

**Santuza Maria Souza de Mendonça**

**Avaliação *In Vitro* do Método  
de Fluorescência Laser no Diagnóstico  
de Lesões Cariosas Incipientes  
Oclusais**

Belo Horizonte

Faculdade de Odontologia  
Universidade Federal de Minas Gerais

Dezembro - 2001

**Santuza Maria Souza de Mendonça**

**Avaliação *In Vitro* do Método  
de Fluorescência Laser no Diagnóstico  
de Lesões Cariosas Incipientes  
Oclusais.**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito ao título de Mestre em Odontologia.

Área de concentração: Clínica Odontológica.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Efigênia Ferreira e Ferreira

Co-Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Helena Heloísa Paixão

Belo Horizonte

Faculdade de Odontologia  
Universidade Federal de Minas Gerais

Dezembro – 2001

“... Quero colo.  
Vou fugir de casa.  
Posso dormir aqui com vocês.  
Estou com medo, tive um pesadelo.  
Só vou voltar depois das seis.  
Meu filho vai ter nome de santo.  
Quero um nome mais bonito.  
...  
É preciso amar as pessoas como se não houvesse amanhã  
Porque se você parar pra pensar, na verdade, não há.  
  
Sou a gota d’água  
Sou um grão de areia  
...  
São crianças como você  
O que você vai ser quando você crescer.”

(Dado Villa-Lobos, Renato Russo, Marcelo Bonfá).

Dedico este trabalho a meus pais, Marília Sidney de Souza Mendonça e José Antônio Resende de Mendonça, professores por vocação, que se dedicaram inteiramente à minha formação e não mediram esforços para que eu conseguisse realizar o sonho de ser professora. Obrigada pelo apoio incondicional. Saibam que vocês são para mim exemplos de luta e honestidade.

Papai e mamãe, amo vocês!

## AGRADECIMENTO ESPECIAL

“Quando a gente ama, a gente faz loucuras, não se toca.  
Tudo é lindo a gente gosta; não importa no que der.  
Quando a gente ama, nesse amor, tudo é perfeito,  
E não vemos os defeitos desse alguém que a gente quer.  
Quando a gente ama, esses defeitos são virtudes  
E os erros atitudes que jamais a gente vê.  
Perde-se o juízo, o coração da gente voa,  
E tolices, numa boa, por amor a gente faz.  
Tudo a gente aceita quando está apaixonado  
E não há nada de errado porque amar é bom demais.  
Quando a gente ama, a gente ri a toa,  
Tudo tem desculpa, tudo se perdoa.  
O orgulho dança, a gente é uma criança,  
E diz sim pra tudo.  
Quando a gente ama, tudo é um bom programa,  
Pode ser na rua, pode ser na cama.  
O amor é lindo e tudo é mais bonito quando a gente ama.”

(Roberto Carlos e Erasmo Carlos).

Agradeço de forma especial ao Athos Jr., marido NOTA 1000, que vivenciei comigo, literalmente, todos os momentos desta caminhada, desde os mais alegres até os mais difíceis. Obrigada por seu apoio, paciência e amor. Ninguém mais do que você merece dividir comigo esta vitória.

## AGRADECIMENTOS

“... e aprendi que se depende sempre de tanta, muita, diferente gente. Toda pessoa sempre é as marcas das lições diárias de outras tantas pessoas. E é tão bonito quando a gente entende que a gente é tanta gente onde quer que a gente vá. É tão bonito quando a gente sente que nunca está sozinho por mais que pense estar...”

(Gonzaguinha).

“Obrigado Senhor, por que és meu amigo. Porque sempre comigo tu estás a falar...”  
Deus, meu companheiro de todas as horas, meu PAI maior, meu porto seguro. Muito obrigada por guiar meus passos, dando-me coragem e força para superar os obstáculos.

“Nossa Senhora, me dê a mão, cuida do meu coração, da minha vida, do meu destino, do meu caminho. Cuida de mim...” (Roberto Carlos e Erasmo Carlos).  
Obrigada, mãezinha, por você estar a meu lado. Sempre me protegendo e cuidando de mim. Sua presença me conforta e me faz sentir mais segura.

“A afeição que une irmãos e irmãs é, sem dúvida, o sentimento mais maravilhoso”.  
(Doutor Biancani).

Agradeço a Roxane, minha irmã, pelo ombro amigo onde, muitas vezes, chorei e pela paciência de ter-me escutado mesmo nas horas em que falava coisas sem sentido. Obrigada por socorrer-me nas horas em que mais precisei, quando a cabeça nem o computador funcionavam mais. Aprendi muito com você.

À Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Minas Gerais, na figura de sua diretora Prof<sup>a</sup>. Ellen Marise de Oliveira Oleto, meu muito obrigado.

Ao Colegiado de Pós Graduação da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Minas Gerais, em especial à Prof<sup>a</sup>. Isabela Almeida Pordeus.

“O sábio é afável com todos, com igual amor e fraternidade a todos trata, sejam amigos ou inimigos, parentes ou não, compatriotas ou estrangeiros, santos ou pecadores, bons ou maus.” (Bhagavad Gita).

Agradeço, de coração, à Prof<sup>a</sup>. Efigênia Ferreira e Ferreira, que me acolheu como filha e me ensinou como mãe. Você, Efigênia, é luz que ilumina meu caminho. A tenho como exemplo de pessoa e de profissional.

“O correr da vida embrutalha tudo; a vida é assim: sossega e depois desinquieta. O que ela quer da gente é coragem.” (Guimarães Rosa).

Prof<sup>a</sup>. Helena Heloísa Paixão, mulher de coragem, sabedoria e experiência. Mostrou-me que a vida é o bem mais precioso que possuímos e que devemos lutar por ela.

Obrigada Helena, você é o máximo!

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq., que financiou este trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, entidade da qual fui bolsista.

À Fundação Universitária Mendes Pimentel – FUMP, pelo apoio financeiro dado no primeiro ano do curso de mestrado.

Meu agradecimento carinhoso ao Prof. Ricardo Vaz, pelas belas fotos exibidas neste trabalho, e a Prof<sup>a</sup>. Mara Valadares pelas radiografias de ótima qualidade imprescindíveis na realização desta pesquisa.

Meu muito obrigado à Prof<sup>a</sup>. Cláudia Silami de Magalhães, por todo o conhecimento, apoio e carinho.

Ao Prof. Allyson Nogueira Moreira, coordenador da área de Clínica Odontológica do Curso de Mestrado da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Minas Gerais.

Às colegas Letícia e Paola e aos professores Evandro Abdo, Edgar de Carvalho Silva Filho e João Batista Freitas pela valiosa ajuda na coleta dos dentes utilizados neste trabalho.

“Você, meu amigo de fé meu irmão camarada, amigo de tantos caminhos e tantas jornadas. Cabeça de homem, mas coração de menino. Aquele que está do meu lado em qualquer caminhada.” (Roberto Carlos e Erasmo Carlos).

Obrigada, Ênio, pelo apoio constante.

À Raquel, presença estimuladora e amiga cuja contribuição, nas várias atividades que juntas desenvolvemos, enriqueceu sobremaneira esta dissertação. Aprendi muito com você, Raquel. Obrigada pela paciência e carinho.

Agradeço aos companheiros do Laboratório de Física Estatística e Biofísica (ICEX-UFMG), especialmente ao “Bira” que, com paciência e competência, me auxiliou nos exames com o laser de Argônio.

Ao Prof. Oscar Nassif de Mesquita, por ter-me acolhido com tanto carinho e pelas lições de Física.

À Wanessa Lima, que de maneira muito eficiente, ajudou-me sempre que precisei.

Ao Sr. Athos e Sr<sup>a</sup>. Conceição, pela confiança em mim depositada.

“Amigo é coisa pra se guardar debaixo de sete chaves, dentro do coração, assim falava a canção...” (Milton Nascimento).

Agradeço aos amigos Lílian, Renato, Sheyla, Álvaro, Juliana, Alex, Júnior, Emirena, Andréa, Rita, Henrique, Flavinha, Daniel Neiva, Wania, Geralda e a todos que torceram por mim e entenderam minha ausência.

“De todas as qualidades da alma a mais eminente é a sabedoria, a mais útil é a prudência.”

(Barthélemy).

# SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS	
LISTA DE FIGURAS	
LISTA DE GRÁFICOS	
LISTA DE TABELAS	
RESUMO	
1 INTRODUÇÃO.....	17
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	20
2.1 Avaliação de um teste de diagnóstico.....	20
2.2 Cárie dentária e lesão cariosa.....	23
2.3 O laser.....	35
2.3.1 Noções sobre o laser.....	35
2.3.2 O laser na Odontologia.....	42
2.3.3 Laser de Argônio.....	43
2.3.4 Laser diodo.....	52
3 OBJETIVOS.....	62
3.1 Objetivo geral.....	62
3.2 Objetivos específicos.....	62
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	63
4.1 Comitê de Ética em Pesquisa - COEP.....	63
4.2 Apoio financeiro.....	63
4.3 Estudo piloto.....	63
4.4 Seleção da amostra.....	65
4.5 Coleta e preparo do material.....	66
4.6 Montagem dos dentes.....	67
4.7 Seleção dos sítios.....	67
4.8 Tomadas radiográficas.....	70
4.9 Exames de diagnóstico.....	70
4.9.1 Exame visual/radiográfico.....	71
4.9.2 Exame de fluorescência com laser de Argônio (488 nm).....	72
4.9.3 Exame de fluorescência com laser diodo (655 nm).....	77
4.9.4 Exame combinado.....	79
4.10 Padrão ouro.....	79
4.11 Análise dos dados.....	80
4.11.1 Confiabilidade.....	81
4.11.2 Validade.....	82
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	84
6 CONCLUSÕES.....	111
7 SUMMARY.....	112
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	113
ANEXOS.....	120

## LISTA DE ABREVIATURAS

a. C.	antes de Cristo
CD	Cirurgião – Dentista
CO <sub>2</sub>	Dióxido de Carbono
COMB	Exame combinado (exame visual/radiográfico + exame de fluorescência com laser diodo – DIAGNOdent <sup>®</sup> )
CNPq.	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CPO-d	Índice de cárie dentária: dentes cariados, perdidos e obturados
CPO-s	Índice de cárie dentária: superfícies cariadas, perdidas e obturadas
DIAGsa	Exame com laser diodo (DIAGNOdent <sup>®</sup> ) em dentes umedecidos com saliva artificial
DIAGse	Exame com laser diodo (DIAGNOdent <sup>®</sup> ) em dentes secos
EMC	Monitor Eletrônico para detecção de lesões cariosas
F	Flúor
FDA	<i>Food and Drug Administration</i>
FOTI	Transiluminação por Fibra Ótica
FP	Proporção de diagnósticos falso-positivos
HO:YAG	Hôlmio-Ítrio-Alumínio-Granada
LAF	Método de fluorescência laser
LF	Fluorescência laser
LMR	Método de microrradiografia longitudinal
LASER	<i>Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation</i>
MASER	<i>Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation</i>
mg	Miligrama
MG	Minas Gerais
MT	Mato Grosso
Nd:YAG	Neodímio-Ítrio-Alumínio-Granada
NIH	Instituto Nacional de Saúde

nm	Nanômetro
QLF	Método de fluorescência laser
DELFL	Técnica de fluorescência laser associada à utilização de corantes
ROC	<i>Receiver Operating Characteristic</i>
SP	São Paulo
SUS	Sistema Único de Saúde
VPP	Valor Preditivo Positivo
VPN	Valor Preditivo Negativo
VR	Exame visual/radiográfico
OMS	Organização Mundial de Saúde
$\lambda$	Comprimento de onda

## LISTA DE FIGURAS

1 - Processos básicos de interação entre radiação e matéria: 1º) absorção, 2º) emissão espontânea, 3º) emissão estimulada (Produção do laser).....	36
2 - Espectro eletromagnético.....	39
3 - Esquema de funcionamento do laser diodo.....	53
4 - Seleção dos sítios de exame. Os sítios examinados são apontados pelas setas.....	68
5 - Seleção do sítio de exame no dente 6. O sítio de exame está apontado pela seta.....	68
6 - Seleção dos sítios de calibração. Os sítios empregados para calibração estão apontados pelas setas.....	69
7 - Esquema montado para exame com laser de Argônio.....	73
8 - Imagem digitalizada do sítio de exame oclusal (dente 1), obtida pelo método de fluorescência com laser de Argônio.....	74
9 - Imagem digitalizada do sítio de calibração vestibular (dente 1), obtida pelo método de fluorescência com laser de Argônio.....	75
10 - Aparelho DIAGNOdent® 2095.....	78
11- Relação entre o resultado do teste e o resultado do padrão ouro.....	82
12 - Sítio classificado como hígido pelo padrão ouro (Dente 56). O sítio está indicado pela seta.....	84
13 - Sítio classificado como lesão em esmalte pelo padrão ouro (Dente 8). O sítio está indicado pela seta.....	85
14 - Sítio classificado como lesão em esmalte pelo padrão ouro (Dente 15). O sítio está indicado pela seta.....	86
15 - Sítio classificado como lesão em esmalte pelo padrão ouro (Dente 21). Observar a forma da lesão (cone com base voltada para o limite amelodentinário). Já é possível ver pequena alteração de cor da dentina.....	87
16 - Sítio classificado como lesão em dentina pelo padrão ouro (Dente 59). Observar presença de lesão de cárie oculta (não havia indicação de lesão de dentina no exame clínico).....	88

17 - Aspecto da superfície oclusal do dente 59. O sítio de exame está apontado pela seta.....	88
18 - Dente 16 com pigmentação marrom. O sítio de exame está apontado pela seta.....	90
19 - Dente 3 com mancha branca sugestiva de fluorose. O sítio de exame está apontado pela seta.....	91
20 - Dente 44 com pigmentação marrom e mancha branca sugestiva de fluorose. O sítio de exame está apontado pela seta.....	92
21 - Dente 45 considerado sem alteração. O sítio de exame está apontado pela seta.....	92

## LISTA DE GRÁFICOS

- 1 - Comparação entre os resultados fornecidos pelos exames visual/radiográfico (VR), combinado (COMB), fluorescência com laser DIAGNOdent<sup>®</sup> em dentes secos (DIAGse) e umedecidos (DIAGsa), considerando-se a presença da lesão..... 106
- 2 - Comparação entre os resultados fornecidos pelos exames visual/radiográfico (VR), combinado (COMB), fluorescência com laser DIAGNOdent<sup>®</sup> em dentes secos (DIAGse) e umedecidos (DIAGsa), considerando-se a severidade da lesão..... 107
- 3 - Comparação entre os resultados fornecidos pelos os exames fluorescência com laser de Argônio, fluorescência com laser DIAGNOdent<sup>®</sup> em dentes secos (DIAGse) e umedecidos (DIAGsa), considerando-se a presença da lesão..... 108
- 4 - Comparação entre os resultados fornecidos pelos exames fluorescência com laser de Argônio, fluorescência com laser DIAGNOdent<sup>®</sup> em dentes secos (DIAGse) e umedecidos (DIAGsa), considerando-se a severidade da lesão..... 109

## LISTA DE TABELAS

1 - Tabela preconizada por Lussi <i>et al.</i> (1999) para decodificação dos valores fornecidos pelo aparelho DIAGNOdent® .....	65
2 - Tabela sugerida pelo fabricante para decodificação dos valores fornecidos pelo aparelho DIAGNOdent® .....	65
3 - Primeira tabela construída para análise da fluorescência com laser de Argônio.....	75
4 - Segunda tabela construída para análise da fluorescência com laser de Argônio.....	76
5 - Terceira tabela construída para análise da fluorescência com laser de Argônio.....	76
6 - Interpretação dos valores do teste de concordância <i>Kappa</i> .....	81
7 - Caracterização da amostra quanto à aparência da superfície oclusal.....	89
8 - Resultado do teste de concordância <i>Kappa</i> .....	93
9 - Avaliação da validade dos métodos estudados para diagnóstico de lesões cáries em cicatrículas e fissuras, considerando-se a presença de lesão.....	95
10 - Avaliação da validade dos métodos estudados para diagnóstico de lesões cáries em cicatrículas e fissuras, considerando-se a severidade da lesão.....	99
11 - Comparação da validade dos métodos que empregam o laser no diagnóstico de lesões cáries em todas as cicatrículas e fissuras e somente naquelas pigmentadas de marrom – Severidade da lesão.....	102
12 - Comparação da validade dos métodos que empregam o laser no diagnóstico de lesões cáries em todas as cicatrículas e fissuras e somente naquelas com manchas brancas sugestivas de fluorose – Severidade da lesão.....	103
13 - Comparação da validade dos métodos que empregam o laser no diagnóstico de lesões cáries em todas as cicatrículas e fissuras e somente naquelas pigmentadas de marrom e com manchas brancas sugestivas de fluorose – Severidade da lesão.....	105

## RESUMO

O objetivo do presente estudo foi avaliar *in vitro* a validade e a reprodutibilidade do método de fluorescência laser (DIAGNOdent<sup>®</sup>) na detecção de lesões cáries incipientes oclusais, além de compará-lo com os métodos visual/radiográfico, fluorescência com o laser de Argônio e combinado (visual/radiográfico + DIAGNOdent<sup>®</sup>). A amostra foi composta por 60 dentes humanos permanentes posteriores extraídos, sem cavitação aparente na superfície oclusal. Procurou-se avaliar se a saliva interferia na capacidade diagnóstica do método de fluorescência com laser de diodo (DIAGNOdent<sup>®</sup>) e se a presença de manchas nos dentes, pigmentadas ou brancas, alteravam os resultados fornecidos pelos exames que empregavam a fluorescência (diodo e Argônio). Verificou-se também se o exame combinado oferecia vantagens sobre o método visual/radiográfico na detecção de lesões cáries incipientes oclusais. A reprodutibilidade foi calculada através do teste de concordância *Kappa* e a validade após o confronto dos resultados obtidos com os fornecidos pelo padrão ouro (lupa estereomicroscópica), quando foram calculados os valores de sensibilidade, especificidade, acurácia, valores preditivos positivos e negativos. A comparação entre a validade diagnóstica dos vários métodos estudados foi feita através de um gráfico que confronta os valores de sensibilidade e proporção de falso-positivos de cada teste (adaptação da curva de ROC). A reprodutibilidade do exame visual/ radiográfico foi considerada ótima e do exame de fluorescência com laser diodo variou de boa (dentes secos) a ótima (dentes umedecidos com saliva artificial). O método que emprega o laser diodo pareceu não oferecer vantagens sobre o exame visual/radiográfico, sendo que o método combinado apresentou capacidade diagnóstica semelhante à deste último, contribuindo somente na identificação de sítios saudáveis. A saliva pareceu não interferir na capacidade diagnóstica do exame que emprega o DIAGNOdent<sup>®</sup> e a presença simultânea, no dente, de pigmentação marrom e manchas brancas sugestiva de fluorose pode prejudicar a capacidade diagnóstica do método de fluorescência (DIAGNOdent<sup>®</sup>).

## 1 INTRODUÇÃO

Há muitos séculos, a luz já era utilizada como meio de cura. Na Grécia, usava-se a luz do sol como helioterapia no restabelecimento da saúde, na China, para tratar câncer de pele e até psicoses. O primeiro uso de substâncias exógenas fotossensíveis com capacidade de absorver luz e propiciar efeito terapêutico data de 1400 a.C., quando os indianos empregavam no tratamento do vitiligo uma loção composta por uma droga obtida de plantas chamada psoralens (Miserendino & Pick, 1995).

Em 1954, Townes *et al.*, realizaram um experimento em que foi observada, pela primeira vez, a amplificação de microondas através da emissão estimulada de radiação - MASER (*Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation*). Posteriormente, em 1958, os princípios de ação do laser foram abordados por Schawlow e Townes, do Instituto de tecnologia de Massachusetts, quando estes autores levantaram a possibilidade de se produzir um MASER no espectro de luz visível - LASER (Goldman *apud* Miserendino & Pick, 1995).

A palavra LASER é um acrônimo que significa amplificação de luz através da emissão estimulada de radiação (*Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*). Este termo, à vezes, causa confusão devido à presença da palavra radiação, no entanto, deve ficar claro que o laser não produz radiação ionizante, mas energia luminosa (Mercer *et al.*, 1996a).

O primeiro trabalho experimental sobre o laser foi escrito por Theodore H. Maiman, na década de 60, quando descreveu a produção de um feixe de luz através do bombardeamento do cristal de rubi com um *flash* luminoso de alta intensidade (Miserendino & Pick, 1995; Mercer *et al.*, 1996a). O prêmio Nobel pelo desenvolvimento do laser foi dado a Townes, Basov e Prokhorv, em 1964. No entanto, o crédito pelo desenvolvimento da teoria da emissão espontânea e estimulada de radiação é de Einstein pelo seu tratado “Zurquantum Theorie e Der Stralung”, que foi publicado em 1916 (Miserendino & Pick, 1995).

O laser, cada dia mais, invade a vida cotidiana das pessoas prometendo inovações, melhorias, tratamentos mais rápidos e eficazes. As promessas benéficas do laser são inúmeras e ele, que já é amplamente utilizado na Medicina, tenta ganhar espaço na

Odontologia. Uma das áreas em que a energia laser começa a ser aplicada é a de diagnóstico de lesões cariosas.

A Odontologia passou por uma grande modificação na maneira de abordar o problema da cárie dentária. O paradigma cirúrgico restaurador que procurava tratar a cárie através de restaurações (tratava-se o efeito da doença) foi substituído pelo paradigma de promoção de saúde que trata as diversas causas da doença utilizando, para tal, principalmente, medidas preventivas como o uso do flúor, educação em saúde, orientações sobre dieta e higienização (Ferreira, 1996; Ferreira, 2000, Thylstrup & Fejerskov, 2001).

Como conseqüência deste novo enfoque, avaliações epidemiológicas mostraram uma mudança na prevalência e no padrão da cárie no mundo. Além de uma menor prevalência, observou-se, também, uma menor severidade da doença e as lesões, que antes se mostravam extensas, cavitadas e fáceis de serem diagnosticadas, agora, apresentam-se menores, muitas vezes não cavitadas e de difícil diagnóstico. As lesões de superfície lisa foram as mais beneficiadas pelas medidas preventivas, porém as lesões cariosas oclusais, apesar de menos severas, ainda possuem alta prevalência (Ferreira, 1996; Burt, 1998; Ferreira, 2000; Morais *et al.*, 2000).

Apesar do padrão de cárie ter se modificado, os métodos de diagnóstico não acompanharam esta modificação. Atualmente, ainda utilizam-se, rotineiramente, na prática odontológica, exames de diagnóstico como o visual, radiográfico e, apesar das contra indicações, alguns profissionais continuam utilizando a sonda exploradora (Loesche *et al.*, 1979; Ekstrand *et al.*, 1987; van Dorp *et al.*, 1988; Lussi, 1991; Ferreira, 1996; Pereira *et al.*, 2000).

Lussi *et al.* (1999) comentaram sobre a dificuldade de se fazer o diagnóstico de lesões cariosas oclusais em locais ainda não cavitados, visto que o exame visual possui sensibilidade limitada, concluindo pela necessidade de desenvolvimento, aprimoramento e pesquisas a respeito de novos métodos de diagnóstico.

Os atuais métodos de diagnóstico apresentam algumas limitações. Quando conseguem identificar uma lesão, esta, na maioria das vezes, já se encontra num estágio mais avançado de desenvolvimento e o tratamento conservador pode não ser mais suficiente. Além disto, não têm a capacidade de quantificar, com precisão, a

perda mineral, o que dificulta o monitoramento de pequenas alterações resultantes do processo de des - remineralização (Ando *et al.*, 1997).

Um método de diagnóstico de lesões cáries incipientes ideal deveria permitir uma identificação precoce da lesão, além de uma quantificação longitudinal de sua perda ou ganho mineral (Ando *et al.*, 1997). Desta forma, poder-se-ia identificar o seu estágio de desmineralização e propor um tratamento mais adequado (Angmar-Månsson *et al.*, 1996; Ferreira, 1996; Pereira, 1997; National Institute of Health, 2001).

Segundo Lussi *et al.* (1999), o método de fluorescência com o laser diodo ( $\lambda = 655$  nm), que utiliza o aparelho DIAGNOdent (KaVo, Biberach, Germany), é um método de diagnóstico de alta validade e ótima reprodutibilidade, podendo ser útil no monitoramento de lesões cáries e na avaliação de resultados obtidos após a implementação de medidas preventivas.

No entanto, pouco se sabe a respeito desta técnica que é muito recente e pouco discutida pela literatura odontológica. É importante reconhecer que, para aplicá-la na odontologia, os resultados obtidos devem ser não somente similares ou equivalentes aos resultados obtidos com o emprego de tecnologias já estabelecidas, mas superiores. A Odontologia depara-se com constantes desafios e rápidas modificações de tecnologia; explorar e entender estas novas possibilidades permitirá descobrir formas mais eficazes de servir à população (Miserendino & Pick, 1995).

Desta forma, observa-se a necessidade de estudos aprofundados em relação à atuação do laser, bem com de suas propriedades físicas e interações com tecidos biológicos. O entendimento dos fundamentos do laser fornecerá ao clínico a base para que ele possa fazer um julgamento consciente sobre este novo equipamento, observando se o mesmo oferece ou não vantagens reais sobre a tecnologia correntemente utilizada (Harris & Pick, 1995). Nesta linha de estudos, está proposto este trabalho.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

Neste capítulo, pretende-se construir o marco teórico deste trabalho. Foram abordados temas como avaliação de um teste de diagnóstico, cárie dentária, diagnóstico da lesão cáriosa, além do laser e de sua utilização na Odontologia.

### 2.1 Avaliação de um teste de diagnóstico

De acordo com Wenzel & Hintze (1999), um novo teste de diagnóstico, para ser cientificamente aceito, deve ser validado por um diagnóstico seguramente verdadeiro, usualmente chamado de padrão ouro. Um padrão ouro ideal deve atingir três pré-requisitos básicos: ser estabelecido por um método preciso (ex: reprodutível), refletir as características anatomo-patológicas da doença e não sofrer influências do método diagnóstico em estudo. Os autores acreditam que a lesão de cárie pode ser avaliada *in vitro* com acurácia e reprodutibilidade através da estereomicroscopia, sendo este um padrão ouro confiável. Afirmaram que, até o presente momento, nenhum método-diagnóstico de detecção de lesões cáriosas tem acurácia suficiente para ser utilizado como padrão ouro em estudos *in vivo*. Enfatizando que ainda não é possível calcular a acurácia de testes-diagnósticos em estudos clínicos como têm feito alguns pesquisadores, mas, felizmente resultados de bons estudos laboratoriais, com validação verdadeira, podem ser transferidos para situações clínicas.

A reprodutibilidade, também denominada confiabilidade, fidedignidade, repetibilidade ou precisão, é considerada como a consistência dos resultados quando da repetição de um exame (Pereira, 1995). A reprodutibilidade dá a precisão do teste e permite a correspondência dos resultados de um mesmo instrumento na mão de diferentes aplicadores, em momentos distintos (Rouquayrol & Almeida Filho, 1992).

A validade (acurácia, acuidade ou exatidão) expressa o grau em que um exame é apropriado para medir o verdadeiro daquilo que ele deseja medir. A validade informa se os resultados exprimem a realidade ou não (Pereira, 1995). Um instrumento só será válido quando através dele se puder obter a maior exatidão possível num diagnóstico, isto é, ser possível detectar os indivíduos efetivamente doentes e os efetivamente

sadios. Para se avaliar a validade de um instrumento é necessário compará-lo com um teste padrão (padrão ouro) de confiabilidade máxima (Fletcher *et al.*, 1989).

Existe uma relação muito complexa e importante entre reprodutibilidade e validade. Um teste de baixa reprodutibilidade, obrigatoriamente apresenta baixa validade, visto que a cada medida registra um dado diferente, não sendo, portanto, útil, pois é incapaz de exprimir a verdade. Um teste de alta reprodutibilidade, entretanto, não assegura alta validade, pois pode registrar sempre um mesmo resultado incorreto. Desta forma, deseja-se que um bom teste de diagnóstico seja altamente reprodutível e válido (Pereira, 1995).

A sensibilidade e a especificidade são importantes indicadores da validade de um teste diagnóstico. A sensibilidade é a capacidade que um teste diagnóstico possui de identificar a doença em indivíduos comprovadamente doentes, os verdadeiro-positivos. A especificidade, por sua vez, é a capacidade do teste em diagnosticar a ausência de doença em indivíduos sabidamente sadios, os verdadeiro-negativos (Pereira, 1995; Ferreira, 1996; Drommond & Silva, 1998; Soares & Siqueira, 1999).

A sensibilidade e a especificidade são indicadores importantes da qualidade de um teste diagnóstico, mas não auxiliam o clínico, que deve decidir, frente ao resultado positivo de um exame, se o paciente está doente ou não. Além disto, são indicadores obtidos através da comparação dos resultados do exame em questão com um padrão ouro, o que, normalmente, não ocorre na maioria das situações clínicas. Desta forma, torna-se mais importante considerar o valor preditivo do teste. O valor preditivo é a probabilidade da doença estar presente ou ausente após o resultado positivo ou negativo do exame (Pereira, 1995; Ferreira, 1996; Drommond & Silva, 1998; Soares & Siqueira, 1999).

O valor preditivo positivo - VPP é a probabilidade da doença estar presente frente a um resultado positivo do teste e o valor preditivo negativo - VPN é a probabilidade da doença estar ausente quando o teste é negativo para ela (Ferreira, 1996; Soares & Siqueira, 1999).

A sensibilidade e especificidade são propriedades inerentes ao teste e não variam substancialmente, a não ser por modificações na técnica ou erros em sua aplicação (Pereira, 1995). Já o valor preditivo é determinado não só pela sensibilidade e especificidade como também pela prevalência da doença na população em que se está utilizando o teste (Ferreira, 1996).

Existem várias maneiras de se interpretar os dados fornecidos por um teste de diagnóstico. Uma delas é a confecção de uma tabela 2 X 2 (FIG. 11), onde as colunas representam a presença ou ausência da doença (padrão ouro) e as linhas os resultados (positivo ou negativo) fornecidos pelo método em estudo. Após a colocação dos dados nesta tabela, é possível visualizar com clareza os diagnósticos verdadeiro-positivos, verdadeiro-negativos, falso-positivos e falso-negativos (Brasil, 1984; Sackett *et al.*, 1991).

Outra possibilidade é a utilização da curva de ROC - *Receiver Operating Characteristic*, que é basicamente um gráfico onde são dispostas, no eixo X, as proporções de diagnósticos falso-positivos e no eixo Y, os valores de sensibilidade. A curva de ROC é útil na comparação entre os resultados de um teste de diagnóstico quando são considerados diferentes pontos de corte. Quanto mais superior e à esquerda estiver o ponto representado pelos valores de sensibilidade e falso-positivos, melhor será o ponto de corte selecionado. A posição mais superior e à esquerda do gráfico é privilegiada, pois quanto mais superior o ponto maior será a sensibilidade e quanto mais à esquerda menor será o número de falso-positivos. A curva de ROC também pode ser utilizada na comparação de dois testes de diagnóstico aplicados na detecção de uma mesma doença. Neste caso, deve-se fazer para cada teste uma curva de ROC e aquela que possuir a maior área será a melhor (Sackett *et al.*, 1991; Pereira, 1995; Thylstrup & Fejerskov, 2001).

Thylstrup & Fejerskov (2001) consideram que a posição na curva de ROC produz uma medida de precisão no diagnóstico, descrevendo o desempenho da combinação observador-teste. Pode-se afirmar que as variações dos examinadores quanto à capacidade de diagnóstico produzem diferentes posições na curva de ROC.

Como relatado por Thylstrup & Fejerskov (2001), existem métodos de diagnóstico que fornecem resultados expressos em valores contínuos. Nestes casos, deve-se considerar um ponto de corte, ou seja, um valor limite abaixo do qual a condição de interesse é considerada ausente e acima dele acredita-se que ela esteja presente. Valores limites diferentes produzirão frequências diferentes dos vários tipos de resultados de diagnósticos (verdadeiro-positivos, verdadeiro-negativos, falso-positivos e falso-negativos). O aumento do valor limite produzirá uma queda no número de falso-positivos e verdadeiro-positivos. A diminuição do valor limite, por sua vez, aumentaria o número de falso-negativos e a frequência de verdadeiro-positivos.

## **2.2 Cárie dentária e lesão cariosa**

Segundo Thylstrup & Fejerskov (2001), a doença cárie é um processo dinâmico que ocorre em decorrência da formação de depósitos microbianos na superfície dos dentes, resultando em uma alteração no equilíbrio entre a estrutura dentária e o fluido da placa com conseqüente perda de mineral. É uma doença crônica que evolui muito lentamente, no entanto raramente é autolimitante e, na ausência de tratamento, progride até que o dente seja completamente destruído. Afeta indiscriminadamente o esmalte, a dentina ou o cimento. A destruição localizada dos tecidos duros é chamada de lesão cariosa e pode ser observada clinicamente em diferentes níveis, desde opacidades no esmalte (manchas brancas), difíceis de serem identificadas, até grandes cavidades que se estendem para a polpa dental.

Ao longo do tempo foram propostos diferentes conceitos sobre a etiologia da cárie dentária. No final do século passado, Miller introduziu a teoria químico-parasitária, evidenciando o papel dos microrganismos da placa na produção de ácido com conseqüente dissolução do esmalte (Ekstrand, 2000). Na década de 30, foi demonstrado que a fermentação dos carboidratos da dieta nos depósitos microbianos leva à formação de ácido láctico que está envolvido no processo de desmineralização dos dentes. Com o avanço nas pesquisas, constatou-se que os processos metabólicos responsáveis pelo aparecimento das lesões de cárie são muito mais complexos com vários produtos finais de origem ácida ou básica. Outros tipos de ácidos, além do láctico, são produzidos pela placa dental mesmo na ausência de um fornecimento contínuo de substrato alimentar (Thylstrup & Fejerskov, 2001). Keynes, em 1962, propôs o conceito dos três círculos superpostos indicando que o dente, as bactérias e

o substrato devem estar presentes simultaneamente, para que ocorra o aparecimento da doença (Ekstrand, 2000).

Thylstrup & Fejerskov, em 2001, discutiram a respeito dos vários conceitos propostos e sugeriram uma nova abordagem mais complexa para a etiologia da cárie, onde são considerados, além do fator etiológico (placa dentária), os múltiplos determinantes biológicos (saliva, capacidade tampão da placa e saliva, dieta, flúor dentre outros) e os fatores confundidores. Os fatores sócio-econômicos e comportamentais são considerados confundidores, visto que sua associação com a cárie advém do fato de estarem relacionados com os fatores determinantes e somente através deles exercerem alguma influência na doença. Além de, na maioria das vezes, variarem de acordo com o tipo de sociedade, ao passo que os determinantes biológicos provavelmente serão os mesmos em qualquer localidade do mundo.

Embora a cárie dificilmente atinja exclusivamente um único tecido dentário, sua progressão e alterações morfológicas se diferenciam de acordo com o tipo de tecido afetado. O processo carioso em fossas e fissuras não difere muito do que ocorre nas superfícies lisas, exceto pelas variações ditadas pelas estruturas anatômicas e histológicas particulares de cada superfície (Kramer *et al.*, 1997).

O esmalte normal hígido é um sólido microporoso e translúcido composto por cristais de hidroxiapatita firmemente unidos. Tais cristais estão ordenadamente agrupados formando os prismas e o esmalte interprismático. Embora a união entre eles seja muito firme, cada cristal é separado de seu vizinho por finos espaços inter cristalinos (microporos) preenchidos por água e matéria orgânica (Kramer *et al.*, 1997; Thylstrup & Fejerskov, 2001).

O esmalte acometido por cárie possui espaços inter cristalinos maiores, devido à perda de mineral ocorrida durante o processo de desmineralização. Nesta situação, ele se apresenta mais poroso e, conseqüentemente, menos translúcido e mais opaco. A variação na translucidez do esmalte ocorre porque o aumento de porosidade provoca alterações nas propriedades ópticas deste tecido. A hidroxiapatita possui índice de refração (1,62) muito semelhante ao da água (1,33). Considerando-se que no esmalte, hígido, os espaços inter cristalinos são pequenos, a diferença entre estes índices

difícilmente é percebida. À medida que o processo cariioso se instala, estes espaços se tornam mais numerosos e maiores, comportando uma quantidade também maior de água. Nesta situação, as diferenças entre os coeficientes de refração são mais perceptíveis, o que pode ser clinicamente observado como alterações esbranquiçadas (opacas). Quando o esmalte é seco por um jato de ar, as lesões são mais facilmente visualizadas, pois a água é substituída pelo ar que possui índice de refração ainda menor (1,00). Desta forma, quando é possível observar a opacidade do dente sem secá-lo, deduz-se que a desmineralização foi grande. Se há necessidade de secá-lo por um período mais prolongado para a visualização da lesão é porque a desmineralização ainda está em estágio inicial (Thylstrup & Fejerskov, 2001).

A progressão das lesões cariosas no interior do esmalte é determinada pela direção dos prismas. Na porção gengival do dente, os prismas são retos com eixos perpendiculares à superfície. À medida que começa a porção oclusal da coroa, ocorre uma mudança na direção dos prismas que de retos passam para levemente inclinados exibindo trajetos irregulares. No sistema fossa-sulco, a maioria dos prismas se encontra inclinada para a porção interna do dente. Assim, a forma bidimensional das lesões cariosas de esmalte gengivais e proximais será a de um triângulo com base voltada para a superfície externa do dente, ao passo que as lesões oclusais apresentarão forma cônica com base voltada para frente da lesão (Ekstrand, 2000).

Mesmo antes do acometimento da dentina pelo processo cariioso, esta já exibe sinais de reação à progressão da cárie. A reação de defesa mais comum é a esclerose tubular, caracterizada pelo depósito de minerais. Existem evidências de que a esclerose tubular começa a ocorrer no momento em que a cárie penetra na parte interna do esmalte. Quando a lesão de esmalte atinge o limite amelodentinário, o primeiro sinal de desmineralização da dentina pode ser visto próximo à região da junção como uma pigmentação amarronzada com concomitante início da produção de dentina reparadora (Ekstrand, 2000; Thylstrup & Fejerskov 2001).

Ao alcançar a dentina, a lesão propaga-se na forma de cone com a base voltada para o limite amelodentinário, envolvendo grande número de túbulos dentinários e seguindo sua direção. Este padrão de invasão determina o surgimento de uma lesão cônica com base voltada para a junção amelodentinária e ápice direcionado para a polpa,

semelhante às lesões de esmalte de superfície lisa. Uma vez dentro da dentina, a lesão de cárie progride rapidamente, devido à menor quantidade de minerais e maior quantidade de matéria orgânica (colágeno) presentes nesta estrutura. O processo pode progredir internamente, provocando o solapamento do esmalte, sem que sejam percebidas alterações na superfície externa do dente caracterizando as chamadas “lesões de cárie oculta” (Kramer *et al.*, 1997).

A redução da prevalência da cárie dentária pode ser observada em vários estudos epidemiológicos. Dini *et al.* (1999), avaliando a prevalência de cárie em crianças de 7-12 anos residentes em Araraquara, São Paulo - SP, nos anos de 1989 e 1995, observaram um aumento na porcentagem de crianças com dentição permanente livre de cárie (29% em 1989 para 51% em 1995). No grupo de crianças com 12 anos de idade, o CPO-d caiu de 3,8 em 1989 para 2,6 em 1995, alcançando a meta proposta pela Organização Mundial de Saúde - OMS para o ano de 2000 (CPO-d menor que 3,0).

Pompeu & Brígido (1999), estudando cárie dentária, realizaram um levantamento epidemiológico na cidade de Teresina, no Piauí. Foram examinados 12.370 escolares, com idades entre 7 e 14 anos, pertencentes à rede oficial de ensino deste município. Os resultados obtidos foram comparados aos do primeiro levantamento feito em 1980, quando da implementação do programa de assistência odontológica em Teresina. Verificou-se uma redução de 67% na ocorrência de lesões cariosas em dentes permanentes.

Marcenes & Bönecker, em 2000, relataram que alguns poucos estudos realizados em municípios brasileiros, nos quais a mesma área foi estudada em duas ou mais ocasiões distintas, confirmam que a prevalência e severidade de cárie estão diminuindo no Brasil.

Morais *et al.* (2000), com objetivo de conhecer a prevalência da doença cárie em escolares de Dom Aquino, Mato Grosso - MT, realizaram um levantamento epidemiológico onde foram examinadas 446 escolares de ambos os sexos, na faixa etária de 6 a 12 anos. Observou-se que a prevalência de cárie foi muito alta em todas as idades, tanto na dentição permanente como na decídua. O CPO-d médio para a

idade de 12 anos foi de 6,97, sendo que apenas dois escolares desta faixa etária apresentaram-se livres de cárie. Os resultados sugeriram que, embora tenha havido um declínio na prevalência de cárie no Brasil, localidades de pequeno porte e de menor desenvolvimento sócio econômico ainda apresentam altos índices da doença.

Medeiros & Weyne (2001), após realização de um estudo de meta-análise, confirmaram que os países de primeiro mundo estão vivenciando um declínio geral na prevalência e severidade da cárie, bem como uma redução no nível de perda mineral nas lesões já existentes, ostentando um CPO-d médio aos 12 anos inferior ao sugerido pela OMS para o ano 2000. Ainda nestes países, observa-se uma polarização da doença cárie, visto que uma alta proporção de lesões está concentrada em poucas crianças e adolescentes. Os países subdesenvolvidos ou emergentes, por sua vez, continuam apresentando altos níveis da doença. Precisamente no Brasil, percebeu-se uma redução no índice CPO-d quando foram considerados dentes permanentes de escolares residentes em zonas urbanas do país, no entanto este declínio não foi homogêneo, pois outras áreas ainda apresentavam-se fortemente acometidas pela cárie.

O padrão de severidade desta doença permite observar, na atualidade, uma maior prevalência de lesões de esmalte e dos processos iniciais da perda mineral, provocados pela maior lentidão na progressão da cárie, fato atribuído principalmente ao contato com o flúor (Ferreira, 2000).

Amarante *et al.* (1998), após estudar a prevalência de cárie num grupo de 513 crianças utilizando diferentes sistemas de classificação de lesões cariosas, observaram que 59 a 86% das lesões diagnosticadas como lesões de cárie se localizavam no esmalte. Concluíram que tais lesões contribuem substancialmente no total da prevalência de cárie, salientando a importância da utilização de critérios de diagnóstico que incluam todos os estágios de severidade da doença.

Biscaro *et al.* (2000) conduziram um estudo com o intuito de conhecer a prevalência de lesões que precedem o estágio de cavitação, além de verificar sua importância no planejamento de serviços públicos. A amostra constituiu-se de 1619 escolares, com idades variando entre 7 e 12 anos, da rede pública de ensino de Piracicaba, São

Paulo. Verificou-se que a média do componente cariado aumentou de 0,21 para 0,94 aos 7 anos, ao se incluírem nas análises as lesões pré-cavitadas e que a média do índice CPO-s aos 12 anos aumentou 27,9%, após a inclusão destas mesmas lesões. Mediante tais resultados, concluiu-se que a prevalência de lesões pré-cavitadas foi maior do que a de lesões cavitadas e que estas informações são importantes para o planejamento de ações de saúde bucal nos serviços públicos, fazendo com que os gastos sejam feitos de maneira adequada às necessidades da população, além de possibilitar o uso correto de fluoretos.

As superfícies oclusais dos dentes posteriores são os locais mais vulneráveis à cárie dentária (Thylstrup & Fejerskov, 2001). De acordo com Ferreira (1996), nos últimos vinte anos ocorreu um declínio na prevalência da cárie na maioria dos países ocidentais, no entanto a superfície oclusal continua sendo fortemente acometida.

Burt (1998) também afirmou que, nos últimos vinte anos, houve uma mudança na distribuição da cárie nos países desenvolvidos. Além de um declínio generalizado na prevalência e severidade das lesões entre as crianças, detectou-se uma concentração destas lesões em locais como cicatrículas/fissuras e em pequenos grupos da população. Acredita-se que o principal responsável pelo declínio da prevalência de cárie seja o uso do flúor, associado às pequenas alterações no número de microrganismos cariogênicos presentes na cavidade bucal e à diminuição do consumo anual de açúcar.

Ferreira (2000), estudando a prevalência da cárie em 292 crianças, com idades entre 7 e 15 anos residentes, no município de Resende Costa, Minas Gerais - MG, observou que a porcentagem média de indivíduos livre de cárie nesta cidade (35,27%) era semelhante à encontrada em outras localidades brasileiras e que à medida que a idade aumentava a proporção de indivíduos livres de cárie diminuía. O CPO-d médio entre as crianças de 12 anos foi de 2,52, considerado satisfatório pela OMS. Quando se excluíram da análise os indivíduos livres de cárie, verificou-se que o percentual médio de dentes acometido por cárie era maior na faixa etária de 7 anos (16,85%) do que na faixa etária de 12 anos (13,08%) sugerindo que, nesta população, os padrões de progressão de cárie relatados na literatura, ou seja, menor prevalência e severidade aos 7 anos, não foram seguidos. A maior concentração de lesões cariosas

se localizou em molares (74,09%), sobretudo na superfície oclusal (48,68%). Um grande número de lesões de esmalte foi encontrado, sendo que novamente a faixa etária mais acometida foi a dos 7 anos. Se tais lesões fossem incorporadas ao CPO-d médio total, ele passaria de 2,52 para 3,87. Entre as crianças de 7 e 12 anos, a maior frequência de lesões de esmalte também se concentrou em molares. A autora julgou que as lesões de esmalte são importantes indicadores da atividade de cárie e deveriam ser consideradas quando da realização de qualquer levantamento epidemiológico.

A lesão cariosa oclusal não envolve todo o sistema de fissuras com a mesma intensidade, ocorrendo de forma localizada. Nesta superfície, a cárie se desenvolve com maior frequência onde os acúmulos bacterianos se encontram mais protegidos contra desgastes fisiológicos, sendo dois os fatores considerados importantes para o acúmulo de placa e início da lesão oclusal. O primeiro deles é o estágio de erupção ou uso funcional dos dentes e o segundo a anatomia específica do dente (Thylstrup & Fejerskov, 2001).

Anteriormente, acreditava-se que a alta incidência de lesões cariosas oclusais estava relacionada com a presença de fossas e fissuras profundas onde o acúmulo de alimento é facilitado e a higienização é difícil. De acordo com esta teoria, a lesão cariosa iniciava-se nas porções mais profundas das fossas e fissuras, local considerado adequado para o desenvolvimento dos microrganismos cariogênicos. Atualmente, sabe-se que a destruição cariosa começa na abertura oclusal da fissura, visto que a sua porção mais profunda aloja bactérias não viáveis, em contraste com as bactérias vivas da entrada (Ferreira, 1996; Kramer *et al.*, 1997; Thylstrup & Fejerskov, 2001).

A anatomia complexa da superfície oclusal, associada ao padrão histopatológico de desenvolvimento da cárie nesta superfície, dificultam o diagnóstico precoce das lesões dentinárias, principalmente após a constatação de que houve um aumento do número de lesões cariosas de dentina sem comprometimento aparente do esmalte oclusal, designadas como lesões de cárie “oculta” ou “escondida” (Kramer *et al.*, 1997).

De acordo com Kramer *et al.* (1997) algumas fissuras podem apresentar selamento biológico, que é o nome dado à mineralização progressiva da placa dentária. Os microrganismos seriam os indutores deste processo, pois serviriam como nicho para o início da calcificação ou alterariam o meio favorecendo a precipitação de fosfato de cálcio. Clinicamente, o selamento biológico é caracterizado por sua coloração escura, mostrando-se como uma estrutura mineralizada e não retentiva.

A mudança no padrão de severidade da cárie e o conseqüente incremento da prevalência de lesões iniciais dificultam o diagnóstico desta doença, motivando a avaliação dos instrumentos utilizados com tal finalidade, desde os de uso já sedimentado até as novas opções.

Com o objetivo de avaliar a validade e a confiabilidade dos métodos visual, visual/lupa, radiográfico, radiográfico/lente e uma combinação visual/lupa e radiográfico/lente no diagnóstico de lesões cariosas em superfícies oclusais de dentes permanentes, Ferreira (1996) examinou 33 dentes extraídos sem nenhuma cavitação na superfície oclusal. Os testes apresentaram boa especificidade e baixa ou nenhuma sensibilidade. O exame visual/radiográfico apresentou sensibilidade de zero e especificidade de 0,96 quando o ponto de corte para presença de doença cárie foi em dentina. Os resultados de valor preditivo negativo (0,87) foram maiores do que os de valor preditivo positivo (zero), evidenciando a dificuldade em diagnosticar a doença cárie, principalmente quando esta se encontrava incipiente em dentina. Ao passar o ponto de corte para esmalte, a sensibilidade do exame visual/radiográfico aumentou para 0,26, a especificidade foi de 0,94 e os valores de predição positivos (0,80) foram maiores que os negativos (0,60). A complementação do teste visual com o radiográfico não possibilitou o diagnóstico de lesões incipientes em dentina, e a adição de lupa ao teste visual melhorou muito pouco a capacidade deste em diagnosticar lesão dentinária incipiente. Já a adição de lente ao teste radiográfico melhorou sua sensibilidade somente para lesões de esmalte. Desta forma, a autora concluiu que o exame visual é o melhor teste para diagnóstico de dentes hígidos e lesões oclusais incipientes em esmalte, mas em virtude dele apresentar baixa sensibilidade e correspondente valor preditivo positivo, nos casos de lesão incipiente de dentina a melhor decisão é o controle da lesão. Quanto à reprodutibilidade, avaliada pelo teste de concordância *Kappa*, os exames visual e visual/lupa mostraram concordância ótima, sendo que o exame visual/radiográfico obteve concordância boa (*Kappa* = 0,71).

Pereira (1997) testou, em um estudo *in vivo*, a validade e reprodutibilidade dos métodos visual, radiográfico interproximal e combinado (visual + radiográfico) na detecção de lesões cáries em cicatrículas e fissuras de molares permanentes jovens. Foram examinados 288 sítios oclusais com diagnóstico duvidoso. Somente os sítios considerados como mini-cavidade e pequena cavidade foram abertos para validação. A concordância intraexaminador foi boa para o exame radiográfico (0,76) e ótima tanto para o exame visual (0,84) quanto para o combinado (0,88). A estimativa de validade foi obtida através dos resultados positivos e da projeção de valores de predição negativa extraídos de outros estudos. Quando as características clínicas mini cavidade e pequena cavidade foram consideradas como presença de doença, a inspeção visual obteve sensibilidade de 0,88 e valor preditivo positivo de 0,58. O teste radiográfico isolado apresentou baixa sensibilidade (0,41), mas alto valor preditivo positivo (0,87) confirmando que, apesar de ele não ser adequado para identificar sítios doentes, ao acusar um resultado positivo, a chance de engano é de apenas 13%. Os valores de sensibilidade, considerando-se somente os valores positivos do teste combinado, foram de 0,92 e de 0,45 a 0,56 para valores projetados. O método combinado, de acordo com a estimativa de validade por projeção, mostrou-se limitado para detectar lesões cáries por sua baixa sensibilidade (0,45 a 0,56), apresentou moderado valor preditivo positivo (0,70) e considerável quantidade de diagnósticos falso-positivos (0,30). A especificidade deste teste, no entanto, foi alta (0,95), evidenciando sua excelente capacidade de identificar sítios saudáveis. A autora recomenda que as lesões iniciais e questionáveis sejam monitoradas por um período de tempo visando um diagnóstico correto da doença, além de serem tratadas de forma conservadora.

De acordo com Weerheijm (1997), o tipo de lesão denominado de “cárie oculta” normalmente é detectado somente através do exame cuidadoso de radiografias interproximais. Desta forma, é importante que os dentistas reconheçam a possibilidade de ocorrência de lesões ocultas até mesmo em pacientes clinicamente isentos de cárie e valorizem a utilização de radiografias durante o diagnóstico da cárie oclusal.

Ekstrand *et al.* (1997) testaram *in vitro* a reprodutibilidade e a acurácia dos métodos visual, condutância elétrica – ECM e radiográfico na avaliação da profundidade de desmineralizações em superfícies oclusais. Foram examinados 100 dentes posteriores desprovidos de restaurações. O exame histológico feito em estereomicroscópico, após

hemisecção dos sítios com disco diamantado (300 µm), foi o padrão ouro. Todos os exames apresentaram boa concordância (*Kappa*) intra e interexaminadores. Houve alta correlação entre os resultados obtidos nos exames visual e ECM, no entanto o método radiográfico não foi suficiente para detectar lesões de esmalte. Nenhum dente classificado pelo exame visual como hígido apresentou comprometimento dentinário. A presença de radiolucidez no terço médio da dentina ou além dele indicou desmineralização dentinária profunda, sendo que o comprometimento dentinário foi fortemente associado à detecção visual de cavitações em esmalte. De acordo com os autores, o tratamento restaurador deve ser realizado somente quando a dentina apresenta-se fortemente contaminada (amolecida), desta forma a radiografia pode ser útil nos casos onde há cavitação de esmalte, visto que esta não indica obrigatoriamente amolecimento dentinário.

Ashley *et al.* (1998) testaram *in vitro* a validade e a reprodutibilidade de um monitor eletrônico - EMC na detecção de lesões cariosas de esmalte e dentina localizadas em superfícies oclusais. O EMC também foi comparado aos exames visual, transiluminação por fibra óptica - FOTI e radiografias interproximais digitalizadas e convencionais. Para tal, foram examinados 103 dentes posteriores sem cavitação oclusal aparente. Quanto à capacidade de detecção de lesões dentinárias, o método ECM apresentou sensibilidade de 0,78 e especificidade de 0,80, enquanto que na detecção de lesões de esmalte os valores foram 0,65 e 0,73. O valor alcançado pelo ECM no teste de concordância *Kappa* foi 0,68, interpretado como uma concordância boa. Dentre os demais diagnósticos testados, o exame visual obteve melhor combinação entre sensibilidade e especificidade, sendo 0,24 e 0,94 para lesões dentinárias e 0,60 e 0,70 para lesões de esmalte. Verificou-se que o exame ECM apresentou melhor performance na identificação de lesões cariosas oclusais iniciais.

Ekstrand *et al.* (1998) realizaram um estudo com objetivo de investigar a habilidade de três cirurgiões-dentistas experientes em detectar, determinar a atividade e avaliar as profundidades de lesões cariosas oclusais, além de propor tratamento adequado para cada uma delas. Foram examinadas, através dos exames clínico, radiográfico e de condutância elétrica, 35 superfícies oclusais de molares agendados para extração. Outros parâmetros como acúmulo de placa, sangramento à sondagem e experiência passada de cárie também foram avaliados. Realizaram-se os exames num momento inicial e após 45 dias e o padrão ouro foi o exame histológico. Os resultados

demonstraram forte correlação entre os exames visual, condutância elétrica e avaliação radiográfica tanto na determinação da profundidade quanto da atividade das lesões. Por outro lado, todos os outros parâmetros demonstraram estar fracamente correlacionados com a atividade da doença. Este estudo provou que é possível detectar, avaliar a profundidade, determinar a atividade e propor tratamento adequado para lesões cáries oclusais após um único exame visual, de condutância elétrica e radiográfico.

Vieira *et al.* (1998) testaram a reprodutibilidade de cinco métodos de diagnóstico de cárie oclusal - inspeção visual com e sem lente de aumento (2X), radiografia interproximal e combinação da radiografia com os dois métodos visuais. Trinta dentistas examinaram todos os dentes utilizando cada método, sendo que a concordância entre os examinadores girou em torno de 60%.

Ferreira *et al.* (1999) afirmaram que os profissionais utilizam os mesmos testes para detecção de lesões cáries (visual e radiográfico) independentemente da severidade da lesão apresentada pelo elemento dental. Isto se torna preocupante na medida em que principalmente o teste radiográfico possui pouca capacidade de detectar pequenas alterações minerais. Tanto o exame visual quanto o radiográfico possuem baixa sensibilidade e alta especificidade, sendo capazes de identificar satisfatoriamente somente a ausência de doença. Esta propriedade deve ser explorada com vantagens, pois a probabilidade destes exames fornecerem um resultado falso-positivo é mínima e em vista disto o risco de se restaurar dentes sem indicação fica bem reduzido. Os diagnósticos falso-negativos também não são problema, visto que o risco de não diagnosticar é compensado pelo conhecimento científico atual que possibilita acompanhar os dentes com suspeita de lesão. Os autores recomendaram que o diagnóstico de lesões cáries deve ser inicialmente feito através do exame visual e, se houver suspeita de lesão, aplicar o exame radiográfico, só se justificando o tratamento restaurador se houver certeza de comprometimento dentinário.

Motivados pela curiosidade em saber se cirurgiões-dentistas - CD, com diferentes tempos de profissão, apresentavam divergências no diagnóstico e decisão de tratamento da lesão cáries oclusal, Pereira *et al.* (2000) conduziram um estudo onde

20 dentes permanentes extraídos (48 sítios) foram examinados por 50 CD. O método-diagnóstico utilizado foi a associação do exame radiográfico interproximal com o visual, quando se utilizou espelho e sonda rombada ou somente espelho, dependendo da vontade do examinador. Os CD forneceram o diagnóstico final juntamente com o tratamento ideal para cada sítio examinado. Verificou-se que poucos dentistas (28%) realizavam profilaxia prévia ao exame clínico e que a maioria (78%) utilizava a sonda exploradora, apesar desta não ter contribuído para um aumento significativo da sensibilidade do método. Somente 14% dos CD utilizavam rotineiramente o exame radiográfico. Quando se considerou a validação da cárie em esmalte, houve uma grande quantidade de diagnósticos falso-negativos, o que não foi motivo de preocupação, visto que se deixou de diagnosticar lesões de esmalte que podiam ser remineralizadas mediante aplicação de medidas preventivas executadas pela maioria dos profissionais. A sensibilidade do diagnóstico foi alta quando se utilizou validação em dentina, devido ao fato dos CD relacionarem a presença de microcavidade com comprometimento dentinário, aumentando assim a probabilidade de diagnósticos corretos. Observou-se uma alta frequência de tratamentos restauradores invasivos, principalmente no grupo dos dentistas com mais de 10 anos de formatura, refletindo o grande número de diagnósticos falso-positivos fornecidos por eles. Os resultados falso-positivos são um grande problema no tratamento da cárie, pois conduzem à remoção desnecessária de tecido dentário.

Em março de 2001, foi realizada uma Conferência convocada pelo Instituto Nacional de Saúde - NIH (National Institute of Health, 2001), onde se discutiu sobre o diagnóstico e tratamento da cárie dentária. A conferência avaliou a situação atual da pesquisa sobre cárie com o objetivo de auxiliar os cirurgiões-dentistas e manter a população informada a respeito deste tema tão importante para a saúde. Os participantes analisaram uma extensa literatura sobre o assunto, além de terem assistido a palestras proferidas por *experts* na área. Apesar do otimismo em relação ao futuro da prática odontológica, os membros da conferência se mostraram desapontados com a qualidade dos trabalhos, que foram considerados pequenos, pobremente descritos ou até mesmo metodologicamente insatisfatórios. Os participantes também salientaram a necessidade de novos métodos de diagnóstico que consigam detectar lesões cariosas em estágios iniciais, para que os cirurgiões-dentistas possam paralisar ou mesmo reverter o processo carioso através de técnicas não invasivas. Apesar da fluoretação da água, modificações na dieta com redução do

consumo de açúcar, melhorias na higiene bucal e assistência odontológica periódica terem provocado, nos últimos trinta anos, redução dramática na taxa de cárie, esta doença ainda constitui-se num grande problema de saúde pública. Aproximadamente 20% das crianças com idade entre dois e quatro anos já tiveram cárie e até os 17 anos quase 80% dos jovens já possuem pelo menos uma cavidade provocada por esta doença. Mais de dois terços dos adultos com idades entre 35 e 44 anos já perderam no mínimo um dente permanente acometido por cárie, e um quarto daqueles entre 65 e 74 anos não possuem mais dentes naturais. Estágios iniciais da cárie dentária são difíceis de diagnosticar. Apesar das radiografias conseguirem identificar cavidades já formadas, principalmente nas superfícies interproximais, elas não são efetivas na detecção de lesões incipientes ou radiculares. Enfatizou-se a necessidade do desenvolvimento de técnicas de diagnóstico mais sensíveis na detecção de lesões incipientes, a fim de abrir campo para implementação de tratamentos não invasivos que visem paralisar ou reverter o processo cariioso.

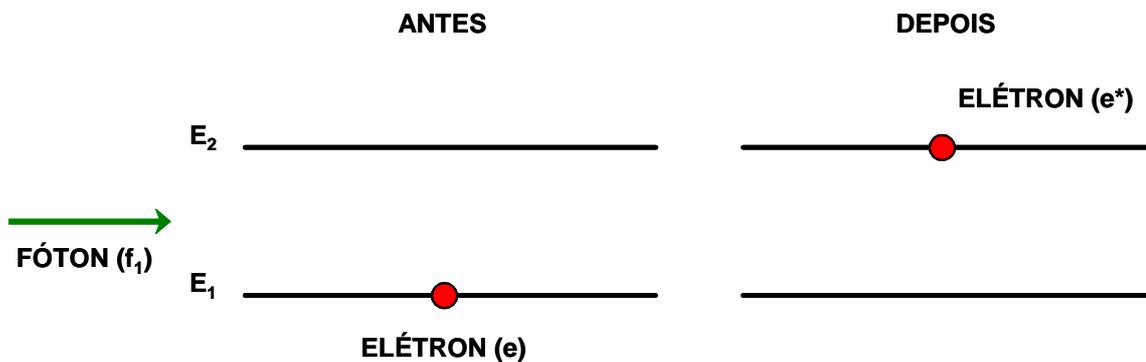
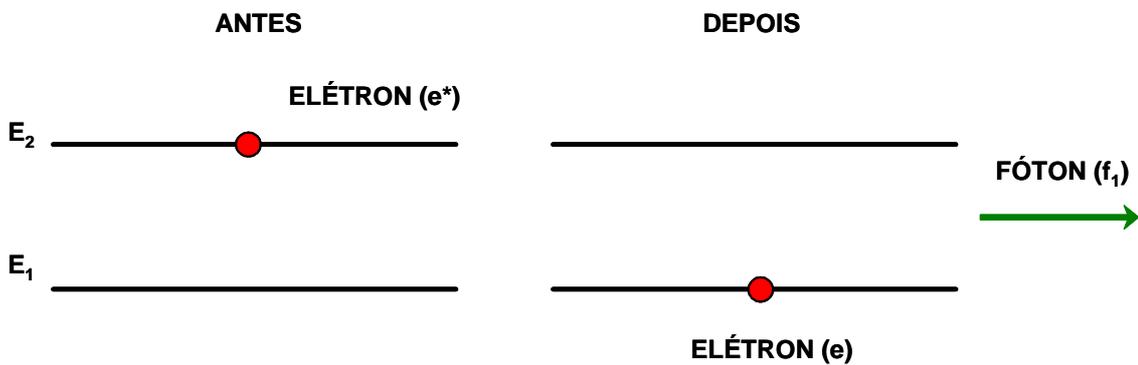
## **2.3 O laser**

### **2.3.1 Noções sobre o laser**

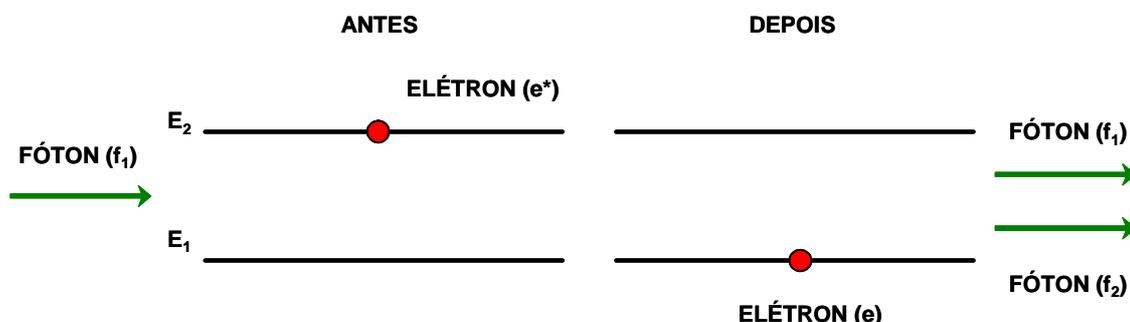
Para que a utilização do laser ocorra de forma segura e eficaz é necessário conhecer primeiramente os fundamentos através dos quais todos eles operam (Harris & Pick, 1995).

Quando uma luz encontra um obstáculo, ela pode ser refletida, espalhada, transmitida ou absorvida (Gonzalez *et al.*, 1996). Se um fóton (unidade básica de luz) é absorvido, sua energia não é destruída, mas usada para aumentar o nível de energia do átomo ou molécula que o absorveu. Esta é a idéia tanto da física do laser quanto da interação do laser com os tecidos (Miserendino & Pick, 1995).

Existem três processos básicos de interação entre radiação (luz) e matéria que são a absorção, emissão espontânea e emissão estimulada (Halliday & Resnick, 1991). Com a finalidade de exemplificar cada fenômeno, considere, como exemplo, um sistema eletrônico de dois níveis de energia -  $E_1$  e  $E_2$ , sendo que  $E_2 > E_1$  (FIG. 1).

**1º PROCESSO: ABSORÇÃO****2º PROCESSO: EMISSÃO ESPONTÂNEA**

### 3º PROCESSO: EMISSÃO ESTIMULADA



**FIGURA 1** – Processos básicos de interação entre radiação e matéria: 1º) absorção, 2º) emissão espontânea, 3º) emissão estimulada (Produção do laser).

FONTE – adaptado de Halliday & Resnick, 1991. p. 213.

Quando o processo de emissão estimulada é maior que a soma da emissão espontânea mais a absorção, tem-se o laser. Para isto, o nível de mais alta energia deve estar mais populado do que o de baixa energia (inversão de população). O sistema tem que estar fora do equilíbrio térmico. Cada laser possui mecanismos diferentes para se conseguir esta inversão de população (Halliday & Resnick, 1991).

Os componentes básicos de um equipamento de laser são: um “meio laser” associado a uma cavidade óptica, uma fonte de energia e um sistema de refrigeração. A cavidade óptica consiste em dois espelhos paralelos colocados de cada lado do “meio laser”. O laser é nomeado de acordo com os componentes de seu meio ativo (moléculas ou átomos) e seu estado de apresentação (gás, sólido, líquido). Cada tipo de átomo ou molécula determina o comprimento de onda do raio produzido (Halliday & Resnick, 1991; Harris & Pick, 1995; Mercer *et al.*, 1996a; Granville-Garcia, 1999).

Uma vez dentro da cavidade óptica, os fótons são refletidos pelos espelhos com a finalidade de estimular a liberação de mais fótons. Se alguma fonte de energia é fornecida para o contínuo bombardeio dos átomos com conseqüente elevação do estado de energia, a inversão populacional pode ser mantida e a circulação de luz em

alta intensidade de um lado para outro entre os dois espelhos continua (Harris & Pick, 1995). A fonte de energia pode ser uma descarga elétrica, *flash* de uma lâmpada de Xenônio e até mesmo outro laser (Mercer *et al.*, 1996a).

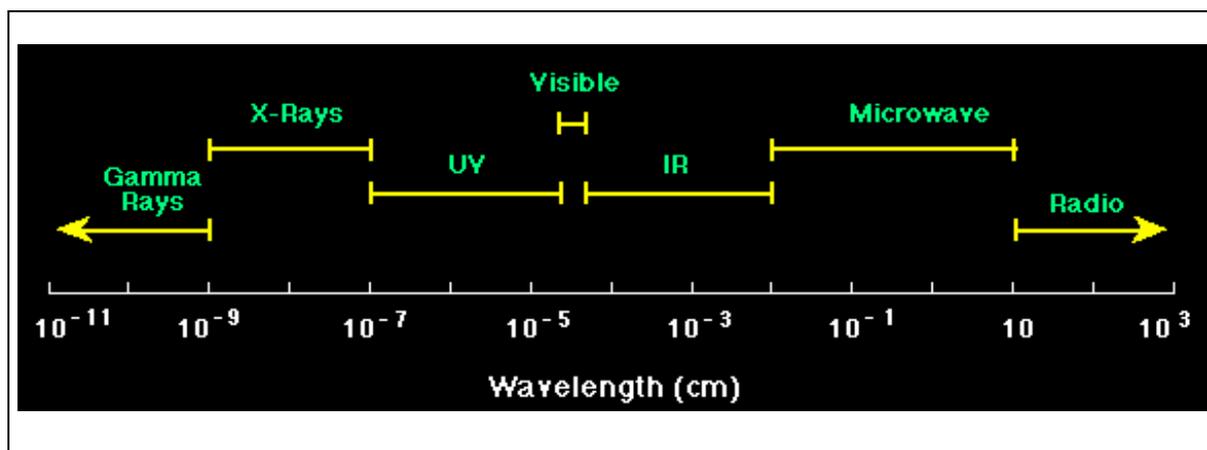
Os espelhos colimam a luz, isto é, os fótons que os atingem perpendicularmente entram novamente no meio ativo, enquanto que aqueles que os atingem axialmente deixam o processo. Na cavidade óptica, um espelho é totalmente reflexivo ( $M_2$ ) e outro parcialmente transmissível ( $M_1$ ) sendo que a luz que escapa de  $M_1$  é o raio laser (Harris & Pick, 1995).

Devido ao fato do processo não ser 100% eficiente e parte da energia transformar-se em calor, todo equipamento laser necessita de alguma forma de refrigeração (Harris & Pick, 1995).

A luz laser exhibe propriedades particulares e diferentes de outras fontes luminosas, sendo altamente coerente, monocromática, colimada e focalizável (Halliday & Resnick, 1991). Coerente porque os fótons emitidos pelos átomos, além de terem o mesmo comprimento de onda e frequência, seguem juntos em fase, na mesma direção (Mercer *et al.*, 1996a; Granville-Garcia, 1999); monocromática, pois dependendo do tipo de laser, possui um comprimento de onda específico e altamente preciso, que, se estiver dentro do espectro de luz visível, pode ser visto como um raio de cor intensa. E finalmente, colimada e focalizável por ser altamente paralela no momento em que deixa a abertura do equipamento (Mercer *et al.*, 1996a; Halliday & Resnick, 1991).

Dependendo de seu meio ativo, o laser é formado por diferentes comprimentos de onda, cuja medida é o nanômetro - nm, que se encontram classificados em três grupos (Gonzalez *et al.*, 1996):

- ULTRAVIOLETA – com comprimentos de onda entre 140 - 400 nm.
- ESPECTRO VISÍVEL – com comprimentos de onda de 400 - 700 nm.
- INFRAVERMELHO – comprimentos de onda acima de 700 nm.



**FIGURA 2** – Espectro eletromagnético.

FONTE – UFRGS, 2001.

Os lasers também podem ser classificados considerando-se a capacidade de provocar danos tanto aos indivíduos que o manuseiam quanto aos pacientes nos quais serão aplicados (Lopes & Pinheiro, 1998) em:

- CLASSE 1: não produz danos em condições normais de operação
- CLASSE 2a: emite luz com baixa intensidade de energia na faixa visível do espectro de luz. Não produz danos em condições normais de utilização, desde que a luz não seja irradiada diretamente nos olhos por período de tempo superior a 1000 segundos.
- CLASSE 2: emite luz com baixa intensidade de energia na faixa visível do espectro. Possui brilho intenso não devendo ser observado de maneira direta. Como qualquer outra fonte de energia luminosa, pode causar danos se irradiado diretamente nos olhos por períodos superiores a 0,25 segundos.
- CLASSE 3a: não provoca efeitos deletérios se observado momentaneamente sem proteção ocular.
- CLASSE 3b: capaz de produzir danos se observado diretamente

- CLASSE 4: capaz de produzir prejuízos tanto por reflexão direta como por reflexão difusa. Obrigatória a utilização de óculos protetores.

O efeito da emissão de laser em estruturas biológicas pode ser comparado à reação entre energia luminosa radiante e matéria. Segundo Dederich (1991), a extensão da interação entre laser e tecidos é determinada por duas variáveis interdependentes: o comprimento de onda e as características ópticas do tecido. Assim, somente o conhecimento da biologia dos tecidos e das propriedades físicas da luz-laser fornecerá ao profissional habilidade para entender e controlar os resultados de um tratamento com o laser (Harris & Pick, 1995; Miserendino *et al.*, 1995; Gonzalez *et al.*, 1996).

Os elementos essenciais da luz laser que determinam sua relação com a matéria são: comprimento de onda, intensidade do raio (concentração de fótons por unidade de área) e características temporais do raio, relacionadas com a forma através da qual ele é fornecido (contínua ou pulsado) e com as características e duração das pulsações. Além destes fatores que são inerentes a cada tipo de laser, existem outras variáveis relacionadas com diferenças no método de transferência de energia atribuído a sistemas de entrega como fibras ópticas, que podem contatar ou não a superfície do tecido e emitir raios focados ou difusos (Harris & Pick, 1995; Miserendino *et al.*, 1995).

Variáveis como intensidade, energia total aplicada em uma área, quantidade e a duração das exposições e modo de fornecimento da energia (contínua x pulsada/com contato x sem contato) estão sob controle do profissional, devendo ser manipuladas de acordo com o efeito tissular desejado (Miserendino *et al.*, 1995).

Os fatores biológicos que influenciam a interação do laser com os tecidos são mais complexos e são as propriedades ópticas dos elementos tissulares que determinam a natureza e a extensão desta reação (Dederich, 1991).

A energia radiante pode interagir com os tecidos de quatro formas diferentes. Uma porção do raio incidente pode ser refletida pela superfície, sem penetrar ou interagir com os tecidos. Ser transmitida através da superfície tissular sem ser atenuada, como se a superfície fosse transparente para o laser, não oferecendo resistência. Ser absorvida por componentes teciduais, caso que ocorrerá uma transferência de

energia, ou penetrar no tecido e ser dissipada sem produzir efeito notável nele (Miserendino *et al.*, 1995).

Toda matéria possui uma propriedade chamada especificidade de absorção, que controla sua reação frente à radiação incidente. Esta propriedade existe devido à presença no tecido de cromóforos, que são elementos tissulares que exibem alto coeficiente de absorção a comprimentos de onda ou espectros de energia luminosa particulares. Este fato permite que ocorra uma interação única entre a energia luminosa monocromática e os diferentes tipos de elementos tissulares. Quando a energia radiante é absorvida pelo tecido, quatro tipos básicos de interações podem ocorrer: interação fotoquímica, interação fototérmica, interação fotomecânica e interação fotoelétrica (Miserendino *et al.*, 1995).

Os lasers ainda podem ser agrupados de acordo com o tipo de interação efetuada com os tecidos biológicos. O laser denominado de “baixa potência” emite feixe de luz com comprimento de onda pouco absorvível pelos tecidos, não tendo a capacidade de provocar alteração visual no tecido no momento da irradiação do mesmo. O laser de “alta potência” emite feixe de luz com comprimento de onda muito absorvível, produzindo efeitos imediatamente observáveis nos tecidos irradiados (Mercer *et al.*, 1996a; Pinheiro, 1998). No entanto, sabe-se que a absorção da luz pelos tecidos depende do comprimento de onda, que é um parâmetro independente da potência do laser, sendo, desta forma, imprópria a nomenclatura (alta ou baixa “potência”) utilizada nesta classificação.

Pode-se concluir, portanto, que a interação da energia radiante com os tecidos e sua conseqüente manifestação clínica é dependente de três propriedades básicas do laser: especificidade de comprimento de onda definida por propriedades ópticas particulares de cada tecido; intensidade que determina se a interação será fotoquímica, fotoabrasiva, fototérmica ou fotomecânica, e o tempo que limita a extensão da interação. A efetividade da laserterapia depende da seleção de um comprimento de onda e de parâmetros adequados a fim de produzir a resposta tecidual desejada (Miserendino *et al.*, 1995; Mercer, 1996b).

### 2.3.2 O laser na Odontologia

Os primeiros estudos com o laser na Odontologia foram feitos com o laser de rubi, em 1963. Como os resultados não foram satisfatórios, os cientistas-dentistas, rapidamente, focaram suas atenções no laser de Neodímio, o que proporcionou um grande avanço e progresso nas pesquisas. Tradicionalmente, os procedimentos odontológicos envolvem ações mecânicas de instrumentos feitos de metal rígido para cortar, preparar ou provocar abrasão em tecidos moles e duros. O laser pode ser utilizado na Odontologia graças à sua habilidade de corte, incisão e abrasão de tecidos duros e moles. Algumas propriedades da luz laser, como absorção seletiva, coagulação, esterilização e efeitos de estimulação em tecidos vitais, oferecem vantagens sobre técnicas tradicionais, fazendo dele objeto de escolha em certas situações. Algumas desvantagens também foram relatadas como produção excessiva de calor com conseqüente dano pulpar. Os benefícios potenciais do tratamento com laser dependem largamente de propriedades únicas de sua energia em um comprimento de onda particular e de sua interação com tecidos dentários (Miserendino & Pick, 1995; Mercer, 1996b).

Um mesmo tipo de laser pode ter atuação dentro de vários campos da Odontologia, desde que seu comprimento de onda seja ajustado para cada propósito. Os lasers de Argônio, Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), Hôlmio (HO:YAG) e Neodímio (Nd:YAG) são freqüentemente utilizados em procedimentos como detecção de lesões cariosas, cirurgias, tratamentos contra hipersensibilidade dentária, remoção de lesões cariosas, fotopolimerização de compósitos, entre outros (Miserendino & Pick, 1995).

Na visão de Zakariasen & Dederich (1991), o laser, assim como qualquer outra nova técnica, deve ser introduzido na Odontologia somente após execução exaustiva de pesquisas a respeito de suas propriedades e possíveis efeitos. É importante que os profissionais da área odontológica embasem suas atividades clínicas em informações científicas sólidas, de modo que as modalidades de tratamento utilizadas sejam eficazes e seguras, tanto para o paciente quanto para a equipe odontológica. Com a finalidade de conhecer melhor as propriedades e efeitos do laser, uma variedade enorme de estudos tem sido realizada avaliando, dentre outros aspectos, os efeitos térmicos do laser, suas contribuições na adesão e na prevenção de lesões cariosas. Para que o laser seja incorporado na rotina do tratamento odontológico, este deve

mostrar-se eficaz primeiramente em estudos que envolvam animais e, finalmente, em ensaios clínicos com seres humanos.

### 2.3.3 Laser de Argônio

O laser de Argônio possui um comprimento de onda que varia entre 614-488 nm, localiza-se na região visível do espectro de luz correspondente à cor azul-verde. É produzido a partir de um gás e pode ser transportado facilmente através de um sistema de fibra óptica. Este laser não é prontamente absorvido por água, mas possui afinidade por tecidos pigmentados e hemoglobina. Seu raio é refletido pelo esmalte produzindo efeito mínimo nesta superfície (Kelsey *et al.*, 1989; Gonzalez *et al.*, 1996; Launay *et al.*, 1987).

O laser de Argônio é o único laser que pode ser utilizado em grande número de situações não cirúrgicas, como na área da dentística restauradora. Sua indicação mais antiga consiste na iluminação do dente para detecção de lesões cariosas (Alfano & Yao, 1981; Bjelkhagen *et al.*, 1982). Desde o início da década de 80, pesquisas têm sido feitas com o intuito de avaliar a atuação do laser de Argônio na fotopolimerização de compostos resinosos (Kelsey *et al.*, 1989; Powell *et al.*, 1989; Severin & Manquin, 1989; Potts & Petrou, 1991). A principal razão para o grande interesse nesta fonte de luz é a capacidade que seu comprimento de onda tem de iniciar a polimerização de materiais restauradores ativados pela luz (Kelsey *et al.*, 1989), podendo também ser útil na área de prevenção, endodontia e no condicionamento de esmalte (Blankenau *et al.*, 1995; Gonzalez *et al.*, 1996; Mercer, 1996b).

Em 1991, a *Food and Drug Administration* - FDA forneceu a autorização para a comercialização e utilização do laser de Argônio na Odontologia. Desde então, ele vem sendo utilizado em vários procedimentos envolvendo tecidos duros e moles (Blankenau *et al.*, 1995).

Estudos científicos indicam que a energia do laser de Argônio oferece capacidade diagnóstica se usada na iluminação de dentes através da análise da fluorescência dentária. Quando se utiliza o laser de Argônio para iluminação do dente, a fluorescência do esmalte sadio ocorre na região amarela do espectro de luz (Alfano &

Yao *et al.*, 1981; Bjelkhagen *et al.*, 1982; Kutsh, 1992). A visualização da fluorescência do esmalte na região amarela só é possível se o sistema (dente) for excitado com uma energia maior, como, por exemplo, a luz azul do laser de Argônio. Desta forma, liberação de fótons poderá ser visualizada na região amarela do espectro de luz. Na desmineralização, os minerais são substituídos principalmente por água, provocando uma diminuição no caminho percorrido pela luz dentro da estrutura dentária, resultando na diminuição da absorção da luz pelo esmalte. Como a fluorescência é consequência da absorção de luz, sua intensidade será menor em regiões desmineralizadas do esmalte, as quais aparecem mais escuras do que a estrutura dentária sadia (Al-Khateeb *et al.*, 1998). O tecido cariado, quando iluminado com a luz-laser de Argônio, apresenta-se clinicamente escuro, cor de fogo, vermelho-alaranjado, e é facilmente diferenciado da estrutura dentária sadia (Blankenau *et al.*, 1995).

Hafström-Bjökman *et al.* (1992) compararam o método de fluorescência laser - LAF com o método de microradiografia longitudinal - LMR, na avaliação de alterações minerais do esmalte. Dez fragmentos de superfícies lisas de dentes humanos foram submetidos à ciclagem de pH para produção de lesões cariosas. As amostras foram analisadas através do LAF e LMR, antes da ciclagem, no segundo, quarto, sétimo e nono dias de desmineralização. No método de quantificação laser empregou-se a luz azul-esverdeada do íon de Argônio (488 nm) para iluminação do esmalte. A fluorescência foi coletada por um microdensitômetro após passagem por um filtro selecionador de luz amarela que bloqueava a passagem da luz azul espalhada pelo dente. Na técnica LMR, registrou-se, em filmes de alta resolução (Kodak<sup>®</sup>), a projeção monocromática de raios X dos fragmentos. Observou-se que a média de radiação fluorescente diminuiu 11% no segundo dia, totalizando 49% no nono dia de desmineralização. A LMR também detectou uma queda correspondente da média de conteúdo mineral no mesmo período de tempo. Com o objetivo de estimar a reprodutibilidade do LAF e do LMR, dois locais de três fragmentos intactos de esmalte foram analisados, com ambos os métodos, em dez momentos distintos. O método LAF mostrou-se mais sensível às alterações minerais do que o LMR, indicando que as lesões de esmalte são detectadas mais precocemente através do LAF. As medidas de desmineralização obtidas com a técnica LAF exibiram forte correlação com as registradas com o LMR. De acordo com os autores, o LAF demonstrou ser um método sensível e não destrutivo, com potencial para melhorar a quantificação de lesões cariosas iniciais em superfícies lisas de esmalte humano, possibilitando que medidas

preventivas contra cárie sejam instituídas precocemente, além de também monitorar os efeitos advindos deste tratamento.

Em 1995, de Josselin de Jong *et al.* desenvolveram e testaram um novo método para avaliação *in vivo* de modificações minerais ocorridas em lesões cariosas iniciais de esmalte. O método baseava-se na iluminação do dente com a luz azul do laser de Argônio ( $\lambda = 488 \text{ nm}$ ), enquanto uma câmera CCD, equipada com um filtro ( $\lambda > 520 \text{ nm}$ ), coletava as imagens fluorescentes dos dentes cariados. O programa de computação (Inspector, modelo QLF 1.0) gravava, armazenava e analisava as imagens. As análises foram feitas mediante a reconstrução da fluorescência normal particular de cada dente no local da lesão, de acordo com registros feitos em áreas sadias. Desta forma, conseguia-se calcular as porcentagens de diminuição no tamanho e na fluorescência ocorridas na área lesionada. Testou-se a capacidade de reconstrução deste método em 19 dentes hígidos. A diferença entre a fluorescência atual e a reconstruída foi de  $-1,6 \pm 1,1\%$  em áreas que variavam entre 8 e 14  $\text{mm}^2$ . Testou-se a confiabilidade do método analisando-se uma mesma lesão 25 vezes em momentos distintos. A área lesionada variou em  $0,56 \pm 0,20 \text{ mm}^2$ , a fluorescência em  $17,6 \pm 0,7\%$  e a profundidade da lesão em  $17 \pm 2 \mu\text{m}$ . Por fim, produziram-se, durante 4-6 semanas, lesões de esmalte em pré-molares de adolescentes agendados para exodontia por indicação ortodôntica. Para a obtenção das lesões, adaptou-se nos dentes *brackets* especiais que inviabilizavam a limpeza do local selecionado. Tais dentes foram submetidos ao exame com fluorescência laser antes da indução de cárie e imediatamente após a remoção dos *brackets*. Novas medidas foram feitas passadas 3 e 5 semanas da retirada dos *brackets*. Observaram-se mudanças claras tanto no tamanho quanto no conteúdo mineral das lesões ao longo do tempo de pesquisa. O novo método mostrou ser adequado para a análise de alterações minerais em lesões naturais de esmalte localizadas em superfícies lisas, podendo ser útil em ensaios clínicos e avaliação de tratamentos preventivos.

Emami *et al.* (1996) validaram o método de fluorescência laser quanto à sua capacidade de avaliar a perda mineral em lesões cariosas incipientes de esmalte, através do método da microradiografia longitudinal. Trinta e seis fragmentos de dentes humanos com lesão incipiente foram examinadas pelos dois métodos. Os valores originais de fluorescência e quantidade de esmalte ( $\text{Kg.m}^{-2}$ ) foram reconstruídos, nos locais das lesões, de acordo com valores obtidos em áreas sadias circundantes. Este

método de reconstrução foi previamente testado em vinte superfícies hígidas exibindo bons resultados. Para análise dos dados levou-se em consideração a diferença entre as medidas obtidas nos locais de estudo e aquelas obtidas com o método de reconstrução. As diferenças foram de  $-0,13 \pm 0,17\%$  para o método de fluorescência laser e  $0,002 \pm 0,005 \text{ Kg.m}^{-2}$  para a microradiografia longitudinal. A reprodutibilidade dos métodos também foi testada medindo-se uma área lesionada vinte vezes. O método de fluorescência laser mostrou-se mais confiável. Obteve-se uma correlação satisfatória entre a técnica da fluorescência e as alterações minerais medidas através da microradiografia longitudinal, confirmando que a técnica da fluorescência laser é válida e sensível na quantificação da perda mineral em lesões de esmalte naturais superficiais, devendo ser aprimorada para que possa ser utilizada clinicamente.

Angmar-Månsson *et al.* (1996) fizeram considerações a respeito dos métodos de dispersão de luz e fluorescência laser utilizados na quantificação mineral em lesões cariosas iniciais. Os autores enfatizaram a importância do desenvolvimento de técnicas sensíveis, não invasivas e quantitativas para detecção e monitoramento de lesões cariosas. Por serem sensíveis às pequenas alterações minerais, elas identificam precocemente os sinais iniciais da doença, possibilitando que terapias não invasivas sejam instituídas antes da cavitação do elemento dental. Os autores relataram, que num futuro próximo, os métodos ópticos de detecção e quantificação de lesões iniciais serão uma alternativa real para avaliação dos efeitos obtidos após o emprego de terapias preventivas. A fluorescência laser, que também é um método quantitativo, poderá ser utilizada pelo profissional para mostrar aos pacientes a progressão e regressão do processo carioso, exercendo um importante papel na motivação dos mesmos.

Ainda de acordo com esse autores, apesar do declínio na incidência e na prevalência de lesões cariosas nos últimos anos, continua havendo carência de métodos e produtos eficazes na prevenção e tratamento do restante da população (10 - 15%) que apresenta alta atividade ou alto risco à cárie. O uso adequado de qualquer método de diagnóstico depende de sua correta interpretação pelo profissional, uma vez que ele é o responsável pela conciliação das informações fornecidas pelo método e história do paciente. O resultado final do diagnóstico é muito importante, pois é baseado nele que será definida a modalidade de tratamento mais adequada para cada paciente. A fluorescência laser também poderá ser empregada em pesquisas que visem testar

hipóteses relacionadas com a indicação de terapias para controle de lesões cariosas em diferentes tipos de populações, além de ter o potencial para diminuir o tempo gasto em ensaios clínicos, acarretando menor custo financeiro.

Al-Khateeb *et al.* (1997a) avaliaram, num estudo *in situ*, o desempenho do método de fluorescência com laser de Argônio na quantificação do processo de remineralização em lesões incipientes de esmalte. Setenta e dois fragmentos de esmalte sadio foram extraídos de pré-molares hígidos agendados para exodontia por indicação ortodôntica e submetidos a desmineralização pelo sistema de ciclagem de pH, até a obtenção de lesões cariosas sub-superficiais. Através de um aparato intra-oral, os fragmentos foram adaptados nas superfícies vestibulares de primeiros molares pertencentes a voluntários jovens. Cada voluntário submeteu-se a três regimes de remineralização diferentes, com duração de cinco semanas cada e intervalo de duas semanas entre um e outro. No primeiro regime, os indivíduos faziam escovação com pasta de dente fluoretada (0,145% F), no segundo utilizavam a pasta combinada com tabletes de flúor (0,25 mg F seis vezes ao dia) e no terceiro escovavam os dentes com a pasta fluoretada e mascavam chicletes com flúor (0,25 mg seis vezes ao dia). A radiação fluorescente foi medida antes, durante e após a desmineralização *in vitro* e semanalmente no decorrer do experimento *in situ*. Ao final de cinco semanas, observou-se um aumento de 80-100% na fluorescência dos locais examinados em relação aos valores obtidos após o período de desmineralização, indicando a ocorrência de remineralização. Não houve diferença entre o ganho de fluorescência quando foram comparados os diferentes tipos de regimes. Uma forte correlação entre as medidas de fluorescência laser e microradiografia transversa (Coeficiente de Pearson = 0,76) foi identificada. O método de fluorescência com laser de Argônio detectou com êxito pequenas alterações minerais durante a remineralização *in situ* de fragmentos de esmalte, demonstrando que não houve diferença no ganho mineral quando diferentes tipos de terapias remineralizadoras foram empregados.

Com o intuito de comparar a eficácia de duas técnicas não destrutivas na detecção de desmineralização inicial de esmalte, Ando *et al.* (1997) realizaram um estudo *in vitro* onde foram testados o método de fluorescência laser - QLF e a técnica de fluorescência laser associada à utilização de corantes - DELF. Cento e quarenta e quatro amostras de esmalte bovino foram subdivididas em grupos e submetidas a desmineralização artificial por períodos de tempo diversos, que variaram de duas a

vinte e quatro horas. Após a desmineralização, cada amostra foi analisada através dos métodos QLF e DELF, os quais foram validados pela microrradiografia transversa convencional e pela microscopia de varredura laser confocal. Em ambos os métodos, os fragmentos de esmalte foram iluminados com a luz de um laser de Argônio e as imagens coletadas por uma câmera CCD.

O programa utilizado para análise das imagens foi o Inspector Research System B. V. (Amsterdam, The Netherlands). As imagens foram armazenadas no formato *bit-mapped* onde cada *pixel* tem um valor de tons de cinza que pode variar de 0 a 255. As análises foram feitas selecionando-se a imagem com uma ferramenta do programa, sendo que as bordas deveriam conter estrutura sadia. O programa calculava a média dos valores de tons de cinza na área sadia e determinava o valor em cada *pixel* da área selecionada. Por fim, ele comparava os dois valores. Os pontos de corte para presença de lesão cariiosa foram arbitrariamente definidos. Calcularam-se a sensibilidade, a especificidade e a área sob a curva de ROC para cada método. O QLF detectou sinais de desmineralização ocorridos somente após oito horas de exposição à solução descalcificadora, sendo capaz de quantificar alterações na progressão da lesão a partir deste momento. O DELF identificou mais precocemente os sinais de desmineralização (2 horas de exposição), mas não foi capaz de quantificar o aumento na taxa de desmineralização de acordo com o aumento do tempo de exposição à solução descalcificadora.

Al-Khateeb *et al.* (1997b) desenvolveram um novo sistema para a quantificação intra-oral de alterações minerais na estrutura dentária. Neste sistema, a luz branca originada de uma lâmpada de Xenônio era bloqueada por num filtro (370 nm) que permitia somente a passagem de luz azul utilizada na iluminação da estrutura dentária. A fluorescência foi colhida por uma câmera CCD na região amarela do espectro de luz e as análises feitas através de um programa de computação (QLF 1.92, Inspector Research System BV, Amsterdam, The Netherlands), que reconstrói, no local da lesão, a fluorescência presente no esmalte normal, de acordo com valores de fluorescência obtidos em áreas sadias, os quais são considerados 100%. Este aparato foi desenvolvido devido a algumas desvantagens apresentadas pelo método convencional de fluorescência que utiliza o laser de Argônio como tamanho, custo e dificuldade de transporte do aparelho. Neste estudo, o novo método foi validado pela técnica da microrradiografia e análise química durante o processo de formação e

remineralização *in vitro* de lesões, além de também ter sido comparado com o método de fluorescência com laser de Argônio. As análises foram feitas em fragmentos de esmalte humano (30) e bovino (25). Detectou-se uma correlação significativa entre a perda mineral e modificações na fluorescência obtidas com o sistema laser (Coeficiente de Pearson = 0,79) e através do sistema portátil com lâmpada. O novo sistema parece ter potencial para avaliar de maneira confiável e sensível a progressão de lesões cáries incipientes de esmalte.

Hall *et al.* (1997) descreveram, em um único trabalho, algumas pesquisas feitas por eles utilizando o laser de Argônio. Na primeira, procurou-se confirmar a capacidade quantitativa do método de fluorescência laser. Na segunda determinar, através de um experimento *in situ*, a aplicação desta técnica no monitoramento de alterações minerais. E, na terceira, avaliar a habilidade da técnica de fluorescência na detecção de lesões cáries adjacentes a restaurações de amálgama. O laser mostrou bons resultados na quantificação de perda mineral precoce, no monitoramento de lesões cáries, assim como na identificação de lesões recorrentes ao redor de restaurações de amálgama.

Ferreira Zandoná *et al.* (1998a) realizaram um estudo *in vitro* onde foram comparadas a sensibilidade e a especificidade dos exames visual (V), fluorescência laser (LF) e fluorescência laser com corante (DELF) na detecção de desmineralizações oclusais de 115 pré-molares humanos. Marcaram-se, em cada dente, três sítios (mesial, central e distal). O exame visual foi feito considerando-se (VC) ou não (V) a coloração dos sítios. No exame de LF e DELF, utilizou-se o laser de Argônio ( $\lambda = 488$ ), sendo que as imagens de cada dente foram coletadas por uma câmera CCD, precedida por um filtro que bloqueava a luz azul e permitia a passagem da luz amarela ( $\lambda = 520$  nm), utilizando-se o programa *IUSD-Image Java* (versão 1.0, Indiana University School of Dentistry, Indianápolis, Ind., USA). O DELF foi realizado após colocação das amostras em fluoresceína sódica 0,075%. Terminados os exames, seccionaram-se os dentes para validação através de microscopia laser confocal (MC) e exame histológico (H). Na validação, as fissuras foram mapeadas em níveis (1, 2, 3) e em regiões (de 1 a 9). A concordância interexaminador e entre os diferentes métodos foi medida através do teste de concordância *Kappa*. Comparou-se, através da curva de ROC, os resultados obtidos nos exames histológico e microscopia laser confocal, a fim de analisar se esta última poderia ser utilizada, de forma segura, como método de validação. De acordo

com os resultados, o DELF obteve melhor concordância, seguido pela fluorescência laser e pelo método visual onde se levou em consideração a coloração dos sítios (VC). O exame de fluorescência laser alcançou sensibilidade de 0,51 e especificidade de 0,77 quando foram consideradas todas as lesões (padrão ouro - exame histológico). O DELF teve maior sensibilidade do que os métodos de fluorescência laser, visual e visual onde considerou-se a coloração dos sítios, em lesões de nível 1 e de todos os níveis. Não houve diferença significativa entre os métodos no caso de lesões nível 2, no entanto foi registrado grande número de diagnósticos falso-positivos. O exame visual mostrou pouca sensibilidade, mas quando a coloração dos sítios foi levada em consideração (VC), sua sensibilidade se equiparou à da fluorescência laser (FL) para lesões de nível 1 e de todos os níveis. No caso de lesões nível 2, a sensibilidade do LF foi muito maior do que a do visual onde se considerou a coloração dos sítios. Não houve diferenças significativas entre as especificidades dos métodos. A microscopia laser confocal (MC) detectou, com melhor acurácia do que o exame histológico (H), as lesões cáries incipientes. No entanto, como a concordância entre MC e H foi somente de 78%, os autores sugeriram que ela fosse comparada com outros métodos de validação. Os autores consideraram que, apesar dos métodos avaliados terem se mostrado significativamente melhores do que o exame visual, precisam ser refinados antes de serem aplicados clinicamente.

Em 1998, Al-Khateeb *et al.* realizaram um estudo longitudinal *in vivo* com objetivo de avaliar a utilização do método quantitativo de fluorescência laser (QLF) na verificação de alterações minerais em lesões cáries incipientes de esmalte associadas ao uso de aparelho ortodôntico fixo. A amostra foi constituída por sete adolescentes portadores de lesões de mancha branca ativas descobertas após a remoção do aparelho fixo. Um total de quinze dentes foi submetido ao exame de fluorescência com o laser de Argônio. A fluorescência foi colhida por uma micro-câmera de vídeo CCD acoplada a um filtro selecionador de luz amarela que bloqueava a luz azul espalhada pelo dente. Durante o estudo, os pacientes receberam orientações quanto a hábitos dietéticos e higienização bucal, além de ganharem pasta de dente fluoretada. Os dentes foram examinados imediatamente após a remoção do aparelho e mensalmente por um período de 12 meses. Utilizou-se o programa QLF 1.92 (Inspector Research Systems BV, Amsterdam, The Netherlands) no processamento das imagens colhidas pela câmera e armazenadas em computador. Este programa reconstruía a fluorescência do esmalte sadio no local da lesão de acordo com a fluorescência do

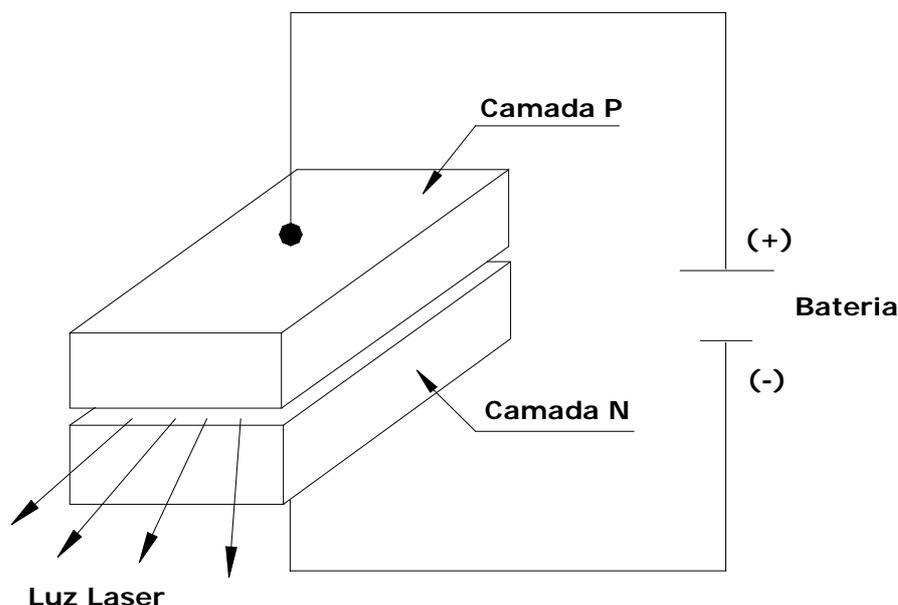
esmalte hígido presente ao redor da mancha branca. Os resultados demonstraram que houve uma diminuição da área lesionada com concomitante ganho de fluorescência, sugerindo a ocorrência de remineralização. O método quantitativo de fluorescência laser pareceu adequado para o monitoramento de alterações minerais em lesões cáries incipientes de esmalte e útil na avaliação do emprego de medidas preventivas em indivíduos susceptíveis à cárie dentária como os pacientes ortodônticos.

Como a fluorescência laser (LF) só havia sido utilizada na detecção de lesões cáries em superfícies lisas, Ferreira Zandoná *et al.* (1998b) realizaram outro trabalho com o principal objetivo de determinar se a fluorescência laser era capaz de detectar desmineralização na base de fissuras artificiais. Os pesquisadores desenvolveram um equipamento especialmente desenhado com a finalidade de direcionar a luz laser para o interior das fissuras e ao mesmo tempo colher a fluorescência provinda destes locais. Foram examinadas um total de 120 fissuras, montadas com fragmentos de esmalte bovino. As fissuras foram subdivididas em três diferentes grupos com 40 espécimes cada. No primeiro grupo estavam as fissuras com paredes paralelas, no segundo as divergentes e no terceiro as convergentes. Todos os grupos possuíam fissuras hígidas e acometidas por cárie. Em cada grupo, 20 amostras foram examinadas pelo LF e pelo método de fluorescência laser realçado com corantes (DELF). As outras 20 foram submetidas ao exame de LF, expostas à placa bacteriana, examinadas novamente com LF e DELF, polidas com ar e re-examinadas com o DELF. Todas as imagens foram capturadas por uma câmera CCD e analisadas duas vezes por três examinadores que atribuíram a cada uma o *score*: (1) cariado, (2) hígido e (3) indeterminado. Para análise dos dados, utilizou-se a área sob a curva de ROC (*Receiver Operating Characteristic*) e indicadores de validade como sensibilidade e especificidade. Nas fissuras sem placa, a sensibilidade média foi maior para o DELF (0,76) do que para o LF (0,54), o mesmo aconteceu com a especificidade 0,64 para o DELF e 0,29 para o LF. Na presença de placa, a maior sensibilidade foi a do DELF (0,91) comparada com a do LF (0,43), no entanto a especificidade do LF (0,55) foi maior do que a do DELF (0,05). Após o polimento das fissuras, tanto a sensibilidade (0,82) quanto à especificidade (0,51) médias do DELF aumentaram consistentemente. A presença de placa, de uma forma geral, diminuiu a capacidade de diagnóstico das duas técnicas. Observou-se uma grande quantidade de diagnósticos falso-positivos quando fissuras com placa foram analisadas através do DELF, sugerindo que uma maior quantidade de corante foi retida dentro das fissuras, aumentando o número de

falso-positivos e, conseqüentemente diminuindo a especificidade do método. Os resultados indicaram que ambos os métodos são eficazes na detecção de desmineralizações em fissuras artificiais, sendo que o DEFL mostrou-se como o mais efetivo na ausência de placa.

### **2.3.4 Laser diodo**

O laser diodo é um *chip* semicondutor que funciona como um diodo elétrico. Sua estrutura ativa lembra um sanduíche formado por duas camadas de material semicondutor (FIG. 3). Uma camada com material de carga elétrica positiva (camada p) é separada de outra camada de material de carga negativa (camada n) por uma camada não condutora. Quando uma corrente de voltagem negativa é aplicada na camada n e uma corrente positiva é aplicada na camada p, ocorre um fenômeno de troca na camada não condutora, provocando a saída de elétrons pelas perfurações existentes nesta camada, liberando energia. Na maioria dos semicondutores esta energia é liberada na forma de calor, no entanto quando o diodo é formado por materiais como Gálio, Alumínio e Arsênico, ela é liberada na forma de fótons. Para que o diodo emissor de luz produza laser, devem ser adicionadas superfícies reflexivas em cada extremidade interna das camadas condutoras, de modo a produzir uma cavidade óptica. A parte ativa do laser diodo possui dimensões bem reduzidas, mas fornece potências de pico bastante elevadas. Por isto, a única maneira de se obter um bom rendimento com este tipo de equipamento, sem que haja necessidade de sistemas dispendiosos de resfriamento, é utilizá-lo em regime pulsado. Assim, no tempo em que ele fica desligado ocorre resfriamento e o calor gerado durante o tempo em que ele ficou ligado é dissipado. Os lasers diodos possuem comprimentos de onda que podem variar entre o espectro vermelho e infravermelho (620 a 1500 nm), de acordo com o material semicondutor utilizado. (Brugnera Jr *et al.*, 1991; Harris & Pick, 1995; Pinheiro, 1998; Granville-Garcia, 1999).



**FIGURA 3** – Esquema de funcionamento do laser diodo.

FONTE – GRANVILLE-GARCIA, 1999, f.33.

Na década de 90, foi lançado no mercado o aparelho KaVo DIAGNOdent 2095 (KaVo, Biberach, Germany), um laser diodo desenvolvido para detecção de lesões cáries. O DIAGNOdent<sup>®</sup> é considerado um produto médico conforme as respectivas disposições nacionais e legais, devendo ser utilizado somente com finalidades odontológicas. Este aparelho emite laser com comprimento de onda de 655 nm, localizado na faixa vermelha do espectro de luz. De acordo com seu grau de periculosidade, o DIAGNOdent<sup>®</sup> corresponde à classe 2, sendo que o fabricante recomenda não olhar diretamente para o laser (KaVo DIAGNOdent 2095, 1998).

Este equipamento é indicado pelo fabricante para monitoramento de alterações dentárias, detecção de lesões cáries oclusais ou proximais e identificação de lesões residuais quando do preparo cavitário. O fabricante considera que o aparelho aumenta a segurança na identificação de lesões cáries, visto que não oferece risco à saúde e proporciona precisão no diagnóstico (KaVo DIAGNOdent 2095, 1998).

O laser é aplicado na estrutura dentária através de sondas. No centro da sonda passa uma determinada energia luminosa que incide sobre e dentro do dente. Em caso de

alteração fotológica da superfície examinada, a luz fluorescente retorna ao aparelho e é captada por fibras externas à sonda sendo, posteriormente, avaliada. De acordo com a alteração detectada, o aparelho mostra em um de seus visores um valor que pode variar entre 00 e 99, de acordo com o estado da superfície examinada. Quanto maior o valor, mais desmineralizado estará o dente (KaVo DIAGNOdent 2095, 1998).

Deve-se selecionar a sonda apropriada de acordo com o local a ser examinado. A ponta A serve para exame de superfícies oclusais e a B para superfícies lisas. A ponteira C, que não está disponível no mercado por ainda estar sendo desenvolvida, deverá ser utilizada em superfícies proximais. O aparelho possui um dispositivo acústico que pode ser acionado ou não, de acordo com a vontade do operador. A intensidade do som emitido pode ser ajustada. O sinal acústico começa com a indicação de momento 06. Quanto mais alto o valor (00-99), mais alta a frequência do sinal acústico. Cada aparelho possui um valor *standar* registrado no padrão de cerâmica que o acompanha. O profissional deve dar a entrada deste valor no aparelho. A calibração do equipamento é muito importante e deve ser feita regularmente em períodos que podem variar de 3 a 12 meses. A calibração também deve ser realizada quando da troca das sondas ou esterilização e desinfecção das mesmas. Visto que a composição e conteúdo mineral dos dentes variam de paciente para paciente, é importante fazer o ajuste da constante do dente em um local hígido do mesmo antes do exame propriamente dito. No momento do exame, a ponteira selecionada deve ser colocada sobre o dente, de maneira que se obtenha um contato justo. Nas fissuras é imprescindível fazer uma exploração cuidadosa, a fim de detectar até mesmo os menores defeitos. Recomenda-se a realização de movimentos pendulares, pois desta forma obtêm-se maior dispersão de luz e conseqüentemente maior precisão de diagnóstico. Ao colocar a sonda no local, observa-se no primeiro visor do aparelho a medida registrada no momento e, no segundo, a maior medida (pico) registrada durante o exame daquele dente ou sítio. O fabricante recomenda que os dentes sejam adequadamente limpos antes da tomada das medidas, visto que além da cárie o aparelho detecta a presença de tártaro, mudança de cor e material restaurador, não sendo capaz de diferenciá-los através da numeração exibida no visor. Os dentes também devem ser secos, visto que do contrário o valor registrado será menor (KaVo DIAGNOdent 2095, 1998).

Existem na literatura algumas tabelas para a decodificação dos valores fornecidos pelo aparelho (Lussi *et al.*, 1999; Ross, 1999). No manual de instruções do equipamento, o fabricante não fornece nenhuma referência, apesar de informalmente recomendar a utilização de uma tabela.

Poucas são as informações disponíveis na literatura odontológica a respeito do método de fluorescência que utiliza o aparelho da KaVo DIAGNOdent<sup>®</sup> no diagnóstico de lesões cariosas.

Ross, em 1999, fez uma avaliação do aparelho KaVo DIAGNOdent<sup>®</sup> na visão de um usuário comum. O estudo foi realizado em duas etapas. Na primeira etapa, *in vivo*, foram feitas leituras de todos os dentes examinados pelo autor durante o período de quatro (4) meses, sendo que a decisão de tratamento foi baseada em métodos de diagnóstico tradicionais. O segundo experimento consistiu no preparo mecânico, até o limite amelodentinário, de todas as fissuras e cicatrículas de 100 dentes extraídos com leitura menor que cinco (considerados hígidos). Após a ameloplastia, as fissuras foram coradas por um revelador de cárie e preparadas com ar abrasivo, a fim de avaliar se o corante se ligou ao tecido porque este estava realmente cariado ou se ficou retido em defeitos na estrutura dentária. No estudo *in vivo* obteve-se sensibilidade de 92,1% e, na pesquisa *in vitro*, especificidade de 98,1%. O autor concluiu que a acurácia do método é excelente e afirma que agora, pela primeira vez, os dentistas podem acompanhar a velocidade de progressão das lesões cariosas, bem como verificar a porcentagem de lesões que se tornam paralisadas ou continuam em progressão.

Lussi *et al.* (1999) testaram em um estudo *in vitro* a performance e reprodutibilidade do novo sistema de fluorescência laser (KaVo DIAGNOdent<sup>®</sup> 2095) na detecção de lesões cariosas oclusais. Além de comparar o laser com o método de condutância elétrica, determinou-se o melhor “ponto de corte” do aparelho para os diferentes estágios de lesão cariosa. Foram selecionados 105 dentes com superfícies oclusais macroscopicamente intactas com um sítio para aplicação do laser e da corrente elétrica. Os sítios foram escolhidos levando-se em consideração a suspeita de lesão e, na ausência deste primeiro critério, a susceptibilidade do local à cárie. Foi feito um desenho esquemático da oclusal dos dentes, com a finalidade de registrar a localização precisa do sítio. Antes de cada exame, o aparelho foi calibrado em uma

superfície lisa isenta de cárie. Os testes com o laser foram realizados com os sítios secos e umedecidos com saliva artificial, enquanto que o teste de condutância elétrica foi sempre aplicado em locais úmidos. Um único operador realizou todos os exames. Os dentes foram preparados histologicamente e as lesões classificadas de acordo com suas extensões ( $D_1$ ,  $D_2$ ,  $D_3$  e  $D_4$ ). Com a finalidade de analisar a reprodutibilidade do método de fluorescência, outros 83 dentes com as mesmas características dos primeiros, foram montados em blocos de gesso e examinados duas vezes por onze dentistas. De acordo com a validação histológica, confeccionou-se uma tabela com os melhores “pontos de corte” do aparelho para dente hígido ( $D_1$ , valores de 0 a 4), lesões de esmalte ( $D_2$ , 4,01 a 10), de dentina externa ( $D_3$ , 10,01 a 18) e de dentina interna ( $D_4$ , valores maiores que 18). A especificidade do método de fluorescência laser variou de 0,72 (dentes secos, nível  $D_2$ ) a 0,87 (dentes umedecidos, nível  $D_3$ ). Sendo que os valores de sensibilidade foram 0,76 (dentes umedecidos, nível  $D_3$ ) e 0,87 (dentes umedecidos, nível  $D_2$ ). A condutância elétrica apresentou valores variando entre 0,64 (especificidade, nível  $D_2$ ) e 0,92 (sensibilidade, nível  $D_3$ ). A reprodutibilidade intraexaminador, avaliada através do teste de concordância *Kappa*, foi de 0,88 (nível  $D_2$ ) e 0,90 (nível  $D_3$ ). A concordância interexaminador foi de 0,65 (nível  $D_2$ ) e 0,73 (nível  $D_3$ ). Visto que, no nível  $D_2$ , o método de fluorescência laser apresentou maior especificidade que a condutância elétrica com a mesma sensibilidade, concluiu-se que o laser possui maior acurácia para detectar lesões cariosas incipientes, sendo mais confiável que o método de condutância elétrica. Desta forma, a alta performance do método de fluorescência associada à sua excelente reprodutibilidade, o torna uma valiosa ferramenta no monitoramento longitudinal de lesões cariosas e na avaliação dos efeitos de terapias preventivas.

Os mesmos autores observaram ainda, que depósitos de placa e cálculo podem ser responsáveis pelo aumento do número de falso-positivos, por isto a superfície dentária deve estar limpa no momento do exame. As manchas também podem constituir num fator de confundimento. Na visão dos autores, o diagnóstico visual deveria permanecer como o método de primeira escolha, visto que é rápido e altamente específico, sendo que o DIAGNOdent<sup>®</sup> seria utilizado somente em locais com diagnóstico duvidoso. O novo equipamento demonstrou tolerar a umidade. Uma vez que a tabela proposta por estes autores, para decodificação dos valores fornecidos pelo aparelho, foi construída baseada em achados histológicos e o envolvimento histológico da dentina não indica

obrigatoriamente tratamento restaurador, o “ponto de corte” para tratamento restaurador poderá ser maior do que 10,01.

Granville-Garcia, também em 1999, avaliou a validade e a reprodutibilidade dos métodos visual, radiográfico interproximal e laser de diodo DIAGNOdent<sup>®</sup>. Para isso, foram examinados 87 sítios oclusais de 69 molares decíduos. Três odontopediatras analisaram todos os sítios através dos três métodos propostos. Posteriormente, os dentes foram seccionados e examinados na lupa estereomicroscópica. Foi constatada a presença de lesão cariiosa em 60 sítios, sendo que 51 restritas ao esmalte e 9 com envolvimento dentinário. Realizou-se a análise dos dados de duas formas, a primeira considerando todas as lesões cariosas (esmalte e dentina) e a segunda somente as lesões de dentina. Quando foram consideradas todas as lesões, a inspeção visual apresentou sensibilidade e acurácia superiores aos demais métodos, enquanto que sua especificidade foi a menor. O método radiográfico foi o que apresentou menores valores de sensibilidade e acurácia, possuindo, no entanto, a maior especificidade. Já o laser de diodo, apesar de mostrar uma sensibilidade maior do que o exame radiográfico, produziu uma grande quantidade de falso-positivos. Considerando-se as lesões de dentina, a inspeção visual e o exame radiográfico obtiveram maiores valores de especificidade do que de sensibilidade com acurácia semelhantes entre eles. O laser de diodo apresentou especificidade mais baixa, sendo sua acurácia inferior às dos demais métodos. A reprodutibilidade dos testes foi avaliada através do teste de concordância *kappa*. O laser diodo foi o método que apresentou a melhor concordância interexaminador (variando entre moderada e substancial). A concordância intraexaminador foi considerada de baixa a boa nos métodos analisados.

Zanin, em 1999, realizou uma vasta revisão de literatura a respeito da utilização do laser diodo 655 nm no diagnóstico da lesão cariiosa oclusal. Concluiu que este novo método apresenta alto grau de precisão na detecção e diagnóstico da lesão de cárie oculta oclusal. De acordo com esta autora o DIAGNOdent<sup>®</sup> é um equipamento reprodutível que permite o monitoramento de lesões iniciais e possibilita seu diagnóstico precoce, favorecendo a aplicação de tratamentos preventivos.

Milichich (2000) fez considerações a respeito do corante detector de cárie (CDD) e o laser fluorescente DIAGNOdent<sup>®</sup>. De acordo com a autora, os métodos de diagnóstico

visual, sonda e radiográfico são qualitativos e subjetivos, podendo produzir diagnósticos diversos quando vários dentistas examinam um mesmo paciente. Este tipo de modelo de diagnóstico possui pouco embasamento científico, sendo pouco reproduzível e, conseqüentemente, pouco confiável. O exame com sonda e espelho possui baixa acurácia (0,25) na detecção de lesões cáries iniciais e a avaliação radiográfica mostra-se eficaz somente quando a lesão cáries já se encontra num estágio avançado, com comprometimento de pelo menos um terço da largura oclusal ou 2 a 3 mm dentro da dentina. A autora afirmou que as técnicas que utilizam corante e laser possuem acurácia superior a 0,90. A identificação da lesão cáries com o DIAGNOdent<sup>®</sup> acontece pelo fato desta fluorescer numa frequência diferente da estrutura dentária sadia. Esta técnica é recomendada para o monitoramento de lesões incipientes e detecção de lesões iniciais em dentina, indicando não somente a presença da lesão, mas também em que direção ela se desenvolve. Tanto o CDD quanto o laser apresentam problemas com o tampão orgânico presente na entrada das fissuras. Sendo assim, ele deve ser removido previamente ao exame com o auxílio do jato de bicarbonato. A autora concluiu que o laser proporciona um diagnóstico quantitativo e o CDD constitui-se num guia visual durante a remoção de lesões cáries iniciais, e ambos permitem que tratamentos menos invasivos sejam realizados.

Shi *et al.* (2000) testaram, em um estudo *in vitro*, a validade e reprodutibilidade do método de fluorescência com o laser diodo (KaVo DIAGNOdent<sup>®</sup>), além de compará-lo com o método radiográfico convencional quanto à capacidade de diagnosticar lesões cáries oclusais. A amostra foi composta por setenta e seis (76) dentes extraídos (molares e pré-molares) com superfície oclusal sem cavitação óbvia. O exame com o aparelho KaVo DIAGNOdent<sup>®</sup> foi realizado com os dentes secos e úmidos em dois momentos distintos, com intervalo de 15 dias entre eles, a fim de avaliar a reprodutibilidade do exame e analisar se a umidade alterava o desempenho do método. Quatro dentistas com experiência em radiologia e dois em cariologia avaliaram as radiografias atribuindo um diagnóstico para cada dente. O padrão ouro foi a análise micro-radiográfica. Avaliou-se a reprodutibilidade do método de fluorescência laser através do coeficiente de correlação intraclasse e teste ANOVA. A correlação entre o DIAGNOdent<sup>®</sup> e padrão ouro foi feita por meio do coeficiente de correlação de Person e a análise da performance dos testes obtida através da comparação entre as áreas sob curvas de ROC, utilizando-se para tal o teste T de

*student*. Os autores concluíram que o sistema DIAGNOdent<sup>®</sup> é superior ao método radiográfico convencional quanto à capacidade de identificar lesões de dentina em dentes com superfície oclusal não cavitada e que a acurácia do primeiro método, quando se leva em consideração a análise da curva de ROC, é significativamente maior do que a do segundo. A reprodutibilidade do método que utiliza o laser foi excelente tanto em dentes secos quanto em dentes úmidos. A presença de umidade influencia a leitura da fluorescência em termos numéricos, aumentando o ponto de corte para medidas feitas em dentes secos (valor absoluto maior para limite entre lesão de esmalte e dentina), mas a performance do diagnóstico não é alterada. A aplicabilidade e efetividade do DIAGNOdent<sup>®</sup> devem ser avaliadas mais profundamente em pesquisas que levem em consideração condições clínicas.

Zárate-Pereira & Oda (2000) fizeram, em uma revisão de literatura, considerações comparativas entre alguns métodos de diagnóstico de lesões cariosas. Neste trabalho, procurou-se comparar a eficácia dos métodos mais comumente utilizados na clínica odontológica como inspeção visual, exame radiográfico e a transiluminação por fibra óptica - FOTI com a sensibilidade e especificidade dos métodos mais modernos como radiografia digitalizada, panorâmica, testes elétricos e laser fluorescente. De acordo com os autores, parece lícito afirmar que não existe, ainda, nenhum método de diagnóstico perfeito, no entanto, todos os métodos mencionados apresentaram sensibilidade e especificidade satisfatórias na detecção de lesões cariosas, principalmente quando utilizados conjuntamente. Os métodos mais sofisticados não mostraram superioridade significativa sobre os tradicionais. Vale a pena ressaltar que, apesar de todos os métodos terem sido considerados satisfatórios, cada um apresenta melhor efetividade naquilo que se propõe a fazer, identificar lesão cariiosa avançada ou incipiente em esmalte ou dentina, por isso é preciso conhecer suas indicações de modo a usá-los corretamente.

Mialhe *et al.* (2000), em um trabalho *in vitro*, comparou a efetividade dos métodos visual, videoscópico, FOTI e do aparelho de laser fluorescente (DIAGNOdent<sup>®</sup>) no diagnóstico de lesão cariiosa oclusal. Foram examinados 66 dentes permanentes extraídos (36 molares e 30 pré-molares), num total de 144 sítios. Nenhum dente da amostra possuía cavidade, restauração, mancha por tetraciclina, hipoplasia ou fluorose. Os exames foram realizados por dois examinadores devidamente calibrados durante a fase piloto. Durante o exame com laser, cada sítio foi examinado três vezes,

escolhendo-se como valor final a média dos resultados obtidos. O ponto de corte desse aparelho para a cárie em dentina é o valor  $\geq 20$ , no entanto os autores também utilizaram o valor  $\geq 30$ , a fim de analisar qual deles resultaria num diagnóstico mais preciso. Após a realização dos exames, os dentes foram seccionados no centro de cada sítio com disco diamantado dupla face (KG SORENSEN<sup>®</sup>, nº 7020) em cortes de aproximadamente 200  $\mu\text{m}$  de espessura e as lâminas examinadas em estereomicroscópio (25 a 40x de aumento). Com a finalidade de analisar a reprodutibilidade, os exames foram repetidos em 10 dentes (20 sítios), calculado o coeficiente de correlação de Spearman ( $r$ ) no exame com DIAGNOdent<sup>®</sup> e aplicado o teste de concordância *kappa* nos demais métodos. Foram obtidos valores de reprodutibilidade intra e interexaminadores de moderado (0,55) a bom (0,81) para os exames visual, videoscópico e FOTI. Para o DIAGNOdent<sup>®</sup> também foram obtidos bons valores de concordância inter e intraexaminadores (0,79 a 0,81). Calculou-se a sensibilidade e especificidade comparando-se os resultados dos exames com os do padrão ouro. Os exames visual, videoscópico e FOTI alcançaram altos valores de especificidade (0,74 a 0,99) e baixos valores de sensibilidade (0,13 a 0,27) para ambos os examinadores. A sensibilidade do DIAGNOdent<sup>®</sup> foi alta, quando se utilizou o critério de validação da cárie em esmalte, com valores de 0,89/0,83 (examinadores A e B) no ponto de corte  $\geq 20$  e 0,82/0,83 no ponto de corte  $\geq 30$ . Os valores de especificidade foram razoáveis para o examinador A (0,78/0,77) e B (0,86/0,83) nos pontos de corte 20 e 30, respectivamente, sendo que os sítios com diagnóstico correto variaram de 76 a 83%. Quando a validação foi feita em dentina, a sensibilidade continuou alta (0,93/1,0 ponto de corte 20 e 0,87/0,94 para ponto de corte 30), porém a especificidade diminuiu bastante (0,52/0,53 ponto de corte 20 e 0,60/0,55 para ponto de corte 30), com somente 20% de sítios diagnosticados corretamente. De acordo com os autores, a boa especificidade do FOTI sugeriu que sua utilização pode diminuir a chance de resultados falso-positivos. O exame videoscópico pode melhorar a sensibilidade do exame visual e o aparelho DIAGNOdent apresenta boa capacidade de identificar alterações na superfície dental, podendo ser útil na detecção de lesões de cárie iniciais. No entanto, ele não foi suficiente para indicar tratamento invasivo em dentina, quando outros métodos auxiliares devem ser preferidos com o objetivo de diminuir o número de falso-positivos. De acordo com este estudo, o aparelho FOTI apresentou os maiores valores de especificidade, sendo considerado um bom adjunto ao exame clínico, visto que também apresenta uma boa relação custo-benefício em comparação com os exames videoscópico e laser fluorescente.

Recentemente, Pardi *et al.* (2000) executaram um trabalho *in vitro* com o objetivo de determinar a efetividade do aparelho KaVo DIAGNOdent<sup>®</sup> no diagnóstico de lesões cariosas oclusais. Sessenta e seis (66) dentes, totalizando 144 sítios, foram examinados sendo que a marcação dos sítios se deu através de fotos tiradas da superfície oclusal. Os dentes não apresentavam cavidades, restaurações, manchas por tetraciclina, hipoplasia ou fluorose. Cada sítio foi examinado três (3) vezes, escolhendo-se como valor final a média dos resultados obtidos. Os exames foram realizados por dois examinadores devidamente calibrados. Teve-se, também, a intenção de avaliar qual seria o melhor ponto de corte do aparelho para lesão cariada em dentina, se  $\geq$  a 20, como preconizado pelo fabricante, ou  $\geq$  30, de modo a analisar qual deles resultaria num diagnóstico mais preciso. A validação do experimento se deu através do exame histológico em estereomicroscópio, quando se apuraram valores de sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo - VPP, valor preditivo negativo - VPN e porcentagem de diagnósticos corretos. Com a finalidade de avaliar-se a reprodutibilidade, cada examinador realizou novamente os exames em 10 dentes (23 sítios). Quando se utilizou o critério de validação em esmalte foram obtidos altos valores de sensibilidade (0,82 a 0,89), especificidade (0,77 a 0,86), VPP (0,76 a 0,83) e VPN (0,85 a 0,89), demonstrando a boa capacidade do método em identificar a doença e de realizar corretamente diagnósticos positivos e negativos (76% a 83%). Quando a validação ocorreu em dentina, os valores de sensibilidade continuaram altos (0,87 a 1,0), porém observaram-se valores baixos de especificidade (0,52 a 0,60), predição positiva (0,19 a 0,21) e percentual de lesões corretamente diagnosticadas (aproximadamente 20%), sendo este fato justificado pelo grande número de diagnósticos falso-positivos, o que é preocupante, visto que o diagnóstico falso-positivo induz a uma decisão de tratamento desnecessária, provocando desgaste de estrutura dentária sadia. Não houve alteração nos resultados referentes à validação em dentina quando os diferentes pontos de corte foram aplicados, sendo que o percentual de falso-positivos continuou alto. Quanto à reprodutibilidade, o método foi considerado bom (coeficiente de Spearman –  $r$  acima de 0,8). Por fim, os autores concluíram que o aparelho apresenta boa capacidade em diagnosticar sinais iniciais da doença cárie. Não sendo suficiente, portanto, para indicar tratamento invasivo em dentina, quando se deve dar preferência para outros métodos auxiliares como o visual e o radiográfico, que produzem menor número de diagnósticos falso-positivos.

## **3 OBJETIVOS**

### **3.1 Objetivo geral**

Avaliar *in vitro* o método de fluorescência com laser diodo (DIAGNOdent®) no diagnóstico de lesões cariosas incipientes oclusais.

### **3.2 Objetivos específicos**

Avaliar a sensibilidade, especificidade, acurácia, valores preditivos positivos e negativos do método de fluorescência com laser diodo (DIAGNOdent®) na detecção de lesões cariosas incipientes oclusais.

Avaliar a reprodutibilidade deste método.

Comparar o método de fluorescência com laser diodo (DIAGNOdent®) com os métodos visual/radiográfico, combinado (visual/radiográfico associado ao DIAGNOdent®) e fluorescência com laser de Argônio.

Avaliar se a presença de umidade ou manchas interfere na capacidade diagnóstica do método que emprega o laser diodo (DIAGNOdent®).

## **4 MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1 Comitê de Ética em Pesquisa - COEP**

Este trabalho foi submetido à apreciação pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais – COEP/UFMG por utilizar dentes humanos extraídos. Recebeu aprovação definitiva no dia 18/04/2001 com parecer nº ETIC 047/01 (ANEXO A).

### **4.2 Apoio financeiro**

Esta pesquisa foi financiada pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq., entidade governamental brasileira promotora do desenvolvimento científico e tecnológico.

### **4.3 Estudo piloto**

Antes do início da pesquisa propriamente dita, realizou-se um estudo piloto, com os objetivos de avaliar a consistência dos métodos de diagnósticos que seriam testados, ajustar a metodologia do trabalho final, conhecer e aprender a manipular adequadamente o aparelho KaVo DIAGNOdent<sup>®</sup>, familiarizar-se com a tecnologia empregada nos exames com o laser de Argônio, executar a calibração da examinadora e, finalmente, colher dados necessários para o cálculo amostral. Nesta fase, foram examinados treze dentes permanentes (molares e pré-molares) sem cavitação oclusal aparente extraídos nas clínicas das disciplinas de Cirurgia e Periodontia ministradas na Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Minas Gerais. Os dentes foram extraídos por alunos desta escola, mediante avaliação clínica e posterior confirmação da necessidade de remoção do elemento dental por um professor orientador.

Os dentes foram montados em blocos de cera utilidade, perfazendo um total de três blocos com três dentes e um bloco com quatro dentes. Escolheu-se, na superfície oclusal de cada elemento dental, um sítio para exame com diagnóstico duvidoso

quanto à presença de lesão cáriosa à inspeção visual. Os métodos testados foram exame visual/radiográfico, fluorescência com laser diodo (655 nm – DIAGNOdent<sup>®</sup>) e fluorescência com laser de Argônio.

O exame visual/radiográfico foi realizado pela autora do trabalho na sala clínica de um consultório odontológico sob a luz de um refletor odontológico (Dabi Atlante<sup>®</sup>). Os dentes foram secos através de um jato de ar e examinados sem auxílio de nenhum instrumento odontológico como sonda ou espelho clínico. Após a visualização dos dentes, procedeu-se ao exame de radiografias realizadas através da técnica do paralelismo, por este ser um estudo *in vitro*, o que impossibilita a tomada radiográfica interproximal. O diagnóstico final foi feito de acordo com as informações colhidas nos dois exames, seguindo-se os critérios propostos por Ferreira (1996).

O exame com o laser diodo (655 nm) foi feito nos dentes com os sítios secos e umedecidos com saliva artificial, cuja fórmula foi adaptada de Krasse (1986) (ANEXO B). Mediante a variação das tabelas disponíveis para decodificação dos valores fornecidos pelo DIAGNOdent<sup>®</sup>, realizou-se, durante a fase piloto, a validação de duas tabelas, uma proposta por Lussi *et al.* em 1999 e outra sugerida pelo fabricante (TAB. 1 e TAB. 2).

A tabela proposta por Lussi *et al.* (1999), de acordo com Mendonça *et al.* (2001), apresentou melhor equilíbrio entre sensibilidade (0,67 tanto para dentes secos quanto para dentes umedecidos com saliva) e especificidade (0,80 dentes secos; 0,90 dentes umedecidos) do que a tabela do fabricante (sensibilidade: 0,33 seco e ZERO saliva; especificidade: 1,00 seco/saliva).

O exame de fluorescência com laser de Argônio foi realizado no Laboratório de Física Estatística e Biofísica do Instituto de Ciências Exatas (ICEX) da Universidade Federal de Minas Gerais. Foram feitos testes quanto à melhor maneira de iluminação dos dentes, selecionaram-se os filtros mais apropriados para tratamento da luz irradiada pelo equipamento, definiu-se o tipo de *software* que seria utilizado na análise da fluorescência. Além de ter conhecido os mecanismos de funcionamento e propriedades deste tipo de laser.

**TABELA 1**

Tabela preconizada por Lussi *et al.* (1999) para decodificação dos valores fornecidos pelo aparelho DIAGNOdent®.

Valor	LOCALIZAÇÃO DA LESÃO CARIOSA
0-4	Ausência de lesão cariosa ou lesão cariosa histológica de esmalte limitada à sua metade externa (D <sub>1</sub> ).
4.01-10	Lesão cariosa que se estende para além da metade externa do esmalte, mas apresenta-se confinada em esmalte (D <sub>2</sub> ).
10.1-18	Lesão cariosa dentinária histológica, limitada à metade externa da espessura dentinária (D <sub>3</sub> ).
>18.01	Lesão cariosa dentinária histológica estendendo para dentro da metade interna da espessura dentinária (D <sub>4</sub> ).

FONTE: Lussi *et al.*, 1999. p. 264.

**TABELA 2**

Tabela sugerida pelo fabricante para decodificação dos valores fornecidos pelo aparelho DIAGNOdent®.

Valor	LOCALIZAÇÃO DA LESÃO CARIOSA
0-10	Dente sadio (processo DES/RE fisiológico).
11-20	Lesão cariosa de esmalte.
21-30	Lesão cariosa de dentina na metade externa.
>31	Lesão cariosa de dentina na metade interna.
99	Comprometimento pulpar.

FONTE: KaVo do Brasil (filial Belo Horizonte).

Após a execução de todos os exames, os dentes foram seccionados no local do sítio e analisados na lupa estereomicroscópica (ZEISS-GENA) com aumentos de 10 e 16 vezes, quando foram feitos os diagnósticos de certeza ou padrão ouro de acordo com os critérios sugeridos por Ferreira (1996). Baseados nestes diagnósticos, calcularam-se a sensibilidade, especificidade, acurácia e valores preditivos positivos e negativos de cada método estudado.

#### 4.4 Seleção da amostra

A amostra do presente trabalho foi composta por sessenta dentes permanentes humanos extraídos (dezoito pré-molares e quarenta e dois molares), sem cavitação

aparente na superfície oclusal à inspeção visual. Se houvesse lesão cariosa na região proximal, esta deveria estar restrita a esta superfície, sem nenhum comprometimento da face oclusal. O cálculo amostral foi realizado utilizando-se a fórmula de estimativa para proporções (Lwanga & Lemeshow, 1991; WHO, 1992; Kirkwood, 1996), tendo como parâmetros a média das sensibilidades dos métodos testados na detecção de lesões cariosas em dentina obtida no estudo piloto (0,67), o intervalo de confiança de 90% e erro de 10%. Considerou-se o erro aceitável de 10% por se tratarem de lesões iniciais, onde a exatidão de diagnóstico é fraca, com margem de erro em diagnóstico visual e radiográfico podendo chegar a 50% (Lussi, 1991, Elderton, 1985; Milicich, 2000). Onde:  $n$  é o número da amostra,  $p$  a média das sensibilidades,  $d$  o erro aceitável e  $Z_1$  possui valor tabelado de 1,645.

$$n = (Z_1 - \alpha/2)^2 \frac{p(1-p)}{d^2}$$

(Lwanga & Lemeshow, 1991; WHO, 1992; Kirkwood, 1996)

#### 4.5 Coleta e preparo do material

Os dentes foram coletados nas Clínicas das disciplinas de Periodontia e Cirurgia ministradas na Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Minas Gerais, onde são atendidos pacientes adultos e adolescentes encaminhados pela Prefeitura de Belo Horizonte através do Sistema Único de Saúde - SUS/BH.

Os dentes foram extraídos por alunos desta instituição mediante a avaliação cuidadosa de um professor orientador. Após a exodontia, os dentes foram acondicionados num recipiente de plástico com tampa contendo solução de formol a 10% tamponada em pH neutro (Michalany, 1981), por no mínimo 48 horas (Ferreira, 1996; Ferreira Zandoná, 1998a), a fim de promover a desinfecção e manter a hidratação dos mesmos (Deery *et al.*, 1995; Ferreira *et al.*, 1996; DeWald, 1997).

Posteriormente, lavaram-se todos os dentes com água e sabão. As raízes foram raspadas com instrumentos manuais e ultra - som (Dabi Atlante®) para retirada de tártaro radicular, remanescentes do ligamento periodontal e osso alveolar. Todas as

superfícies coronárias foram limpas somente com o auxílio do jato de bicarbonato-PROFFI (Dabi Atlante<sup>®</sup>), seguindo-se as orientações fornecidas por Milicich (2000). É importante reforçar que na superfície oclusal não foi utilizado ultra-som.

#### **4.6 Montagem dos dentes**

Os dentes foram montados em base de Acrílico Autopolimerizante Clássico (Dencor São Paulo, Brasil) em grupos de três, num total de vinte blocos. Em cada bloco, procurou-se dispor os dentes simulando a relação de contato proximal existente na cavidade bucal (Russel e Pitts, 1993; Ferreira, 1996; Ferreira Zandoná *et al.*, 1998a; Mialhe *et al.*, 2000; Pardi *et al.*, 2000). Os blocos foram identificados com letras arábicas e os dentes numerados de 1 a 60 com marcador para retro projetor. Os blocos foram recolocados em solução de formol tamponada a 10% (pH neutro) onde ficaram imersos durante todo o estudo, só sendo removidos um pouco antes da realização dos exames. A solução foi trocada semanalmente ou quando fosse percebida presença de resíduos, sugestivos de contaminação, na mesma. Imediatamente antes dos exames, os dentes foram retirados da solução de formol, lavados com soro fisiológico 0,9% e mantidos em solução fisiológica até o momento dos exames.

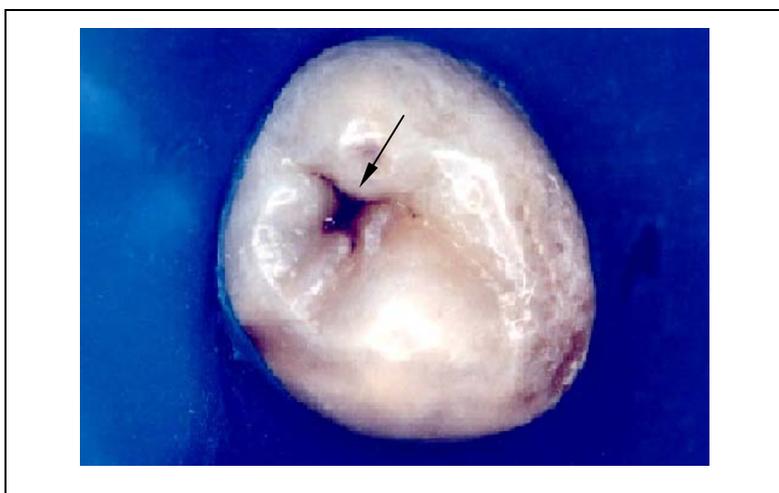
#### **4.7 Seleção dos sítios**

Escolheu-se em cada dente um sítio para exame e um sítio para calibração. Nos sítios para exame, foram aplicados todos os métodos de diagnóstico estudados (visual/radiográfico, laser DIAGNOdent<sup>®</sup>, laser de Argônio e combinado). Os sítios de calibração foram escolhidos mediante a necessidade de um local hígido para calibração dos métodos laser DIAGNOdent<sup>®</sup> e laser de Argônio.

Para seleção dos sítios de exame (FIG. 4 e 5), levou-se em consideração a existência de algum local da superfície oclusal com diagnóstico duvidoso quanto à presença de lesão cariiosa à inspeção visual, como sítios pigmentados, manchados e esbranquiçados. Na ausência deste primeiro critério, escolheu-se o local mais susceptível ao desenvolvimento da doença como as fossas e fissuras (Kramer, 1997; Lussi *et al.*, 1999; Mialhe *et al.* 2000; Pardi *et al.*, 2000; Thylstrup e Fejerskov, 2001).



**FIGURA 4** - Seleção dos sítios de exame. Os sítios examinados são apontados pelas setas



**FIGURA 5** - Seleção do sítio de exame no dente 6. O sítio de exame está apontado pela a seta

Os sítios de calibração (FIG. 6) foram escolhidos nas superfícies vestibulares de cada dente e deveriam apresentar esmalte intacto, isento de manchas ou defeitos, compatível como padrão apresentado nas demais superfícies (Lussi *et al.*, 1999). O fabricante do DIAGNOdent® recomenda que os locais de calibração devam ser

hígidos, não especificando a natureza da superfície envolvida. Estudos com o laser de Argônio também utilizam a fluorescência de locais sadios como referência na quantificação de alterações minerais (Hafström-Bjökman *et al.*, 1992; de Josselin de Jong *et al.*, 1995; Emami *et al.*, 1996; Angmar-Månsson *et al.*, 1996; Al-Khateeb *et al.*, 1997a, b; Ando *et al.*, 1997; Hall *et al.*, 1997; Ferreira Zandoná *et al.* 1998a, b; Al-Khateeb *et al.*, 1998).

Para facilitar a identificação dos sítios, as superfícies vestibulares e oclusais foram fotografadas com equipamento NIKON FM2 (Nikon Corporation, Tokyo, Japan) com lente NIKOR 105 mm (Nikon Corporation, Tokyo, Japan), *flash* circular SUNPAK auto DX8R (ToCAD Corporation, Tokyo, Japan) e três tubos de extensão KENKO (Kenko corporation, Tokyo, Japan) com 12 mm, 20 mm e 36 mm, respectivamente. Utilizou-se o filme Pro Image 100<sup>®</sup>, Kodak Professional<sup>®</sup>. Os negativos foram revelados em fotos de tamanho 10 cm X 15 cm, onde se identificaram, através de setas, os sítios selecionados. Antes de cada exame, a examinadora visualizava nas fotos o local preciso de cada sítio (Granville-Garcia, 1999; Pardi *et al.*, 2000).



**FIGURA 6** - Seleção dos sítios de calibração. Os sítios empregados para calibração estão apontados pelas setas.

## 4.8 Tomadas radiográficas

Cada bloco foi radiografado através da técnica do paralelismo, em substituição à radiografia interproximal, utilizando filmes DF-58 da Kodak<sup>®</sup>. O aparelho utilizado foi o SPECTRO 70, 70 KVP e 10 mÅ da Dabi-Atlante<sup>®</sup>, com 0,6 segundos de exposição. Os blocos foram fixados no posicionador radiográfico (adulto) para filmes JON<sup>®</sup> com cera utilidade substituindo a borracha de mordida, ficando a uma distância de 40 cm da fonte de radiação. O processamento dos filmes foi feito em câmara escura com revelador Kodak<sup>®</sup> a 21°C durante 1,5 minuto. Passado este tempo, as películas foram lavadas e fixadas em fixador Kodak<sup>®</sup> por 10 minutos. Após o período de fixação, os filmes foram novamente lavados por 10 minutos em água corrente e deixados à temperatura ambiente para secar. As radiografias foram cartonadas em cartelas de papel *color plus* preto objetivando melhor contraste e os dentes identificados individualmente com seus respectivos números. As tomadas radiográficas e processamentos dos filmes foram feitos por uma única radiologista (Ferreira, 1996).

## 4.9 Exames de diagnóstico

Os exames testados foram o visual/radiográfico, fluorescência com laser diodo (655 nm), fluorescência com laser de Argônio (488 nm) e combinado (visual/radiográfico + fluorescência com laser diodo). O exame com o laser de Argônio foi utilizado com o objetivo de compará-lo com o equipamento DIAGNOdent<sup>®</sup> 2095, visto que na literatura este primeiro exame foi considerado um excelente método para quantificação de alterações minerais (Hafström-Bjökman *et al.*, 1992; de Josselin de Jong *et al.*, 1995; Emami *et al.*, 1996; Angmar-Månsson *et al.*, 1996; Al-Khateeb *et al.*, 1997a, b; Ando *et al.*, 1997; Hall *et al.*, 1997; Ferreira Zandoná *et al.* 1998a, b; Al-Khateeb *et al.*, 1998).

Os sessenta dentes foram examinados através de cada método, sendo que uma mesma examinadora, devidamente calibrada, realizou todos os exames, visando eliminar as variações interexaminadores (Downer, 1989; Ferreira, 1996).

#### 4.9.1 Exame visual/radiográfico

O exame visual/radiográfico foi composto pela associação do exame visual com o radiográfico. Optou-se por testar a validade destes dois exames visto que, na clínica odontológica, o diagnóstico frequentemente é feito após a combinação dos resultados obtidos com estes dois métodos (Ferreira, 1996), além de também haver uma preocupação com o diagnóstico de “lesões ocultas” (Weerheijm, 1997).

O exame visual foi feito num consultório odontológico, não sendo permitida a utilização de nenhum instrumento odontológico como sonda ou espelho. Cada bloco de dentes foi colocado sobre o encosto de uma cadeira odontológica a uma distância de aproximadamente 40 cm do olho do examinador, semelhante à utilizada num exame bucal. Os dentes foram examinados sob a luz do refletor odontológico, estando posicionados com o número identificador virado para a examinadora. Com a finalidade de melhor visualizar as pequenas perdas minerais, antes do exame, os dentes foram secados com um jato de ar até ficarem isentos de umidade, como num exame clínico habitual (Ferreira, 1996; Ferreira Zandoná *et al.*, 1998a; Thystrup e Fejerskov, 2001).

Após o exame visual de cada elemento dental, a examinadora analisou sua respectiva radiografia sob a luz de um negatoscópio acoplado à cadeira odontológica (Dabi Atlante®). Durante o exame radiográfico, avaliou-se a presença ou ausência de radiolucidez tanto no esmalte quanto na dentina.

O diagnóstico final foi construído após a associação das informações fornecidas pelos métodos e anotado em uma planilha (ANEXO C), de acordo com os critérios adaptados de Ferreira (1996), onde:

**H – Superfície oclusal hígida:** esmalte translúcido com superfície e fissuras íntegras, independente de estarem pigmentadas ou não, sem sinais de desmineralização. Ausência de radiolucidez no esmalte e dentina.

**E – Superfície oclusal com lesão de esmalte:** sítio apresentando opacidade e esbranquiçamento, independente de estar pigmentado ou não, ou perda de estrutura visível. Presença de radiolucidez no esmalte. A

observação de um desses parâmetros já é o suficiente para configurar lesão de esmalte.

**D – Superfície oclusal com lesão de dentina:** lesão indicando comprometimento de dentina ou presença de radiolucidez em dentina.

Visando analisar a confiabilidade deste método, os exames foram novamente realizados após o intervalo de uma semana (Ferreira, 1996; Pereira, 1997; Ferreira Zandoná *et al.*, 1998a; Granville-Garcia, 1999; Shi *et al.*, 2000; Mialhe *et al.*, 2000; Pardi *et al.*, 2000).

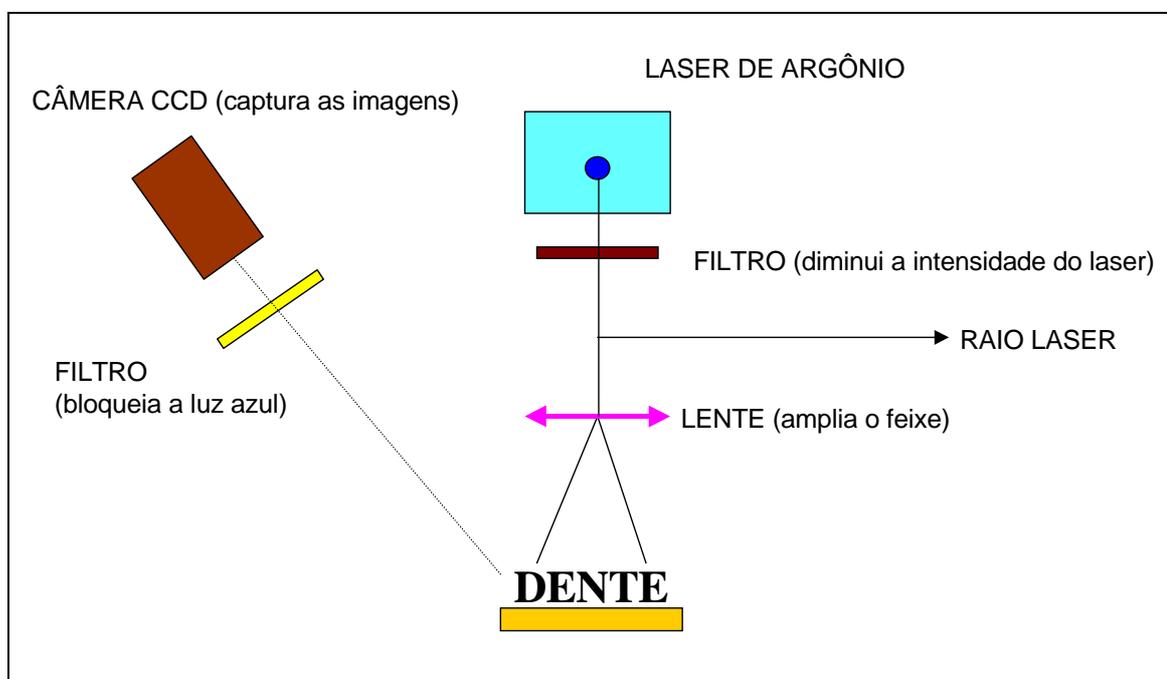
#### **4.9.2 Exame de fluorescência com o laser de Argônio (488 nm)**

Como no projeto piloto, os exames com laser de Argônio foram feitos no Laboratório de Física Estatística e Biofísica do Instituto de Ciências Exatas (ICEX) da Universidade Federal de Minas Gerais. O objetivo principal da inclusão deste exame no trabalho foi o de comparar os resultados obtidos através do método que emprega o DIAGNOdent<sup>®</sup> com os fornecidos pelo Argônio, visto que utilizam o mesmo princípio físico. A técnica de quantificação mineral através da fluorescência com o laser de Argônio já foi exaustivamente testada na literatura, exibindo bons resultados (Hafström-Bjökman *et al.*, 1992; de Josselin de Jong *et al.*, 1995; Emami *et al.*, 1996; Angmar-Månsson *et al.*, 1996; Al-Khateeb *et al.*, 1997a, b; Ando *et al.*, 1997; Hall *et al.*, 1997; Ferreira Zandoná *et al.*, 1998a, b; Al-Khateeb *et al.*, 1998), no entanto ainda não foi utilizada com finalidade diagnóstica, não se sabendo se é capaz de precisar a severidade do comprometimento da estrutura dentária pela doença cárie (dente hígido, com lesão de esmalte ou com lesão de dentina). Além disto, não se encontra disponível no mercado brasileiro nenhum aparelho que produza laser de Argônio especificamente indicado para detecção de lesões cariosas.

Os blocos com os dentes foram posicionados em uma superfície plana, a uma distância padronizada do equipamento, de modo que a luz verde-azul (488 nm) do laser de Argônio (Spectra Physics, modelo 165), após ser atenuada por um filtro neutro, atingia perpendicularmente o sítio selecionado. Uma lente de distância focal de 3 cm abria o feixe do laser para que este pudesse iluminar toda a superfície oclusal. A

fluorescência foi coletada por uma câmera CCD (MTI CCD 72), após passagem por um filtro que bloqueava a luz original do laser (488 nm) e permitia a passagem de luz amarela (FIG. 7). As imagens das superfícies oclusais foram digitalizadas em computador Power Macintosh 8500/120 para posterior análise (FIG. 8). O mesmo procedimento foi feito nas superfícies vestibulares dos dentes onde estavam localizados os sítios de calibração (FIG. 9).

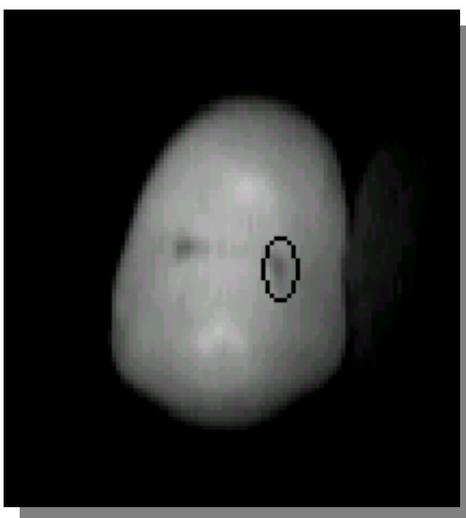
O programa utilizado na análise das imagens foi o *Image Java 1.23y* (*National Institutes of Health - USA*) (Ferreira Zandoná *et al.*, 1998a). Os mesmos sítios examinados, através dos métodos visual/radiográfico e fluorescência com laser diodo, foram analisados levando-se em consideração a intensidade de tons de cinza numa escala que variou de 0 a 255 (Ando *et al.*, 1997). Quanto maior a fluorescência, menor era o valor atingido na escala. Como na metodologia empregada no exame com laser de diodo, preferiu-se trabalhar com o valor máximo de tons de cinza (menor fluorescência) obtido em cada sítio.



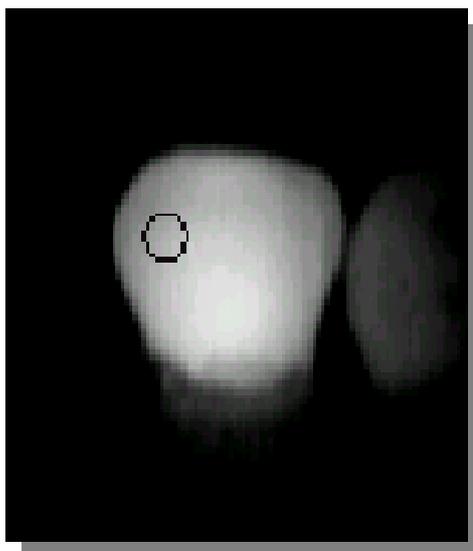
**FIGURA 7** - Esquema montado para exame com o laser de Argônio.

Tanto os sítios oclusais quanto os sítios vestibulares foram analisados da mesma forma, sendo que cada um possuía um determinado valor máximo de tons de cinza. Considerando-se que os sítios de calibração eram sabidamente hígidos, fica fácil concluir que o valor máximo de tons de cinza obtido nestas superfícies era tido como normal para aquele dente em particular. Desta forma, a severidade da doença cárie no sítio oclusal foi mensurada subtraindo-se do valor máximo de tons de cinza obtido no sítio oclusal (V. Max. Oclusal), o valor máximo de tons de cinza obtido no sítio de calibração (V. Max. Calib.). A normalização das diferenças dentro da amostra foi feita dividindo-se o valor anterior pelo valor máximo de tons de cinza obtido no sítio de calibração (V. Max. Calib.), como estratégia de correção. Veja a fórmula:

$$\text{Valor de Fluorescência Final (VFF)} = \frac{(\text{V. Max. Oclusal}) - (\text{V. Max. Calib.})}{(\text{V. Max. Calib.})}$$



**FIGURA 8** – Imagem digitalizada do sítio de exame oclusal (dente 1), obtida pelo método de fluorescência com laser de Argônio.



**FIGURA 9** – Imagem digitalizada do sítio de calibração vestibular (dente 1), obtida pelo método de fluorescência com laser de Argônio.

Diferentemente do método de fluorescência com laser de diodo (655 nm), não existe na literatura nenhuma tabela para conversão dos valores obtidos através do método de fluorescência com laser de Argônio. Tendo em vista esta dificuldade, esforços foram feitos com o objetivo de construir uma tabela que atendesse tal necessidade. Determinaram-se diferentes pontos de corte para dentes hígidos, com lesão de esmalte e lesão de dentina, levando-se em consideração os VFF. Três tabelas foram construídas (TAB. 3, 4 e 5). Os pontos de corte foram determinados correlacionando-se o VFF com o diagnóstico de certeza (padrão-ouro).

**TABELA 3**

Primeira tabela construída para análise da fluorescência com laser de Argônio

<b>Diagnóstico da superfície oclusal</b>	<b>Valor de VFF</b>
<b>Oclusal Hígida</b>	$VFF \leq 0,3$
<b>Oclusal com lesão de esmalte</b>	$0,3 < VFF \leq 0,9$
<b>Oclusal com lesão de dentina</b>	$VFF > 0,9$

**TABELA 4**

Segunda tabela construída para análise da fluorescência com laser de Argônio

<b>Diagnóstico da superfície oclusal</b>	<b>Valor de VFF</b>
<b>Oclusal Hígida</b>	$VFF \leq 0,4$
<b>Oclusal com lesão de esmalte</b>	$0,4 < VFF \leq 1,0$
<b>Oclusal com lesão de dentina</b>	$VFF > 1,0$

**TABELA 5**

Terceira tabela construída para análise da fluorescência com laser de Argônio

<b>Diagnóstico da superfície oclusal</b>	<b>Valor de VFF</b>
<b>Oclusal Hígida</b>	$VFF \leq 0,5$
<b>Oclusal com lesão de esmalte</b>	$0,5 < VFF \leq 1,1$
<b>Oclusal com lesão de dentina</b>	$VFF > 1,1$

Após o conhecimento da real situação do sítio (padrão ouro), escolheu-se qual das três tabelas seria utilizada para a decodificação dos resultados, de acordo com o desempenho de cada uma delas. Quando se utilizou a TABELA 4, 36 diagnósticos estavam corretos e 24 errados. Já com as TABELA 3 e 5, obtiveram-se 37 diagnósticos corretos e 23 diagnósticos errados. Destes 23 diagnósticos, em dezenove deles houve concordância entre os resultados obtidos através das TABELAS 3 e 5. Os outros quatro diagnósticos foram classificados como falso-positivos (TAB. 3) e falso-negativos (TAB. 5). Mesmo que o tratamento para lesões de esmalte não seja invasivo, preferiu-se trabalhar com a tabela por meio da qual obteve-se menor número de falso-positivos (TAB. 5). Pois, apesar de não ter acontecido esta situação no presente estudo, podem existir casos de falso-positivo para lesões dentinárias, o que provocaria a abertura desnecessária do elemento dental (Ferreira *et al.*, 1999; Lussi *et al.*, 1999; Pardi *et al.*, 2000; Pereira *et al.*, 2000).

O exame com o laser de Argônio foi realizado somente uma vez, pois não era interesse da autora avaliar a reprodutibilidade deste método, além desta já ter sido amplamente estudada pela literatura e considerada excelente (Hafström-Bjökman *et al.*, 1992; de Josselin de Jong *et al.*, 1995; Emami *et al.*, 1996; Angmar-Månsson *et al.*,

1996; Al-Khateeb *et al.*, 1997a, b; Ando *et al.*, 1997; Hall *et al.*, 1997; Ferreira Zandoná *et al.* 1998a, b; Al-Khateeb *et al.*, 1998).

Uma outra preocupação analisada foi se a presença de manchas, pigmentadas ou brancas (sugestivas de fluorose), nos sítios de exame prejudicava a capacidade diagnóstica deste método. Isto foi avaliado calculando-se a sensibilidade, especificidade, acurácia, proporção de falso-positivos e negativos exibida pelo método quando do diagnóstico dos sítios que apresentavam tais alterações. Esta mesma análise foi feita para o exame com o laser de diodo (KaVo DIAGNOdent 2095, 1998; Lussi *et al.*, 1999; Milicich, 2000).

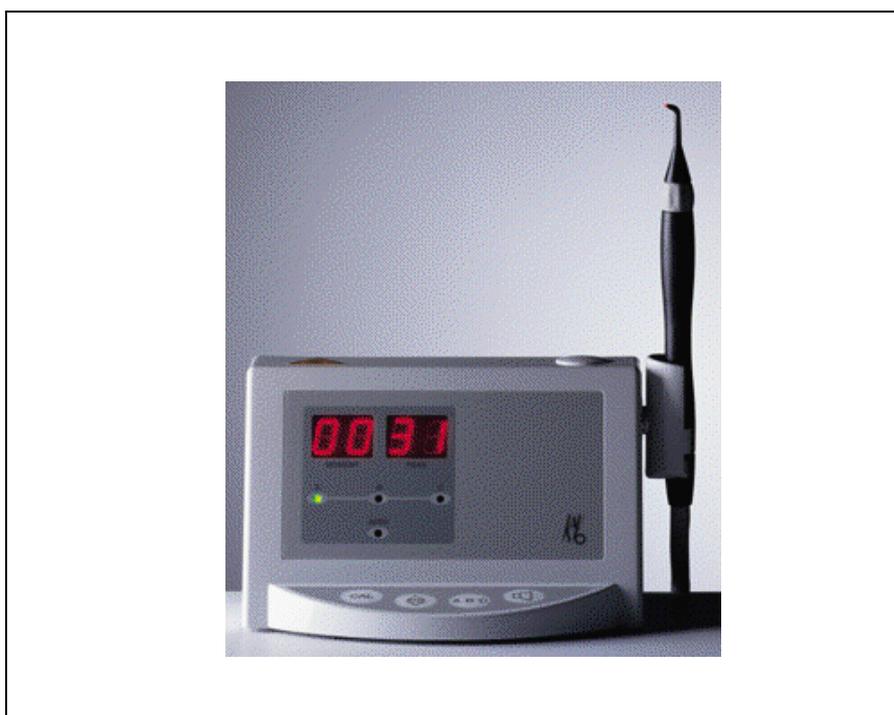
#### **4.9.3 Exame de fluorescência com laser diodo (655 nm)**

Neste exame foi utilizado o aparelho DIAGNOdent<sup>®</sup> 2095 (FIG. 10) que emite luz laser no comprimento de onda de 655 nm (âmbito vermelho do espectro de luz visível). As instruções de uso do equipamento estão descritas com detalhes no capítulo Revisão de Literatura (pág. 52). O aparelho foi carregado com cinco pilhas alcalinas de 1,5 volts e testado quanto ao seu correto funcionamento. Foi utilizada a ponteira A, indicada para exame de sulcos e fissuras. Conforme as orientações do fabricante, efetuou-se a entrada do valor *standard* no aparelho (que neste caso era de 60) e realizou-se a calibração do mesmo no padrão de cerâmica.

Previamente ao exame de cada dente, efetuou-se o ajuste do aparelho à constante do dente em estudo, colocando-se a sonda num local hígido localizado na face vestibular deste (Lussi *et al.*, 1999). A medição propriamente dita foi feita posicionando-se a sonda sobre o sítio selecionado na superfície oclusal. Com o objetivo de avaliar se a presença de umidade altera a capacidade diagnóstica do método, os exames foram primeiramente feitos nos sítios secos e, posteriormente, em sítios umedecidos com saliva artificial (Lussi *et al.*, 1999; Shi *et al.*, 2000), cuja composição foi descrita no ANEXO B (Krasse, 1986).

Optou-se por não encostar a ponta da sonda no dente, visto que no estudo piloto observou-se que os valores apresentados pelo aparelho nestes casos eram exorbitantemente altos, colaborando para o aparecimento de diagnósticos falso-

positivos, além de dificultar o movimento de pêndulo. A literatura estudada também informa que uma das maiores preocupações quanto ao uso deste método é a alta proporção de diagnósticos falso-positivos fornecida pelo sistema (Granville-Garcia, 1999; Mialhe *et al.*, 2000; Pardi *et al.*, 2000; Shi *et al.*, 2000). Em trabalhos de pesquisa realizados junto ao fabricante, obteve-se a informação de que a sonda deveria ser colocada bem próxima à estrutura dentária sem, no entanto, tocá-la. Desta forma, determinou-se uma distância padrão de aproximadamente 0,5 cm entre o dente e a ponta da sonda. Durante o exame, percorreu-se com a sonda toda extensão do sítio, através de movimentos pendulares, procurando-se algum indício de lesão cariosa.



**FIGURA 10:** Aparelho DIAGNOdent® 2095.

Conforme já explicado anteriormente, o aparelho possui dois visores. No primeiro, é mostrado o valor de fluorescência momentâneo e, no segundo, o valor de fluorescência máximo (pico) registrado durante o exame daquele dente ou sítio. Decidiu-se pelo registro dos valores de pico, visto que exprimem a pior situação

encontrada no local examinado. Na decodificação dos resultados fornecidos pelo aparelho utilizou-se a tabela preconizada por Lussi *et al.* (1999).

Os valores obtidos em dentes secos e umedecidos foram anotados em planilhas (ANEXO D) e decodificados de acordo com a tabela selecionada. Os exames foram repetidos após o período de uma semana, a fim de colher informações a respeito da reprodutibilidade deste método (Ferreira, 1996; Pereira, 1997; Ferreira Zandoná *et al.*, 1998a; Granville-Garcia, 1999; Shi *et al.*, 2000; Mialhe *et al.*, 2000; Pardi *et al.*, 2000).

#### **4.9.4 Exame combinado**

O exame visual/radiográfico foi realizado em associação com o exame de fluorescência com laser de diodo (655 nm), com a finalidade de avaliar se o método de fluorescência laser pode ser um auxiliar no diagnóstico de lesões cariosas oclusais, melhorando a capacidade diagnóstica do primeiro método. O exame visual/radiográfico foi conduzido da maneira já descrita anteriormente, enquanto o exame com o laser diodo foi realizado somente em sítios secos, como recomendado pelo fabricante. Os dentes foram primeiramente examinados através do exame visual/radiográfico, sendo posteriormente submetidos ao exame com laser. A examinadora reuniu as informações fornecidas pelos dois métodos e elaborou seu diagnóstico final, conforme é usual em exames clínicos. Cada diagnóstico foi anotado em uma planilha de acordo com o dente examinado (ANEXO E).

O exame combinado não foi repetido, visto que as reprodutibilidades dos métodos visual/radiográfico e fluorescência com laser diodo foram avaliadas separadamente.

#### **4.10 Padrão ouro**

Terminada a fase dos exames, os dentes foram seccionados no sentido méso distal em cada sítio examinado. Os cortes foram feitos com disco flexível diamantado dupla face nº 7020 - 0,15 mm (KG SORENSEN®) (Ferreira, 1996; Granville-Garcia, 1999; Ekstrand *et al.*, 1998; Mialhe *et al.*, 2000; Pardi *et al.*, 2000; Pereira *et al.*, 2000). Obtiveram-se dois fragmentos de dente que foram examinados em lupa estereomicroscópica ZEISS-GENA, estabelecendo-se assim o diagnóstico de certeza -

Padrão ouro (Ferreira, 1996; Granville-Garcia, 1999; Mialhe *et al.*, 2000; Pardi *et al.*, 2000). Os fragmentos foram primeiramente examinados por oclusal e depois em sua face interior, com aumento de 10 e 16 vezes (Ferreira, 1996).

A classificação dos diagnósticos foi feita pela orientadora do trabalho, que possui ampla experiência no diagnóstico de lesões cariosas, e obedeceu aos seguintes critérios (Ferreira, 1996):

**H – Superfície oclusal hígida:** esmalte translúcido com fissuras íntegras ou amarronzadas sem sinais de desmineralização ao seu redor.

**E – Superfície oclusal com lesão de esmalte:** sítio apresentando opacidade e esbranquiçamento, independente de estar amarronzado ou não, com desorganização dos prismas de esmalte.

**D – Superfície oclusal com lesão de dentina:** fissuras apresentando opacidade e esbranquiçamento, independente de estarem amarronzadas ou não com desorganização da estrutura dentinária.

#### **4.11 Análise dos dados**

Os dados foram analisados com o intuito de determinar a reprodutibilidade e validade (sensibilidade, especificidade, acurácia, valores preditivos positivos e negativos) dos exames estudados. Avaliou-se se a saliva interfere na capacidade diagnóstica do método de fluorescência com laser de diodo e se a presença de manchas nos dentes, pigmentadas ou brancas, alteram os resultados fornecidos pelos exames que empregam a fluorescência (diodo e Argônio). Verificou-se também se o exame combinado oferece vantagens sobre o exame visual/radiográfico na detecção de lesões cariosas incipientes oclusais.

#### 4.11.1 Confiabilidade

A confiabilidade dos testes visual/radiográfico e fluorescência com laser diodo em dentes secos e com saliva foi determinada através do teste de concordância *Kappa* simples, aplicando-se a fórmula abaixo (Siegel & Castellan, 1988; Pereira, 1995):

$$Kappa = \frac{Pa - Pe}{1 - Pe}$$

Onde: Pa é a proporção de concordâncias observadas

Pe é a proporção de concordâncias esperadas

A interpretação dos valores de *Kappa* foi feita de acordo com a TABELA 6.

**TABELA 6**

Interpretação dos valores do teste de concordância *Kappa*

<i>Kappa</i>	Concordância
< 0,00	Ruim
0,00-0,20	Fraca
0,21-0,40	Sofrível
0,41-0,60	Regular
0,61-0,80	Boa
0,81-0,99	Ótima
1,00	Perfeita

FONTE: Pereira, 1995. p. 365.

### 4.11.2 Validade

Os dados obtidos através dos métodos de diagnósticos testados foram comparados com os fornecidos pelo padrão ouro, utilizando-se uma tabela 2 X 2 (FIG. 11) (Brasil, 1984; Sackett *et al.*, 1991).

		DOENÇA	
		Presente	Ausente
Teste	Positivo	Verdadeiro-Positivos (V+) a	Falso-Positivos (F+) b
	Negativo	Falso-Negativos (F-) c	Verdadeiro-Negativos (V-) d

**FIGURA 11** - Relação entre o resultado do teste e o resultado do padrão ouro  
 FONTE: Sackett *et al.*, 1991. p. 79.

As fórmulas utilizadas para a realização dos cálculos foram (Brasil, 1984; Sackett *et al.*, 1991; Pereira, 1995):

**Sensibilidade:**  $s = a / a + c$

**Especificidade:**  $e = d / b + d$

**Valor Preditivo Positivo:**  $VPP = a / a + b$

**Valor Preditivo Negativo:**  $VPN = d / c + d$

**Acurácia:**  $ac = a + d / a + b + c + d$

**Prevalência:**  $p = a + c / a + b + c + d$

Quanto à validade dos testes, os resultados foram apurados levando-se em consideração os valores obtidos no segundo exame executado com cada método (Ekstrand *et al.*, 1997). Optou-se por este procedimento acreditando-se que, no segundo exame, os resultados possuem uma consistência maior, visto que o examinador está mais treinado e calibrado, pois além de já ter passado pelo estudo piloto, realizou mais um exame de cada categoria.

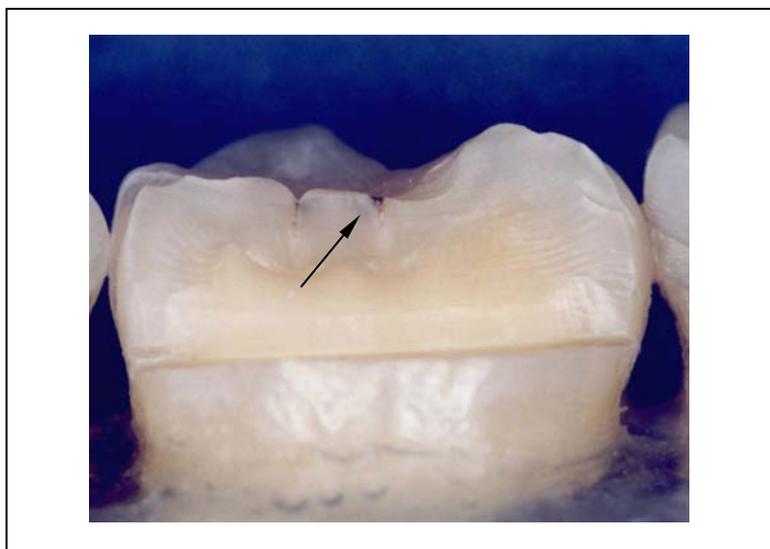
Foram feitos dois tipos de análise, considerando-se a necessidade de valores dicotômicos (presença e ausência da lesão). Na primeira (presença da lesão), o ponto de corte para doença foi lesão cariiosa em esmalte, ou seja, dentes hígidos foram considerados sadios e dentes com lesões em esmalte ou dentina foram considerados doentes. Nesta análise, objetivou-se avaliar a capacidade dos métodos em detectar a presença da lesão, independentemente do seu grau de severidade.

Na segunda (severidade da lesão), procurou-se avaliar a capacidade dos testes em determinar o grau de severidade da lesão, identificando sua presença e o nível de comprometimento da estrutura dentária (esmalte ou dentina). Neste momento, considerou-se como doença o estágio mais avançado da lesão cariiosa e como saúde o de menor gravidade. Assim, se o padrão ouro registrou em determinado sítio que a lesão se encontrava em dentina e o teste o classificou como lesão em esmalte, este diagnóstico foi considerado como falso-negativo. Se o padrão ouro, por sua vez, classificou outro sítio como hígido e o teste o diagnosticou como lesão de esmalte, este foi um diagnóstico falso-positivo.

A comparação entre a validade diagnóstica dos vários métodos estudados foi feita através de um gráfico (adaptação da curva de ROC), onde o eixo X representa a proporção de diagnósticos falso-positivos e o eixo Y o valor de sensibilidade de cada teste. Foram trabalhados os pontos de encontro entre os valores de X e Y dos diversos métodos estudados. O melhor método foi aquele em que o ponto de encontro entre os dois indicadores se localizava na posição mais superior e à esquerda do gráfico (Sackett *et al.*, 1991; Pereira, 1995; Thystrup e Fejerskov, 2001).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dos sessenta dentes examinados sob a lupa estereomicroscópica, 39 (65%) estavam hígidos (FIG. 12), 19 (32%) apresentaram lesão restrita ao esmalte (FIG. 13, 14 e 15) e somente 2 (3%) possuíam lesão de dentina, sendo que uma lesão estava na metade externa da dentina e a outra era uma lesão de cárie oculta localizada na metade interna da mesma (FIG. 16 e 17).

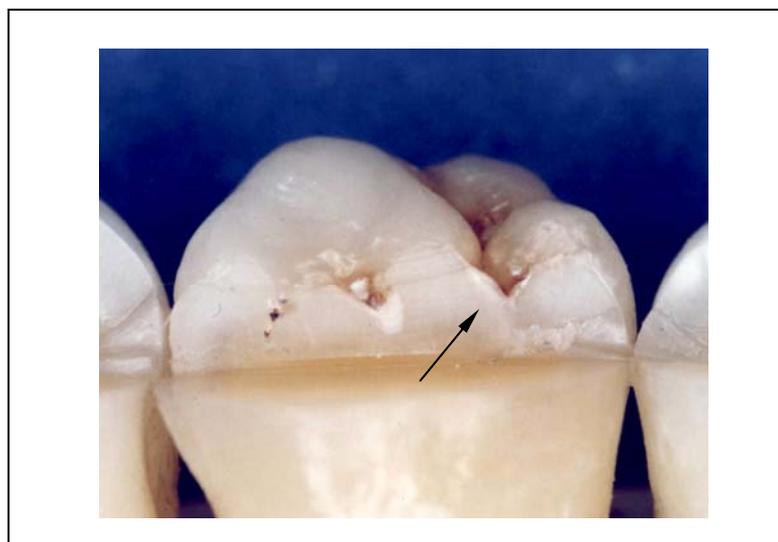


**FIGURA 12** – Sítio classificado como hígido pelo padrão ouro (Dente 56). O sítio está indicado pela seta.

A prevalência de lesões dentinárias foi considerada baixa (3%), o que pode ser justificado pela utilização no trabalho de dentes sem cavitação aparente na superfície oclusal (Ekstrand *et al.*, 1997). No entanto, outros trabalhos que também utilizaram dentes sem cavitação aparente (Ferreira, 1996; Lussi *et al.*, 1999; Mialhe *et al.*, 2000) apresentaram maior prevalência de lesões dentinárias (12%; 36%; 10% respectivamente) do que a encontrada neste estudo. Quanto à prevalência de lesões em esmalte (32%), houve maior semelhança entre os estudos, visto que Ferreira

(1996) encontrou prevalência de 33% e Mialhe *et al.* (2000) de 35%. Lussi *et al.*, (1999) obteve prevalência de 44% para este tipo de lesão.

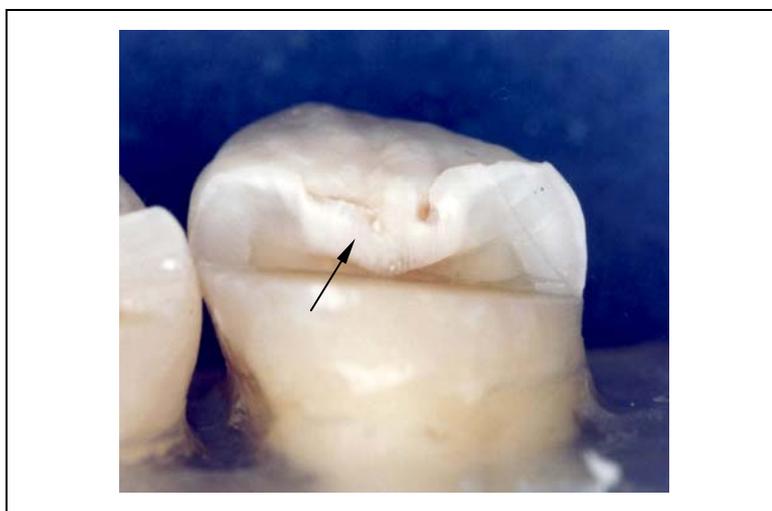
Foi detectado um número grande de sítios isentos de doença (65%), situação também encontrada por Ferreira (1996) e Mialhe *et al.* (2000). Ademais, é importante reforçar que a prevalência de lesões cariosas tem diminuído no Brasil e no mundo (Burt, 1998; Dini *et al.*, 1999; Pompeu & Brígido, 1999; Marcenes & Bönecker, 2000), apesar deste declínio não ser homogêneo e algumas áreas ainda se apresentarem fortemente acometidas pela doença (Morais *et al.* 2000; Medeiros & Weyne, 2001).



**FIGURA 13** – Sítio classificado como lesão em esmalte pelo padrão ouro (Dente 8). O sítio está indicado pela seta.

Visto que o objetivo do presente estudo foi o de avaliar a capacidade diagnóstica do método de fluorescência laser na detecção de lesões incipientes oclusais, acredita-se que esta amostra esteja adequada para tal propósito, pois todos os dentes utilizados eram hígidos ou apresentavam lesões de esmalte ou iniciais em dentina. No entanto, não será possível determinar o comportamento deste método frente às lesões mais avançadas.

Partindo-se do fato de que a prevalência de lesões cariosas dentinárias têm diminuído nos últimos anos, com concomitante aumento da proporção de lesões de esmalte (Amarante *et al.*, 1998; Ferreira, 2000), este trabalho possui grande relevância, pois visa analisar a capacidade do método de fluorescência laser em diagnosticar lesões iniciais, para que o tratamento adequado seja instaurado de forma não invasiva, possibilitando a preservação da estrutura dentária e menor gasto financeiro (Biscaro *et al.*, 2000).



**FIGURA 14** – Sítio classificado como lesão em esmalte pelo padrão ouro (Dente 15). O sítio está indicado pela seta.

O interesse pela superfície oclusal advém do conhecimento de que, apesar da diminuição da prevalência de lesões cariosas, a superfície oclusal ainda é fortemente acometida pela cárie e que a menor severidade das lesões associada à anatomia complexa desta superfície dificultam o diagnóstico de lesões cariosas nestes locais (Ferreira, 1996; Kramer *et al.*, 1997; Burt, 1998; Ferreira 2000; Thylstrup & Fejerskov, 2001). Posto que os métodos de diagnóstico disponíveis possuem sensibilidade limitada para detecção dos estágios iniciais da doença cárie (Ferreira, 1996; Ando *et al.*, 1997; Ferreira, 1999) e que, recentemente, foi lançado no mercado um equipamento laser (DIAGNOdent<sup>®</sup>), indicado para o diagnóstico de lesões cariosas, decidiu-se avaliar se esta tecnologia poderia ser aplicada com segurança na clínica

odontológica e se os resultados obtidos através dela são superiores aos fornecidos por métodos já utilizados como o visual/radiográfico (Miserendino & Pick, 1995).



**FIGURA 15** – Sítio classificado como lesão em esmalte pelo padrão ouro (Dente 21), Observar a forma da lesão (cone com base voltada para o limite amelodentinário). Já é possível ver pequena alteração de cor da dentina.



**FIGURA 16** – Sítio classificado como lesão em dentina pelo padrão ouro (Dente 59). Observar presença de lesão de cárie oculta (não havia indicação de lesão de dentina no exame clínico).



**FIGURA 17** – Aspecto da superfície oclusal do dente 59. O sítio de exame está apontado pela seta.

A caracterização dos dentes da amostra, realizada antes da execução dos exames, se encontra disposta na TABELA 7. Observou-se que dentre os sessenta dentes, 23 possuíam sulcos pigmentados de marrom (FIG. 18), 9 exibiam manchas brancas sugestivas de fluorose (FIG. 19), 11 apresentavam a associação das duas características - sulcos pigmentados + manchas sugestivas de fluorose (FIG. 20), 2 possuíam tártaro, 1 mancha acinzentada e os outros 14 não apresentavam nenhuma alteração (FIG. 21).

**TABELA 7**

Caracterização da amostra quanto à aparência da superfície oclusal

<b>Caracterização da superfície</b>	<b>Número de dentes</b>
<b>Sulcos pigmentados de marrom</b>	23
<b>Manchas brancas sugestivas de fluorose</b>	09
<b>Sulcos pigmentados + manchas brancas sugestivas de fluorose</b>	11
<b>Presença de tártaro</b>	02
<b>Mancha acinzentada</b>	01
<b>Sem alterações</b>	14
<b>TOTAL</b>	<b>60</b>

A caracterização da amostra foi feita com o objetivo de determinar se a superfície que seria examinada possuía alteração de cor ou não, para posteriormente avaliar se esta alteração estrutural modificava a capacidade diagnóstica do método de fluorescência. Alguns pesquisadores (Ferreira Zandoná, 1998; Mialhe *et al.*, 2000; Pardi *et al.*, 2000) optaram por utilizar em suas pesquisas dentes sem cavidades, restaurações, manchas por tetraciclina, hipoplasias ou fluorose, provavelmente com a intenção de avaliar o desempenho do método de fluorescência somente em dentes portadores de estrutura dentária homogênea.

O fabricante do DIAGNOdent® relata, no manual de instruções do aparelho, que este não é capaz de diferenciar, em termos numéricos, uma lesão cariosa de locais onde há presença de tártaro, alteração de cor ou material restaurador. Isto nos faz questionar a respeito da aplicabilidade deste método, visto que na clínica odontológica é comum observarmos dentes com fissuras pigmentadas e manchas brancas sugestivas de fluorose. Desta forma, se o aparelho só exibir bons resultados frente a um dente considerado sem alteração, qual seria a sua contribuição no diagnóstico de lesão cariosa? Possivelmente seria mínima, visto que os sítios de diagnóstico duvidoso quanto à presença de cárie, na maioria das vezes, se apresentam pigmentados, o que faz com que muitos profissionais ainda optem por restaurá-los, temendo a progressão da doença. Por este motivo, optou-se por testar a validade do aparelho frente a maior quantidade possível de variações, desde a presença de saliva até a de manchas pigmentadas ou sugestivas de fluorose. Havia intenção de verificar se o comprometimento da superfície dentária por tártaro alteraria a validade do método, o que não foi possível mediante ao baixo número de dentes com tártaro oclusal (02).



**FIGURA 18** – Dente 16 com pigmentação marrom. O sítio de exame está apontado pela a seta

É recomendado que os dentes sejam bem limpos antes da execução dos exames com o DIAGNOdent® (KaVo DIAGNOdent 2095, 1998; Lussi *et al.*, 1999; Milicich, 2000; Shi *et al.*, 2000), no entanto sabe-se que pigmentações intrínsecas não são removidas, mesmo após limpeza com jato de bicarbonato. Apesar de todos os dentes da amostra terem sido cuidadosamente limpos com jato de bicarbonato (Milicich, 2000), em alguns deles (23) não foi possível remover toda a pigmentação. Lussi *et al.* (1999), preocupados com a possibilidade da presença de pigmentação, cálculo e placa serem responsáveis pelo aparecimento de diagnósticos falso-positivos, sugeriram que fossem feitos estudos a fim de observar a veracidade desta possibilidade.



**FIGURA 19** – Dente 3 com mancha branca sugestiva de fluorose, o sítio de exame está apontado pela seta



**FIGURA 20** – Dente 44 com pigmentação marrom e mancha branca sugestiva de fluorose. O sítio de exame está apontado pela seta



**FIGURA 21** – Dente 45 considerado sem alteração. O sítio de exame está apontado pela seta

Quando se avaliou a reprodutibilidades dos testes (TAB. 8), observou-se que o exame visual/radiográfico alcançou um valor de 0,85 no teste de concordância *Kappa*, indicando uma concordância ótima. O exame com fluorescência laser (DIAGNOdent®) obteve concordância boa (0,67) para dentes secos (Se) e ótima (0,88) para dentes umedecidos com saliva artificial (Sa). A confiabilidade dos métodos laser de Argônio e combinado não foram avaliadas por motivos já esclarecidos no capítulo de Materiais e Métodos (pág. 75 e 78).

**TABELA 8**

Resultado do teste de concordância *Kappa*

<b>Reprodutibilidade <i>kappa</i></b>	<b>Visual/radiográfico</b>	<b>DIAGNOdent® (Se)</b>	<b>DIAGNOdent® (Sa)</b>
<b>Valor de <i>kappa</i></b>	0,85	0,67	0,88
<b>Concordância</b>	Ótima	Boa	Ótima

O exame visual/radiográfico apresentou concordância intraexaminador (0,85), superior à encontrada em alguns trabalhos consultados (Ferreira, 1996; Ekstrand *et al.*, 1997; Vieira *et al.*, 1998) onde esta variou entre 0,60 e 0,71, sendo classificada como boa. No entanto, Pereira (1997) também obteve em seu trabalho *in vivo* concordância ótima para o exame visual/radiográfico (0,88), enquanto Granville-Garcia (1999) em seu trabalho *in vitro* alcançou valores de *Kappa* intraexaminador variando entre 0,51-0,79 (regular a boa) para o exame visual e 0,45-1,00 (regular a perfeita) para o exame radiográfico quando foram consideradas lesões de esmalte e dentina. Mialhe *et al.* (2000) obtiveram valores de *Kappa* intraexaminador variando entre (0,55 e 0,60). Verifica-se de acordo com estes resultados que a confiabilidade alcançada pelo exame visual/radiográfico, neste trabalho, foi excelente quando comparada com a literatura estudada.

O exame de fluorescência com laser diodo apresentou boa (0,67) confiabilidade em dentes secos e ótima (0,88) para dentes umedecidos com saliva artificial. Lussi *et al.* (1999) e Granville-Garcia (1999) também utilizaram o teste de concordância *Kappa*

para avaliar a reprodutibilidade deste mesmo método. Lussi *et al.* (1999) obtiveram valores entre 0,88 e 0,90 (ótima), no entanto Granville-Garcia (1999) encontrou valores menores variando entre 0,60 a 0,74 (regular a boa). Alguns pesquisadores utilizaram outras análises estatísticas, mas todos concluíram que este novo método apresenta excelente reprodutibilidade (Shi *et al.*, 2000; Mialhe *et al.*, 2000; Pardi *et al.*, 2000). Shi *et al.* (2000) não encontraram diferenças entre a confiabilidade do método quando aplicado em dentes secos e umedecidos. Os resultados encontrados sugerem que se não houver diferença entre a validade do método de fluorescência com laser diodo em dentes secos e umedecidos, seria recomendado que os exames fossem realizados em dentes umedecidos, visto que este último mostrou-se mais confiável.

É importante comentar que a examinadora não possuía experiência no diagnóstico de lesões incipientes, sendo calibrada durante o estudo piloto, quando o mesmo procedimento foi feito para o exame com o laser DIAGNOdent<sup>®</sup>. Portanto acredita-se que qualquer profissional possa obter estes valores de concordância desde que seja calibrado. Como citado por Pereira (1995), a reprodutibilidade fornece a precisão do teste, mas não garante que ele apresente alta validade. Por isto, este indicador só tem sentido se associado a bons valores de sensibilidade, especificidade e valores preditivos positivo e negativo.

Para o estudo da validade, quando a análise foi feita a partir da presença da lesão (ponto de corte em esmalte) (TAB. 9), constatou-se que o método visual/radiográfico apresentou a sensibilidade mais alta (0,67) e o laser de Argônio a mais baixa (0,24). A sensibilidade do método que empregou o DIAGNOdent<sup>®</sup> foi a mesma em dentes secos e umedecidos com saliva artificial (0,33). A capacidade do método visual/radiográfico em identificar lesões cariosas foi muito semelhante a do exame combinado (0,64).

A sensibilidade do exame visual/radiográfico foi considerada satisfatória, visto que, no estudo de Ferreira (1996), o método visual radiográfico obteve sensibilidade que variou de zero (lesões em dentina) a 0,26 (lesões de esmalte), sendo que Pereira (1997) encontrou valores projetados de 0,45 a 0,56. No entanto, o exame de fluorescência com DIAGNOdent<sup>®</sup> mostrou resultados (0,33) inferiores aos encontrados na literatura, que variaram desde 0,46 (Shi *et al.*, 2000) até 1,0 (Mialhe *et al.*, 2000). Lussi *et al.* (1999) e Shi *et al.* (2000) também não encontraram diferenças consistentes entre os valores de sensibilidade obtidos em dentes secos e umedecidos. De acordo

com Lussi *et al.*, (1999), a sensibilidade na identificação de lesões de esmalte foi maior em dentes umedecidos (0,87) do que em dentes secos (0,83), sendo que quando o ponto de corte para doença foi estendido para lesões dentinárias esta situação se inverteu. Shi *et al.*, (2000) encontrou sensibilidade maior para dentes secos (0,46) em relação aos dentes umedecidos (0,42), quando foram consideradas somente lesões de esmalte. Ao se considerar as lesões dentinárias a sensibilidade de ambos os exames foi de 0,82.

**TABELA 9**

Avaliação da validade dos métodos estudados para diagnóstico de lesões cariosas em cicatrículas e fissuras, considerando-se a presença da lesão.

<b>Indicadores</b>	<b>Visual radiográfico</b>	<b>DIAGNOdent® (Se)</b>	<b>DIAGNOdent® (Sa)</b>	<b>Combinado</b>	<b>Argônio</b>
<b>Sensibilidade</b>	0,67	0,33	0,33	0,64	0,24
<b>Especificidade</b>	0,72	0,74	0,79	0,79	0,87
<b>VPP</b>	0,56	0,41	0,47	0,64	0,50
<b>VPN</b>	0,80	0,67	0,69	0,79	0,68
<b>Acurácia</b>	0,70	0,60	0,63	0,73	0,65

A análise dos valores de especificidade mostrou que todos os métodos conseguem identificar satisfatoriamente a ausência de doença, sendo que a fluorescência com laser de Argônio mostrou ser o método mais específico (0,87) e o exame visual/radiográfico o menos específico (0,72). Ferreira (1996) e Pereira (1997) encontraram valores de especificidade em torno de 0,90 para o exame visual/radiográfico. No presente estudo, o valor foi menor, o que não prejudica o desempenho do teste uma vez que sua sensibilidade foi maior do que a encontrada pelos autores em 1996 e em 1997.

A especificidade do laser DIAGNOdent® foi maior quando a saliva estava presente (0,79), sendo esta igual a do exame combinado. Notou-se uma pequena melhora de

5% na capacidade de identificação de sítios sadios quando o laser diodo foi associado ao exame visual/radiográfico (0,79) do que quando este último foi utilizado isoladamente (0,72).

Os valores de especificidade encontrados na literatura para o exame com DIAGNOdent<sup>®</sup> variaram de 0,52 (Mialhe *et al.*, 2000; Pardi *et al.*, 2000) até 1,0 (Shi *et al.*, 2000), ambos os valores alcançados na identificação de lesões dentinárias. Quanto às lesões de esmalte o maior valor de especificidade encontrado foi 0,95 (Shi *et al.*, 2000) e o menor 0,48 (Granville-Garcia, 1999). Shi *et al.* (2000) não encontraram diferença entre os resultados de especificidade em dentes secos e umedecidos, no entanto Lussi *et al.* (1999) detectaram uma pequena diferença, visto que a especificidade variou de 0,78 (dente umedecido com saliva artificial) a 0,72 (dente seco) para lesões confinadas ao esmalte e de 0,87 (dente umedecido) a 0,79 (dente seco) para lesões em dentina. Os resultados do presente trabalho, 0,74 (seco) e 0,79 (saliva), se aproximaram muito dos obtidos por Lussi *et al.* (1999) quando considerou lesões restritas ao esmalte.

O exame com o laser DIAGNOdent<sup>®</sup> apresentou boa capacidade em identificar sítios sadios, sendo limitado na identificação da lesão. Portanto, não oferece vantagens sobre os exames combinado e visual/radiográfico, visto que estes também exibem bons resultados na identificação de sítios sadios, sendo limitados somente na detecção de lesões cariosas.

Ao se avaliar acurácia observa-se que os valores de acerto fornecidos pelo exame visual/radiográfico (0,70) foram semelhantes ao do método combinado (0,73), com diferença de apenas 3%. Esta mesma diferença foi encontrada quando se avaliam separadamente os exames com o laser diodo em dentes secos (0,60) e com saliva artificial (0,63), sugerindo que a umidade não compromete a eficácia deste teste no processo de identificação de lesões de cárie. A proporção de acertos encontrada na literatura para o exame visual/radiográfico foi de 0,63 - lesões de esmalte (Ferreira, 1996). Quanto ao DIAGNOdent<sup>®</sup>, esta proporção variou entre 0,64 (Granville-Garcia, 1999) a 0,83 (Mialhe *et al.*, 2000; Pardi *et al.*, 2000).

Ao serem analisados os valores preditivos, verifica-se que o maior VPP foi alcançado pelo exame combinado (0,64), seguido pelo visual/radiográfico (0,56). O

DIAGNOdent<sup>®</sup> obteve melhor VPP em dentes umedecidos com saliva artificial (0,47) do que em dentes secos (0,41). Já quanto aos VPN houve uma semelhança entre os resultados fornecidos pelos exames combinado (0,79) e visual/radiográfico (0,80), o mesmo acontecendo com os exames que empregam o laser (0,67; 0,69; 0,68). É interessante observar que os métodos visual/radiográfico e combinado apresentaram os maiores valores preditivos positivo (0,56/0,64) e negativo (0,80/0,79), indicando que os diagnósticos fornecidos por eles possuem maior probabilidade de estarem corretos quando comparados aos obtidos através dos outros testes. Como os valores preditivos são importantes identificadores da qualidade do teste, neste caso, percebe-se que o exame combinado acerta mais quando afirma que a lesão está presente em determinado local do que o método visual/radiográfico. O exame DIAGNOdent<sup>®</sup> realizado em dentes umedecidos também apresenta esta mesma vantagem sobre o exame realizado em dentes secos.

Observa-se, no entanto, uma grande similaridade entre a capacidade diagnóstica do exame combinado e visual/radiográfico, sugerindo que a adição do exame de fluorescência laser ao método visual/radiográfico oferece poucas vantagens na identificação da presença da lesão cariosa. O exame com o DIAGNOdent<sup>®</sup> não deve ser utilizado isoladamente como método principal para diagnóstico de lesões cariosas, uma vez que apresenta capacidade diagnóstica inferior à do exame visual/radiográfico. Quanto a utilizá-lo em dentes secos ou umedecidos, parece que sua utilização em dentes umedecidos é um pouco mais vantajosa.

Quanto ao exame de fluorescência com o laser de Argônio, foi o método que apresentou a menor sensibilidade (0,24) e a maior especificidade (0,87), alcançando acurácia superior às dos exames realizados com o DIAGNOdent<sup>®</sup>. O laser de Argônio obteve um índice de acerto de 0,65, mas este foi obtido quase que totalmente às custas de sua alta capacidade de identificar corretamente sítios sadios, portanto, não houve um equilíbrio entre sensibilidade e especificidade, sendo esta última muito maior do que a primeira. Somente dois trabalhos foram encontrados na literatura com informações a respeito dos valores de sensibilidade e especificidade do exame de fluorescência com laser de Argônio (Ferreira Zandoná *et al.*, 1998a, b). A sensibilidade do método foi de aproximadamente 0,50 e a especificidade variou entre 0,29 (Ferreira Zandoná *et al.*, 1998b) e 0,77 (Ferreira Zandoná *et al.*, 1998a).

Este método apresentou VPP (0,50) superior ao do exame que emprega o DIAGNOdent<sup>®</sup> e VPN (0,68) semelhante. Considera-se que ele não é apropriado para detecção de lesão cariosa, mas uma vez detectada acerta em 50% dos casos.

O exame com laser de Argônio foi amplamente testado na literatura quanto à sua capacidade de monitorar longitudinalmente alterações minerais da estrutura dentária em superfícies lisas (Hafström-Bjökman *et al.*, 1992; de Josselin de Jong *et al.*, 1995; Emami *et al.*, 1996; Al-Khateeb *et al.*, 1997a; Ando *et al.*, 1997; Hall *et al.*, 1997; Al-Khateeb *et al.*, 1998), exibindo resultados excelentes, no entanto pouco se sabe a respeito de sua capacidade em identificar a presença da lesão de cárie em superfícies oclusais.

O presente trabalho mostra que o laser de Argônio não contribui de maneira consistente na identificação de lesões cariosas em superfícies oclusais. Concorde-se com Ferreira Zandoná *et al.*, (1998a) quando relataram que o método de fluorescência com o laser de Argônio tem sido estudado como instrumento para quantificação longitudinal de perda mineral e quando utilizado com este propósito sua performance pode ser mais confiável do que quando utilizado como método de detecção de lesões cariosas em estudos transversais. Acredita-se também que o padrão de fluorescência da superfície lisa seja diferente do obtido em superfícies oclusais devido às próprias diferenças morfológicas peculiares de cada superfície, o que pode ter influenciado nos resultados obtidos. Recomenda-se a realização de mais estudos com o laser de Argônio, onde possam ser empregadas metodologias diferentes, com a finalidade de verificar se este instrumento pode ser mais bem aplicado no diagnóstico de lesões cariosas oclusais. Ademais, mesmo que isto seja possível, o laser de Argônio ainda é uma tecnologia muito distante da realidade dos consultórios odontológicos, uma vez que é de alto custo, complicada e o equipamento ainda apresenta desvantagens relacionadas com seu tamanho (Angmar-Månsson *et al.*, 1996; Al-Khateeb *et al.*, 1997b), além de não estar disponível no mercado odontológico brasileiro com finalidade diagnóstica.

Mediante o pequeno número de dentes com lesão cariosa em dentina, os resultados encontrados e considerações feitas não devem ser extrapolados para situações onde a lesão cariosa já se estendeu para a dentina.

Quando se avaliou a capacidade dos métodos de identificar a severidade da lesão (ponto de corte no diagnóstico mais severo) (TAB. 10), constatou-se que o método

visual/radiográfico e o combinado apresentaram a mesma sensibilidade (0,61), sendo esta bem superior às dos demais testes, evidenciando sua melhor capacidade em precisar a severidade das lesões cariosas. As sensibilidades dos métodos que empregam a fluorescência com laser diodo em dentes secos (0,30) e em dentes umedecidos com saliva (0,25) foram semelhantes, sugerindo que a saliva, também neste caso, não altera a capacidade do método em determinar a severidade da lesão de cárie (Lussi *et al.*, 1999; Shi *et al.*, 2000). A fluorescência com laser de Argônio não se mostrou eficiente na avaliação da severidade das lesões, uma vez que sua sensibilidade foi muito baixa (0,16).

**TABELA 10**

Avaliação da validade dos métodos estudados para o diagnóstico de lesões cariosas em cicatrículas e fissuras, considerando-se a severidade da lesão.

<b>Indicadores</b>	<b>Visual radiográfico</b>	<b>DIAGNOdent® (Se)</b>	<b>DIAGNOdent® (Sa)</b>	<b>Combinado</b>	<b>Argônio</b>
<b>Sensibilidade</b>	0,61	0,30	0,25	0,61	0,16
<b>Especificidade</b>	0,67	0,75	0,80	0,71	0,85
<b>VPP</b>	0,44	0,37	0,38	0,48	0,33
<b>VPN</b>	0,80	0,68	0,68	0,81	0,69
<b>Acurácia</b>	0,65	0,60	0,62	0,68	0,63

Todos os exames testados comprovaram ser eficientes na identificação de dentes hígidos, sendo que o Argônio foi o teste mais específico (0,85). O exame combinado (0,71) mostrou-se ligeiramente mais específico do que o visual/radiográfico (0,67), o que contribuiu para seu melhor desempenho quando foi analisada a proporção de acertos no diagnóstico (acurácia). Neste caso, a complementação do exame visual/radiográfico com o método de fluorescência melhorou somente a capacidade do primeiro em reconhecer locais não acometidos pela cárie. Questiona-se, portanto, novamente, se a compra de um equipamento laser traria benefício real na determinação da severidade das lesões de cárie, uma vez que o exame

visual/radiográfico já possui especificidade satisfatória e sensibilidade igual a do exame combinado. Deve-se considerar ainda que o profissional precisa investir financeiramente para aquisição deste bem.

Os valores preditivos positivos de todos os métodos foram menores do que 50%, demonstrando que são limitados em afirmar com precisão o grau de severidade da lesão cariosa, no entanto o exame combinado (0,48) e visual/radiográfico (0,44) obtiveram os maiores resultados. Em contra partida, os valores preditivos negativos de todos os métodos são mais altos do que os seus valores preditivos positivos correspondentes, sugerindo que, dentre os resultados fornecidos por eles, os negativos são os mais confiáveis, sendo que novamente os exames visual/radiográfico (0,80) e combinado (0,81) tiveram melhores resultados. A acurácia de todos os exames testados variou entre 0,60 e 0,68, sendo que a proporção de acertos foi maior para os exames visual/radiográfico (0,65) e combinado (0,68). Como a sensibilidade destes dois exames foi a mesma (0,61), a superioridade do exame combinado se deu devido à sua melhor especificidade (0,71), quando comparado com o teste visual/radiográfico (0,67).

Apesar do laser de Argônio ter apresentado um índice de acerto de 0,63, ele não possui equilíbrio entre as propriedades de sensibilidade (0,16) e especificidade (0,85), visto que a primeira é muito baixa e a segunda alta. As acurácias dos exames que empregam o laser diodo são muito semelhantes, 0,60 para dentes secos e 0,62 para dentes umedecidos com saliva, sugerindo que a saliva não interfere na capacidade deste método em determinar a severidade da doença cárie. Frente às informações colhidas, pode-se inferir que os testes mais adequados para precisar o grau de comprometimento da estrutura dentária são o visual/radiográfico e o combinado, com ligeira superioridade do combinado.

No presente estudo, o exame com o laser diodo não forneceu uma quantidade de diagnósticos falso-positivos maior do que o exame visual/radiográfico (14 - 23%), sendo 8 (13%) em dentes umedecidos com saliva artificial e 10 (17%) em dentes secos. Mialhe *et al.* (2000) e Pardi *et al.* (2000) encontraram uma quantidade alta de diagnósticos falso-positivos quando a validação foi feita considerando-se lesão em dentina. No presente estudo, verificou-se que quanto à severidade da lesão, o exame

com laser diodo não forneceu grande quantidade de diagnósticos falso-positivos e que a proporção de diagnósticos falso-negativos foi maior, 15 (25%) em dentes umedecidos e 14 (23%) em dentes secos. Considera-se que os diagnósticos falso-negativos não são problema, visto que o risco de não diagnosticar uma lesão cáriosa incipiente é compensado pelo conhecimento científico atual que possibilita acompanhar os dentes com suspeita de lesão (Ferreira *et al.*, 1999; Pereira *et al.*, 2000).

Por outro lado, dos diagnósticos falso-positivos fornecidos pelo exame visual/radiográfico somente 3 indicaram presença de lesão em dentina sem ela realmente existir, mesmo número fornecido pelo exame com o laser DIAGNOdent<sup>®</sup> em dentes secos e umedecidos com saliva artificial. Desta forma, independentemente do método utilizado 3 dentes seriam preparados para colocação de restaurações sem necessidade. O exame combinado forneceu um total de 12 (20%) diagnósticos falso-positivos, quantidade inferior ao fornecido pelo método visual/radiográfico, no entanto, deste total 4 diagnósticos acusaram presença de lesão em dentina quando esta não existia, sendo que, neste caso, 4 dentes seriam restaurados desnecessariamente.

Com o objetivo de analisar a influência da coloração dos sítios no desempenho dos diferentes métodos que empregam a fluorescência laser na determinação da severidade da lesão, procurou-se conhecer a sensibilidade, especificidade, acurácia, valores preditivos positivos e negativos de cada um deles quando somente os sítios pigmentados, com manchas sugestivas de fluorose e com as duas características foram considerados (TAB. 11; TAB 12 e TAB. 13).

Na TABELA 11 (dentes pigmentados de marrom), constatou-se que o método que emprega a fluorescência com laser diodo em dentes secos obteve os melhores resultados na determinação da severidade da lesão cáriosa, visto que apresentou sensibilidade (0,67), valor preditivo positivo (0,75), valor preditivo negativo (0,80) e acurácia (0,78) superiores aos demais métodos.

TABELA 11

Comparação da validade dos métodos que empregam o laser no diagnóstico de lesões cariosas em todas as cicatrículas e fissuras e somente naquelas pigmentadas de marrom – Severidade da lesão.

Indic.	Todos os dentes			Dentes pigmentados de marrom		
	DIAGNOdent® (Se)	DIAGNOdent® (Sa)	Argônio	DIAGNOdent® (Se)	DIAGNOdent® (Sa)	Argônio
<b>Sens.</b>	0,30	0,25	0,16	0,67	0,44	0,37
<b>Esp.</b>	0,75	0,80	0,85	0,86	0,78	0,87
<b>VPP</b>	0,37	0,38	0,33	0,75	0,57	0,60
<b>VPN</b>	0,68	0,68	0,69	0,80	0,69	0,72
<b>Acurácia</b>	0,60	0,62	0,63	0,78	0,65	0,69

Quando foram comparados os valores dos indicadores de validade obtidos no exame de todos os sítios e somente dos sítios pigmentados de marrom, verificou-se que a presença de pigmentação não comprometeu a eficácia de nenhum método de diagnóstico testado. A proporção de acertos obtida quando somente estes sítios foram examinados (0,78; 0,65 e 0,69) não diminuiu, comparada com os valores obtidos quando todas os dentes foram analisados (0,60; 0,62 e 0,63). Pelo contrário, o que se observou foi um aumento nos valores correspondentes a todos os indicadores de validação. Lussi *et al.* (1999) mostraram-se preocupados com a possibilidade das manchas pigmentadas serem um fator de confundimento no diagnóstico de lesões cariosas quando se utiliza o equipamento DIAGNOdent®, o que não foi confirmado neste estudo, visto que a presença de pigmentação não alterou a capacidade diagnóstica de nenhum dos métodos que empregam a fluorescência laser. O manual de instruções do aparelho DIAGNOdent® informa que este equipamento não é capaz de diferenciar, em termos numéricos, uma lesão cariada de locais onde há presença de tártaro, alteração de cor ou material restaurador. Afirma-se que a presença de pigmentação marrom nos sítios não deve ser considerada responsável pelo baixo desempenho do aparelho na identificação da severidade da lesão de cárie.

Com relação à presença de manchas brancas sugestivas de fluorose (TAB. 12), verificou-se que todos os métodos testados apresentaram valor zero para sensibilidade e valor preditivo positivo. É importante esclarecer que dos 9 dentes que possuíam lesões brancas, 7 foram considerados hígidos pelo padrão ouro e 2 tinham lesão de esmalte. O laser fluorescente DIAGNOdent® (Se e Sa) classificou estes dois sítios como hígidos (falso-negativo) e ainda forneceu um diagnóstico falso-positivo. O laser de Argônio classificou todos os sítios como hígidos, produzindo dois diagnósticos falso-negativos. Por isto, nenhum dos métodos conseguiu classificar corretamente o estágio de severidade da lesão de cárie.

Observou-se que o laser de Argônio apresentou os valores mais altos de especificidade (1,00) e valor preditivo negativo (0,78) e que não houve diferença entre os valores fornecidos pelo laser DIAGNOdent®, quando este foi aplicado em dentes secos e umedecidos com saliva.

**TABELA 12**

Comparação da validade dos métodos que empregam o laser no diagnóstico de lesões cariosas em todas as cicatrículas e fissuras e somente naquelas com manchas sugestivas de fluorose – Severidade da lesão.

Indic.	Todos os dentes			Dentes com manchas sugestivas de fluorose		
	DIAGNOdent® (Se)	DIAGNOdent® (Sa)	Argônio	DIAGNOdent® (Se)	DIAGNOdent® (Sa)	Argônio
<b>Sens.</b>	0,30	0,25	0,16	Z	Z	Z
<b>Esp.</b>	0,75	0,80	0,85	0,86	0,86	1,00
<b>VPP</b>	0,37	0,38	0,33	Z	Z	Z
<b>VPN</b>	0,68	0,68	0,69	0,75	0,75	0,78
<b>Acurácia</b>	0,60	0,62	0,63	0,67	0,67	0,78

Após comparar os resultados obtidos quando todos os sítios foram examinados com os alcançados após o exame dos sítios com manchas brancas sugestivas de fluorose, constatou-se que houve uma diminuição nos valores de sensibilidade quando se passou a considerar somente os dentes portadores de manchas sugestivas de fluorose. Acredita-se que esta diminuição não foi provocada pela presença da mancha branca em si, mas pelo grande número de dentes portadores da mancha branca sugestiva de fluorose classificados como hígidos pelo padrão ouro, sendo difícil identificar doença em uma amostra onde ela tem baixa prevalência. A acurácia (0,67; 0,67 e 0,78) não diminuiu em relação à apresentada pelos métodos quando todos os sítios foram analisados (0,60; 0,62 e 0,63). Desta forma, pode-se propor que a presença de manchas brancas sugestivas de fluorose nos sítios examinados não compromete a capacidade diagnóstica dos métodos que empregam a fluorescência, no entanto mais estudos precisam ser realizados em uma amostra com maior prevalência de lesões cariosas.

Verificou-se um aumento nos valores de especificidade (0,86; 0,86; 1,00) quando foram considerados somente os sítios portadores de manchas sugestivas de fluorose, o que já era esperado, visto que a mostra possuía muitos sítios verdadeiramente sadios.

Quanto aos dentes em que foram detectadas as duas características (sítios pigmentados e manchas brancas sugestivas de fluorose), 8 possuíam lesões de esmalte e 3 eram hígidos. Comparando-se os resultados de todos os dentes e dos dentes com sulcos marrons e manchas sugestivas de fluorose (TAB. 13), verifica-se que a sensibilidade do método que utiliza o laser de Argônio decaiu de 0,16 para zero e sua especificidade de 0,85 passou para 0,67, indicando uma possível interferência na capacidade diagnóstica desta técnica. Houve também uma diminuição tanto do valor preditivo positivo quanto do valor preditivo negativo. A sensibilidade apresentada pelo método DIAGNOdent<sup>®</sup> em dentes com saliva (0,25) não sofreu alterações, mas sua especificidade diminuiu de 0,80 para 0,67, refletindo o aumento proporcional de diagnósticos falso-negativos fornecidos por este exame. Houve um aumento da sensibilidade do exame DIAGNOdent<sup>®</sup> realizado em dentes secos que de 0,30 passou para 0,37 quando somente os sítios pigmentados e com mancha branca foram examinados. A especificidade deste método, no entanto diminuiu, de 0,75 para 0,67 provocando uma diminuição em sua acurácia (0,45). Verificou-se, também, queda na acurácia dos métodos DIAGNOdent<sup>®</sup> (Se e Sa) e Argônio que de 0,60; 0,62 e 0,63

passaram para 0,45; 0,36; 0,18, respectivamente. Portanto, parece lícito afirmar que a presença simultânea das duas alterações pode diminuir a capacidade destes métodos na determinação da severidade das lesões.

**TABELA 13**

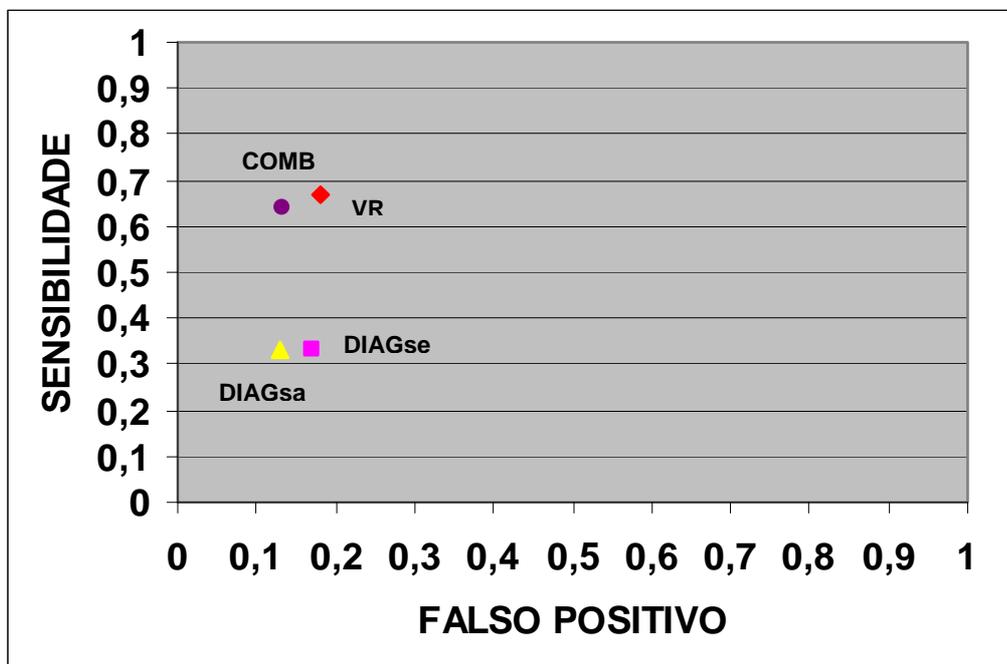
Comparação da validade dos métodos que empregam o laser no diagnóstico de lesões cariosas em todas as cicatrículas e fissuras e somente naquelas pigmentadas de marrom e com manchas sugestivas de fluorose - Severidade da lesão.

Indic.	Todos os dentes			Dentes pigmentados de marrom e manchas sugestivas de fluorose		
	DIAGNOdent® (Se)	DIAGNOdent® (Sa)	Argônio	DIAGNOdent® (Se)	DIAGNOdent® (Sa)	Argônio
<b>Sens.</b>	0,30	0,25	0,16	0,37	0,25	Z
<b>Esp.</b>	0,75	0,80	0,85	0,67	0,67	0,67
<b>VPP</b>	0,37	0,38	0,33	0,75	0,67	Z
<b>VPN</b>	0,68	0,68	0,69	0,28	0,25	0,20
<b>Acurácia</b>	0,60	0,62	0,63	0,45	0,36	0,18

Um gráfico, adaptação da curva de ROC, foi utilizado para comparar os resultados fornecidos pelos diferentes métodos de diagnóstico testados. Inicialmente, foram montados dois gráficos, um correspondente à primeira análise (verificação da capacidade de detecção da lesão) e outra relacionada à segunda análise (verificação da capacidade de precisar a severidade da lesão).

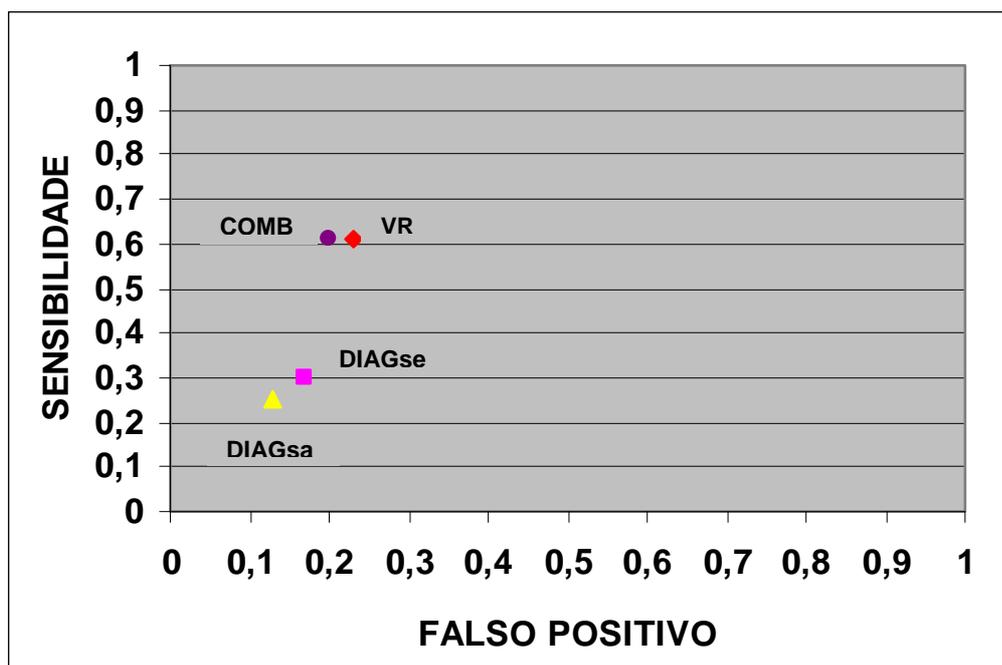
No GRÁFICO 1, observa-se que com relação à detecção da lesão houve uma semelhança entre os resultados obtidos pelo exame combinado (sensibilidade de 0,64 e 13% de falso-positivos) e pelo método visual/radiográfico (sensibilidade 0,67 e 18% de falso-positivo). O teste com o laser DIAGNOdent® em dentes umedecidos com saliva obteve a mesma sensibilidade do realizado em dentes secos (0,33), no entanto

registrou menor proporção de falso-positivos (13%), o que possivelmente não o torna tão melhor do que o realizado em dentes secos (17%).



**Gráfico 1** – Comparação entre os resultados fornecidos pelos exames visual/radiográfico (VR), combinado (COMB), fluorescência com laser DIAGNOdent® em dentes secos (DIAGse) e umedecidos (DIAGsa), considerando-se a presença da lesão.

No GRÁFICO 2, que avalia a capacidade dos métodos em identificar a severidade da lesão de cárie, verifica-se que novamente houve uma grande semelhança entre os resultados alcançados pelo exame combinado (sensibilidade de 0,61 e 20% de falso-positivos) e pelo método visual/radiográfico. O exame visual/radiográfico obteve a mesma sensibilidade (0,61) com somente 3% a mais de falso-positivos. Acredita-se que esta diferença seja irrisória, podendo-se considerar que os dois exames são similares. Os testes com laser diodo em dente seco e com saliva também se mostraram semelhantes, visto que o primeiro alcançou sensibilidade (0,30) com 17% de falso-positivos e o segundo sensibilidade de 0,25 com 13% de falso-positivos. Pode-se afirmar que o aparelho tolera bem a umidade (Lussi *et al.*, 1999; Shi *et al.*, 2000), mas seu desempenho é bem inferior ao dos exames visual/radiográfico e combinado.

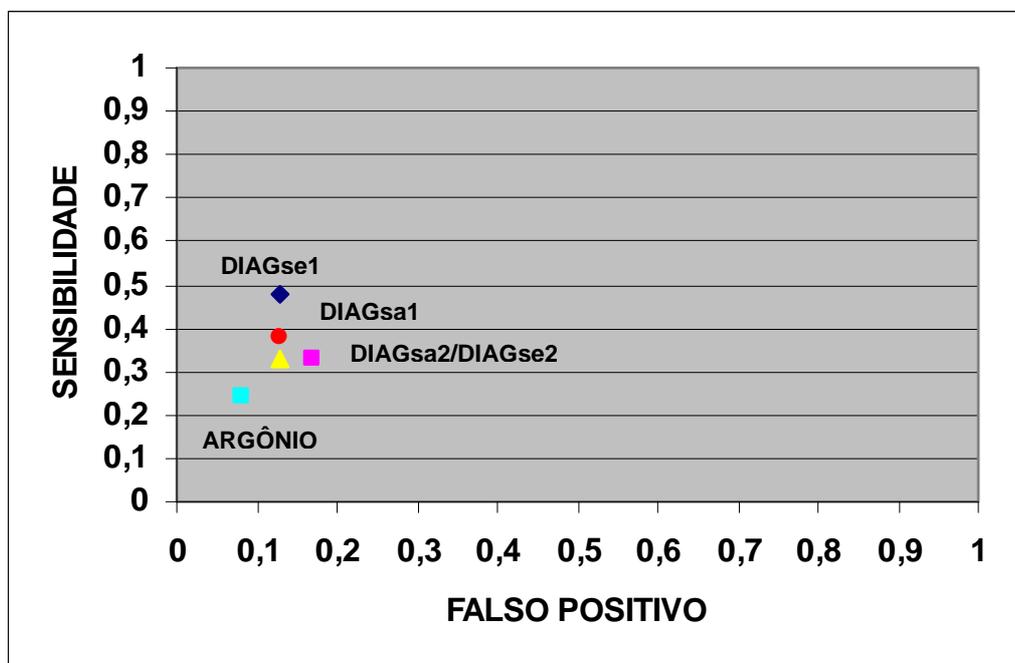


**Gráfico 2** – Comparação entre os resultados fornecidos pelos exames visual/radiográfico (VR), combinado (COMB), fluorescência com laser DIAGNOdent® em dentes secos (DIAGse) e umedecidos (DIAGsa), considerando-se a severidade da lesão.

Com a finalidade de analisar somente os testes que empregam a fluorescência laser, montaram-se mais dois gráficos, onde foram comparados os resultados obtidos na primeira e segunda baterias de exames.

Ao analisar o GRÁFICO 3, considerando-se a presença da lesão, verificou-se que, dentre as técnicas que utilizam a fluorescência, o laser de Argônio foi o método menos efetivo na detecção de lesões cáries com 0,24 de sensibilidade e 8% de falsos positivos. O primeiro exame com laser diodo em dentes secos foi o que melhor detectou a presença da lesão (0,48 e 13%), seguido pelo primeiro exame em dentes umedecidos com saliva (0,38 e 13%). É possível visualizar no gráfico que existe uma superioridade do primeiro exame seco sobre o primeiro exame com saliva, visto que o primeiro obteve um aumento de 10% na sensibilidade apresentada pelo segundo. Na segunda bateria de exames esta situação não se repetiu, visto que o exame em dentes secos e umedecidos com saliva artificial alcançaram a mesma sensibilidade

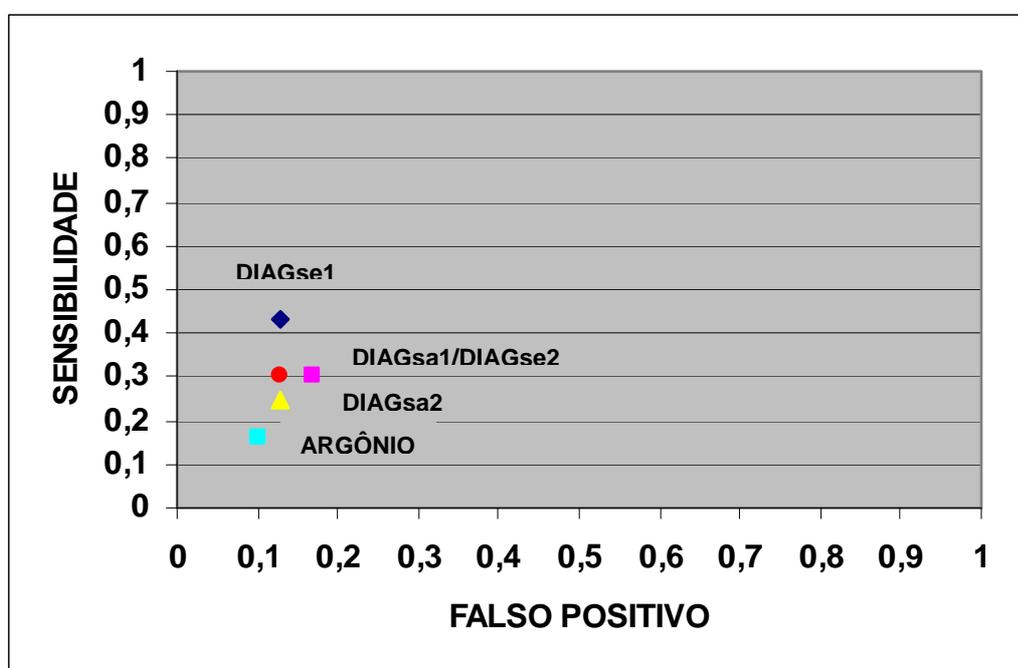
(0,33), sendo que o exame em dentes secos produziu 17% de falso-positivos e o exame com saliva 13%. Percebe-se que na segunda bateria de exames houve uma similaridade entre os dois tipos de exames. Estes resultados sugerem que o aparelho não possui uma regularidade, no entanto mais estudos são necessários com o objetivo de comprovar esta hipótese. De acordo com a primeira bateria de exames seria recomendado que o laser DIAGNOdent<sup>®</sup> fosse aplicado sempre em dentes secos, no entanto a segunda bateria de exames sugere que a saliva não interfere na capacidade do método de identificar a presença de lesões.



**Gráfico 3** – Comparação entre os resultados fornecidos pelos exames fluorescência com laser de Argônio, fluorescência com laser DIAGNOdent<sup>®</sup> em dentes secos (DIAGse) e umedecidos (DIAGsa), considerando-se a presença da lesão.

No GRÁFICO 4, considerando-se a severidade da lesão, entre os métodos que utilizam a fluorescência, o laser de Argônio foi também o menos eficaz na determinação do grau de comprometimento da estrutura dentária ( $s = 0,16$ ; FP = 10%). Ao analisar o exame com laser diodo, verifica-se que o primeiro exame

realizado em dentes secos ( $s = 0,45$ ; FP = 13%) foi melhor do que o primeiro exame realizado em dentes com saliva ( $s = 0,30$ ; FP = 13%). Na segunda bateria de exames, o DIAGNOdent® em dentes secos obteve sensibilidade de 0,30 com 17% de falso-positivos e o exame em dente umedecido exibiu 0,25 de sensibilidade 13% de falso-positivos. Novamente, ficou difícil optar pela modalidade de exame mais efetiva. A primeira bateria de exames sugere que os dentes devem estar secos para um melhor desempenho do aparelho, enquanto a segunda bateria indica que a saliva não compromete de maneira consistente a capacidade diagnóstica do método.



**Gráfico 4** – Comparação entre os resultados fornecidos pelos exames fluorescência com laser de Argônio, fluorescência com laser DIAGNOdent® em dentes secos (DIAGse) e umedecidos (DIAGsa), considerando-se a severidade da lesão.

A complementação do exame visual/radiográfico pelo método de fluorescência laser (DIAGNOdent®) não aumentou consistentemente a capacidade diagnóstica deste primeiro método. Cabe ao profissional avaliar se a aquisição deste equipamento trará benefícios reais à sua prática odontológica.

De todos os métodos utilizados, o exame visual/radiográfico ainda parece ser o de melhor desempenho na clínica odontológica, sendo que, de acordo com os resultados apresentados, o método que utiliza o DIAGNOdent<sup>®</sup> não consegue superá-lo. O profissional, desde que bem calibrado, é capaz realizar, com eficácia, o diagnóstico de lesões cariosas incipientes oclusais, sem necessidade de investimento financeiro para aquisição de um novo equipamento.

## 6 CONCLUSÕES

1. O método de fluorescência que emprega o laser diodo (DIAGNOdent<sup>®</sup>) pareceu não oferecer vantagens sobre o exame visual/radiográfico no diagnóstico de lesões oclusais incipientes.
2. O método combinado (fluorescência com laser diodo + visual/radiográfico) apresentou capacidade diagnóstica semelhante à do exame visual/radiográfico, contribuindo somente na identificação de sítios saudáveis.
3. A saliva parece não interferir na capacidade diagnóstica do exame que emprega o laser diodo (DIAGNOdent<sup>®</sup>).
4. A presença simultânea, no dente, de pigmentação marrom e mancha branca sugestiva de fluorose pode prejudicar a capacidade diagnóstica do método de fluorescência (DIAGNOdent<sup>®</sup>).
5. O método de fluorescência com laser de Argônio, que segundo relatos da literatura é eficiente na quantificação de alterações minerais, parece não ser adequado, de acordo com a metodologia aplicada, para detecção de lesões cáries incipientes oclusais.
6. O profissional deve avaliar os benefícios advindos da aquisição de um equipamento laser (DIAGNOdent<sup>®</sup>), visto que ele melhora pouco a capacidade diagnóstica do exame visual/radiográfico e ainda é uma tecnologia considerada de alto custo para utilização em consultório odontológico.

## 7 SUMMARY

The objectives of the present study were to evaluate the validity and reproducibility, *in vitro*, of the laser fluorescence method (DIAGNOdent®) in incipient occlusal caries detection and to compare this method with the visual/radiographic, fluorescence with the Argon laser and agreement (visual/radiographic + DIAGNOdent®) methods. The sample used in this work was composed of 60 extracted permanent posterior human teeth without apparent cavitation on the occlusal surface. It was investigated if the saliva interfered in the diagnostic capacity of the fluorescence method with diode laser (DIAGNOdent®) and if the presence of stains on the teeth, brown or white, changed the results supplied by the exams that employed the fluorescence (diode and Argon). It was also verified if the agreement exam offered advantages over the visual/radiographic method in incipient occlusal caries detection. The reproducibility of the exams was calculated through the *Kappa* concordance test and the validity was asserted after confronting the results obtained with those supplied by the gold standard (stereomicroscope), when the sensibility, specificity, accuracy, positive and negative predictive values were calculated. The comparison among diagnostic validity of the several studied methods was performed through graphs similar to ROC curves. The reproducibility of visual/radiographic exam was considered great and that of the fluorescence exam with diode laser ranged from good (dry teeth) to great (teeth humidified with artificial saliva). The method that employs the diode laser did not seem to offer advantages over the visual/radiographic method and the agreement method demonstrated diagnostic capability similar to the visual/radiographic exam, contributing only to the identification of healthy sites. Saliva did not seem to interfere with the diagnostic capacity of the exam that employed DIAGNOdent® and the simultaneous presence, in the tooth, of brown pigmentation and white stains suggestive of fluorose can compromise the diagnostic capacity of the fluorescence method (DIAGNOdent®).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALFANO, R. R., YAO, S. S. Human teeth with and without dental caries studied by visible luminescence spectroscopy. **J. Dent. Res.**, Alexandria, v. 60, n. 2, p. 120-122, Feb. 1981.
2. AL-KHATEEB, S.; OLIVERBY, A.; de JOSSELIN de JONG, E.; ANGMAR-MÅNSSON, B. Laser fluorescence quantification of remineralization in situ of incipient enamel lesions: influence of fluoride supplements. **Caries Res.**, Basel, v. 31, n. 2, p. 132-140, Mar./Apr. 1997a.
3. AL-KHATEEB, S.; TEN CATE, J. M.; ANGMAR-MÅNSSON, B.; SUNDSTRÖM, G.; EXTERKATE, R. A. M.; OLIVERBY, A. Quantification of formation and remineralization of artificial enamel lesions with a new portable fluorescence device. **Adv Dent Res.**, Alexandria, v. 11, n. 4, p. 502-506, Nov. 1997b.
4. AL-KHATEEB, S.; FORSBERG, C.M.; de JOSSELIN de JONG, E.; ANGMAR-MÅNSSON, B. A longitudinal laser fluorescence study of white spot lesions in orthodontic patients. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.**, Saint Louis, v. 113, n. 6, p. 595-602, June 1998.
5. AMARANTE, E.; RAADAL, M.; ESPELID, I. Impact of diagnostic criteria on the prevalence of dental caries in Norwegian children aged 5, 12 e 18 yeas. **Community Dent Oral Epidemiol**, Copenhagen, v. 26, n. 2, p. 87-94, Apr. 1998.
6. ANDO, M.; HALL, A. F.; ECKERT, G. J.; SCHEMEHORN, B. R.; ANALOUI, M.; STOOKEY, G. K. Relative ability of laser fluorescence techniques to quantitative early mineral loss in vitro. **Caries Res.**, Basel, v. 31, n. 2, p. 125-131, Mar./Apr. 1997.
7. ANGMAR-MÅNSON, B; AL-KHATEEB, S.; TRANAEUS, S. Monitoring the caries process: optical methods for clinical diagnosis and quantification of enamel caries. **Eur J Oral Sci.**, Denmark, v. 104, n. 4, p. 480-485, Aug. 1996.
8. ASHLEY, P. F.; BLINKHORN, A. S.; DAVIS, R. M. Occlusal caries diagnosis: an *in vitro* histological validation of the Eletronic Caries Monitor (ECM) and other methods. **J Dent**, Guildford, v. 26, n. 2, p. 83-88, Mar. 1998.
9. BISCARO, M. R. G.; FERNANDEZ, R. A. C. ; PEREIRA, A. C.; MENEGHIM, M. C. Influência das lesões pré-cavitadas em relação às necessidades de tratamento em escolares de baixa prevalência de cárie. **Rev. Odont. Saúde Coletiva**, Florianópolis, v. 1, n. 2, p. 57-64, jul./dez. 2000.
10. BJELKHAGEN, H., SUNDERSTROM, F., ANGMAR-MÅNSSON, B. Early detection of enamel caries by luminescence excited by visible laser light. **Swed Dent. J.**, Jönköping, v. 6, n. 1, p. 1-7, 1982.

11. BLANKENAU, R.; KELSEY, W. P.; KUTCH, V. K. Clinical applications of Argon laser in restorative dentistry. In: MISERENDINO, L. J.; PICK, R. M. **Lasers in Dentistry**. Chicago: Quintessence, 1995. cap. 15, p. 217-230.
12. BRASIL. Como ler revistas médicas. Brasília: SEPLAN/CNPq, 1984. 83p. (Programa de epidemiologia).
13. BRUGNERA Jr., A.; VILLA, R. G.; GENOVESSE, W. J. **Laser na Odontologia**. São Paulo: Pancast, 1991. 61 p.
14. BURT, B. A. Prevention policies in the light of the changed distribution of dental caries. **Acta Odontol Scand**, Oslo, v. 56, n. 3, p. 179-186, Jun. 1998.
15. DEDERICH, D. N. Laser tissue interaction. **Alpha Omegan**, New York, v. 84, p. 33-36, 1991.
16. de JOSSELIN de JONG, E.; SUNDSTRÖM, F.; WESTERLING, H.; TEN BOSCH, J. J.; ANGMAR-MÅNSSON, B. A new method for in vivo quantification of changes in initial enamel caries with laser fluorescence. **Caries Res.**, Basel, v. 29, n. 1, p. 2-7, Jan./Feb. 1995.
17. DEERY, C.; FYFFE, H. E.; NUGENT, Z.; NUTTAL, N. M.; PITTS, N. B. The effect of placing a clear pit and fissure sealant on the validity and reproducibility of occlusal caries diagnosis. **Caries Res.**, Basel, v. 29, n. 5, p. 377-381, Sep./ Oct. 1995.
18. DeWALD, J. P. The use of extracted teeth for *in vitro* bonding studies: a review of infection control considerations. **Dent Mater**, Oxford, v. 13, n. 2, p. 74-81, Mar. 1997.
19. DINI, E. L.; FOSCHINI, A. L. R.; BRANDÃO, I. M. G.; SILVA, S. R. C. Changes in caries prevalence in 7-12-year-old children from Araraquara, São Paulo, Brazil: 1989-1995. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 3, p. 617-621, jul. 1999.
20. DOWNER, M. C. Validation of methods used in dental caries diagnosis. **Int Dent J**, London, v. 39, n. 4, p. 241-246, Dec. 1989.
21. DRUMMOND, J. P., SILVA, E. **Medicina baseada em evidências**. São Paulo: Atheneu, 1998. 158 p.
22. EKSTRAND, K. R.; QVIST, V.; THYLSTRUP, A. Light microscope study of the effect of probing in occlusal surfaces. **Caries Res.**, Basel, v. 21, n. 4, p. 368-374, July/Aug. 1987.
23. EKSTRAND, K. R.; RICKETTS, D. N. J.; KIDD, E. A. M. Reproducibility and accuracy of three methods for assessment of demineralization depth on the occlusal surface: an *in vitro* examination. **Caries Res.**, Basel, v. 31, n. 3, p. 224-231, July/Aug. 1997.
24. EKSTRAND, K. R.; RICKETTS, D. N. J.; KIDD, E. A. M.; QVIST, V.; SCHOU, S. Detection, diagnosing, monitoring and logical treatment of occlusal caries in relation to lesion activity and severity: an in vivo examination with histological validation. **Caries Res.**, Basel, v. 32, n. 4, p. 247-254, July/Aug. 1998.

25. EKSTRAND, K. R. Diagnóstico de Cárie. In: BUISCHI, Y. P. **Promoção de Saúde Bucal na Clínica Odontológica**. São Paulo: Artes Médicas, 2000. cap. 6, p. 124-148.
26. ELDERTON, R. J. Assessment and clinical management of early caries in young adults: invasive versus non invasive methods. **Br Dent J**, London, v. 158, n. 12, p. 440-444, June 1985.
27. EMAMI, Z.; AL-KHATEEB, S.; de JOSSELIN de JONG, E.; SUNDSTRÖM, F., TROLLSAS, K.; ANGMAR-MÅNSSON, B. Mineral loss in incipient caries lesions quantified with laser fluorescence and longitudinal microradiography: a methodologic study. **Acta Odontol Scand**, Oslo, v. 54, n. 1, p. 8-13, Feb. 1996.
28. FERREIRA, E. F. **Teste-diagnóstico de cárie em superfícies oclusais de dentes permanentes**: validade e confiabilidade. 1996. 119 f. Dissertação (Mestrado em Clínica Odontológica) - Faculdade de Odontologia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
29. FERREIRA, E. F.; MODENA, C. M.; PORDEUS, I. A.; PAIXÃO, H. H. Testes de diagnóstico: conhecendo suas propriedades e adequando sua utilização em lesões cariosas. **Rev. CROMG**, Belo Horizonte, v. 5, n. 1, p. 11-17, jan./abr. 1999.
30. FERREIRA, E. F. **Fluoretos em Odontologia**: entre a saúde e a doença. 2000. 65 f. (Doutorado em Ciência Animal) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
31. FERREIRA ZANDONÁ, A. G.; ANALOURI, M.; BEISWANGER, B. B; ISAACS, L.R.; KAFRAWY, A. H.; ECKERT, G. J; STOOKEY, G. K. An in vitro comparison between laser fluorescence and visual examination for detection of demineralization in occlusal pits and fissures. **Caries Res.**, Basel, v. 32, n. 3, p. 10-218, May/June 1998a.
32. FERREIRA ZANDONÁ, A. G.; ANALOUI, M.; SCHEMEHORN, B. R.; ECKERT, G. J.; STOOKEY, G. K. Laser fluorescence detection of demineralization in artificial occlusal fissures. **Caries Res.**, Basel, v. 32, n. 1, p. 31-40, 1998b.
33. FLETCHER, R. H., FLETCHER, S. W., WAGNER, E. H In: \_\_\_\_\_. **Epidemiologia clínica**. 2. Ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1989. cap. 3, p. 68-107.
34. FRANÇA, J. L.; VASCONCELLOS, A. C.; MAGALHÃES, M. H. A.; BORGES, S. M. Manual para normalização de publicações técnico-científicas. 5 ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2001. 211 p.
35. GOLDMAN, L. Background to laser medicine – history, principles, and safety. In: GOLDMAN (ed): Laser non-surgical Medicine. Lancaster, PA: Technomic Publishing Co, Inc; 1991 *apud* MISERENDINO, L. J.; PICK, R. M. **Lasers in Dentistry**. Chicago: Quintessence Publishing Co, Inc, 1995. 341 p.
36. GONZALEZ, C. D.; ZAKARIASEN, K. L.; DEDERICH, D. N.; PRUHS, R. J. Potential preventive and therapeutic hard-tissue application of CO<sub>2</sub>, Nd:YAG and argon lasers in dentistry: a review. **ASDC J Dent Child**, Chicago, v. 63, n. 3, p. 196-207, May-June.1996.

37. GRANVILLE-GARCIA, A. F. **Validade e reprodutibilidade dos métodos visual, radiográfico interproximal e laser de diodo no diagnóstico de lesões de cárie na superfície oclusal de molares decíduos.** 1999. 114 f. Dissertação (Mestrado em Odontopediatria) – Faculdade de Odontologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
38. HAFSTRÖM-BJÖRKMAN, U.; SUNDSTRÖM, F.; de JOSSELIN de JONG, E.; OLIVEBY, A.; ANGMAR-MÅNSSON, B. Comparison of Laser fluorescence and longitudinal Microradiography for Quantitative Assessment of in vitro Enamel Caries. **Caries Res.**, Basel, v. 26, n. 4, p. 241-247. July/Aug. 1992.
39. HALL, A. F.; DESCHEPPER, E.; ANDO, M.; STOOKEY, G. K. In vitro studies of laser fluorescence for detection and quantification of mineral loss from dental caries. **Adv Dent Res**, Alexandria, v. 11, n. 4, p. 507-514, Nov. 1997.
40. HALLIDAY, D.; RESNICK, R. **Fundamentos de Física 4: ótica e física moderna.** Tradução de Adir Moysés Luiz et al. Rio de Janeiro: LTC - Livros Técnicos e Científicos, 1991. 360 p. (Fundamentos de Física, 4). Título original: **Fundamentals of Physics.**
41. HARRIS, D. M.; PICK, R. M. Laser Physics. In: MISERENDINO, L. J.; PICK, R. M. **Lasers in Dentistry.** Chicago: Quintessence, 1995. cap. 2, p. 27-38.
42. KaVo DIAGNOdent 2095. Responsável técnico: KaVo Dental GmgH Vertriebsgesellschaft. Bilberach: KaVo, 1998. Instruções de uso.
43. KIRKWOOD, B. R. **Essentials of Medical Statistics.** Oxford: Blackwell Science, 1996. p. 38-40, 1991-200.
44. KRAMER, P. F.; FELDENS, C. A.; ROMANO, A. R. **Promoção de Saúde Bucal em Odontopediatria: diagnóstico, prevenção e tratamento da cárie oclusal.** São Paulo: Artes Médicas, 1997. 144 p.
45. KELSEY, W. P. et al. Enhancement of physical properties of resin restorative materials by laser polymerization. **Lasers Surg. Med.**, New York, v. 9, n. 6, p. 623-627, 1989
46. KRASSE, B. **Risco de cáries: guia prático para controle e assessoramento.** São Paulo: Editora Quintessence, 1986. 113 p.
47. KUTSCH, V. K. Caries illumination with the argon laser: a clinical trial. **ISLD Third International Congress on Lasers in Dentistry.** s.l., v.22, 1992.
48. LWANGA, S. K., LEMESHOW, S. **Sample size determination in health studies: a practical manual.** Geneva: WHO, 1991. 80 p.
49. LAUNAY, Y. et al. Thermal effects of lasers on dental tissues. **Lasers Surg. Med.**, New York, v. 7, n. 6, p. 473-477, 1987.
50. LOESHE, W. J.; SVANBERG, M. L.; PAPE, H. R. Intraoral transmission of *streptococcus mutans* by a dental explorer. **J. Dent. Res.**, Alexandria, v. 58, n. 8, p. 1765-1770, Aug. 1979.

51. LOPES, L. A.; PINHEIRO, A. L. B. Normas de segurança. In BRUGNERA JÚNIOR, A.; PINHEIRO, A. L. P. **Lasers na Odontologia Moderna**. São Paulo: Pancast, 1998. cap. 5, p. 81-98.
52. LUSSI, A. Validity of a diagnostic and treatment decisions of fissure caries. **Caries Res.**, Basel, v. 25, n. 4, p. 296-303, July/Aug. 1991
53. LUSSI, A.; IMWINKELRIED, S.; PITTS, N. B.; LONGBOTTOM, C.; REICH, E. Performance and reproducibility of a laser fluorescence system of occlusal caries *in vitro*. **Caries Res.**, Basel, v. 33, n. 4, p. 261-266, July/Aug. 1999.
54. MARCENES, W.; BÖNECKER, M. J. S. Aspectos epidemiológicos e sociais das doenças bucais. In: BUISCHI, Y. P. **Promoção de saúde bucal na clínica odontológica**. São Paulo: Artes Médicas, 2000. cap. 4, p. 72-98.
55. MEDEIROS, U. V. e WEYNE, S. C. A doença cárie no Brasil e no mundo. **UFES Rev. Odontol.**, Vitória, v. 3, n. 1, p. 88-85, jan./jun. 2001.
56. MENDONÇA, S. M. S.; FERREIRA, E. F.; PAIXÃO, H. H.; MESQUITA, O. N. Método de fluorescência-laser: comparação entre duas tabelas utilizadas no diagnóstico de lesões cariosas oclusais. **Pesqui Odontol Bras**, São Paulo v.15, suplemento 2001, p. 123, set. 2001. Resumo.
57. MERCER, C. Lasers in Dentistry: a review. Part 1. **Dent Update**, Guildford, v. 23, n. 2, p. 74-80, Mar. 1996a.
58. MERCER, C. Lasers in Dentistry: a review. Part 2: Diagnosis, treatment and research. **Dent Update**, Guildford, v. 23, n. 3, p. 120-125, Apr. 1996b.
59. MIALHE, F. L.; PARDI, V.; PEREIRA, A. C.; MENEGHIM, M. C.; FLÓRIO, F. M.; AMBROSANO, G. M. B. Comparação *in vitro* de quatro métodos de diagnóstico para a cárie oclusal – visual, videoscópico, FOTI e laser fluorescente. **RPG**, São Paulo, v. 7, p. 125-132, abr/jun. 2000.
60. MICHALANY, J. **Técnica histopatológica em anatomia patológica**: com instruções para o cirurgião, enfermeira e citotécnico. Editora Pedagógica e Universitária – E. P. U. 1981. 277 p.
61. MILICICH, G. Clinical applications of a new advances in occlusal caries diagnosis. **N Z Dent J.**, Dunedin, v. 96, n. 423, p. 23-26, Mar. 2000.
62. MISERENDINO, L. J.; PICK, R. M. **Lasers in Dentistry**. Chicago: Quintessence Publishing Co, Inc, 1995. 341 p.
63. MISERENDINO, L. J.; LEVY, G.; MISERENDINO, C. A. Laser Interaction With Biologic Tissues. In: MISERENDINO, L. J.; PICK, R. M. **Lasers in Dentistry**. Chicago: Quintessence, 1995. cap. 3, p. 39-55.
64. MORAIS, N. D.; LENZA, M. A.; FREIRE, M. C. M. Prevalência de cárie em escolares de 6 a 12 anos da rede pública de ensino do município de Dom Aquino – MT. **Rev. Bras. Odont. Saúde Coletiva**, Florianópolis, v. 1, n. 2, p. 45-49, jul./dez. 2000.

65. NATIONAL INSTITUTE OF HEALTH. More rigorous studies needed to advance emerging dental caries diagnostic and management strategies, says NIH consensus panel. **IADR reports.**, Alexandria, v. 22, n. 5, p. 4, Spring, 2001.
66. PARDI, V.; MIALHE, F. L.; PEREIRA, A. C.; MENECHIM, M. C. Avaliação *in vitro* do aparelho DIAGNOdent para diagnóstico oclusal. **Pesqui Odontol Bras.**, São Paulo, v. 14, n. 4, p. 372-377, out/dez. 2000.
67. PEREIRA, C. R. S. **Validade dos exames clínico e radiográfico aplicados em cicatrículas e fissuras de molares permanentes jovens** – Um estudo *in vivo*. 1997. 129 f. Dissertação (Mestrado em Odontopediatria) – Faculdade de Odontologia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
68. PEREIRA, A. C.; MENECHIM, M. C.; AMBROSANO, G. M. B.; MIALHE, F. L.; PARDI, V.; FLÓRIO, F. M. Diagnóstico de cárie e decisão de tratamento entre cirurgiões-dentistas. **Robrac**, Goiânia, v. 9, n. 28, p. 40-44, dez. 2000.
69. PEREIRA, M. G. Aferição dos eventos. In: \_\_\_\_\_. **Epidemiologia: teoria e prática**. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 1995. cap. 17, p. 358-376.
70. PINHEIRO, A. L. B. Física dos Lasers. In: BRUGNERA JÚNIOR, A.; PINHEIRO, A. L. P. **lasers na Odontologia Moderna**. São Paulo: Pancast, 1998. cap.2, p. 29-44.
71. POMPEU, J. G. F.; BRÍGIDO, C. F. C. Levantamento epidemiológico da cárie dental em escolares de 7 a 14 anos de idade da rede oficial de ensino de Teresina-PI, 1992. **Rev. ABOPREV**, Porto Alegre, v. 2, n. 1, p. 28-37, maio 1999.
72. POTTS, T. V.; PETROU, A. Argon laser initiated resin photopolymerization for the filling of root canals in human teeth. **Lasers Surg. Med.**, New York, v. 11, n. 3, p. 257-262, 1991.
73. POWELL, L. G.; KELSEY, W. P.; BLANKENAU, R. J.; BARKMEIER, W. W. The use of argon laser for polymerization of composite resin. **Aesthetic Dent.**, s.l., v. 1, n. 1, p. 34-37, Jan. 1989.
74. ROUQUAYROL, M. Z.; ALMEIDA FILHO, N. **Introdução à Epidemiologia moderna**. Salvador: COOPMED, 1992. 186 p.
75. ROSS, G. Caries diagnosis with the DIAGNOdent laser: a user's product evaluation. **Ont. Dent.**, Toronto, v. 76, n. 2, p. 21-24, Mar. 1999.
76. RUSSEL, M.; PITTS, N. B. Radiovisogrphic diagnosis of dental caries: initial comparison of basic videoprints with bitewing radiography. **Caries Res.**, Basel, v. 21, n. 1, p. 65-70, Jan./ Feb. 1993.
77. SACKETT, D. L.; HAYNES, R. B.; GUYATT, H. G.; TUGWELL, P. **Clinical Epidemiology: a basic science for clinical medicine**. 2. ed. Boston: Little, 1991. 441 p.
78. SEVERIN, C., MAQUIN, M. Argon laser beam as composite resin light curing agent. **Lasers Dent.**, s.l., v. 1, p. 241-246, 1989.

79. SHI, X. Q.; WELANDER, U.; ANGMAR-MÅNSSON. B. Occlusal caries detection with KaVo DIAGNOdent and radiography: an *in vitro* comparison. **Caries Res.**, Basel, v. 34, n. 2, p. 151-158, Mar./Apr. 2000.
80. SIEGEL, S., CASTELLAN, N. J. **Non parametric statistics for behavior and Scienc.** 2. ed. New York: McJeaw-Book, 1988. 399 p.
81. SOARES, J. F.; SIQUEIRA, A. L. Introdução à estatística médica. Belo Horizonte: Departamento de Estatística da UFMG, 1999. 300 p.
82. THYLSTRUP, A.; FEJERSKOV, O. **Cariologia Clínica.** Coord. e tradução Sérgio Weyne. 3. ed. São Paulo: Santos, 2001. 421 p. Título original: **Textbook of Clinical Cariology.**
83. UFRGS. O espectro eletromagnético. Disponível em <<http://www.pgi.ufrgs.br/portalead/oei/cgu/espec/intro.htm>.> Acesso em: 1º nov. 2001.
84. van DORP, C. S.; EXTER KATE, R. A. TEN CATE, J. M. The effect of dental probing on subsequent enamel demineralization. . **ASDC J Dent Child**, Chicago, v. 55, n. 5, p. 343-347, Sep./Oct. 1988.
85. VIEIRA, A. R.; MODESTO, A.; SOUZA, K. M.; VIANNA, R. B. C. Concordância no diagnóstico do estado da superfície oclusal. **J Bras. Ortodon. Ortop. Facial**, Curitiba, v. 3, n. 14, p. 23-27, mar./abr. 1998.
86. ZANIN, F. A. A. **Laser diodo 655nm no diagnóstico da cárie oclusal.** 1999. 104 f. Dissertação (Mestrado em Dentística Restauradora) – Universidade Camilo Castelo Branco, São Paulo.
87. ZÁRATE-PEREIRA, P.; ODA, M. Diagnóstico de cárie dentária: considerações comparativas entre métodos. **RPG**, São Paulo, v. 7, n. 2, p. 178-183, abr./jun. 2000.
88. ZAKARIASEN, K. L.; DEDERICH, D. N. Dental lasers and science. **J Can Dent Assoc.**, Ottawa, v. 57, n. 7, p. 570-573, July. 1991.
89. WEERHEIJM, K. L. Occlusal "hidden caries". **Dent Update**, Guildford, n. 24, v. 5, p. 183-184, Jun. 1997.
90. WENZEL. A; HINTZE. H. The choice of gold standard for evaluating tests for caries diagnosis. **Dentomaxillofacial Radiology.**, Houndsmills, n. 3, v. 28, p. 132-136, May. 1999.
91. WHO. **Health Research Methodology:** a guide for training in research methods. Manila: WHO, 1992. p. 91-100.

**ANEXOS**

## **ANEXO A**

**Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG - COEP.**

**ANEXO B****Fórmula da saliva artificial, adaptada de Krasse (1986).****SALIVA ARTIFICIAL**

CARBOXIMETILCELULOSE.....	0,5 g
CLORETO DE POTÁSSIO.....	4,3 g
CLORETO DE SÓDIO.....	0,1 g
CLORETO DE MAGNÉSIO.....	0,05 g
NIPAGIN.....	0,1 g
ÁGUA DESTILADA qsp.....	100 mL

**ANEXO C****Planilha do exame visual/radiográfico****Resultado do Segundo Exame Visual/Radiográfico*****Data:******Início:******Término:***

<b>SÍTI</b>	<b>DIAGNÓSTICO</b>	<b>OBSERVAÇÕES</b>
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		
23		
24		
25		
26		
27		
28		
29		
30		
31		
32		

<b>SÍTIO</b>	<b>DIAGNÓSTICO</b>	<b>OBSERVAÇÕES</b>
33		
34		
35		
36		
37		
38		
39		
40		
41		
42		
43		
44		
45		
46		
47		
48		
49		
50		
51		
52		
53		
54		
55		
56		
57		
58		
59		
60		

## ANEXO D

Planilha do exame de fluorescência com laser diodo (DIAGNOdent®)

### Resultado do Segundo Exame de Fluorescência com Laser Diodo (DIAGNOdent® 2095).

*Data:*

DENTE	VALOR CALIB.	VALOR SECO	DIAG. LUSSI	VALOR SALIVA	DIAG. LUSSI
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
32					
33					
34					

DENTE	CALIB	VALOR SECO	DIAG. LUSSI	VALOR SALIVA	DIAG. LUSSI
35					
36					
37					
38					
39					
40					
41					
42					
43					
44					
45					
46					
47					
48					
49					
50					
51					
52					
53					
54					
55					
56					
57					
58					
59					
60					

## ANEXO E

Planilha do exame combinado

**Resultado do Exame Combinado em Dentes Secos**  
**(Visual/Radiográfico e Fluorescência com Laser Diodo -**  
**DIAGNOdent®2095).**

*Data:*

*Início:*

*Término:*

SÍTI0	VALOR LASER	DIAG. LUSSI	OBSERVAÇÕES	DIAGNÓSTICO COMBINADO	PADRÃO OURO
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					

<b>SÍTIO</b>	<b>VALOR LASER</b>	<b>DIAG. LUSSI</b>	<b>OBSERVAÇÕES</b>	<b>DIAGNÓSTICO COMBINADO</b>	<b>PADRÃO OURO</b>
32					
33					
34					
35					
36					
37					
38					
39					
40					
41					
42					
43					
44					
45					
46					
47					
48					
49					
50					
51					
52					
53					
54					
55					
56					
57					
58					
59					
60					