

**ELAINE APARECIDA FÉLIX DE ARAUJO**

**COMPARAÇÃO ENTRE IMAGENS DIGITAIS DIRETAS E  
LASER DE DIODO NA DETECÇÃO DE CÁRIES PROXIMAIS  
E OCLUSAIS**



Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de DOUTOR, pelo Programa de Pós-Graduação em BIOPATOLOGIA BUCAL, Área Radiologia Odontológica.

Orientador: Prof. Dr. Júlio Cezar de Melo Castilho

São José dos Campos  
2004

TD622  
A15c  
X1616

Apresentação gráfica e normalização de acordo com:  
BELLINI, A.B.; SILVA, E.A. **Manual para elaboração de monografias:**  
estruturas do trabalho científico. São José dos Campos: FOSJC/UNESP,  
2002.82p.

**ARAÚJO, E. A. F. Comparação entre imagens digitais diretas e laser de diodo na detecção de cáries proximais e oclusais. 2004. 95f. Tese (Doutorado em Biopatologia Bucal, Área Radiologia Odontológica) – Faculdade de Odontologia, Campus de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista. São José dos Campos.**

*Dedico este trabalho aos meus pais,  
Aparecido e Eulina,  
que compreenderam minha ausência,  
e respeitaram minha escolha pelo aprimoramento acadêmico.*

*"Agradeço, Pais, por todo o Bem que venho recebendo,  
também por tudo que interpreto como mal,  
pelas lições que eu venho aprendendo,  
por montares Tua Escola em meu quintal".*

*(Silvia Schmidt)*

*Dedico também ao meu noivo,  
Vinícius,  
que me ajudou no que lhe foi possível,  
prestou carinho especial nos momentos mais difíceis  
e incentivou para que eu me dedicasse aos estudos no  
desenvolvimento deste trabalho.*

*Para conquistarmos algo na vida não basta ter talento, não basta ter  
força, é preciso também viver um grande amor.  
(Wolfgang Mozart)*

*Meu agradecimento especial ao meu orientador Professor Doutor Julio Cezar de Melo Castilho que sempre confiou em meus projetos, apoiou-me em todos os momentos difíceis, dedicou atenção e carinho que foram muito importantes para a conclusão deste nosso trabalho.*

*A glória da amizade não é a mão estendida, nem o sorriso carinhoso, nem mesmo a delícia da companhia. É a inspiração espiritual que vem quando você descobre que alguém acredita e confia em você.  
(Ralph Waldo Emerson)*

## AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Odontologia de São José dos Campos - UNESP, na pessoa do diretor Prof. Adjunto Paulo Villela Santos Júnior, pela oportunidade de realizar este curso e concretizar este trabalho.

Aos Profs. do Programa de Doutorado em Biopatologia Bucal, área de concentração em Radiologia Odontológica, na pessoa da coordenadora Profa. Dra. Rosilene Fernandes da Rocha, pela competência em lutar pelo bom andamento do curso.

Ao Prof. Titular Luiz César de Moraes pelo carinho, pela ajuda na correção do português deste trabalho, pela atenção sempre dedicada e pela demonstração do que é gostar da profissão.

À Profa. Dra. Mari Eli Leonelli de Moraes pela amizade, pelas palavras de apoio em momentos difíceis e pelo carinho que me foi dedicado desde que adentrei a Radiologia.

*Se quiseres conhecer uma pessoa, não lhe perguntes o que pensa, mas  
sim o que ama.  
(Santo Agostinho)*

Ao Prof. Titular Edmundo Médici Filho pela amizade e por alguns mal entendidos que nos fizeram mais próximos.

*O sinal mais seguro da Sabedoria é a constante serenidade."  
(Montaigne)*

À bibliotecária Ângela de Brito Bellini, pela orientação e revisão do trabalho, normalização da redação e referências bibliográficas.

As Secretárias da Pós-Graduação Rosemary de Fátima Salgado Pereira, Erena Michie Hasegawa e Maria Aparecia Consiglio, pelas orientações durante o Curso de Doutorado.

*Aqueles que passam por nós não vão sós, não nos deixam sós. Deixam um pouco de si e levam um pouco de nós.*  
(Saint-Exupéry)

Ao colega de doutorado Luiz Roberto pela realização das fotos de padronização das imagens.

Ao colega Francisco David por sempre se dispor em me ajudar, pelo apoio e amizade durante o curso.

*"Aquilo que nos agrada em nossos amigos é a atenção que eles nos dedicam."*  
(Tristan Bernard)

Aos Colegas Lawrenne Kohatsu, Carolina Porto, Cleber Friggi, Evelise Ono, Aline Morosoli, Marcos Silva, Gustavo Dotto, Patrícia Dotto, Sandra Helena Santos, Sandra David, Wilton, Luiz Roque, Jefferson, Myrna pela amizade e apoio nos momentos difíceis e alegres do curso.

Aos colegas Luciano Rosa e Márcia Valéria pela realização das análises e pela paciência em terem que ater em detalhes para o bom andamento deste trabalho.

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

(Fernando Pessoa)

À Maria da Conceição Pessoa e Eliana Damasceno,  
pela companhia e auxílio durante os períodos de estudo na Radiologia.

*Todas as pessoas podem ser grandes porque todas podem servir. Não é preciso ter um diploma universitário para servir. Não é preciso fazer concordar o sujeito e o verbo para servir. Basta um coração cheio de graça. Uma alma gerada pelo amor.*  
(Martin Luther King)

À Profa. Dra. Ana Paula Martins Gomes, da Disciplina de Endodontia, pela confiança creditada, pelo apoio nos momentos mais difíceis, pelo incentivo e amizade sempre presente em meu coração.

*"Um irmão pode não ser um amigo, mas um amigo será sempre um irmão."*  
(Benjamim Franklin)

Ao Prof. Adjunto Horácio Faig Leite, da disciplina de anatomia, por ter me auxiliado na obtenção dos deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Sérgio Eduardo de Paula Gonçalves por ter dado permissão para utilização do DIAGNOdent e da máquina de corte.

À professora Titular Maria Amélia Máximo de Araújo por ter cedido o estereomicroscópio para realização das fotos dos cortes histológicos.

Ao Prof. Dr. Carlos Rocha Gomes Torres por ter me auxiliado na obtenção das fotos dos cortes histológicos.

*Nos campos da observação, o acaso favorece apenas as mentes preparadas.*  
(Louis Pasteur)



À técnica, da disciplina de dentística, Josiana Maria Alves Carneiro, pelo corte dos dentes e pela presteza em tudo que foi necessário para a realização da parte prática deste trabalho.

Aos técnicos Walter Cruz e Maria Saete Faria pelo auxílio na viabilização de materiais necessários na realização da fase histológica.

Ao Prof. Assistente Ivan Balducci, da Disciplina de Bioestatística, por ter cedido sua aula e o programa para a realização da parte estatística.

Aos técnicos em informática, André Luiz Goia de Araújo e Luciano Muller Lima, pelo auxílio na formatação das imagens e por sempre estarem à disposição em ajudar com qualquer problema computacional.

*Os sentimentos verdadeiros se manifestam mais por atos que palavras.  
(Shakespeare)*

Agradeço também a todos os professores e funcionários desta faculdade por todos os serviços prestados e pelos bons dias a mim dirigidos, que me fizeram muitas vezes levantar a cabeça e ter forças para continuar caminhando em busca de meu sonho profissional. **Muito obrigada** a todos por esses 12 anos de convívio, de graduação, estágio, mestrado e doutorado.

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	10
LISTA DE QUADROS.....	13
LISTA DE TABELAS.....	14
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS .....	16
RESUMO.....	17
1 INTRODUÇÃO .....	18
2 REVISÃO DA LITERATURA .....	23
2.1 Radiografia digital direta no diagnóstico de cáries.....	23
2.2 Laser de diodo no diagnóstico de cáries.....	38
3 PROPOSIÇÃO .....	47
4 MATERIAL E MÉTODO .....	48
4.1 Padronização da Amostra .....	48
4.2 Obtenção das Imagens .....	49
4.3 Laser de diodo.....	51
4.4 Análise Histológica .....	53
5 RESULTADOS .....	58
5.1 Análises .....	58
5.2 Análise dos dados .....	62
6 DISCUSSÃO .....	77
7 CONCLUSÕES .....	83
8 REFERÊNCIAS.....	84
ABSTRACT.....	95

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	- Padronização das incidências radiográficas: (a) Aparelho, posicionador, placa de resina, dentes e CCD; (b) Visualização aproximada do posicionamento do dente em relação ao CCD.....	49
FIGURA 2	- Aparelhos Visualix e RVG com respectivos CCDs ....	49
FIGURA 3	- Imagens analisadas: (a) imagem obtida com o Visualix; (b) imagem obtida com o RVG.....	50
FIGURA 4	- Aparelho de laser diodo – DIAGNOdent – calibrador e ponteiros A e B (interproximal e oclusal).....	52
FIGURA 5	- Máquina de corte Extec-Labcut 1010.....	54
FIGURA 6	- Dente cortado no sentido mesio-distal.....	54
FIGURA 7	- Corte histológico: escore 0.....	55
FIGURA 8	- Corte histológico: escore 1.....	55
FIGURA 9	- Corte histológico: escore 2.....	56
FIGURA 10	- Corte histológico: escore 3.....	56
FIGURA 11	- Corte histológico: escore 4 .....	57
FIGURA 12	- Fórmula para obtenção da Sensibilidade e Especificidade.....	60
FIGURA 13	- Curva R.O.C. – Teste ideal .....	61
FIGURA 14	- Curva R.O.C. - teste sem poder de discriminação...	61
FIGURA 15	- Representação gráfica da curva ROC para os examinadores A, B e C na detecção de cáries proximais pelo sistema Visualix.....	67

FIGURA 16 - Representação gráfica da curva ROC para os examinadores A, B e D na detecção de cáries proximais pelo sistema Visualix.....	68
FIGURA 17 - Representação gráfica da curva ROC para os examinadores A, B pelos sistemas Visualix e DIAGNOdent na detecção de cáries proximais.....	68
FIGURA 18 - Representação gráfica da curva ROC para os examinadores A, B e C na detecção de cáries proximais pelo sistema RVG.....	69
FIGURA 19 - Representação gráfica da curva ROC para os examinadores A, C e D na detecção de cáries proximais pelo sistema RVG.....	69
FIGURA 20 - Representação gráfica da curva ROC para os examinadores A, D pelos sistemas RVG e DIAGNOdent na detecção de cáries proximais .....	70
FIGURA 21 - Representação gráfica da curva ROC para os examinadores A, B e C na detecção de cáries oclusais pelo sistema Visualix.....	70
FIGURA 22 - Representação gráfica da curva ROC para os examinadores B, C e D na detecção de cáries oclusais pelo sistema Visualix.....	71
FIGURA 23 - Representação gráfica da curva ROC para os examinadores A, C pelos sistemas Visualix pelo sistema Visualix e DIAGNOdent na detecção de cáries oclusais.....	71
FIGURA 24 - Representação gráfica da curva ROC para os examinadores A, B e C na detecção de cáries oclusais pelo sistema RVG.....	72
FIGURA 25 - Representação gráfica da curva ROC para os examinadores B, C e D na detecção de cáries oclusais pelo sistema RVG.....	72

FIGURA 26	-	Representação gráfica da curva ROC para os examinadores A, B pelos sistemas RVG e DIAGNOdent na detecção de cáries oclusais.....	73
FIGURA 27	-	Representação gráfica das detecções superestimadas, subestimadas e exatas em lesões restritas ao esmalte.....	74
FIGURA 28	-	Representação gráfica das detecções superestimadas, subestimadas e exatas em lesões em dentina.....	75

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Classificação das imagens de cárie .....	51
Quadro 2 – Escala fornecida pelo fabricante para a transformação de dados quantitativos em qualitativos para o diagnóstico da condição do sítio selecionado para exame.....	53
Quadro 3 - Interpretação da estatística Kappa. ....	59
Quadro 4 - Faixa de variação do teste Kappa.....	59

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	- Avaliação do índice de concordância intra-examinadores (Kappa) para avaliação de cáries proximais.....	63
Tabela 2	- Avaliação do índice de concordância intra-examinadores (Kappa) para avaliação de cáries oclusais.....	63
Tabela 3	- Avaliação do índice de concordância (Kappa) entre os sistemas digitais com relação aos resultados obtidos para cada um dos examinadores na avaliação de cáries proximais.....	64
Tabela 4	- Avaliação do índice de concordância (Kappa) entre os sistemas digitais com relação aos resultados obtidos para cada um dos examinadores na avaliação de cáries oclusais.....	65
Tabela 5	- Áreas da curva ROC para cada sistema digital obtida com as avaliações de cada examinador para faces proximais e oclusais.....	65
Tabela 6	- Comparação entre as áreas da curva ROC para cada sistema digital obtida com as avaliações de cada examinador para faces proximais e oclusais.	66
Tabela 7	- Comparação entre as áreas da curva ROC do DIAGNOdent e de cada sistema digital obtida com as avaliações de cada examinador para faces proximais e oclusais.....	67

<b>Tabela 8 - Comparação entre as áreas da curva ROC das avaliações de cáries proximais e oclusais de cada sistema digital obtida com as avaliações de cada examinador.....</b>	<b>74</b>
---	-----------



## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

**CCD – Charge Coupled Device**  
**CDR – Computed Dental Radiography**  
**CMOS-AP – Complementary Metal Oxide Semiconductor – Active Pixel**  
**DIFOTI – Digital Imaging Fiber optic Transillumination**  
**ECM – Electroconductivity Measurements**  
**FOTI – Fiber optic Transillumination**  
**GE – General Electric**  
**JPEG – Joint Photographic Experts Group**  
**kVp – Quilovoltagem / pico**  
**µm - Micrômetro**  
**mA – Milliampere**  
**mW - MiliWatt**  
**nm - Nanômetro**  
**pixel – Picture element**  
**QLF – Quantitative Light-induced Fluorescence**  
**RVG - Radiovisiography**  
**ROC – Receiver Operating Characteristic**  
**RX – Raios X**  
**TIFF – Tagged Interchange Format File**

**ARAUJO, E. A. F. Comparação entre imagens digitais diretas e laser de diodo na detecção de cáries proximais e oclusais. 2004. 95f. Tese (Doutorado em Biopatologia Bucal, Área Radiologia Odontológica) – Faculdade de Odontologia, Campus de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista. São José dos Campos.**

## **RESUMO**

O objetivo neste trabalho foi avaliar a acurácia na detecção de cáries proximais e oclusais comparando a imagem digital com o laser de diodo. Foram avaliados 33 pré-molares e 33 molares humanos extraídos e submetidos à idêntica padronização geométrica. Usando uma escala de confiança com cinco escores, quatro observadores determinaram a ausência ou presença de cárie por três sistemas auxiliares de diagnóstico: a) exame da imagem do Visualix; b) exame da imagem do RVG; c) exame utilizando o DIAGNOdent. O padrão ouro foi determinado pela análise histológica das secções. Com os valores obtidos foi gerada uma curva ROC e realizado o teste Kappa que determinou a concordância intra e interobservadores. Os resultados indicaram que as imagens digitais foram melhores na detecção de cáries proximais que o laser DIAGNOdent e semelhantes na detecção de cáries oclusais.

**Palavras Chave:** Radiografia dentária digital; lasers; cárie dentária, diagnóstico.

## 1 INTRODUÇÃO

Na Odontologia a preservação dos dentes desempenha papel muito importante. Localizar e observar lesões dentárias nos estágios iniciais tornou-se um fator muito relevante, visando medidas preventivas para serem iniciadas no seu devido tempo.

Tem-se observado aumento na prevalência da chamada "cárie oculta", caracterizada por uma lesão em dentina aparentemente coberta por uma superfície hígida de esmalte sendo relacionada, ao uso intensivo de fluoretos, principalmente nos dentifrícios, que promovem ganho na dureza do esmalte. A ocorrência desse tipo de cárie dificulta o diagnóstico apenas com o exame clínico (FLÓRIO et al.<sup>19</sup>, 2002).

Hoje em dia existem, aliados ao exame clínico, meios auxiliares ou complementares para o diagnóstico precoce. Dentre eles podemos citar, corantes, detectores elétricos, transiluminação por fibra óptica, detecção óptica por dispersão da luz, fluorescência, ultra-som, radiografias, imagens digitais e recentemente o laser de diodo. Nesse sentido, entre os métodos mais utilizados para detecção de lesões de cárie estão a inspeção visual, o exame radiográfico e, estando em fase de estudo, o laser de diodo (FERREIRA et al.<sup>18</sup>, 2001).

Os corantes são substâncias químicas capazes de indicar tecidos dentários desmineralizados, aumentando a precisão no diagnóstico de lesões cariosas. Apresenta dificuldade no uso em fissuras e cicatrículas além de ser ineficaz no diagnóstico de cáries recorrentes (SILVA & TAVANO<sup>59</sup>, 1996).

A mensuração por condução elétrica (ECM) é a verificação de lesões no dente por meio de corrente elétrica, utilizando-se detectores elétricos. A medição é realizada pela colocação da ponta da

sonda na fissura do dente e um outro conector acoplado a uma região de alta condutibilidade (gengiva ou pele). É baseado na diferença da condução elétrica entre a cárie e esmalte que se observa a existência da lesão. A identificação de falso-positivos em fissuras profundas requer atenção na utilização (STOOKEY et al.<sup>60</sup>, 1999).

A transiluminação por fibra óptica (FOTI) é a aplicação direta da luz e verificação, por transiluminação, da presença de lesões de cárie. Não é um método confiável na detecção de lesões em esmalte (FLÓRIO et al.<sup>19</sup>, 2002).

A imagem digital por transiluminação por fibra óptica (DIFOTI) difere da FOTI pelo fato da imagem ser adquirida por meio de uma câmera de CCD. Esta capta a transiluminação e emite sinais para o computador, que codifica e permite a formação da imagem (SCHNEIDERMAN et al.<sup>52</sup>, 1997; YOUNG<sup>81</sup>, 2002).

A detecção óptica por dispersão da luz baseia-se no fenômeno de dispersão da luz. Esta é maior no interior da lesão, tornando-as mais claras em relação às superfícies sadias. Pode ser quantificada por métodos baseados na tecnologia da fibra-óptica. Sua utilização é restrita a superfícies lisas (SILVA & TAVANO<sup>59</sup>, 1996).

A fluorescência ocorre quando quaisquer tipos de luz visível de laser ou ultravioleta atingem componentes orgânicos de dente humano. A interpretação dessa luz que é refletida é que permite avaliar a presença ou não de lesão. Entre os mais estudados está o laser de argônio, o laser de hélio-neônio e o laser diodo. A fluorescência permite detectar lesões iniciais de cárie em esmalte, mas lesões em dentina são pouco perceptíveis (PINHEIRO & FRAME<sup>46</sup>, 1992; STOOKEY et al.<sup>60</sup>, 1999).

O ultra-som é utilizado na detecção de cáries em superfícies lisas. A detecção ocorre pela diferenciação acústica entre o esmalte intacto e áreas com 57% menos de conteúdo mineral. Mas o

método não é sensível o bastante para detectar lesões de cárie *in vivo* (SILVA & TAVANO<sup>59</sup>, 1996).

O exame radiográfico pode ser realizado utilizando-se de dois métodos: o convencional, que necessita de filmes radiográficos para obtenção da imagem, e o método digital no qual é usado um sensor que proporciona a visualização da imagem por meio de um computador. Mas como a preocupação principal dos novos meios para diagnóstico tem sido diminuir a dose de radiação absorvida pelo paciente, o sistema digital tem se apresentado o método de escolha por utilizar 50% menos da dose de radiação comparada ao método radiográfico convencional.

O primeiro sistema de imagem radiográfica digital intrabucal, Radiovisiography (Trophy), foi introduzido no mercado internacional em 1987 (NELVING et al.<sup>39</sup>, 1992).

Os sistemas digitais diretos se baseiam no CCD como um dispositivo de carga dupla que transforma a energia ionizante em luz e esta em sinais elétricos, os quais serão emitidos por meio de um cabo longo e flexível até o conversor analógico-digital (intensificador), responsável pela conversão dos sinais elétricos em sinais digitais. Essa imagem digital é apresentada no monitor de vídeo e pode ser modificada utilizando ferramentas do programa que acompanham o sistema utilizado (CLASEN & AUN<sup>10</sup>, 1998).

A imagem digital está em constante avanço desde seu surgimento e tem apresentado resultados satisfatórios quando comparada à imagem radiográfica convencional. Esta propicia imagens instantâneas que requerem menor tempo de exposição, dispensando o processamento químico necessário nos filmes periapicais (HORNER et al.<sup>27</sup>, 1990; DOVE & Mc DAVID<sup>13</sup>, 1992; WENZEL et al.<sup>67</sup>, 1993; HINTZE et al.<sup>25</sup>, 1994; WENZEL<sup>68</sup>, 1995; WENZEL & GRÖNDAHL<sup>72</sup>, 1995; WHITE & YOON<sup>78</sup>, 1997; VERSTEEG et al.<sup>65</sup>, 1997; WENZEL<sup>69</sup>, 1998; VAN DER STELT<sup>64</sup>, 2000; WENZEL<sup>70</sup>, 2000, ARAUJO<sup>3</sup>, 2001).

Recentemente estudos estão sendo focados em lesões de cárie que apresentam superfície de esmalte intacta, que são dificilmente detectadas pelo método visual, táctil e radiográfico. O uso do laser nesses casos tem sido indicado devido a fluorescência ocorrer mesmo havendo superfície de esmalte recobrindo a lesão (NYTUN et al.<sup>40</sup>, 1992; ATTRILL & ASHLEY<sup>4</sup>, 2001).

O nome LASER deriva das primeiras letras da frase "Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation", e sua teoria foi sugerida pela primeira vez em 1957 por Charles Towners e Arthur Schanlow, e o primeiro aparelho foi construído em 1960 por Theodore Malman (FERREIRA et al.<sup>18</sup>, 2001).

O DIAGNOdent compõe-se de uma caixa de comando, geradora de laser diodo, que proporciona uma luz pulsante de um comprimento de onda definido. A sua utilização baseia-se na emissão do laser sobre superfícies em que se deseja avaliar alterações, com o auxílio de uma peça de mão que acompanha o aparelho. Essa luz, ao incidir a superfície é refletida, e se houver alterações teciduais a reflexão será comprometida, alterando o comprimento de onda da luz refletida. O aparelho, ao receber a reflexão, com comprimento de onda diferente do qual emitiu traduz isto como sendo uma superfície fotoalterada, ou seja, o tecido dentário se apresenta alterado. Isto é transportado pela peça de mão até o aparelho que codifica na forma de valores e sinais acústicos, sendo que o comprimento de onda é então avaliado por um sistema eletrônico dentro da unidade controle do aparelho (FERREIRA et al.<sup>18</sup>, 2001).

O Laser de diodo mais utilizado em Odontologia tem comprimento de onda entre 638 e 850nm, que está situado fora da faixa visível do espectro de luz, mais precisamente na faixa infravermelho, com potência variando entre 20 e 60mW (FERREIRA et al.<sup>18</sup>, 2001).

A literatura tem revelado que o laser apresenta como vantagens: segurança no diagnóstico na área da fissura; as menores

lesões são localizadas em estado precoce; a substância dentária sadia não é afetada; máxima precisão e diagnóstico sem efeitos de radiação. As desvantagens desse método incluem a não diferenciação entre lesões ativas e inativas; não diferenciação entre cárie e defeitos congênitos de formação do dente; não detecção de cáries secundárias sob restaurações metálicas; e, custo elevado do aparelho (ZANARDO & REGO<sup>82</sup>, 2002).

Sendo assim, a proposta neste trabalho foi avaliar os métodos mais recentes de detecção de cárie, investigando qual a técnica que pode ser empregada para melhor verificar a presença de cáries proximais e oclusais.

## **2 REVISÃO DA LITERATURA**

A revisão de literatura inclui trabalhos, relacionados em ordem de publicação, sobre imagem digital direta e laser de diodo no diagnóstico de cáries.

### **2.1 Radiografia digital direta no diagnóstico de cáries**

O primeiro sistema de imagem computadorizada direta, denominado radiovisiografia, foi apresentado por Mouyen et al.<sup>37</sup> (1989). Neste artigo os autores compararam as propriedades físicas entre o filme radiográfico intrabucal e as imagens obtidas com o sistema RVG. Concluíram que o sistema RVG é capaz de produzir uma imagem imediatamente após a exposição e com baixas doses de radiação que são necessárias para os filmes radiográficos. Observaram também que a imagem obtida pelo RVG possuía resolução menor que o filme radiográfico, porém as informações radiográficas obtidas poderiam ser melhoradas por tratamentos eletrônicos da imagem.

Horner et al.<sup>27</sup> (1990) estudaram a radiovisiografia, sistema que utiliza um sensor intrabucal no lugar do filme radiográfico, permitindo com isso que as imagens sejam analisadas num monitor de televisão. Avaliaram o sistema, desempenho e acesso em clínicas de pequeno porte. Sessenta pacientes participaram do estudo e foram radiografados pelo método convencional, usando os filmes Ultraspeed e Ektaspeed, e pelo sistema de radiovisiografia Trophy. Os resultados permitiram verificar que a radiovisiografia é um sistema de rápida execução, utiliza baixas doses de radiação e produz imagens adequadas para o diagnóstico. A



radiovisiografia, quanto à imagem, apresenta ainda qualidade adequada para o uso clínico e mínima distorção.

Wenzel et al.<sup>75</sup> (1991) compararam a precisão no diagnóstico radiográfico dos exames de cáries oclusais em dentes sem cavidades, usando as seguintes técnicas radiográficas: radiografia convencional, imagens digitalizadas com melhora de contraste, radiografias digitalizadas com utilização de filtros, radiovisiografia com melhora de contraste e radiovisiografia com função x (saturação da densidade). Empregaram 81 terceiros molares completamente erupcionados e extraídos, sem cavitações macroscópicas visíveis. Após os dentes serem radiografados, secções foram realizadas para exame histológico das lesões. Quatro observadores, que não conheciam a prevalência de cárie dos dentes, avaliaram a presença de cárie oclusal de cada dente. A taxa de detecção média para cáries em dentina foi mais alta com o emprego das imagens radiográficas digitalizadas em que se melhorou o contraste e pela radiovisiografia com modificação de brilho e contraste. A proporção de probabilidade para teste positivo (verdadeiramente positivo/falso positivo) para cada observador indicou que os dois métodos digitais que permitiam melhora de contraste, produziram desempenho tão bom, ou melhor, quando se empregou a radiografia convencional. Já as técnicas que empregaram radiografia digitalizada com utilização de filtros e radiovisiografia com a função x proporcionaram menor precisão no diagnóstico em relação às radiografias convencionais.

Dove & McDavid<sup>13</sup> (1992) realizaram estudo para verificar se o processamento digital da imagem poderia melhorar a precisão no diagnóstico radiográfico. Utilizaram computador, uma câmera para digitalizar as radiografias convencionais e um processamento digital da imagem que usava equalização de histograma e a inversão da escala de cinza. A imagem digital foi comparada com a radiografia convencional na detecção das cáries de superfícies proximais utilizando a análise ROC. Os

resultados indicaram que a técnica de processamento digital não melhorou a precisão no diagnóstico radiográfico comparado às radiografias convencionais. Nenhuma diferença significativa na precisão do diagnóstico foi observada entre a imagem digital e a convencional para a detecção de cáries na superfície proximal.

Dunn & Kantor<sup>15</sup> (1993) realizaram uma revisão de literatura descrevendo conceitos básicos e explorando alguns mitos sobre imagem digital. Revelaram que a imagem digital pode ser obtida em menor tempo que com o filme radiográfico, mas que sua qualidade irá se equiparar somente num futuro próximo. A imagem processada não possui capacidade de aumentar as informações contidas nela, mas é possível aumentar o tamanho relativo ou o contraste da imagem, que podem ser utilizados como ferramentas em diagnósticos específicos.

Russel & Pitts<sup>50</sup> (1993) compararam a imagem digital às imagens radiográficas obtidas com filmes D e E *speed*. Foram utilizados cento e vinte dentes posteriores radiografados pela técnica interproximal. Posteriormente, os dentes foram seccionados mesio-distalmente e avaliada histologicamente a profundidade das cáries. Os resultados permitiram verificar que para as cáries oclusais a sensibilidade e a especificidade são similares. Para as cáries interproximais a especificidade da radiovisiografia é similar às radiografias convencionais, porém a sensibilidade da radiovisiografia foi menor.

Wenzel<sup>67</sup> (1993) publicou uma revisão de literatura sobre a manipulação de imagens por meio de computador, com a finalidade de melhorar o diagnóstico na prática odontológica. Nesse trabalho comentou os parâmetros que definem a qualidade da imagem: contraste, nitidez e ruído (interferência), relatando como poderiam ser alterados digitalmente. Enumerou as vantagens da radiografia digital, tais como:

- a) redução da dose de radiação em comparação com a técnica convencional;

- b) o observador pode ter máximo controle da imagem e manipular as informações durante a interpretação;
- c) simplifica a rotina de trabalho, tendo em vista que não utiliza processamento por via úmida.

Concluí o artigo afirmando que, nas próximas décadas, parece provável que os sistemas radiográficos digitais intrabucais substituam o filme radiográfico.

Wenzel & Hintze<sup>73</sup> (1993) avaliaram a percepção dos dentistas à qualidade das radiografias capturadas digitalmente. Realizaram trinta radiografias pelo sistema digital Visualix: dez radiografias periapicais para avaliação da anatomia dentária e óssea, dez periapicais para os processos patológicos ósseos e dez interproximais para avaliação de cáries. Fizeram três cópias numeradas de cada imagem e as trataram com três diferentes filtros: otimização, realce e realce mais suavização, respectivamente. Simultaneamente quatro imagens do mesmo caso foram apresentadas no monitor, em seqüência aleatória, e vinte dentistas classificaram, em uma escala de zero a quatro, cada conjunto de quatro imagens. Em geral, a maioria dos dentistas preferiu as imagens tratadas às originais. As imagens A e B foram freqüentemente mais selecionadas como primeira e segunda escolha nos grupos da anatomia óssea, dentária e de patologia óssea. A imagem original foi estimada inferior em mais de metade (55%) das séries. Para as radiografias interproximais, as imagens com realce mais suavização foram classificadas significativamente melhores. Concluíram que a possibilidade de tratamento da imagem deve ser oferecida pelas radiografias digitais já que a maioria dos dentistas preferiu a imagem tratada à versão original.

Wenzel et al.<sup>76</sup> (1993) revisaram os desenvolvimentos que têm ocorrido em relação ao diagnóstico radiográfico das cáries, dentro do contexto das mudanças tanto no processo da doença como da tecnologia disponível. O declínio da prevalência de cáries observado em muitos países ocidentais tem sido acompanhado de mudanças no padrão de

desenvolvimento das lesões. Mais lesões são agora vistas nas superfícies oclusais, a maioria está oculta (imperceptíveis para as técnicas convencionais para diagnóstico), enquanto a progressão das lesões de cáries proximais também tem diminuído. Os sistemas empregados para o diagnóstico de cáries devem levar em conta essas mudanças e as várias necessidades dos usuários de empregar diferentes métodos diagnósticos. Os autores revisaram e discutiram os desenvolvimentos em: radiografia convencional, xerorradiografia, imagem digital indireta (com análise computadorizada da imagem e subtração radiográfica) e imagem digital direta. Concluíram que: para a detecção das cáries proximais, em grupos de alta prevalência de cáries, tanto das cáries proximais (especialmente as pequenas lesões em esmalte) como das cáries dentinárias oclusais nos dentes com nenhuma ou pequena quebra da superfície, a radiografia ainda é um significativo e razoável método preciso de diagnóstico; apesar de a limitação da resolução ser maior, os métodos de imagem digital parecem atuar tão bem ou melhor que o filme radiográfico convencional. Os sistemas digitais apresentam as vantagens de possibilitar o realce da imagem e significativa redução da dose de raios X. Pode ser visto que as técnicas de imagem digital entrarão na rotina clínica num futuro próximo.

Benn<sup>6</sup> (1994) reconheceu que a radiografia é ainda a técnica amplamente disponível aos dentistas e que a radiografia digital oferece melhoria de imagem com menor dose de radiação, sem haver necessidade do processamento químico. Entretanto, o acompanhamento da progressão das cáries precisa de sistemas de imagem que sejam tão bons quanto os filmes para detectar lesões incipientes no esmalte. Alertou para o cuidado necessário na construção de modelos experimentais para a cárie que sejam realmente válidos. São necessários trabalhos que definam a qualidade da imagem digital, o suficiente para medir com precisão o acompanhamento na progressão da cárie. Tal acompanhamento individual deve ser realizado tanto nos pacientes com alto como nos de baixo risco de cárie, já que a cárie é uma doença em

que o acompanhamento não levará a nenhum tratamento desnecessário, o que normalmente ocorre quando se utiliza um detector com alta sensibilidade, pois neste caso aumenta o mínimo de falsos positivos.

Hintze et al.<sup>25</sup> (1994) compararam radiografias convencionais com o sistema digital direto, na detecção de cáries oclusais em dentina e proximais em esmalte. Foram radiografados 66 dentes humanos extraídos (pré-molares e molares permanentes). Cada três dentes foram montados em blocos, estabelecendo contato, e radiografados pelo método convencional usando os filmes Ultraspeed e Ektaspeed e o aparelho GE 1000 70 kVp e 10 mA. Para o método digital foram utilizados o Radiovisigraphy (Trophy) e o Visualix (Gendex). A precisão do diagnóstico para cada método foi expressa pela área da curva ROC. As diferenças não foram estatisticamente significantes entre as médias das áreas da curva ROC para os métodos radiográficos tanto para as cáries oclusais como para as proximais.

Dagenais & Clark<sup>12</sup> (1995) compararam três tipos de imagens no diagnóstico de cáries interproximais: imagem obtida com o filme convencional, imagem impressa em papel técnico e imagem filtrada. Foram construídos dez manequins, com oito dentes cada um, de canino a primeiro molar, sendo analisadas doze superfícies proximais (com exceção da mesial de canino e distal de molar). Tais superfícies possuíam perfurações por brocas de diâmetros aleatórios, simulando cáries proximais. Todas as imagens foram obtidas utilizando o aparelho de RX Trophy 70X, 70 kVp, 8 mA. O filme usado foi o Ultraspeed (Kodak). As imagens foram analisadas por 26 dentistas e os resultados transferidos para a curva ROC, para avaliação estatística. Foi observado que a detecção de pequenas cavidades é significativamente mais confiável com filmes convencionais que com imagens digitais e com imagens impressas em papel. As lesões avaliadas foram todas incipientes localizadas em esmalte, que, clinicamente, não seriam provavelmente restauradas.

Dessas lesões, 76% foram permitidas detectar pela RVG comparadas com 85% pelo filme convencional.

Duncan et al.<sup>14</sup> (1995) desenvolveram um programa capaz de diagnosticar as cáries proximais e tomar decisões sobre a necessidade de tratamento restaurador. O programa foi comparado com as decisões realizadas por um grupo de experientes clínicos. Os resultados indicaram que os observadores clínicos identificaram corretamente um número similar de superfícies, assim como o programa, porém, de observador para observador, houve maior variabilidade no número de superfícies identificadas corretamente do que naquelas identificadas pelos usuários do programa. Concluíram que pacotes de programas como esse têm o potencial, com o tempo, de melhorar a precisão, aumentando a consistência das decisões.

Wenzel & Gröndahl<sup>72</sup> (1995) realizaram uma revisão de literatura ao comparar sistemas de imagem digital direta (RVG, Vixa, Sens-A-Ray, Flash Dent e Digora). Foram analisadas resolução do sistema, ruído da imagem, opções do software, dose e sensibilidade à radiação X. O sistema de radiografia digital direta em relação à técnica radiográfica convencional apresenta inúmeras vantagens: dispensa o uso do filme radiográfico, não necessita de soluções químicas para o processamento, aquisição instantânea da imagem, possibilidade de realçar a imagem, além de armazená-las e exportá-las. Outros benefícios que essa técnica proporciona é a de proteção ambiental, devido à diminuição no depósito de prata, pouca necessidade de habilidade e redução na dose de radiação.

Wenzel et al.<sup>77</sup> (1995) avaliaram a precisão na detecção de cáries empregando quatro sistemas de radiografia intra-oral digital e o resultado da compactação das imagens. Foram estudados 116 dentes humanos posteriores extraídos com cáries oclusais e proximais. Os sistemas digitais analisados foram: Digora, RVG, Sens-A-Ray e Visualix e o sistema para compressão da imagem foi o JPEG. Como resultado os

quatro sistemas digitais não apresentaram diferenças estatisticamente significantes, sendo semelhantes para a detecção de cárie *in vitro*. Entre as imagens comprimidas e não comprimidas também não obtiveram diferenças estatisticamente significantes.

Borg & Gröndahl<sup>7</sup> (1996) compararam o filme radiográfico a três sistemas digitais (Sens-A-Ray, Visualix e Digora) quanto à qualidade subjetiva da imagem e detecção de pequenas diferenças de massa. Foram utilizados dez molares, dez pré-molares e cinco incisivos presentes em cinco mandíbulas que foram radiografadas em idêntica padronização geométrica. Os autores observaram que o sistema Digora e o filme radiográfico apresentaram qualidade superior comparados aos sistemas com CCD. Para detecção de pequenas diferenças de massa todos os sistemas apresentaram pouco falso-positivo.

Gotfredsen et al.<sup>21</sup> (1996) estudaram o uso das imagens tratadas e o consumo de tempo para o diagnóstico por meio de quatro sistemas digitais (Digora, Radiovisiography, Sens-A-Ray e Visualix). Foram utilizados 131 molares e pré-molares humanos extraídos, montados de três em três dentes alinhados. Os dentes foram radiografados pelos quatro sistemas e as imagens foram transferidas para um programa no qual permitia o ajuste de brilho, contraste e curva de gama. As 588 imagens foram avaliadas por seis observadores, que usaram uma escala de confiança com cinco pontos para verificar cáries proximais e oclusais nas amostras. Algum tratamento da imagem foi usado em quase todas as imagens e a curva gama foi a mais utilizada. As imagens do Visualix foram mais manipuladas que as demais. As diferenças foram significantes em número de manipulações executadas entre todos os sistemas exceto entre Digora e Sens-A-Ray. Os observadores obtiveram vantagens de avaliação facilitada pelo realce da densidade e contraste nas imagens digitais. O potencial da manipulação da curva gama requer uma investigação adicional.

Reichl et al.<sup>49</sup> (1996) compararam, *in vitro*, os sistemas digitais intrabucal RVG original e com realce, VIXA e o filme radiográfico Ektaspeed na detecção de defeitos proximais em esmalte sob bandas ortodônticas. Vinte dentes extraídos foram divididos em 5 grupos aleatórios dos quais quinze superfícies proximais receberam defeitos mecânicos em esmalte. As imagens foram feitas com e sem adição de 30µm de filtração de nióbio, e com e sem bandas ortodônticas. Curvas ROC foram desenvolvidas para cada modalidade e para cada situação testada. Na ausência de bandas ortodônticas, os valores da área da curva foram melhores para o filme e para o RVG que nas demais modalidades. Com as bandas ortodônticas, o RVG com função X teve o maior valor da área que as demais modalidades.

Price & Ergül<sup>48</sup> (1997) compararam a imagem digital direta obtida com o Sens-A-Ray à imagem radiográfica convencional obtida com o filme Ektaspeed Plus. Foram usados vinte molares e pré-molares humanos extraídos com dez superfícies sondadas, 15 superfícies com cárie natural e 15 com cavidades preparadas artificialmente. Os dentes foram montados em blocos de acrílico individualmente e radiografados dois dentes experimentais, com dois adicionais para estabelecer contato. A radiografia convencional foi obtida usando o aparelho GE 1000, 90kVp e a imagem digital pelo Sens-A-Ray sem nenhuma alteração por meio do software. A presença de cárie foi verificada por sete dentistas e sete estudantes de Odontologia, usando uma escala de cinco pontos de confiança. Os resultados passaram pela análise ROC que verificou não haver diferenças significantes no diagnóstico realizado pelos dentistas e pelos estudantes. Diferenças altamente significantes foram encontradas entre o filme e o Sens-A-Ray para cáries naturais e cavidades artificiais, mas a magnitude das diferenças é pequena. Sensibilidade e especificidade mostraram melhores diferenças entre métodos (tipos de lesões) e identificaram baixa interpretação de superfícies sondadas por estudantes. O filme foi superior ao Sens-A-Ray para interpretação de



cáries proximais. Os estudantes foram menos realistas que os dentistas na interpretação de superfícies sondadas, mas o desempenho foi igual na interpretação de cáries naturais e cavidades artificiais.

Versteeg et al.<sup>65</sup> (1997) compararam a imagem digital direta e indireta com o filme radiográfico convencional, utilizando-se de uma revisão de literatura com artigos internacionais. Procuraram analisar na radiografia digital a qualidade de imagem, forma de aquisição, qualidade para diagnóstico, manipulação da imagem, análise automática e aplicação do software. Com essa revisão, pode-se observar que a imagem digital indireta ainda requer processamento do filme, sofisticado digitalizador e tempo para digitalizar. Portanto, esse não é um método eficiente para a prática clínica, embora a digitalização possa ser útil para a análise quantitativa de radiografias. Já a imagem digital direta é mais eficiente que a indireta e apresenta vantagens de obtenção da imagem instantânea, necessita de baixa dose de raios X e não precisa de processamento químico. A imagem digital direta, que não utiliza placa de imagem, pode ser bem usada ocasionalmente e para séries de boca toda. A principal aplicação do sistema direto com sensor é na Endodontia e Implantodontia. Em suma, a imagem digital direta pode ser tão eficiente quanto à imagem do filme na clínica odontológica. O computador proporciona muitas opções adicionais à imagem digital, como a compressão e transporte das informações radiográficas. A manipulação da imagem (realce, subtração e reconstrução da imagem) e a análise automática podem ser benéficas no diagnóstico radiográfico. Os autores concluíram que a imagem digital certamente tem bom potencial, especialmente com respeito ao aperfeiçoamento da qualidade da radiografia para diagnóstico e análise automática da imagem.

White & Yoon<sup>70</sup> (1997) compararam a imagem digital direta à radiografia convencional na detecção de cáries proximais. Foram estudados 320 dentes humanos extraídos (oitenta molares, oitenta pré-molares, oitenta caninos e oitenta incisivos). As radiografias

convencionais foram obtidas por meio do aparelho GE 1000, 70kVp e filme Ektaspeed Plus. As imagens digitais foram obtidas com um CDR e sensor CCD #2. Depois de analisadas as imagens, os dentes foram seccionados mesiodistalmente e foram avaliados com aumento de 30x para determinar a profundidade das cáries. Como resultado, o CCD apresentou menor sensibilidade que o filme, enquanto a especificidade do CCD foi consideravelmente alta. A precisão do CCD e do filme não foi significativamente diferente, nem quando a especificidade e sensibilidade foram médias, nem quando a precisão foi mensurada para refletir prevalência de cáries. Concluíram que o sistema digital é comparado ao filme convencional.

Naitoh et al.<sup>38</sup> (1998) compararam a imagem digital direta com a radiografia convencional na determinação da profundidade de cáries proximais. Foram radiografados 28 estudantes pelos métodos digital direto e convencional, totalizando 93 superfícies proximais que foram analisadas por 6 observadores. A imagem digital foi obtida com o uso do aparelho Dixel, que utiliza um CCD intrabucal para captura da imagem. Como resultado, o sistema digital não deteriorou a igualdade de acordo dos observadores quando alterado o brilho e contraste de acordo com a preferência de cada observador. Concluíram que o uso do sistema digital na clínica não apresenta problema em relação à veracidade do diagnóstico.

Tyndall et al.<sup>62</sup> (1998) avaliaram a precisão na detecção de cáries proximais com o filme convencional Ektaspeed Plus comparado à imagem digital direta normal e realçado o brilho e contraste. As imagens digitais foram obtidas utilizando um sensor CCD e o aparelho Sidexis. O estudo utilizou 24 dentes posteriores e 36 dentes anteriores extraídos, cariados e não cariados na face proximal, em aproximadamente igual proporção. As imagens foram obtidas submetendo os dentes à idêntica padronização geométrica e condições de exposição. Seis observadores, usando uma escala de confiança com cinco pontos, avaliaram 120

T.1616



superfícies proximais quanto à presença e ausência de lesões de cárie. Observaram três modalidades de imagem: a) realçada pelo observador; b) observada diretamente no monitor do aparelho Sidexis; e c) filme Ektaspeed Plus. O grau de veracidade foi determinado pela análise microscópica das secções dos dentes estudados. As respostas dos observadores foram comparadas com o grau de veracidade verificado histologicamente e o padrão de consenso. Foi construída a curva ROC e a área abaixo dessa curva foi analisada. A análise de variância (ANOVA) foi usada para avaliar o efeito da modalidade, do observador e da repetição da leitura, demonstrando que houve diferenças significantes entre leitores, leituras e modalidades (0,001; 0,043 e 0,030, respectivamente). Este estudo *in vitro* verificou que a imagem digital direta foi equivalente ao filme convencional para a detecção de cáries interproximais. As imagens realçadas pelo observador exibiram menor precisão do diagnóstico radiográfico estatisticamente significativa em comparação à imagem digital direta e ao filme convencional.

Versteeg et al.<sup>66</sup> (1998) compararam radiografias periapicais padronizadas e obtidas com um receptor de imagens CCD às obtidas com o filme convencional. Foram radiografados cinquenta pacientes, tendo um dente da região da mandíbula exposto ao sensor e ao filme, aleatoriamente. Foi usado o sistema Sidexis, de radiografia digital direta, com seu apropriado porta-filme, sendo usado o sensor e o filme nos tamanhos 1 e 2. A qualidade das imagens foi avaliada por dois radiologistas usando nove critérios individuais e o global na escala de três pontos (excelente, aceitável e não aceitável). Houve diferença significativa entre o filme e o sensor expostos ( $P < 0,014$ ). Dos filmes radiográficos, 6% necessitaram repetições comparados ao sensor do qual 28% necessitaram ser repetidos. Concluíram que a radiografia periapical obtida com o sensor CCD conduziu a maiores erros e necessidade de maior número de repetições que o filme convencional.

Wenzel<sup>69</sup> (1998) escreveu um artigo sobre a radiografia digital e o diagnóstico de cárie. Relatou que a radiografia digital direta intrabucal somente se tornou possível na última década. Muitos estudos têm mostrado teoricamente que a radiografia digital direta tem um número de vantagens em relação ao filme convencional. Essa revisão baseia-se nas evidências que existem sobre a deficiência diagnóstica dos sistemas digitais na detecção de cáries. São revisados em conjunto com o uso da análise automática da imagem para o diagnóstico de cáries comparando os sistemas digitais ao filme convencional. São avaliados também os efeitos no diagnóstico com realce do contraste, do tamanho da imagem, das variações na dose de radiação e da compressão da imagem. As sensibilidades são relativamente altas (0,6-0,8) na detecção das cáries oclusais dentinárias com frações falso-positivas de 5% a 10%. A imagem radiolúcida na dentina é reconhecida como um bom preditor para a desmineralização em dentina. A radiografia não tem valor na detecção das lesões oclusais iniciais (esmalte). Na detecção das lesões dentinárias proximais, as sensibilidades, as especificidades como também os valores preditivos são bons, mas são muito pobres para as lesões confinadas em esmalte.

Forner et al.<sup>20</sup> (1999) objetivaram determinar se a Radiovisiografia combinada com a recepção digital e a análise das imagens pelo monitor, RVG, são efetivas no diagnóstico precoce de lesões simuladas de cárie. Foram produzidas experimentalmente lesões semelhantes à cárie em 39 molares e pré-molares permanentes. As imagens foram obtidas com o sistema digital RVG e ampliadas 700X; as densidades das lesões em esmalte, em dentina e na polpa foram mensuradas pelo programa de análise de imagem Visualdent. Os resultados mostraram diferenças estatisticamente significantes entre as lesões produzidas e o esmalte saudável. Essa mensuração foi independente da diferença de espessura da superfície do esmalte proximal em molares e pré-molares. A radiovisiografia combinada com o

sistema de análise da imagem descrito foi capaz de distinguir lesões de cárie incipientes *in vitro*. Esse tipo de sistema diagnóstico, que é acessível aos dentistas, pode ajudá-los a melhorar o diagnóstico precoce de cáries.

Miles et al.<sup>35</sup> (1999) escreveram um artigo apresentando algumas informações sobre diversos sistemas digitais, avaliando o seu custo efetivo e a ajuda que proporciona com informações úteis aos cirurgiões dentistas no momento de tomar decisões no tratamento. Revelaram que o sistema digital após um ano de uso acaba sendo mais econômico que utilizar o filme radiográfico, devido o gasto com filme e produtos para revelação. O sistema digital também reduz o tempo técnico e permite o armazenamento em disquetes. Empresas conceituadas estão criando sistemas para aceitar arquivos de imagens. Portanto, não existem os obstáculos para a utilização de imagens digitais.

White et al.<sup>79</sup> (1999) realizaram uma revisão da literatura na qual reuniram as vantagens da utilização do sistema digital na Radiologia. O artigo também apresenta um apanhado geral das ferramentas encontradas nos softwares e que podem auxiliar em diversos diagnósticos. Concluem que o sistema digital está em contínuo avanço, com particular atenção para o desenvolvimento de ferramentas que adicionam aspectos importantes na resolução de problemas no diagnóstico e de fácil utilização pelo Cirurgião-Dentista.

Paurazas et al.<sup>44</sup> (2000) compararam a imagem digital obtida com um sensor CCD e com um sensor CMOS-AP ao filme Ektaspeed Plus na detecção de lesões ósseas periapicais. Foram criadas lesões periapicais no osso trabecular e cortical de dez mandíbulas secas humanas. As mandíbulas foram montadas em resina para padronização das imagens e utilizado o posicionador radiográfico Rinn (técnica do paralelismo). Setenta imagens radiográficas e 140 imagens digitais foram avaliadas por seis endodontistas e por dois radiologistas. Na análise estatística foram usadas a análise de variância e a curva ROC. Não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes entre filme, sistema

CCD e sistema CMOS-AP. A detecção de lesões ocorreu com mais precisão no osso cortical que no osso trabecular, bem como quando a lâmina cortical foi envolvida. Concluíram que não houve diferenças entre os sistemas CCD e CMOS-AP e filme na detecção de lesões periapicais e que na identificação das lesões os profissionais foram mais concordantes quando a lâmina cortical foi envolvida.

Sanderink & Miles<sup>51</sup> (2000) reuniram artigos com intuito de discutir sobre sensores intrabucais utilizados em sistemas radiográficos digitais intrabucais. Concluíram que os sistemas com tecnologia CCD e CMOS são capazes de transmitir imagens que são equivalentes ao filme como auxiliares no diagnóstico.

Uprichard et al.<sup>63</sup> (2000) estudaram o desempenho da radiografia digital direta comparada à radiografia convencional para a verificação de cáries proximais na dentição mista. Foram montados 15 quadrantes, de canino decíduo a primeiro molar permanente, de dentes humanos extraídos. Essas arcadas foram radiografadas, sob condições padronizadas, utilizando o aparelho GE 1000, 65kVp e 15mA com os filmes Ultraspeed e Ektaspeed Plus. Para as radiografias digitais foi usado o aparelho Schik Technologies. As imagens foram analisadas por cinco odontopediatras que por meio de uma escala de confiança determinaram a presença de cárie na superfície proximal de cada dente. Foram usadas a análise ROC e a análise de variância (ANOVA) para comparar os três tipos de imagem na verificação de cárie proximal. A média da área abaixo da curva ROC para os observadores foi 0,7595 para o filme Ultraspeed, 0,7557 para o filme Ektaspeed Plus e 0,5928 para o receptor digital direto. Os resultados indicaram que observadores experientes apresentaram maior precisão no diagnóstico de cárie proximal em radiografia convencional comparada à digital. E que os observadores selecionados apresentaram aumento na precisão do diagnóstico quando visualizaram as radiografias digitais num segundo tempo.

Araújo<sup>3</sup> (2001) avalia a acurácia na detecção de cáries proximais comparando a imagem digital e a imagem digital modificada brilho e contraste com os filmes Ektaspeed Plus e Insight. Foram radiografados 52 pré-molares humanos extraídos e submetidos à idêntica padronização geométrica. Usando uma escala de confiança de seis pontos, quatro observadores, determinaram a ausência e presença de cárie por quatro modalidades de imagem: a) filme Ektaspeed Plus; b) filme Insight; c) digital Sidexis; d) digital com modificação de brilho e contraste. Foi determinada a concordância interobservadores pelo teste Kappa e avaliada a sensibilidade e especificidade pela curva ROC. Os resultados não mostraram diferenças significantes entre imagem digital e a radiográfica convencional.

Pai & Zimmerman<sup>43</sup> (2002) revisaram a tecnologia empregada nos sistemas digitais. Dentre as vantagens oferecidas temos a redução na dose de radiação e tempo na aquisição e visualização da imagem. As imagens podem ser manipuladas usando computador, não requerem processamento químico, de manutenção mais econômica e de baixo custo para armazená-la. Os autores concluíram que os computadores auxiliam na rápida e conveniente armazenagem, recuperação, transmissão e visualização das imagens radiográficas. No futuro, o uso da radiografia digital expandirá. Serão mais profissionais utilizando sistemas com placa de fósforo e CCD. Avanços tecnológicos no scanner e na visualização aumentarão a quantidade de informações obtidas por meio da radiografia digital.

## **2.2 Laser de diodo no diagnóstico de cáries**

O diagnóstico de cáries oclusais não cavitadas é problemático, especialmente pela detecção clínica visual ter sensibilidade

limitada. Métodos elétricos de detecção têm se mostrado promissores, mas possuem especificidade reduzida. Lussi et al.<sup>32</sup> (1999) avaliaram a eficácia do novo equipamento de laser fluorescente, determinaram pontos ópticos de corte do novo equipamento para diferentes estágios do processo de cárie, e avaliaram a reprodutibilidade do novo equipamento laser. Inicialmente foram utilizados 105 dentes extraídos com superfícies oclusais intactas e mensurados por único examinador. Os dentes foram examinados histologicamente e determinada a sensibilidade e especificidade. Os valores médios para o equipamento laser foram de 0,72 a 0,87(especificidade) e 0,76 a 0,87 (sensibilidade). Numa segunda etapa da pesquisa, para determinar a reprodutibilidade intra e inter examinadores para o DIAGNOdent, foram escolhidos 11 dentistas que fizeram duas mensurações do mesmo local em momentos distintos, de 83 molares extraídos. Foram comparados usando o teste Kappa de Cohen e o coeficiente de correlação de Spearman. A média intra-examinador teve como valores de Kappa 0,88 e 0,90 com correlação de Spearman de 0,97. A média interexaminador teve como valores de Kappa 0,65 e 0,73 com correlação de Spearman de 0,84. Concluiu-se que o equipamento laser tem alta eficácia de diagnóstico e sua mensuração tem alta reprodutibilidade. Sendo assim, o laser poderá ser uma ferramenta valiosa no monitoramento longitudinal de cáries e para avaliar o efeito de intervenções preventivas.

Granville-Garcia et al.<sup>22</sup> (2000) avaliaram a validade e a reprodutibilidade do método visual, radiográfico interproximal e a laser de diodo (DIAGNOdent - KaVo) no diagnóstico de cáries. Três observadores efetuaram os exames em 87 sítios na superfície oclusal de 69 molares decíduos. Após a análise histológica (padrão ouro), constataram-se lesões de cárie em sessenta sítios. Para a maioria dos examinadores: a inspeção visual apresentou sensibilidade e acurácia superiores às dos demais métodos e especificidade inferior às dos métodos radiográfico e a laser de diodo; o método radiográfico apresentou os menores valores de



sensibilidade e acurácia, enquanto revelou a maior especificidade entre todos os métodos. Apesar de ter apresentado uma sensibilidade maior do que o exame radiográfico, o laser de diodo apresentou um maior número de diagnósticos falsos-positivos.

Shi et al.<sup>56</sup> (2000) estudaram a validade e reprodutibilidade do sistema DIAGNOdent na detecção de cáries oclusais e compararam ao sistema radiográfico convencional. Foram mensurados 66 molares e pré-molares extraídos pelo DIAGNOdent, por duas vezes com um intervalo de duas semanas. Os autores concluíram que o DIAGNOdent possui excelente reprodutibilidade e que na detecção de cáries oclusais o desempenho do DIAGNOdent foi superior ao método radiográfico.

Attrill & Ashley<sup>4</sup> (2001) compararam, *in vitro*, a acurácia e a capacidade de repetir de três sistemas: DIAGNOdent, visual, radiográfico no diagnóstico de cáries oclusais em primeiros molares. Foram avaliadas cinquenta superfícies oclusais por dois examinadores usando os três sistemas. Esses resultados foram comparados com o padrão ouro histológico e analisados usando a estatística Kappa. O maior valor de sensibilidade foi proveniente do DIAGNOdent (0,77 e 0,80) examinador 1 e examinador 2 respectivamente, que todos os outros sistemas com exceção do examinador 1 no limiar visual. O DIAGNOdent foi o sistema mais acurado testado para a detecção de cáries oclusais em dentina em primeiros molares. O desempenho do sistema DIAGNOdent não foi estatisticamente significativo melhor que o executado usando o exame visual para dentes não cavitados. Os autores observaram que o DIAGNOdent pode ser útil como uma ferramenta clínica preditiva, entretanto, com apropriado treinamento, o exame visual pode oferecer resultados similares sem precisar de equipamento adicional.

El-Housseiny & Jamjoum<sup>16</sup> (2001) verificaram a correlação entre a extensão da experiência do dentista e a acurácia no diagnóstico de cárie por técnicas clínicas tradicionais, que incluíam exame

visual e exploração, e a acurácia do equipamento de laser DIAGNOdent. Os resultados permitiram verificar que o DIAGNOdent tem excelente capacidade de detectar cáries oclusais iniciais, mas que precisa aumentar sua especificidade.

Ferreira et al.<sup>18</sup> (2001) avaliaram a eficiência do DIAGNOdent como auxiliar na detecção de processos de cárie. Foram utilizados quarenta dentes humanos extraídos, sendo que 47 superfícies apresentavam alterações. Os resultados mostraram que o aparelho é muito útil na detecção de tecido cariado, porém não mostrou correlação com a profundidade da cárie para casos de cárie aguda. Em casos com dentina reacional escurecida próxima à câmara pulpar e ausência de cárie o aparelho indicou presença de tecido alterado. Foi notada uma limitação do aparelho em relação à detecção de cáries interproximais, pois as pontas do leitor óptico não são passíveis de serem levadas à essas superfícies devido às suas espessuras. Porém o aparelho apresentou-se eficaz na detecção da doença cárie quando foi possível a sua utilização. Notou-se ainda que o aparelho tem a capacidade de diferenciar o tecido corado, como no caso de cicatrículas e fissuras oclusais, de um tecido cariado.

Lussi et al.<sup>33</sup> (2001) testaram, *in vivo*, o equipamento laser em condições recomendadas para o uso em clínica odontológica. Foram examinadas 332 superfícies oclusais, em 240 pacientes. A extensão da cárie foi determinada após a intervenção operatória (padrão ouro). A inspeção clínica e a radiografia interproximal exibiram baixa sensibilidade (31-63%) com diferença estatisticamente significativa quando comparado ao laser (92%). Sendo assim, o laser é recomendado no processo de decisão no diagnóstico de cáries oclusais como uma segunda opinião no caso de dúvidas após a inspeção visual.

Sheehy et al.<sup>53</sup> (2001) realizaram um estudo no qual se comparou o sistema laser (DIAGNOdent) ao sistema visual de medição de cáries para detecção *in vivo* sob condições de um estudo epidemiológico.

Foram analisados 132 primeiros molares permanentes inferiores e 38 superiores de 170 crianças. As leituras de luz fluorescente foram interpretadas com pontos de corte recomendados pelo fabricante. Foi observado que o laser não pode ser esperado para diferenciar cáries de hipomineralização, devendo ser usado provavelmente como um complemento para o exame clínico.

Shi et al.<sup>54</sup> (2001) compararam o DIAGNOdent e o laser quantitativo com luz induzida fluorescente na detecção e quantificação de cáries em superfície lisa. Foram utilizados quarenta pré-molares extraídos, com 71 superfícies proximais não cavitadas. A correlação entre o padrão ouro e os dois métodos foi medido pelo coeficiente de correlação de Spearman. A sensibilidade e especificidade dos métodos para detecção de cáries até o nível D<sub>3</sub> também foram medidas. A sensibilidade para o DIAGNOdent foi 0,75 e especificidade 0,96, em cárie superficial de esmalte. Os valores correspondentes para o laser quantitativo fluorescente foram 0,94 e 1. Pode-se concluir que para quantificação de cáries de superfície lisa os métodos são de igual mérito, mas para propósito científico, o laser quantitativo fluorescente oferece a vantagem de verificar desmineralização do esmalte.

Bamzahir et al.<sup>5</sup> (2002) compararam a reprodutibilidade e eficácia do laser DIAGNOdent e do monitor eletrônico de cáries na detecção e quantificação de lesões de cárie oclusais. Foram utilizados 87 premolares que tiveram suas superfícies oclusais sondadas, fotografadas, mensuradas pelo DIAGNOdent e pelo monitor eletrônico em duas ocasiões, com intervalo de duas semanas. Os dentes foram seccionados em 300µm e classificados histopatologicamente em cinco categorias. Com os resultados foram realizados os coeficientes de correlação intraclasse para teste de reprodutibilidade e foram analisadas as regressões para medir a eficácia. Sensibilidade e especificidade foram também calculadas para cáries na metade da dentina. O coeficiente de correlação intraclasse foi 0,97 para DIAGNOdent e 0,71 para o monitor

eletrônico. As correlações com o histológico foram 0,93 e 0,83 para DIAGNOdent e monitor eletrônico, respectivamente. A sensibilidade e especificidade foram 0,8 e 1 para DIAGNOdent e 0,75 e 0,88 para o monitor eletrônico. Nesse estudo *in vitro* o DIAGNOdent foi superior ao monitor eletrônico para detecção de cáries oclusais.

Costa et al.<sup>11</sup> (2002) estudaram o desempenho do laser DIAGNOdent no diagnóstico de cáries oclusais comparado à inspeção visual, à radiografia interproximal e à radiografia digital. Foram utilizados 25 pré-molares e 25 molares com superfícies oclusais intactas ou com suspeita de cárie na fissura. Os autores concluíram que os métodos convencionais subestimaram o número de cáries oclusais e que o DIAGNOdent apresentou altos valores de sensibilidade e especificidade, e excelente reprodutibilidade.

Ouellet et al.<sup>42</sup> (2002) verificaram a sensibilidade e especificidade na detecção da presença e extensão de cáries oclusais utilizando técnicas tradicionais de exames e o laser DIAGNOdent. Foram avaliados por três examinadores, cem terceiros molares, superiores e inferiores, extraídos. Diante dos resultados os autores puderam concluir que o DIAGNOdent apresenta alta sensibilidade (94%) comparado ao exame visual (82%), mas baixa especificidade (55%). Este estudo também verificou que não houve boa correlação de profundidade para lesões de cárie em dentina.

Pinelli et al.<sup>45</sup> (2002) determinaram a reprodutibilidade e validade do DIAGNOdent na detecção e controle de lesões de cárie ativa em superfícies livres lisas. Foram examinados clinicamente, *in vivo*, 220 superfícies. Dois examinadores especialistas treinados executaram avaliações clínicas e a laser sendo repetida com intervalo de uma semana. O acordo intra-examinadores para a avaliação laser foi (ex1=0,79 e ex2= 0,71) e para a clínica foi (ex1=0,95 e ex2=0,85). O acordo inter-examinadores foi de substancial reprodutibilidade ( $\kappa=0,77$ ) para o exame laser e quase perfeito acordo ( $\kappa=0,85$ ) para a avaliação

clínica. A sensibilidade foi 0,72 e a especificidade foi 0,73, indicando que o DIAGNOdent foi um bom método auxiliar para detecção de lesões de cárie incipientes em superfícies livres lisas. A utilização de ambos os métodos pode aumentar a eficácia no diagnóstico.

Wicht et al.<sup>80</sup> (2002) investigaram a validade e reprodutibilidade do laser DIAGNOdent e do monitor elétrico no diagnóstico de lesões cariosas em superfícies radiculares. Seis observadores examinaram 103 dentes extraídos com cáries radiculares naturais. Depois de examinados, os dentes foram seccionados e observados através de um microscópio de luz polarizada. Os autores concluíram que o DIAGNOdent e o monitor elétrico possuem reprodutibilidade e moderada correlação com a profundidade da lesão encontrada histologicamente.

Zanardo & Rego<sup>82</sup> (2002) compararam, por meio de revisão de literatura, métodos de diagnóstico de cárie oclusal em relação à sensibilidade e especificidade dos mesmos. Foram abordados exames habituais (inspeção visual e exame radiográfico interproximal convencional) e complementares (radiografia digital direta, transiluminação por fibra óptica, laser de diodo). Constatou-se que todos os métodos mencionados apresentaram especificidade e sensibilidade satisfatórias no diagnóstico da cárie oclusal, quando utilizados associados ou como exames complementares aos testes habituais. Os autores observaram que entretanto que não existe um método diagnóstico ideal que possa ser aplicado em todas as situações com sucesso e segurança. O método mais apropriado deve ser selecionado de acordo com cada situação, considerando-se o tipo de lesão (ativa ou inativa), o sítio do dente (esmalte ou dentina) e o tipo de paciente (alto ou baixo risco de cárie). Concluíram que a radiografia interproximal convencional não pode ser considerada eficaz para o diagnóstico de lesão de cárie oclusal incipiente, mas tem sido o método mais recomendado para auxiliar no

diagnóstico visual na superfície oclusal dos dentes permanentes e decíduos.

Anttonen et al.<sup>2</sup> (2003) avaliaram a utilidade do laser DIAGNOdent como parte da rotina do exame dental em crianças. Foram examinadas 613 superfícies oclusais de molares permanentes e 413 de molares decíduos, pelos métodos: visual, radiográfico e laser (DIAGNOdent). O padrão ouro foi determinado pela abertura dos dentes que foram julgados necessários algum procedimento restaurador (51 dentes). Os autores observaram que o exame radiográfico foi o menos acurado e que o DIAGNOdent é muito útil como método auxiliar da inspeção visual.

Boston<sup>8</sup> (2003) estudou a capacidade do DIAGNOdent em detectar cáries secundárias associadas a restaurações de resina composta. Foram avaliados visualmente e pelo DIAGNOdent quinze dentes humanos extraídos com áreas não cariadas e possivelmente com cárie nas margens da restauração. Para análise dos resultados foi construída a curva ROC que identificou a sensibilidade e especificidade dos métodos. Para verificação de cárie em esmalte o DIAGNOdent apresentou sensibilidade de 0,67 e especificidade de 0,79. E para a detecção em dentina a sensibilidade foi de 0,73 e especificidade de 0,84. O autor concluiu que o DIAGNOdent tem potencial para detecção de cáries secundárias sob resina composta.

Guignon<sup>23</sup> (2003) faz um levantamento bibliográfico salientando diferentes aspectos do Diagnodent que permitem reconhecê-lo como uma boa ferramenta de auxílio no diagnóstico de cáries e processos de desmineralização e remineralização. O autor também relata que o Diagnodent pode ser utilizado pela higienista dental, agindo preventivamente em dentes que ainda não necessitam de procedimentos restauradores.

Lussi & Francescut<sup>31</sup> (2003) compararam, *in vitro*, o desempenho de diferentes técnicas convencionais de diagnóstico com o

DIAGNOdent para o diagnóstico de cárie em dentes decíduos. Foram selecionados 95 dentes decíduos com superfícies intactas macroscopicamente. Todos os dentes passaram pelas técnicas de: inspeção visual, inspeção visual com aumento, radiografia interproximal e DIAGNOdent. O DIAGNOdent mostrou, em comparação com convencionais métodos clínicos, uma significativa melhora na capacidade de detectar lesões em dentina. Não houve diferenças estatisticamente significantes entre inspeção visual com aumento e DIAGNOdent na detecção de cáries confinadas em esmalte. O desempenho do DIAGNOdent em esmalte foi melhor que os outros métodos. Pode-se concluir que o DIAGNOdent pode ser usado como uma ferramenta adicional na detecção de cáries oclusais em dentes decíduos e tem boa reprodutibilidade capaz de realizar o monitoramento de processos cariosos.

### **3 PROPOSIÇÃO**

A proposta desse trabalho foi avaliar, *in vitro*, a precisão na detecção de cáries proximais e oclusais comparando três aparelhos:

- a) exame da imagem digital obtida com o Visualix;
- b) exame da imagem digital obtida com o RVG;
- c) exame utilizando a fluorescência do laser de diodo (DIAGNOdent).



## **4 MATERIAL E MÉTODO**

### **4.1 Padronização da amostra**

Neste trabalho foram utilizados 66 dentes (33 pré-molares e 33 molares) humanos extraídos, os quais apresentavam superfícies hígidas e cariadas nas faces proximais e oclusais. Esses dentes foram montados em blocos de gesso juntamente com caninos que mantiveram contatos com os dentes utilizados na pesquisa. Cada dois blocos foram unidos com cera pegajosa, simulando o contato oclusal, para que fossem realizadas as incidências radiográficas pela técnica interproximal.

Os blocos foram posicionados em um suporte de isopor, confeccionado para padronização das exposições radiográficas. Sobre a superfície de isopor existiam locais determinados para os posicionamentos dos blocos de gesso, da placa de resina (material equivalente ao tecido mole), do posicionador e do cabeçote com cilindro localizador do aparelho de raios X (KANG et al.<sup>30</sup>, 1996).

Para simular a presença do tecido mole foi confeccionada uma placa de resina com as seguintes dimensões: 13,5cm de largura por 8cm de altura e 1,5cm de espessura. Esta ficou posicionada entre o sensor e o cilindro, para atenuar a radiação de forma semelhante aos tecidos moles da face do paciente durante a incidência radiográfica interproximal (ALVARES et al.<sup>1</sup>, 1969).

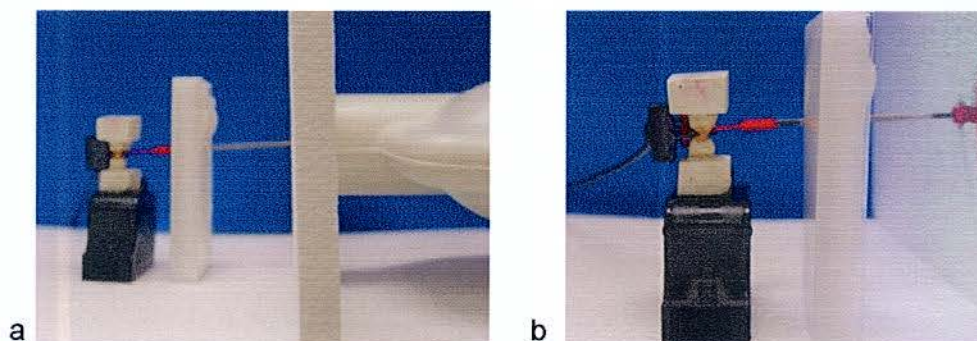


FIGURA 1 – Padronização das incidências radiográficas: (a) Aparelho, posicionador, placa de resina, dentes e CCD; (b) Visualização aproximada do posicionamento do dente em relação ao CCD.

#### 4.2 Obtenção das imagens

As imagens digitais foram obtidas utilizando o sistema Visualix\* e RVG\*\*, que utilizam um sensor intrabucal CCD (Charge Coupled Device) de dimensões: 20mm X 30mm, e área ativa de 18,1mm X 24,2mm e 22mm X 33mm, e área ativa de 17mm X 26mm, respectivamente.



FIGURA 2 – Aparelhos Visualix e RVG com respectivos CCDs.

\* Visualix – Gendex, Monza, Itália.

\*\* RadioVisioGraphy – Trophy, Paris, França.

O aparelho de raios X utilizado foi o DC 765\*, operando com 70kVp, 10mA e distância foco-sensor de 25cm (MOLTENI<sup>36</sup>, 1993). O tempo de exposição foi de 0,02 segundo para o Visualix e de 0,04 segundo para o RVG. Tais aparelhos são pertencentes ao Departamento de Radiologia da FOSJC – UNESP e foram cedidos para realização desta pesquisa.

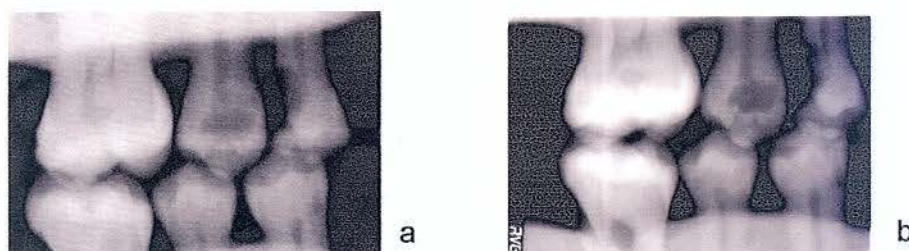


FIGURA 3 – Imagens analisadas: (a) imagem obtida com o Visualix; (b) imagem obtida com o RVG.

As imagens digitais foram interpretadas por dois radiologistas e dois clínicos gerais que reavaliaram as imagens após 15 dias. As imagens foram classificadas pelos escores propostos no Quadro 1.

---

\* DC 765 – Gendex, Monza, Itália.

Quadro 1 – Classificação das imagens de cárie\*

<b>Escore</b>	<b>Classificação</b>
0	Dente hígido
1	Cárie incipiente, penetrando em menos da metade do esmalte
2	Cárie penetrando, no mínimo, em metade do esmalte, mas não envolvendo a junção amelo-dentinária
3	Cárie de esmalte e dentina através da junção amelo-dentinária estendendo-se, menos da metade da dentina em direção à polpa
4	Cárie de esmalte e dentina penetrando em mais da metade da dentina em direção à cavidade pulpar

#### 4.3 Laser de diodo

Os dentes foram submetidos à profilaxia com jato de bicarbonato\*\* sendo este procedimento especialmente aconselhado para esse método, uma vez que a presença de pigmentos aumenta o percentual de resultados falso-positivos (GRANVILLE-GARCIA et al.<sup>22</sup>, 2000). Em seguida, foram avaliados quanto à presença e profundidade

\* HAUGEJORDEN & SLACK<sup>24</sup>, 1975; RUSSEL & PITTS<sup>50</sup>, 1993

\*\* Dabi Atlante



de cárie utilizando o aparelho de laser fluorescente de diodo, DIAGNOdent 2095\*.



FIGURA 4 - Aparelho de laser de diodo – DIAGNOdent – calibrador e ponteiros A e B (interproximal e oclusal)

Esse aparelho age irradiando luz laser sobre o tecido, e a detecção ocorre por meio da captação da fluorescência tecidual. No painel frontal, existem dois visores digitais que indicam os valores medidos numa escala de 0 a 99. O valor à esquerda indica o valor atual medido (*"moment"*), e o visor à direita indica o valor máximo medido (*"peak"*) durante o ciclo de medições. O aparelho é inicialmente acionado após uma ligeira pressão em um anel emborrachado presente na peça-de-mão. Para um ajuste preciso, o primeiro passo é adaptar o instrumento a uma superfície hígida do dente, o que é realizado por meio da colocação da sonda sobre uma área saudável. A sonda é então, movimentada e direcionada ao sítio a ser analisado. Dessa forma, as perdas minerais são detectadas em relação ao tecido hígido. Os valores obtidos foram classificados utilizando a tabela fornecida pelo fabricante, descrita no Quadro 2 (GRANVILLE-GARCIA et al.<sup>22</sup>, 2000).

---

\* Kavo – Biberach - Alemanha

Quadro 2 – Escala fornecida pelo fabricante para a transformação de dados quantitativos em qualitativos para o diagnóstico da condição do sítio selecionado para exame

<b>Valores</b>	<b>Provável Condição do Sítio</b>
0 a 5	Dente saudável
6 a 10	Lesão superficial (desmineralização)
11 a 15	Lesão de esmalte
16 a 20	Lesão profunda de esmalte
A partir de 21	Lesão de dentina

#### 4.4 Análise histológica

Depois de realizada a análise pelo laser e obtidas as imagens digitais, os dentes tiveram suas coroas seccionadas e incluídas em resina, dentro de um molde de silicona apropriado, que permite a adaptação na máquina de corte. As coroas foram seccionadas mesiodistalmente em cortes de 0,1mm a 0,4mm de espessura na máquina Extec-Labcut 1010\*. Em seguida foram desgastados em lixa d'água até que permitissem boa visualização, da superfície avaliada, no estereomicroscópio, entre 500µm e 700µm (HINTZE et al.<sup>26</sup>, 1995).

\* Division of Excel Technologies INC, USA.



FIGURA 5 - Máquina de corte Extec-Labcut 1010.



FIGURA 6 - Dente cortado no sentido méso-distal.

Os cortes foram fixados em lâminas e examinados em um estereomicroscópio com aumento de 25X. Os aspectos morfológicos que foram considerados para a classificação, segundo Quadro 1, correspondem ao tecido efetivamente cariado, sendo exemplificados nas Figuras 7, 8, 9, 10 e 11. O aspecto invasivo da cárie que pode ser observado pelos prismas de esmalte e pelos canalículos dentinários não foram considerados, devido à adequação à prática clínica. Este exame estabeleceu o padrão ouro da análise.





FIGURA 7 - Corte histológico: escore 0.



FIGURA 8 - Corte histológico: escore 1.





FIGURA 9 - Corte histológico: escore 2.



FIGURA 10 - Corte histológico: escore 3.

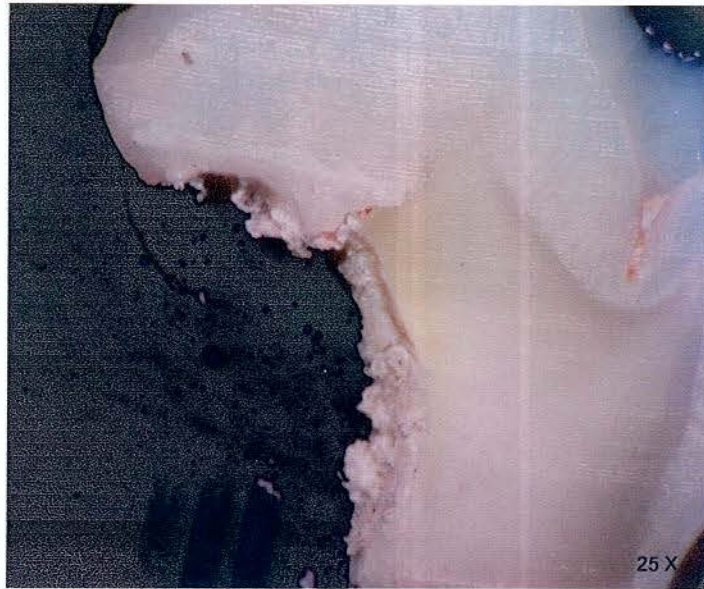


FIGURA 11 - Corte histológico: escore 4.

Obtidos os resultados foram analisados pelo teste Kappa de Cohen e pela curva ROC, que determinaram a sensibilidade e especificidade dos métodos utilizados na pesquisa (DAGENAIS & CLARK<sup>12</sup>, 1995; KANG et al.<sup>30</sup>, 1996; SHROUT et al.<sup>57</sup>, 1996).

## 5 RESULTADOS

### 5.1 Análises

O índice de concordância de Kappa é um teste não-paramétrico utilizado para avaliar o nível de concordância ou reprodutibilidade de instrumentos. Representa a proporção de acordos observados em relação ao máximo acordo possível além do acaso. Distingue-se entre a reprodutibilidade do mesmo instrumento em dois instantes de tempos diferentes e se denomina, concordância intra-observador. Existe também a reprodutibilidade do mesmo instrumento usado em diferentes condições, por exemplo dois observadores, nesse caso, denomina-se concordância interobservador. Neste estudo, o índice de Kappa forneceu o nível de concordância interexaminadores e intra-examinadores. Ressalta-se que, o que se está testando é se a concordância entre os examinadores é nula ( $Kappa = 0$ ) ou não ( $Kappa > 0$ ). Portanto, um resultado significativo, ou seja,  $p$  menor 0,05 indica que existe alguma concordância entre dois exames, mas, o valor do Kappa é que determina a intensidade desta concordância (quanto mais próximo de 1, maior a concordância entre dois examinadores). Sendo que, este índice pode ser interpretado conforme os quadros a seguir.

Quadro 3 - Interpretação da estatística Kappa

Intervalo	Interpretação
< 0,20	Concordância fraca
0,21   0,40	Concordância mediana
0,41   0,60	Concordância moderada
0,61   0,80	Concordância boa
0,81   1,00	Concordância excelente

Quadro 4 - Faixa de variação do teste Kappa

Valor	Interpretação
+1	indica que os dois observadores são perfeitamente confiáveis. Eles classificam tudo exatamente da mesma forma.
0	indica não haver relacionamento algum entre as classificações dos dois observadores, além do acordo que se poderia esperar ao acaso.
-1	indica que os dois observadores classificam exatamente nos sentidos opostos um do outro.

A curva R.O.C. (Receiver Operator Characteristic) foi utilizada para verificar entre os quatro examinadores quanto aos três sistemas auxiliares de diagnóstico utilizando o critério de classificação mostrado no Quadro 1 qual ou quais deles apresentam melhor acurácia



no diagnóstico quando comparado com os resultados obtidos por meio do exame histológico (padrão-ouro).

Esta curva é um método gráfico que relaciona os valores de Sensibilidade e Especificidade dos métodos avaliados. Sendo que, a Sensibilidade mede a capacidade do método em verificar os dentes com presença de lesão e a Especificidade mede a capacidade do método verificar o dente sem lesão, comparado ao resultado histológico (padrão-ouro). A seguir é apresentado o método de cálculo das medidas de Sensibilidade e Especificidade.

$$S = \frac{\text{Verdadeiro Positivo}}{\text{Verdadeiro Positivo} + \text{Falso Negativo}} \times 100$$

$$E = \frac{\text{Verdadeiro Negativo}}{\text{Verdadeiro Negativo} + \text{Falso Positivo}} \times 100$$

FIGURA 12 - Fórmula para obtenção da Sensibilidade e Especificidade.

O valor da área na ordem de 1,0 apresenta uma linha em que se atinge o canto esquerdo superior (100% de sensibilidade e especificidade), indica detecção perfeita das lesões de cárie (teste ideal). O valor da área abaixo da curva ROC na ordem de 0,5, apresenta uma linha diagonal transversalmente ao gráfico, indica decisão suposta ao acaso (teste sem poder de discriminação). As Figuras 13 e 14 mostram as duas situações, respectivamente.

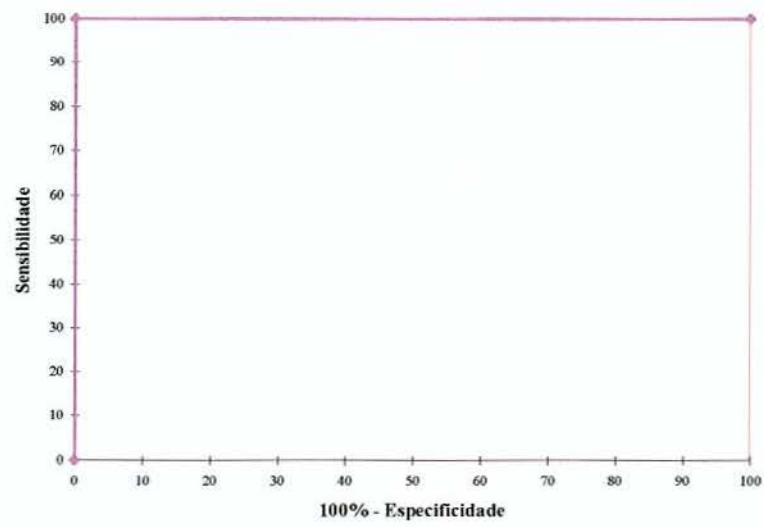


FIGURA 13 - Curva R.O.C. – Teste ideal.

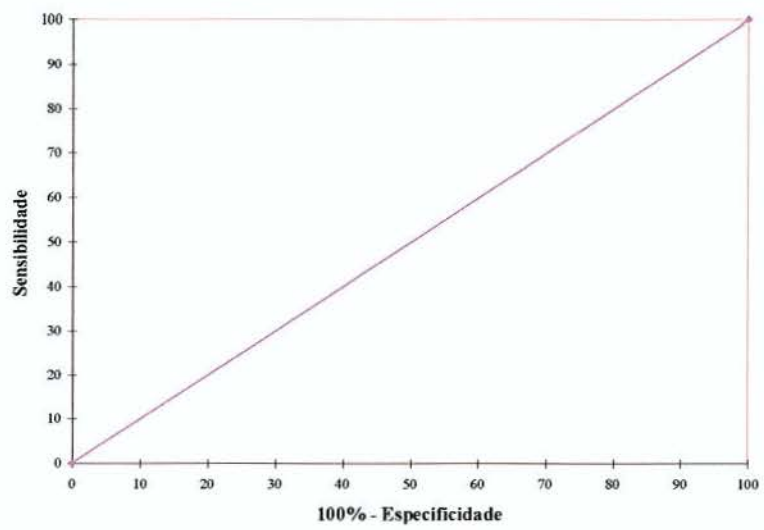


FIGURA 14 - Curva R.O.C. – Teste sem poder de discriminação.

Todos os resultados foram considerados significativos para uma probabilidade de significância inferior a 5% ( $p < 0,05$ ). Tendo, portanto, pelo menos 95% de confiança nas conclusões apresentadas.

## 5.2 Análise dos dados

O exame histológico revelou que das 198 superfícies examinadas, 118 não possuíam cárie, trinta superfícies apresentavam cárie em esmalte e cinquenta superfícies apresentavam cárie em dentina. Tais dados foram comparados às análises das imagens digitais e à análise do DIAGNOdent, determinando a veracidade dos diagnósticos.

As imagens digitais foram avaliadas por dois clínicos gerais (A e C) e por dois radiologistas (B e D), em momentos distintos com intervalo de 15 dias. Obtidos estes dados foi verificada a concordância intra-examinadores e interexaminadores.

A Tabela 1 mostra que todos os examinadores apresentaram excelentes níveis de concordância intra-examinadores para avaliação de cáries proximais pelo Visualix, onde, os valores de Kappa variaram entre 0,842 a 0,934. Para as avaliações de cáries oclusais, descritos os valores na Tabela 2, ressalta-se que os examinadores apresentaram excelente concordância intra-examinador, exceto o examinador A que apresentou boa concordância, com valor de Kappa de 0,770, pela análise da imagem obtida com o Visualix. Analisando o sistema RVG houve diminuição na concordância intra-examinadores, mas que continuaram num nível bom de concordância.

Tabela 1 - Avaliação do índice de concordância intra-examinadores (Kappa) para avaliação de cáries proximais

Examinadores	Sistemas Digitais			
	Visualix		RVG	
	K	p	K	p
A <sub>1</sub> x A <sub>2</sub>	0,842	<0,001	0,866	<0,001
B <sub>1</sub> x B <sub>2</sub>	0,863	<0,001	0,786	<0,001
C <sub>1</sub> x C <sub>2</sub>	0,934	<0,001	0,867	<0,001
D <sub>1</sub> x D <sub>2</sub>	0,922	<0,001	0,939	<0,001

Nota: O índice de concordância foi avaliado baseado no critério de classificação de cárie (de 0 a 4).

Tabela 2 - Avaliação do índice de concordância intra-examinadores (Kappa) para avaliação de cáries oclusais

Examinadores	Sistemas Digitais			
	Visualix		RVG	
	K	p	K	p
A <sub>1</sub> x A <sub>2</sub>	0,770	<0,001	0,786	<0,001
B <sub>1</sub> x B <sub>2</sub>	0,946	<0,001	0,925	<0,001
C <sub>1</sub> x C <sub>2</sub>	0,971	<0,001	0,972	<0,001
D <sub>1</sub> x D <sub>2</sub>	0,945	<0,001	0,854	<0,001

Nota: O índice de concordância foi avaliado baseado no critério de classificação de cárie (de 0 a 4).



A Tabela 3 expõe os valores de concordância interexaminadores na verificação de cáries proximais. Pode-se notar que esta concordância foi maior para a observação de imagens obtidas com o sistema Visualix. Os examinadores obtiveram boa concordância, excetuando o examinador A aos demais que visualizando imagens obtidas com o sistema RVG, que obteve concordância moderada, com valores de Kappa de 0,543 à 0,597.

Tabela 3 - Avaliação do índice de concordância (Kappa) entre os sistemas digitais com relação aos resultados obtidos para cada um dos examinadores na avaliação de cáries proximais

Examinadores	Sistemas Digitais			
	Visualix		RVG	
	K	p	K	p
A x B	0,671	<0,001	0,543	<0,001
A x C	0,679	<0,001	0,591	<0,001
A x D	0,695	<0,001	0,597	<0,001
B x C	0,793	<0,001	0,637	<0,001
B x D	0,685	<0,001	0,670	<0,001
C x D	0,806	<0,001	0,778	<0,001

Nota: O índice de concordância foi avaliado baseado no critério de classificação de cárie (de 0 a 4).

A Tabela 4 contém os valores de concordância interexaminadores para a detecção de cáries oclusais. Todos os examinadores alcançaram níveis de moderado a bom de concordância.

Tabela 4 - Avaliação do índice de concordância (Kappa) entre os sistemas digitais com relação aos resultados obtidos para cada um dos examinadores na avaliação de cáries oclusais

Examinadores	Sistemas Digitais			
	Visualix		RVG	
	K	p	K	p
A x B	0,632	<0,001	0,525	<0,001
A x C	0,540	<0,001	0,719	<0,001
A x D	0,545	<0,001	0,683	<0,001
B x C	0,617	<0,001	0,543	<0,001
B x D	0,542	<0,001	0,451	<0,001
C x D	0,828	<0,001	0,705	<0,001

A Tabela 5 representa os valores calculados a partir da área abaixo da curva ROC. As imagens obtidas com o sistema Visualix apresentaram-se valores de áreas maiores em relação às imagens obtidas com o RVG, para o exame das faces proximais.

Tabela 5 – Áreas da curva ROC para cada sistema digital obtida com as avaliações de cada examinador para faces proximais e oclusais

Examinador	Proximais		Oclusais	
	Visualix	RVG	Visualix	RVG
A	0,887	0,871	0,675	0,758
B	0,852	0,916	0,758	0,730
C	0,913	0,904	0,781	0,756
D	0,936	0,920	0,734	0,774

A Tabela 6 contém os dados das áreas das curvas ROC comparando os avaliadores e os sistemas utilizados. Pode-se notar que não houve diferenças estatisticamente significantes para as imagens observadas tanto pelo sistema Visualix como RVG.

Tabela 6 – Comparação entre as áreas da curva ROC para cada sistema digital obtida com as avaliações de cada examinador para faces proximais e oclusais

Examinador	Proximais		Oclusais	
	Visualix	RVG	Visualix	RVG
A X B	0,065	0,183	0,171	0,371
A X C	0,295	0,260	0,110	0,491
A X D	0,144	0,161	0,251	0,423
B X C	0,182	0,404	0,392	0,380
B X D	0,342	0,463	0,389	0,301
C X D	0,310	0,369	0,289	0,414

Nota: \* Valores estatisticamente significantes para  $p < 0,05$ .

O DIAGNOdent foi avaliado por apenas um examinador, devido ter sido encontrado na literatura que apresenta excelente reprodutibilidade. Sendo assim a área da curva ROC obtida foi de 0,642 para as faces proximais e 0,701 para as faces oclusais. Tendo estes valores foi realizada comparação entre a encontrada e as áreas obtidas com os sistemas digitais. A diferença entre estas curvas foi apresentada na Tabela 7 a seguir.

Tabela 7 – Comparação entre as áreas da curva ROC do DIAGNOdent e de cada sistema digital obtida com as avaliações de cada examinador para faces proximais e oclusais

Examinador X DIAGNOdent	Proximais		Oclusais	
	Visualix	RVG	Visualix	RVG
A X DIAG	0,0001*	0,0003*	0,3868	0,2565
B X DIAG	0,0000*	0,0000*	0,2561	0,3710
C X DIAG	0,0000*	0,0000*	0,1769	0,2651
D X DIAG	0,0000*	0,0000*	0,3533	0,1995

Nota: \* Valores estatisticamente significantes para  $p < 0,05$ .

Houve diferenças estatisticamente significantes entre as avaliações realizadas pelos examinadores utilizando imagens digitais e o DIAGNOdent, nas interpretações de cáries proximais. Já para as cáries oclusais não houve diferenças significativas entre os métodos.

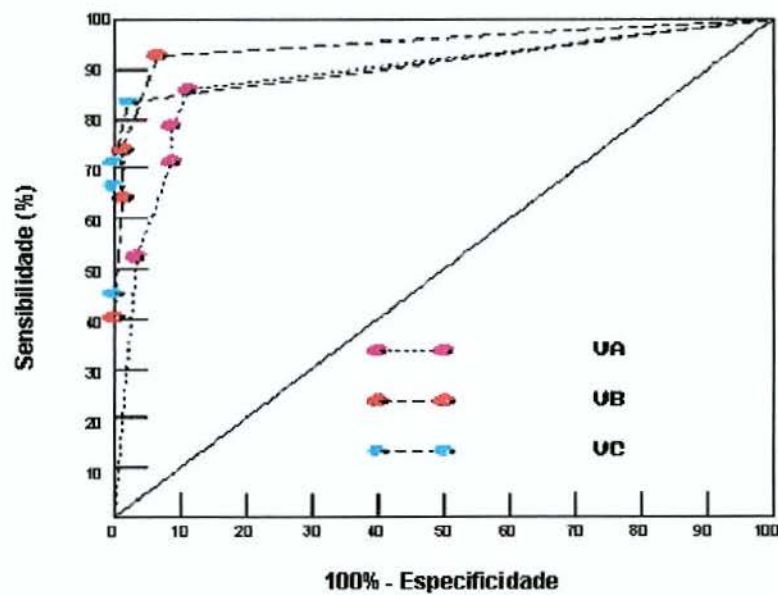


FIGURA 15 - Representação gráfica da curva ROC para os examinadores A, B e C na detecção de cáries proximais pelo sistema Visualix.



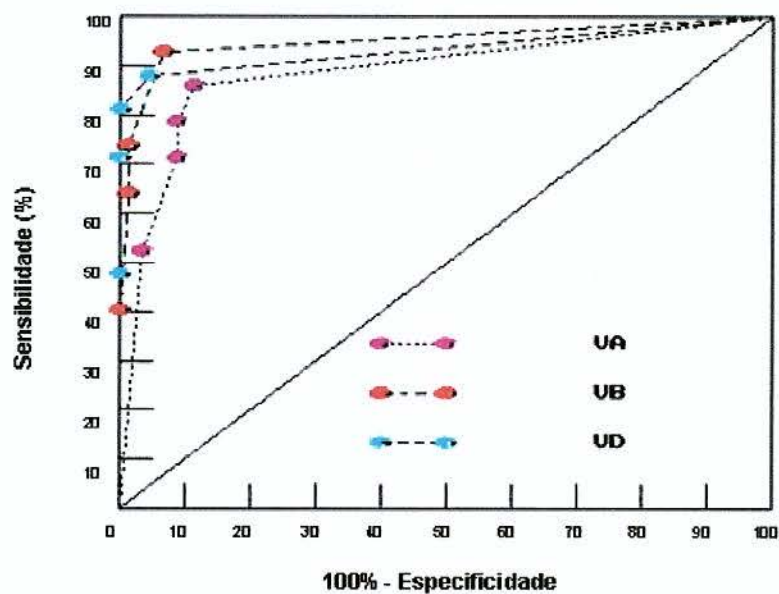


FIGURA 16 - Representação gráfica da curva ROC para os examinadores A, B e D na detecção de cáries proximais pelo sistema Visualix.

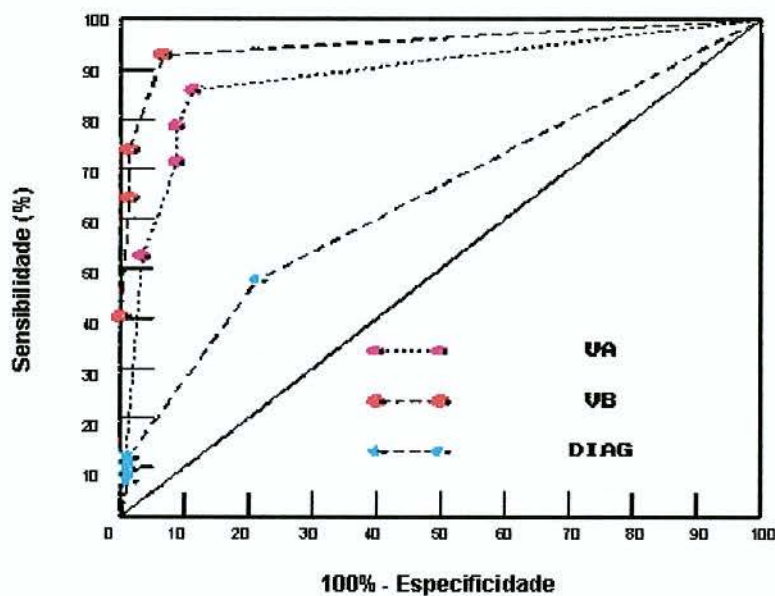


FIGURA 17 - Representação gráfica da curva ROC para os examinadores A, B pelos sistemas Visualix e DIAGNODent na detecção de cáries proximais.

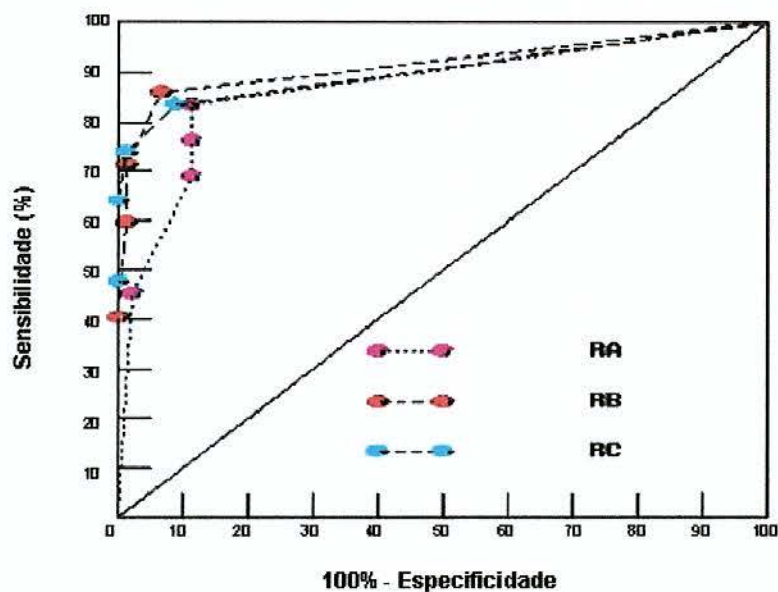


FIGURA 18 - Representação gráfica da curva ROC para os examinadores A, B e C na detecção de cáries proximais pelo sistema RVG.

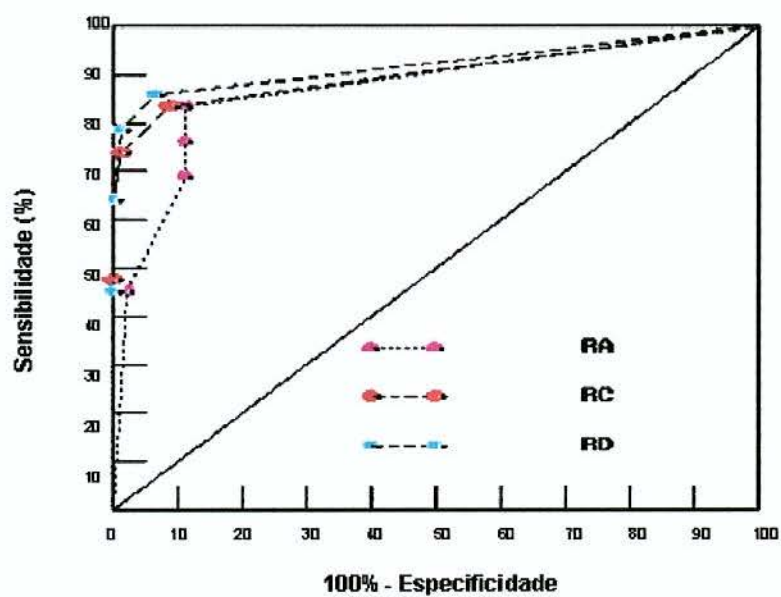


FIGURA 19 - Representação gráfica da curva ROC para os examinadores A, C e D na detecção de cáries proximais pelo sistema RVG.

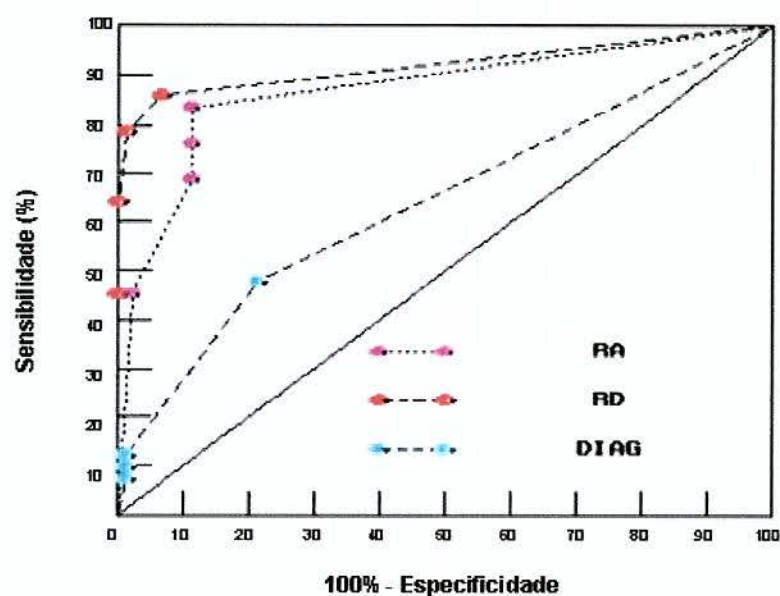


FIGURA 20 - Representação gráfica da curva ROC para os examinadores A, D pelos sistemas RVG e DIAGNOdent na detecção de cáries proximais.

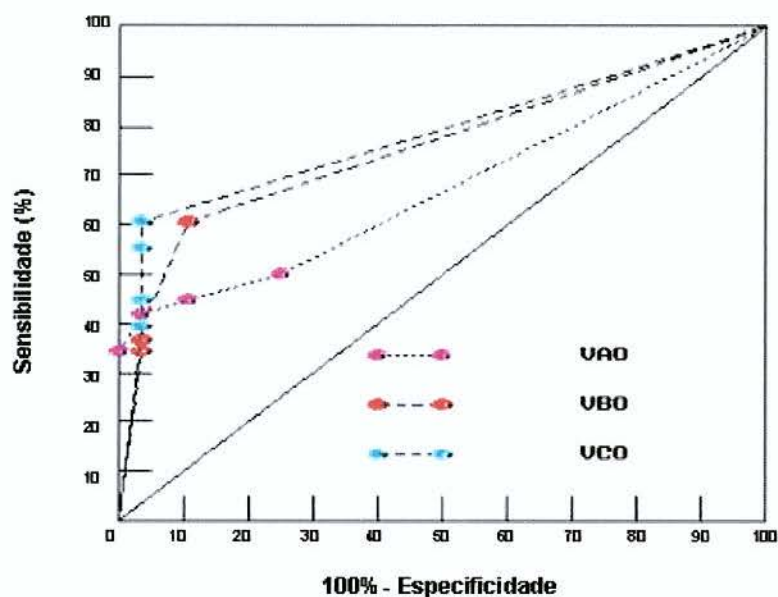


FIGURA 21 - Representação gráfica da curva ROC para os examinadores A, B e C na detecção de cáries oclusais pelo sistema Visualix.

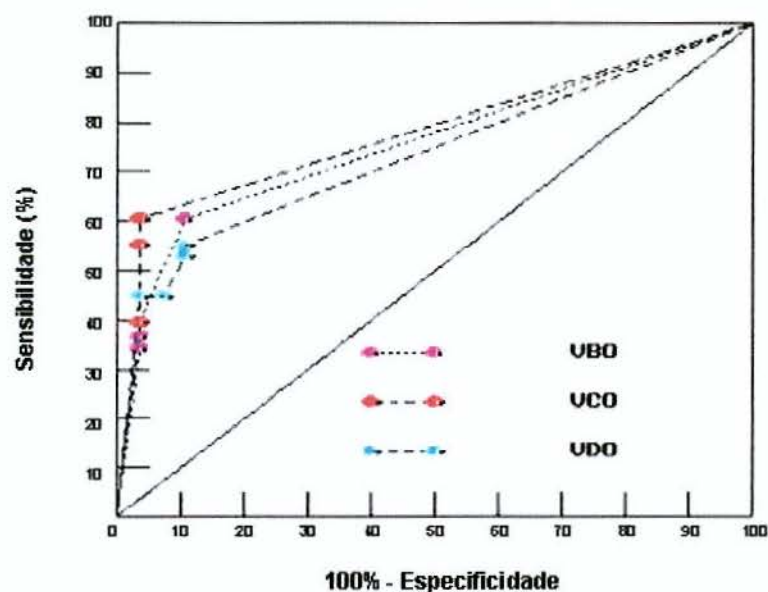


FIGURA 22 - Representação gráfica da curva ROC para os examinadores B, C e D na detecção de cáries oclusais pelo sistema Visualix.

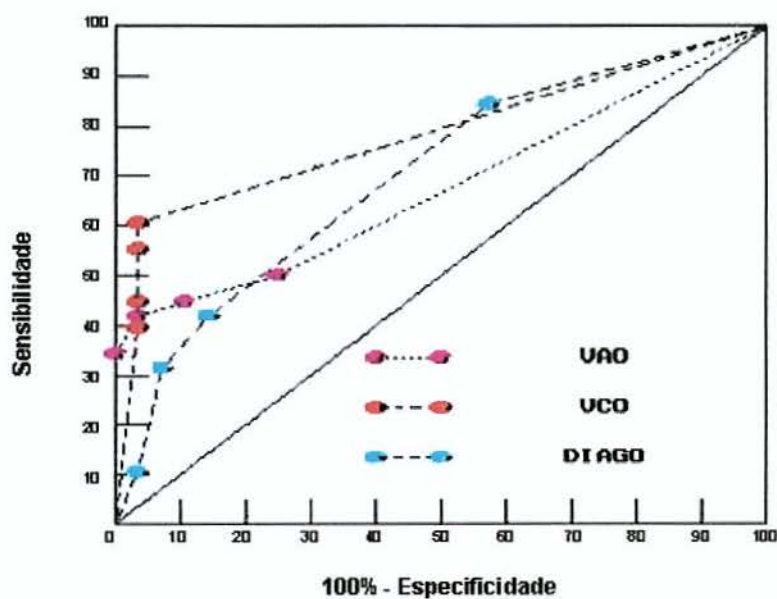


FIGURA 23 - Representação gráfica da curva ROC para os examinadores A, C pelos sistemas Visualix e DIAGNOdent na detecção de cáries oclusais.



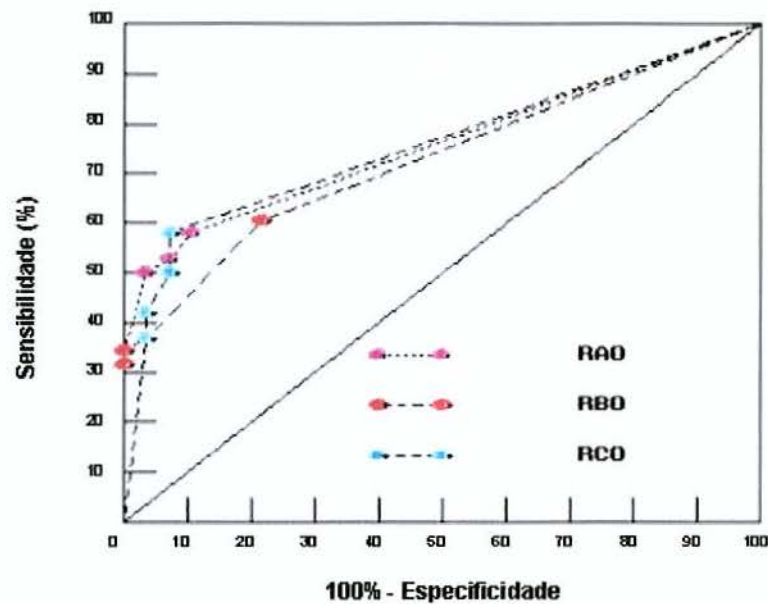


FIGURA 24 - Representação gráfica da curva ROC para os examinadores A, B e C na detecção de cáries oclusais pelo sistema RVG.

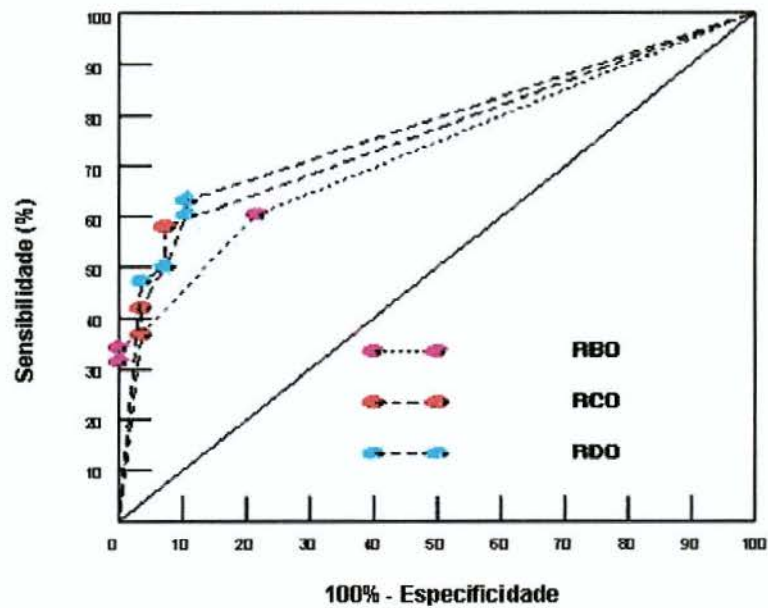


FIGURA 25 - Representação gráfica da curva ROC para os examinadores B, C e D na detecção de cáries oclusais pelo sistema RVG.

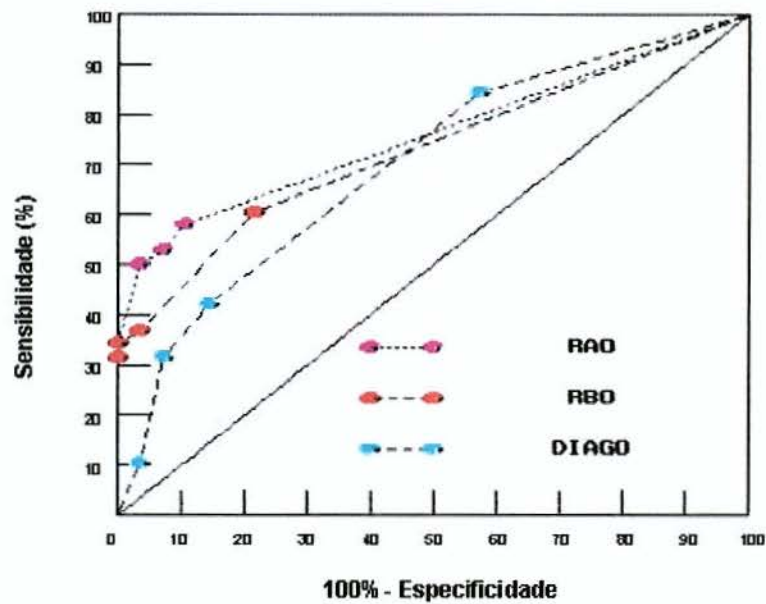


FIGURA 26 - Representação gráfica da curva ROC para os examinadores A, B pelos sistemas RVG e DIAGNOdent na detecção de cáries oclusais.

A Tabela 8 compara as áreas da curva ROC em relação a detecção de cáries oclusais e proximais. Pode-se verificar que houve diferenças estatisticamente significantes para todos os examinadores, exceto para o examinador A na visualização de imagens obtidas pelo sistema RVG.

Tabela 8 – Comparação entre as áreas da curva ROC das avaliações de cáries proximais e oclusais de cada imagem digital obtida com as avaliações de cada examinador

Examinador	Proximais X Oclusais	
	Visualix	RVG
A	0,0022*	0,0531
B	0,0013*	0,0038*
C	0,0244*	0,0169*
D	0,0016*	0,0141*

Nota: \* Valores estatisticamente significantes para  $p < 0,05$ .

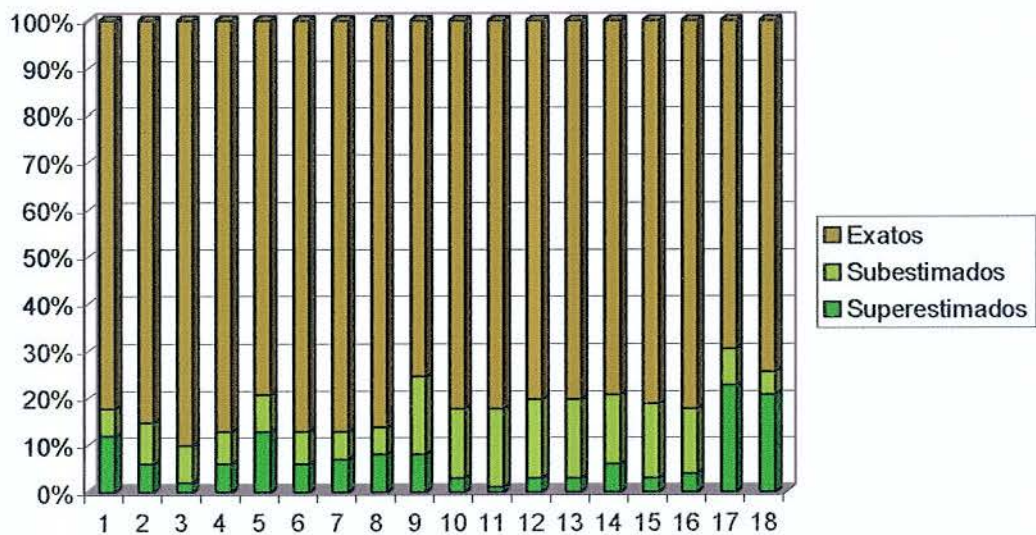


FIGURA 27 - Representação gráfica das detecções superestimadas, subestimadas e exatas de lesões restritas ao esmalte.

No gráfico presente na Figura 27 temos os valores superestimados, subestimados e exatos para lesões restritas ao esmalte,

sendo que do 1 ao 4 são observações dos quatro examinadores de imagens obtidas com o sistema Visualix de lesões proximais, do 5 ao 8 são observações dos quatro examinadores de imagens obtidas com o sistema RVG proximais, do 9 ao 12 são observações dos quatro examinadores de imagens obtidas com o sistema Visualix de lesões oclusais, do 13 ao 16 são observações dos quatro examinadores de imagens obtidas com o sistema RVG de lesões oclusais, 17 e 18 são avaliações com o DIAGNOdent para cáries proximais e oclusais, respectivamente.

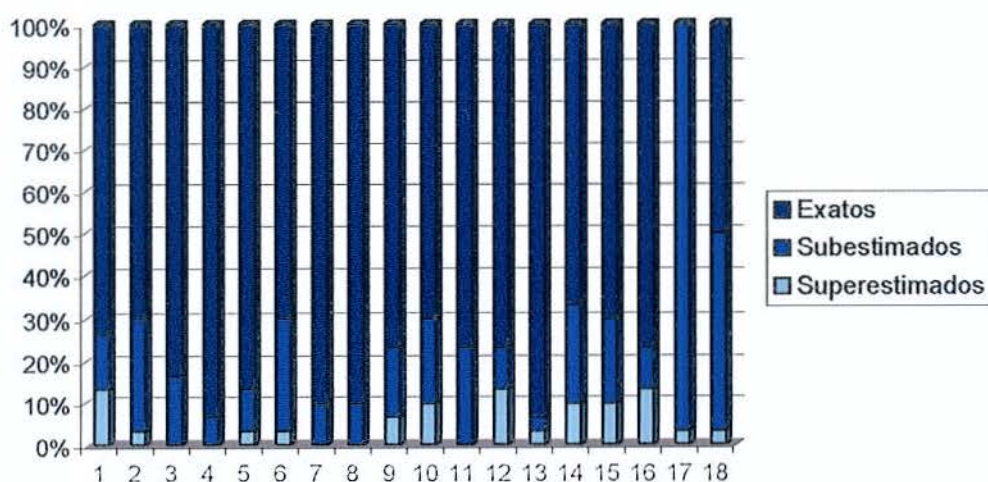


FIGURA 28 - Representação gráfica das detecções superestimadas, subestimadas e exatas de lesões em dentina.

No gráfico presente na Figura 28 temos os valores superestimados, subestimados e exatos em lesões restritas à dentina, sendo que do 1 ao 4 são observações dos quatro examinadores de imagens obtidas com o sistema Visualix de lesões proximais, do 5 ao 8 são observações dos quatro examinadores de imagens obtidas com o

sistema RVG proximais, do 9 ao 12 são observações dos quatro examinadores de imagens obtidas com o sistema Visualix de lesões oclusais, do 13 ao 16 são observações dos quatro examinadores de imagens obtidas com o sistema RVG de lesões oclusais, 17 e 18 são avaliações com o DIAGNOdent para cáries proximais e oclusais, respectivamente.



## 6 DISCUSSÃO

A análise de qualquer método auxiliar no diagnóstico de cárie exige que os examinadores estejam habituados com os sistemas utilizados ou que sejam treinados.

O teste estatístico capaz de identificar a concordância entre os examinadores é o teste Kappa de Cohen. A concordância interexaminadores determina quais examinadores observaram de igual forma, e a intra-examinadores se os mesmos interpretam igualmente em períodos distintos. Tal análise estatística foi utilizada em muitos trabalhos estudados (KANG et al.<sup>30</sup>, 1996; LUSSI et al.<sup>32</sup>, 1999; GRANVILLE-GARCIA et al.<sup>22</sup>, 2000; ATRILL & ASHLEY<sup>4</sup>, 2001; COSTA et al.<sup>11</sup>, 2002; PINELLI et al.<sup>45</sup>, 2002).

Nyvad<sup>41</sup> (2004) revelou que examinadores bem treinados apresentam concordância intra-examinadores de 0,74 a 0,85 e concordância interexaminadores de 0,78 a 0,80, portanto boa concordância.

No presente trabalho, a concordância intra-examinadores atingiu tais valores ficando entre 0,77 a 0,97, mas em se tratando de concordância interexaminadores os valores foram inferiores ficando entre 0,45 e 0,83, porém possuindo concordância moderada. Tal fato pode ter ocorrido devido a tendência de interpretação de cada examinador em atribuir determinados valores que não coincidiam entre eles. Granville-Garcia et al.<sup>22</sup> (2000) também revelaram tal disparidade ocorrida em seu trabalho; justificando a utilização desses examinadores por terem expedido as mesmas considerações repetidas vezes.

Para avaliar um teste auxiliar no diagnóstico de cárie, não basta que os examinadores estejam atribuindo os mesmos valores repetidas vezes. É preciso que esses valores coincidam com a realidade.

Os cortes histológicos, realizados nesta pesquisa, foram utilizados para comprovar a veracidade da presença ou não de lesões de cárie, determinando assim o padrão-ouro. Os valores atribuídos por cada examinador são comparados ao padrão-ouro e verificada a coincidência de valores atribuídos para a profundidade das lesões de cárie (WENZEL & HINTZE<sup>74</sup>, 1999).

A curva ROC foi utilizada para verificar a proximidade dos valores atribuídos à realidade. Dagenais & Clark<sup>12</sup> (1995) revelaram em seu trabalho que a análise da curva ROC tornou-se uma boa ferramenta para comparação de valores no diagnóstico de imagens radiográficas. A área abaixo da curva ROC é o mais realista parâmetro para verificação de qual método auxiliar no diagnóstico que melhor determina a presença de lesão cariosa, sendo útil na Radiologia. E também torna os valores de sensibilidade e especificidade mais compreensíveis.

Um teste para diagnóstico pode ser descrito em termos de sensibilidade e especificidade. Shi et al.<sup>56</sup> (2000) verificaram que a vantagem da utilização da área da curva ROC é que reflete o desempenho no diagnóstico de forma mais compreensiva que somente mencionando a sensibilidade e especificidade. Por esta razão é que foi utilizada a área abaixo da curva ROC para avaliar o melhor método auxiliar no diagnóstico de cáries proximais e oclusais.

Analisando a área abaixo da curva ROC, do presente trabalho, foi possível afirmar que os sistemas digitais são acurados para serem utilizados como métodos auxiliares no diagnóstico de cáries proximais. Concordantes com o observado por Zanardo & Rego<sup>82</sup> (2002) e Forner et al.<sup>20</sup> (1999), mencionaram que o sistema digital permite uma boa detecção de cáries proximais, apesar de possuir pouca sensibilidade na detecção de cáries confinadas ao esmalte.

Os resultados de vários estudos indicam a utilização da imagem digital para detecção de cáries apesar de alguns trabalhos referirem relativa ineficiência da imagem na acurácia. Este fato é explicado pelo pouco treinamento e habilidade do profissional mais habituado à imagem radiográfica convencional (WENZEL & FEJERSKOV<sup>71</sup>, 1992; RUSSEL & PITTS<sup>50</sup>, 1993; SILVA & TAVANO<sup>59</sup>, 1996; PRICE & ERGÜL<sup>48</sup>, 1997; UPRICHARD et al.<sup>63</sup>, 2000).

Avaliando os dois sistemas digitais verificou-se que são equivalentes para a detecção de cáries proximais e oclusais. Moyen et al.<sup>37</sup> (1989) afirmaram que a presença de cintilizador no interior do CCD, exclusividade do sistema RVG, permite obtenção de imagem de melhor qualidade. Porém, este não se mostrou essencial para aumentar a acurácia na detecção de lesões de cárie.

Wenzel & Hintze<sup>73</sup> (1993) relataram que a utilização de um aparelho digital com alta sensibilidade acarretaria no aparecimento de falso-positivos. Isso indica que pacientes com baixo risco de cárie receberiam tratamentos desnecessários (BENN<sup>6</sup>, 1994).

Esse problema pode ser contornado pelos examinadores, pois a verificação de uma lesão de cárie incipiente não implica que o dente deva ser restaurado, mas acompanhado até o novo exame após 6 meses. Sendo assim, o CCD poderá ser mais sensível e isso não modificará necessariamente a conduta a ser empregada.

A verificação de cáries proximais foi significativamente maior que as oclusais, semelhante ao que foi verificado por Costa et al.<sup>11</sup> (2002), mas, mesmo assim, a acurácia foi satisfatória.

Concordando com o presente trabalho, Costa et al.<sup>11</sup> (2002) verificaram que os métodos convencionais visual, radiográfico e digital subestimaram o número de cáries oclusais.

Vários estudos verificaram a boa reprodutibilidade do DIAGNOdent, isto é, não ocorre modificação significativa dos valores obtidos ao realizar o exame em dias diferentes ou com mais



examinadores (ANTTONEN et al.<sup>2</sup>, 2003; ATTRILL&ASHLEY<sup>4</sup>, 2001; BAMZAHIM et al.<sup>5</sup>, 2002; COSTA et al.<sup>11</sup>, 2002; LUSSI & FRANCESCUT<sup>31</sup>, 2003; LUSSI et al.<sup>32</sup>, 1999; IJIMA & TAKAGI<sup>28</sup>, 2000; PINELLI et al.<sup>45</sup>, 2002; SHI et al.<sup>55</sup>, 2001; WICHT<sup>80</sup>, 2002). Tal achado justifica a utilização de apenas um examinador para essa avaliação.

Segundo Mendes et al.<sup>34</sup> (2004) a hidratação dos dentes não interfere significativamente no resultado do diagnóstico obtido com o auxílio do DIAGNOdent. Justificando a utilização dos dentes somente com uma profilaxia prévia recomendada pelo fabricante.

O laser DIAGNOdent apresentou acurácia na determinação de cáries oclusais, mas baixa sensibilidade na detecção de cáries proximais.

Na literatura é possível encontrar trabalhos que verificam alta sensibilidade do DIAGNOdent na detecção de cáries oclusais, mas acompanhada de moderada especificidade, isto é, o método apresenta falsos positivos (GRANVILLE-GARCIA et al.<sup>22</sup>, 2000; TRANÆUS et al.<sup>61</sup>, 2000; OUELLET et al.<sup>42</sup>, 2002). Os falsos positivos encontrados podem ser oriundos da presença de dentina reacional escurecida e sulcos pigmentados, que o aparelho identifica como tecido alterado (FERREIRA et al.<sup>18</sup>, 2001; OUELLET et al.<sup>42</sup>, 2002).

Comparando os sistemas digitais ao laser pode-se verificar que houve diferenças estatisticamente significantes de superioridade para os sistemas digitais na detecção de proximais. Esse resultado encontrado pode ser reflexo da ineficiência da ponteira existente para a detecção de cáries interproximais.

Bamzahim et al.<sup>5</sup> (2002) afirmaram que o DIAGNOdent aumenta seus valores gradualmente quando a lesão está confinada ao esmalte e aumenta drasticamente uma vez a lesão tendo penetrado na junção amelo-dentinária.

No presente trabalho não foi verificada correlação dos valores encontrados com a profundidade de cárie, assim como Ferreira et al.<sup>18</sup>, 2001 e Ouellet et al.<sup>42</sup>, 2002.

Não existe, basicamente, um único exame capaz de diagnosticar todos os tipos de cárie em todos os dentes e nenhum método se correlaciona perfeitamente com a profundidade real da lesão. Vários métodos devem ser associados com o objetivo de se obter o máximo de informação para o diagnóstico, considerando-se as vantagens e desvantagens de cada um (SILVA & TAVANO<sup>59</sup>, 1996).

Zanardo & Rego<sup>82</sup> (2002) mencionaram não existir um método para diagnóstico ideal que possa ser aplicado em todas as situações com sucesso e segurança. O método mais adequado deve ser selecionado de acordo com cada situação, considerando-se o tipo de lesão (ativa ou inativa), o local do dente (esmalte ou dentina) e o tipo de paciente (alto ou baixo risco de cárie).

Clínicamente a utilização de um método com elevada sensibilidade como o laser, pode ocasionar na identificação de falsos positivos, que se não forem bem interpretados podem acarretar numa conduta invasiva. A identificação de uma lesão inicial em esmalte iria apenas alertar para um controle e utilização de medidas preventivas, que não difere da Odontologia Preventiva adotada nos dias atuais. Ismail<sup>29</sup> (2004) mencionou que para decidir o tratamento, atualmente, nos fixamos na verificação se a cárie se apresenta em esmalte ou em dentina e se está cavitada ou não. A presença de cavitação e sua profundidade atingindo dentina, direcionam o Cirurgião Dentista a um tratamento invasivo. Em seu trabalho ele alerta para a busca de métodos que sejam capazes de mensurar a atividade da cárie, pois sabendo que a cárie está inativa, pouparia muitos dentes de serem tratados desnecessariamente. Christensen<sup>9</sup> (2000) mencionou que cáries pigmentadas são normalmente cáries inativas, sendo desnecessária a restauração.

Segundo Silva & Correia<sup>58</sup> (1997) e Feldens<sup>17</sup>(1998) o tratamento só se faz necessário na presença de cavitação. Cáries identificadas em esmalte devem seguir uma terapêutica utilizando-se de flúor, para que sejam remineralizadas as superfícies desmineralizadas pela cárie e deve existir acompanhamento por períodos que seguem critérios de acordo com o risco do paciente.

Segundo van der Steit<sup>64</sup> (2000) a radiografia é indispensável na rotina odontológica. A presença e extensão de qualquer lesão ou condições anormais podem ser verificadas por meio de radiografias. Em inúmeras situações, ela se torna essencial na tomada de decisão de qual conduta deve ser adotada durante a terapia e no acompanhamento do progresso do tratamento.

Quando a imagem radiográfica de cárie interproximal estiver confinada ao esmalte, é grande a probabilidade de não existir cavitação e medidas preventivas devem ser adotadas (SILVA & TAVANO<sup>59</sup>, 1996; PITTS<sup>47</sup>, 2004).

Lussi et al.<sup>33</sup> (2001) afirma que cáries visíveis radiograficamente são mais infectadas com *lactobacilos* e *estreptococos mutans* que as não visíveis, devendo ser tratadas.

Resumindo e comparando os resultados encontrados à literatura pesquisada, foi possível concluir que a radiografia digital é um método auxiliar eficaz na detecção de cáries oclusais e proximais. E o laser DIAGNOdent, mesmo sendo muito sensível, não apresenta diferenças estatisticamente significantes em relação ao sistema digital para cáries oclusais.

## **7 CONCLUSÕES**

Dentro dos parâmetros em que foi realizado este trabalho, pode-se concluir que:

- a) as imagens digitais proporcionaram melhor interpretação da presença de cáries proximais comparadas ao laser DIAGNOdent, com diferenças estatisticamente significantes;
- b) as imagens digitais proporcionaram semelhante interpretação da presença de cáries oclusais comparadas ao laser DIAGNOdent;
- c) as imagens digitais obtidas pelo sistema Visualix e pelo sistema RVG não apresentaram diferenças estatisticamente significantes;
- d) as imagens digitais permitiram uma melhor acurácia na identificação de cáries proximais que oclusais, com diferenças estatisticamente significantes.

## **8 REFERÊNCIAS\***

- 1 ALVARES, L.C.; TAVANO, O.; FREITAS, J.A.S. Estudo comparativo entre alguns materiais substitutos para o tecido mole, no que concerne à absorção de raios X e emissão de radiação secundária. **Estomat Cult**, v.3, n.2, p.153-66, jul./dez.1969.
- 2 ANTONEN, V.; SEPPÄ, L.; HAUSEN, H. Clinical study of the use of the laser fluorescence device DIAGNOdent for detection of occlusal caries in children. **Caries Res**, v.37, n.1, p.17-23, Jan./Feb. 2003.
- 3 ARAUJO, E.A.F. **Comparação entre imagem radiográfica interproximal convencional e a digital direta na detecção de cáries proximais**. 2001. 94f. Dissertação (Mestrado em Odontologia, Área de Concentração em Radiologia Odontológica) – Faculdade de Odontologia, Campus de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista. São José dos Campos.
- 4 ATTRILL, D.C.; ASHLEY, P.F. Occlusal caries detection in primary teeth: a comparison of DIAGNOdent with conventional methods. **Br Dent J**, v.190, n.8, p.440-3, Aug. 2001.

---

\* Baseado em:  
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Rio de Janeiro. **Informação e documentação: referências, elaboração**. NBR6023. Rio de Janeiro, 2002. 23p.

- 5 BAMZAHIM, M.; SHI, X.Q.; ANGMAR-MANSSON, B. Occlusal caries detection and quantification by DIAGNodent and electronic caries monitor: in vitro comparison. **Acta Odontol Scand**, v.60, n.6, June 2002.
- 6 BENN, D.K. Radiographic caries diagnosis and monitoring. **Dentomaxillofac Radiol**, v.23, n.2, p.69-72, May 1994.
- 7 BORG, E.; GRÖNDAHL, H-G. On the dynamic range of different X-ray photon detectors in intra-oral radiography. A comparison of image quality in film, charge coupled device and storage phosphor systems. **Dentomaxillofac Radiol**, v. 25, n. 2, p.82-8, Apr. 1996.
- 8 BOSTON, DW. Initial in vitro evaluation of DIAGNOdent for detecting secondary carious lesions associated with resin composite restorations. **Quintessence Int**, v.34, n.2, p.109 -16 Feb. 2003.
- 9 CHRISTENSEN, G.J. Initial carious lesions: when should they be restored? **J Am Dent Assoc**, v.131, n.12, p.1760-2, Dec. 2000.
- 10 CLASEN, N.F.; AUN, C.E. Radiografia digital direta: análise dos principais sistemas e recursos. **Rev Odontol UNICID**, v.10, n.2, p.109 -20, jul./dez. 1998.
- 11 COSTA, A.M. et al. *In vitro* study of laser diode 655nm diagnosis of occlusal caries. **J Dent Child**, v.69, n.3, p.249-53, Sept./Dec. 2002.
- 12 DAGENAIS, M.E.; CLARK, B.G. Receiver operating characteristics of RadioVisioGraphy. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, v.79, n.2, p.238-45, Feb. 1995.

- 13 DOVE, S.B.; McDAVID, W.D. A comparison of conventional intra-oral radiography and computer imaging techniques for the detection of proximal surface dental caries. **Dentomaxillofac Radiol**, v. 21, n.3, p.127-34, Aug. 1992.
- 14 DUNCAN, R.C. et al. Using computers to diagnose and plan treatment of approximal caries detected in radiographs. **J Am Dent Assoc**, v.126, n.7, p.873-81, July 1995.
- 15 DUNN, S.M.; KANTOR, M.L. Digital radiology facts and fictions. **J Am Dent Assoc**, v.124, n.12, p.39-47, Dec. 1993.
- 16 EL-HOUSSEINY, A.A.; JAMJOUR, H. Evaluation of visual, explorer and a laser device for detection of early occlusal caries. **J Clin Pediatr Dent**, v.26, n.1, p.41-8, Jan. 2001.
- 17 FELDENS, C.A. Cárie oclusal: diagnóstico, prevenção e tratamento. **J Bras Odontol Odontol Bebe**, v.1, n.4, p.56-61, out./dez. 1998.
- 18 FERREIRA, C.M.; BRANDÃO, C.G.; BRAMANTE, C.M. Uso do laser DIAGNOdent no diagnóstico de cárie. **Rev Bras Odontol**, v.58, n.1, p.30-2, jan./fev. 2001.
- 19 FLÓRIO, F.M. et al. Avaliação *in vitro* de métodos de diagnóstico para superfície oclusal. **Rev Assoc Paul Cir Dent**, v.56, n.1, jan./fev. 2002.
- 20 FORNER, L. et al. Digital radiology and image analysis for approximal caries diagnosis. **Oper Dent**, v.24, n.5, p. 312-5, Sept./Oct. 1999.

- 21 GOTFREDSEN, E.; WENZEL, A.; GRÖNDAHL, H-G. Observers' use of image enhancement in assessing caries in radiographs taken by four intraoral digital systems. **Dentomaxillofac Radiol**, v.25, n.1, p.34-8, Jan. 1996.
- 22 GRANVILLE-GARCIA, A.F.; ARAUJO, F.B.; TOVO, MF. Estudo dos métodos visual, radiográfico interproximal e o laser no diagnóstico de cárie. **Rev Assoc Paul Cir Dent**, v.54, n.5, p. 384-9, set./out. 2000.
- 23 GUIGNON, A.N. Integration of a laser fluorescence caries detection device in dental hygiene practice. **Compend Contin Educ Dent**, v.24, n.5, Suppl., p.13-7, 2003.
- 24 HAUGEJORDEN, O.; SLACK, G.L. A study of intra-examiner error associated with recording of radiographic caries at different diagnostic levels. **Acta Odont Scand**, v.33, n.4, p.169-81, July 1975.
- 25 HINTZE, H.; WENZEL, A.; JONES, C. *In vitro* comparison of D- and E-Speed film radiography, RVG, and Visualix digital radiography for the detection of enamel approximal and dentinal occlusal caries lesions. **Caries Res**, v.28, n.5, p.363-7, Sept./Oct. 1994.
- 26 HINTZE, H.; WENZEL, A.; LARSEN, M. J. Stereomicroscopy, film, radiography, microradiography and naked-eye inspection of tooth sections as validation for occlusal caries diagnosis. **Caries Res**, v.29, n.5, p.359-63, Sept. 1995.
- 27 HORNER, K. et al. Radiovisiography: an initial evaluation. **Br Dent J**, v.168, n.6, p.244-8, Mar. 1990.



- 28 IJIMA, Y.; TAKAGI, O. In vitro detection of early caries process with Kavo DIAGNOdent. **Caries Res**, v.34, Sp. Iss., p.308, 2000. (Abstract 44)
- 29 ISMAIL, A. Diagnostic levels in dental public health planning. **Caries Res**, v.38, n.3, p.199-203, May/June 2004.
- 30 KANG, B.-C. et al. Mechanical defects in dental enamel vs. natural dental caries: observer differentiation using Ektaspeed Plus film. **Caries Res**, v.30, n. 2, p.156-62, Mar./Apr.1996.
- 31 LUSSI, A.; FRANCESCUT, P. Performance of conventional and new methods for the detection of occlusal caries in deciduous teeth. **Caries Res**, v.37, n.1, p.2-7, Jan./Feb. 2003.
- 32 LUSSI, A. et al. Performance and reproducibility of a laser fluorescence system for detection of occlusal caries in vitro. **Caries Res**, v.33, n.4, p.261-6, July/Aug. 1999.
- 33 LUSSI, A. et al. Clinical performance of a laser fluorescence device for detection of occlusal caries lesions. **Eur J Oral Sci**, v.109, n.1, p.14-9, Jan./Feb. 2001.
- 34 MENDES, F.M.; HISSADOMI, M.; IMPARATO, J.C.P. Effects of drying time and the presence of plaque on the in vitro performance of laser fluorescence in occlusal caries of primary teeth. **Caries Res**, v.38, n.2, p.104-8, Mar./Apr. 2004.
- 35 MILES, D.A.; LANGLAIS, R.P.; PARKS, E.T. Digital x-rays are here; why aren't you using them? **J Cal Dent Assoc**, v.27, n.12, p.926-34, Dec. 1999.

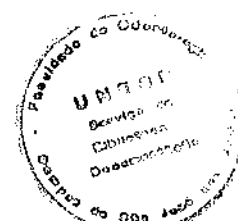
- 36 MOLTENI, R. Direct digital dental x-ray imaging with Visualix/VIXA. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, v.76, n.2, p.235-43, Aug. 1993.
- 37 MOUYEN, F. et al. Presentation and Physical evaluation of RadioVisioGraphy. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, v.68, n.2, p.238-42, Aug. 1989.
- 38 NAITOH, M. et al. Observer agreement in the detection of proximal caries with direct digital intraoral radiography. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, v.85, n.1, p.107-12, Jan. 1998.
- 39 NELVING, P.; WING, K.; WELANDER, U. Sens-A-Ray: a new system for direct digital intraoral radiography. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol** v.74, n.6, p.18-23, June 1992.
- 40 NYTUN, R.B.; RAADAL, M.; ESPELID, I. Diagnosis of dentin involvement in occlusal caries based on visual and radiographic examination of the teeth. **Scand J Dent Res**, v.100, n.3, p.144-8, Mar. 1992.
- 41 NYVAD, B. Diagnosis versus detection of caries. **Caries Res**, v.38, n.3, p.192-8, May/June 2004.
- 42 OUELLET, A.; HONDRUM, S.O.; PIETZ, D.M. Detection of occlusal carious lesions. **Gen Dent**, v.50, n.4, p346-50, July/Aug. 2002.
- 43 PAI, S.S.; ZIMEMERMAN, J.L. Digital radiographic imaging in dental practice. **Dent Today**, v. 21, n. 6, p.56 – 61, June 2002.

- 44 PAURAZAS, S.B. et al. Comparison of diagnostic accuracy of digital imaging by using CCD and CMOS-APS sensors with E-speed film in the detection of periapical bony lesions. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, v.89, n.3, p.356-62, Mar. 2000.
- 45 PINELLI, C.; SERRA, M.C.; LOFFREDO, L.C.M. Validity and reproducibility of a laser fluorescence system for detecting the activity of white-spot lesions on free smooth surfaces *in vivo*. **Caries Res**, v.36, n.1, p.19-24, Jan./Feb. 2002.
- 46 PINHEIRO, A.L.B.; FRAME, J. Laser em Odontologia: seu uso atual e perspectivas futuras. **Rev Gaúcha Odontol**, v.40, n.5, p.327-32, set./out. 1992.
- 47 PITTS, N.B. Are We ready to move from operative to non-operative/preventive treatment of dental caries in clinical practice? **Caries Res**, v.38, n.3, p.294-304, May/June 2004.
- 48 PRICE, C.; ERGÜL, N. A comparison of a film-based and a direct digital dental radiographic system using a proximal caries model. **Dentomaxillofac Radiol**, v.26, n.1, p.45-52, Jan. 1997.
- 49 REICHL, P. et al. RVG-S, VIXA, and Ektaspeed film in detection of proximal enamel defects under orthodontic bands. **Angle Orthod**, v.66, n.1, p.65-72, Jan. 1996.
- 50 RUSSELL, M.; PITTS, N.B. Radiovisiographic diagnosis of dental caries: initial comparison of basic mode videoprints with bitewing radiography. **Caries Res**, v.27, n.1, p.65-70, Jan./Feb. 1993.

- 51 SANDERINK, G.C.; MILES, D.A. Intraoral detectors; CCD, CMOS, TFT, and other devices. **Dent Clin North Am**, v.44, n.2, p.249-55, Apr. 2000.
- 52 SCHNEIDERMAN, A. et al. Assessment of dental caries with digital imaging fiber optic transillumination (DIFOTI): *In vitro* study. **Caries Res**, v.31, n.2, p.103-110, Mar./Apr. 1997.
- 53 SHEEHY, E.C. et al. Comparison between visual examination and a laser fluorescence system for *in vivo* diagnosis of occlusal caries. **Caries Res**, v.35, n.6, p.421-6, Nov./Dec. 2001.
- 54 SHI, X.Q.; TRANÆUS, S.; ANGMAR-MANSSON, B. Comparison of QLF and DIAGNOdent for quantification of smooth-surface caries. **Caries Res**, v.35, n.1, p.21-6, Jan./ Feb. 2001.
- 55 SHI, X.Q.; TRANÆUS, S.; ANGMAR-MANSSON, B. Validation of DIAGNOdent for quantification of smooth-surface caries: An *in vitro* study. **Acta Odontol Scand**, v.59, n. 2, p.74-8, Apr. 2001.
- 56 SHI, X.Q.; WELANDER, U.; ANGMAR-MANSSON, B. Occlusal caries detection with Kavo DIAGNOdent and Radiography: an *in vitro* comparison. **Caries Res**, v.34, n. 2, p.151-8, Mar./Apr. 2000.
- 57 SHROUT, M.K. et al. Digital enhancement of radiographs: can it improve caries diagnosis? **J Am Dent Assoc**, v.127, n. 4, p.469-73, Apr. 1996.
- 58 SILVA, C.H.V.; CORREIA, M.N. Nova filosofia de ação na prática restauradora. **Rev Fac Odontol Pernambuco**, v. 15, n.1/2, p. 22- 4, jan./fev. 1997.

- 59 SILVA, M.A.G.S.; TAVANO, O. Uma avaliação dos métodos usados no diagnóstico da cárie dentária. **CECADE News**, v. 4, n.1/2, p. 7-17, jan./ago. 1996.
- 60 STOOKEY, G.K. et al. Dental caries diagnosis. **Dent Clin North Am**, v. 43, n. 4, p.319-38, Oct. 1999.
- 61 TRANÆUS, S.; SHI, X.Q.; ANGMAR-MANSSON, B. In vitro comparison of two laser fluorescence methods for detection and qualification of caries on smooth surfaces. **Caries Res**, v.34, Sp. Iss., p.324, 2000. (Abstract 46)
- 62 TYNDALL, D.A. et al. A comparison of Kodak Ektaspeed Plus film and the Siemens Sidexis digital imaging system for caries detection using receiver operating characteristic analysis. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, v. 85, n.1, p.113-8, Jan. 1998.
- 63 UPRICHARD, K.K. et al. Comparison of direct digital and conventional radiography for the detection of proximal surface caries in the mixed dentition. **Pediatric Dent**, v.22, n.1, p. 9-15, Jan. 2000.
- 64 VAN DER STELT, P.F. Principles of digital imaging. **Dent Clin North Am**, v.44, n.2, p.319-38, Apr. 2000.
- 65 VERSTEEG, C.H.; SANDERINK, G.C.H.; VAN DER STELT, P.F. Efficacy of digital intraoral radiography in clinical dentistry. **J Dent** v.25, n.3/4, p.215-224, May/July 1997.
- 66 VERSTEEG, C.H. et al. An evaluation of periapical radiography with a charge-coupled device. **Dentomaxillofac Radiol**, v.27, n.2, p.97-101, Mar. 1998.

- 67 WENZEL, A. Computer-aided image manipulation of intraoral radiographs to enhance diagnosis in dental practice: a review. **Int Dent J**, v. 43, n.2, p.99-108, Apr. 1993.
- 68 WENZEL, A. Current trends in radiographic caries imaging. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, v. 80, n.5, p.527-39, Nov. 1995.
- 69 WENZEL, A. Digital radiography and caries diagnosis. **Dentomaxillofac Radiol**, v.27, n.1, p.3-11, Jan. 1998.
- 70 WENZEL, A. Digital imaging for dental caries. **Dent Clin North Am**, v. 44, n.2, p.319-38, Apr. 2000.
- 71 WENZEL, A.; FEJERSKOV, O. Validity of diagnosis of questionable caries lesions in occlusal surfaces of extracted third molars. **Caries Res**, v. 26, n.3, p.188-94, May/June. 1992.
- 72 WENZEL, A.; GRÖNDAHL, H-G. Direct digital radiography in the dental office. **Int Dent J**, v.45, n.1, p.27-34, Feb. 1995.
- 73 WENZEL, A.; HINTZE, H. Perception of image quality in direct digital radiography after application of various image treatment filters for detectability of dental disease. **Dentomaxillofac Radiol**, v.22, n.3, p.131-4, Aug. 1993.
- 74 WENZEL, A.; HINTZE, H. Comparison of microscopy and radiography as gold standards in radiographic caries diagnosis. **Dentomaxillofac Radiol**, v. 28, n.3, p.182-5, Aug. 1999.



- 75 WENZEL, A. et al. Radiographic detection of occlusal caries in noncavited teeth. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, v.72, n.5, p.621-6, Nov. 1991.
- 76 WENZEL, A. et al. Developments in radiographic caries diagnosis. **J Dent**, v.21, n.5, p.131-140, Sept./Oct. 1993.
- 77 WENZEL, A. et al. Accuracy of caries diagnosis in digital images from charge-coupled device and storage phosphor systems: and *in vitro* study. **Dentomaxillofac Radiol**, v. 24, n.4, p.250-4, Nov. 1995.
- 78 WHITE, S.C.; YOON, D.C. Comparative performance of digital and conventional images for detecting proximal surface caries. **Dentomaxillofac Radiol**, v.26, n.1, p.32-8, Jan. 1997.
- 79 WHITE, S.C.; YOON, D.C.; TETRADIS, S. Digital Radiography in dentistry: what it should do for you. **J Cal Dent Assoc**, v.27, n.12, p.942-52, Dec. 1999.
- 80 WICHT, M.J. et al. Intra- and Interexaminer variability and validity of laser fluorescence and electrical resistance readings on root surface lesions. **Caries Res**, v.36, n.4, p.241-8, July/Aug. 2002.
- 81 YOUNG, D.A. New caries detection technologies and modern caries management: merging the strategies. **Gen Den**, v.50, n.4, p.320 - 31, July/ Aug. 2002.
- 82 ZANARDO, A.; REGO, M.A. Métodos de diagnóstico oclusal: revisão de literatura. **Rev Odontol UNICID**, v.14, n.3, set./dez. 2002.

**ARAUJO, E. A. F. Comparison of imaging direct digital and laser diode on the detection of approximal and occlusal caries. 2004. 95f. Tese (Doutorado em Biopatologia Bucal, Área Radiologia Odontológica) – Faculdade de Odontologia, Campus de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista. São José dos Campos.**

### **ABSTRACT**

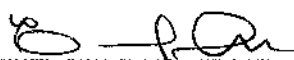
*The purpose of this study was to evaluate the accuracy of approximal and occlusal caries detection comparing Visualix and RVG CCD-based digital image with laser DIAGNOdent. Sixty-six extracted posterior teeth were imaged under identical standardized geometric and exposure conditions. Four examiners, using five point confidence scale, rated 132 proximal and 66 occlusal surfaces for the presence or absence of carious lesions by means of three diagnostic systems: a) Visualix; b) RVG; c) DIAGNOdent. The gold standard was determined by microscopy analysis of sections. Receiver Operating Characteristic curves were generated analyzed with Kappa the according intra and interexaminers. The results indicated that digital images were better to detection approximal caries than laser Diagnodent and similar to occlusal caries.*

*Key-words: Radiography, dental, digital; lasers; dental caries, diagnosis.*



**Autorizo a reprodução xerográfica deste trabalho.**

**São José dos Campos, 28 de dezembro de 2004.**



---

**ELAINE APARECIDA FÉLIX DE ARAUJO**