVEL DE 5 % ( $\alpha = 0,05$ )

Tabela 5.5 - Análise estatística dos dados obtidos com as leituras de saturação arterial de oxigênio entre os dentes controle e os dentes traumatizados aos 30 dias

RESULTADOS DO TESTE DE CORRELAÇÃO DE SPEARMAN
VALOR DO r CALCULADO : 0,5648
GRAUS DE LIBERDADE : 57
PROBABILIDADE DE $H_0$ : 0,0000 %
HÁ CORRELAÇÃO, EM NÍVEL DE 5 % ( $\alpha = 0,05$ )

Tabela 5.6 - Análise estatística dos dados obtidos com as leituras de saturação arterial de oxigênio entre os dentes controle e os dentes traumatizados aos 60 dias

RESULTADOS DO TESTE DE CORRELAÇÃO DE SPEARMAN
VALOR DO r CALCULADO : 0,5675
GRAUS DE LIBERDADE : 57
PROBABILIDADE DE $H_0$ : 0,0000 %
HÁ CORRELAÇÃO, EM NÍVEL DE 5 % ( $\alpha = 0,05$ )

APÊNDICE F - Teste estatístico de aderência à curva de normalidade

---

**TESTE DE ADERÊNCIA À CURVA NORMAL: VALORES ORIGINAIS**

---

A: Freqüências por intervalos de classe:

<u>Intervalos de classe:</u>	<u>M-3s</u>	<u>M-2s</u>	<u>M-1s</u>	<u>Med</u>	<u>M+1s</u>	<u>M+2s</u>	<u>M+3s</u>
Curva normal :	0.44	5.40	24.20	39.89	24.50	5.40	0.44
Curva experimental :	0.00	15.82	0.00	66.67	17.51	0.00	0.00

---

B: Cálculo do Qui quadrado:

Graus de liberdade	:	4
Valor do Qui quadrado	:	69,53
Probabilidade de Ho	:	0.0000%

---

DISTRIBUIÇÃO AMOSTRAL TESTADA NÃO É NORMAL

---

# ANEXOS

Anexo A - Parecer de aprovação do Comitê de Ética



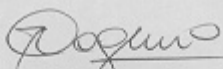
## UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO FACULDADE DE ODONTOLOGIA

Protocolo 194/05

Com base em parecer de relator, o Comitê de Ética em Pesquisa, APROVOU o protocolo de pesquisa “*A oximetria de pulso como recurso auxiliar na determinação da vitalidade pulpar de dentes traumatizados*”, de responsabilidade da Pesquisadora **Carmen Vianna Abrão**, sob orientação do Professor Doutor **Celso Luiz Caldeira**.

Tendo em vista a legislação vigente, devem ser encaminhados a este Comitê relatórios anuais referentes ao andamento da pesquisa e ao término cópia do trabalho em “cd”. Qualquer emenda do projeto inicial deve ser apresentada a este CEP para apreciação, de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas.

São Paulo, 07 de dezembro de 2005.



Prof. Dr. Rogério Nogueira de Oliveira  
Coordenador do CEP-FOUSP