Paulo Renato Dias da Silva

Avaliação da acurácia dos métodos radiográficos convencional e digital direto na análise da extensão de lesões de cárie oclusais em molares decíduos. Estudo *In Vitro*

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo para obter o Título de Doutor, pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas.

Área de Concentração: Diagnóstico Bucal
Sub-área: Radiologia

Orientador: Prof. Associado César
Ângelo Lascale

São Paulo

2008

FOLHA DE APROVAÇÃO

Silva PRD. Avaliação da acurácia dos métodos radiográficos convencional e digital direto na análise da extensão de lesões de cárie oclusais em molares decíduos. Estudo *In Vitro* [Tese de Doutorado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 2008.

São Paulo, 31/01/2008

Banca Examinadora

1) Prof(a). Dr(a). _____
Titulação: _____
Julgamento: _____ Assinatura: _____

2) Prof(a). Dr(a). _____
Titulação: _____
Julgamento: _____ Assinatura: _____

3) Prof(a). Dr(a). _____
Titulação: _____
Julgamento: _____ Assinatura: _____

4) Prof(a). Dr(a). _____
Titulação: _____
Julgamento: _____ Assinatura: _____

5) Prof(a). Dr(a). _____
Titulação: _____
Julgamento: _____ Assinatura: _____

DEDICATÓRIA

A Jesus Cristo, meu amigo e guia de sempre, de quem lembro nos momentos de dor e nos momentos onde as dificuldades parecem insuperáveis e nem sempre nos momentos de alegria e felicidade.

À minha mãe Ingrid e ao meu pai Pedro Paulo, meus primeiros mestres, pelo amor com o qual me deram a vida, e em quem me inspiro até hoje. Ao, além de pai, também colega Pedro Paulo, devo minha opção pela Odontologia, e à sua presença segura ao meu lado, permitiu que eu me realizasse profissionalmente.

À minha esposa e colega Ligia Paula e aos meus filhos Letícia e Vítor, que sempre me dispensaram compreensão e amor e que tão bem administraram minha ausência da família, necessária para a realização deste sonho e que souberam tolerar meus momentos de tensão. Amo muito vocês.

Aos meus irmãos Luís Fernando e André Ricardo, por seu apoio em todos os momentos de minha vida, e por serem modelo de determinação em seus objetivos, extensivo às suas esposas Vanessa e Maria e ao pequeno Pedro, que ainda não veio a este mundo.

Aos meus cunhados, colegas e sócios Marcelo e Eliane, pela cumplicidade, confiança e parceria em todos os momentos familiares e profissionais.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Associado César Ângelo Lascale, pelo companheirismo, apoio e orientação segura, com a qual coordenou a este trabalho acadêmico.

À Profa. Associada Márcia Martins Marques pela ajuda na estatística, e no trabalho como um todo, fica minha admiração pela pessoa e o prazer de ter conhecido o que posso chamar de uma cientista da Odontologia.

Ao Prof. Dr. Raphael Baldacci Filho, assim como eu, um apaixonado pela classe, companheiro de lutas pelo engrandecimento da Odontologia, agradeço pelo apoio durante esta jornada.

Ao Prof. Titular Jurandyr Panella, pela oportunidade de ingressar nesta Pós Graduação e realizar este sonho.

À Profa. Associada Marlene Fenyo Soeiro de Matos Pereira, pela amizade, apoio e exemplo de dedicação à vida acadêmica.

Ao Prof. Associado Cláudio Fróes de Freitas, meu orientador do mestrado pelas horas e horas debruçados sobre nossa dissertação.

Ao Prof. Associado Marcelo de Gusmão Paraíso Cavalcanti, pelo apoio em trabalhos científicos.

À Profa. Associada Emiko Saito Arita, ao Prof. Associado Israel Chilvarquer, ao Prof. Associado Jefferson Xavier de Oliveira, ao Prof. Associado Cláudio Costa e ao Prof. Associado Evângelo Tedeu Terra Ferreira, pelos ensinamentos.

Aos meus colegas de mestrado e doutorado, desde 2001, com os quais fiz muito mais que créditos acadêmicos, fiz uma amizade sincera e definitiva, Valéria Campassi Reis Gambier e Ewaldo Luís de Andrade, pelo companheirismo, carinho e colaboração ao longo destes quase sete anos de convivência.

Aos meus amigos, companheiros de trabalho radiológico, mestres e futuros doutores Marcos Petto Nunes de Abreu, Elisabeth Mieko Shimura e Andréia Kuroiva Yanikian, pelo apoio e exemplo de dedicação acadêmica.

Ao meu amigo doutor Roberto Heitzmann Rodrigues Pinto, por ter me convencido a ingressar na vida acadêmica, quando éramos ainda professores na disciplina de Radiologia da Faculdade de Odontologia da UNIMAR, em Marília.

Às colegas queridas que um dia foram professoras universitárias ao meu lado Cássia Maria Fisher Rubira e Maria Esther Bertoldo

Aos meus colegas e amigos professores Pedro Andrade Júnior, José Eduardo Prado de Souza e Pierângelo Angeletti, com os quais viajo pelo país afora.

À bibliotecária Glauci Elaine Damasio Fidelis pela revisão das referências bibliográficas.

À bibliotecária Solange Alves O. Franco pela confecção da ficha catalográfica.

À secretária da Disciplina de Radiologia Maria Cecília Forte Muniz, pelos socorros prestados.

Em nome de Elisângela Cristina da Silva e Bárbara Aline Franciscatte Robles, agradeço a toda a equipe de nossa Clínica de Radiologia, pela participação na elaboração deste trabalho.

À FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo), que viabilizou, através de auxílio pesquisa, o desenvolvimento deste trabalho científico (projeto nº 05692-4-2006).

Silva PRD. Avaliação da acurácia dos métodos radiográficos convencional e digital direto na análise da extensão de lesões de cárie oclusais em molares decíduos. Estudo *In Vitro* [Tese de Doutorado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 2008.

RESUMO

Esta pesquisa *in vitro*, avaliou comparativamente a acurácia do diagnóstico do método radiográfico digital com o método radiográfico convencional, na detecção de lesões de cárie oclusal em molares decíduos. O material foi composto por 55 dentes posteriores decíduos, que apresentavam pigmentações e pelo menos um sítio suspeito de lesão de cárie oclusal, sem restaurações e superfícies sem selantes. As radiografias digitais foram executadas com o sistema Dixi3 (Planmeca, Helsink, Finland) e as radiografias convencionais com o filme Insight (Kodak Eastman Co., EUA), ambas de modo padronizado, em idênticas condições geométricas. As imagens foram avaliadas individualmente por três radiologistas, em ideais condições de interpretação radiográfica e sem acesso aos recursos de manipulação de imagens do sistema digital. Os achados foram classificados de acordo com o seguinte critério: 0 - ausência de radiolucidez no esmalte, 1- radiolucidez confinada ao esmalte, 2- radiolucidez no esmalte até o limite dentina-esmalte, 3- radiolucidez no esmalte e na metade mais externa da dentina, 4- radiolucidez no esmalte alcançando a metade mais interna da dentina. O padrão ouro foi obtido pelo estudo histológico. Os dados foram analisados através do teste de Freidman ($P \leq 0,05$). Os resultados obtidos com os filmes radiográficos convencionais foram similares aos resultados obtidos com as radiografias digitais diretas e o padrão ouro, porém os resultados obtidos com o sistema radiográfico digital foram significativamente menores que o histológico. Nas condições deste estudo, concluímos que o método de radiografia digital subestimou a extensão das lesões de cárie oclusal em molares decíduos.

Palavras-Chave: Radiografia digital direta, Radiografia convencional, Cárie dentária, Dente decíduo

Silva PRD. Accuracy evaluation of conventional and direct digital radiographic methods in the analysis of occlusal carious lesions extension in primary molars. An *In Vitro* Study [Tese de Doutorado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 2008.

SUMMARY

This *in vitro* research, evaluated the accuracy of the direct digital radiographic method compared to the conventional radiographic method in the analysis of the extension of occlusal carious lesions in primary molars. The material was composed by 55 primary molars presenting pigmentation and, at least, one suspect site of occlusal carious lesion, these teeth had neither restoration nor surfaces with sealant. Digital radiographs were obtained with the Dixi3 system (Planmeca, Helsinki, Finland) and the conventional radiographs with the Insight film (Kodak Eastman Co., USA), both in standard form and identical geometrical conditions. The images were evaluated individually by three radiologists, in ideal conditions for radiographic interpretation and with no access to the resources of imaging manipulation from the digital system. The results were rated according to the following criteria: 0 – absence of radiolucence in the enamel; 1 – radiolucence confined to the enamel, 2 – radiolucence in the enamel to the limit dentine-enamel, 3 – radiolucence in the enamel and in the half outer part of the dentine, 4 – radiolucence in the enamel reaching to the half inner part of the dentine. The gold standard was obtained by histological study. Data were compared by the Friedman's test ($P \leq 0.05$). The results obtained with the conventional radiographic films were similar to those obtained with both direct digital radiographs and gold standard; however, the results obtained with the digital radiographic system were significantly lower than those observed in the histological analysis. In the conditions of this study, it was concluded that the direct digital radiographic method significantly underestimate the extension of the occlusal caries lesions in primary molars.

Keywords: Direct digital radiography, Conventional radiography, Dental carie, Primary teeth

LISTA DE FIGURAS

- Figura 4.1 - Fotografias em visão lateral (A) e frontal (B) do suporte de acrílico no posicionador radiográfico..... 76
- Figura 4.2. - Diagramas dos escores das lesões de cárie oclusal variando de 0 a 4. 79
- Figura 4.3 - Fotografia da Labcut (Modelo 1010) (A) com disco diamantado (B).....80
- Figura 4.4 - Fotografia da lupa estereoscópica acoplada ao sistema de captação de imagens... 81
- Figura 4.5 - Fotomicrografias das secções dos dentes nas áreas pré-selecionadas para os estudos ilustrando os escores que foram de 0 a 4. (Aumento original 40x)..... 82
- Figura 5.1 - Dente usado na pesquisa, em quatro fases das análises: A - com superfície oclusal demarcada (círculo), B - radiografia convencional, C - radiografia digital, D - microscópio de luz. 84

LISTA DE QUADROS

Quadro 5.1 – Análise estatística de Friedman para os escores de radiografias convencionais dos três examinadores	85
Quadro 5.2 – Análise estatística de Friedman para os escores de radiografias digitais dos três examinadores	86
Quadro 5.3 – Teste de Friedman	87

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 5.1 – Representação das médias dos escores de cada exame realizado (radiografia convencional, radiografia digital e análise histológica, ou padrão ouro) dos 55 dentes	87
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACD	Advanced Creative Design
ANOVA	Análise de Variância
APS	Active Pixel Sensor
BDH	Banco de Dentes Humanos
CCD	Charge Coupled Device
CDR	Computed Dental Radiography
CMOS	Complementary Metal Oxide Semicondutor
LCD	Logicon Caries Detector
MGV	Monoviosiology
MPDx	Multi-proportional Decoder
MPS	Microcomputer Packaging Systems
PVC	Poli Cloreto Vinil
RVG	Radiovisiography
TACT	Tuned Aperture Computed Tomography

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Por cento
μ	Micrômetro
°C	Grau Celsius
mm	Milímetro
kVp	Kilovoltagem
mA	Miliamperagem
P	Significância

SUMÁRIO

	p.
1 INTRODUÇÃO	20
2 REVISÃO DA LITERATURA	23
3 PROPOSIÇÃO	73
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	74
5 RESULTADOS	83
6 DISCUSSÃO	88
7 CONCLUSÕES	98
REFERÊNCIAS	99
ANEXO	106
APÊNDICES.....	107

1 INTRODUÇÃO

A lesão de cárie dentária é uma doença crônica, que apresenta etiologia multifatorial, sendo um dos mais importantes problemas na área odontológica, exigindo atenção especial e muita dedicação por parte dos cirurgiões dentistas. Muitos conceitos no estudo da cariologia têm sido modificados, em especial na prevenção, porém esta doença ainda é um desafio para os pesquisadores e para o clínico geral, e são nos profissionais da Odontologia que a população deposita suas esperanças de verem minimizados os seus efeitos clínicos.

A Saúde Pública tem encontrado eficientes meios de diminuir a incidência das lesões de cárie dental na população, com programas de fluoretação de água e maior conscientização da comunidade através de campanhas valorizando a integridade dos dentes. Porém a doença cárie dentária ainda atinge a população, em especial a população mais carente, exigindo tratamento de dentes que poderiam estar hígidos e que muitas vezes não são realizados, levando à sua perda precoce.

A Dentística Restauradora atual, vindo de encontro com a Odontologia preventiva, tem buscado não só evitar a doença cárie, mas também a máxima conservação dos tecidos hígidos. Para tanto, é de extrema importância o correto diagnóstico das lesões de cárie, no sentido de permitir a realização de microdentística com todas as vantagens que a mesma oferece, tais como: conservação do máximo de tecido dental hígido e diminuição de incidência de lesões de cárie secundárias, aumentando a sobrevida dos dentes.

O diagnóstico de cárie dentária é ainda nos dias de hoje um desafio. Vários métodos estão disponíveis para a sua realização, entre eles destacamos o clínico e

radiográfico. O exame radiográfico é utilizado em larga escala na Odontologia, visto que no exame clínico, mesmo em condições ideais, encontram-se dificuldades para a detecção de lesões de cárie, principalmente proximais, quando existem pontos de contato que dificultam a inspeção. Apresentam, no entanto, limitações em especial no que diz respeito à acurácia e precisão, não sendo, mesmo quando realizados de forma complementar, hábeis para determinar com fidelidade os tecidos envolvidos na lesão e principalmente a extensão da mesma.

Na Odontologia moderna, novos métodos de detecção de cárie foram introduzidos, em especial, na área da Radiologia com os sistemas digitais. Estes trouxeram recursos anteriormente não disponíveis, como manipulação do tamanho, brilho, contraste, inversão de cores, determinação de densidades, mensuração das estruturas, armazenamento e transmissão das imagens, entre outros. Também foram diminuídas as necessidades de repetição das radiografias e da exposição dos pacientes aos raios-x, devido à possibilidade de manipulação das imagens, compensando a super ou sub-exposições e devido à eliminação do processamento convencional, onde também haviam significativas possibilidades de erros.

Existem atualmente dois sistemas diferentes de obtenção das imagens por radiologia digital, os diretos e os indiretos. Os sistemas digitais diretos utilizam os sensores Charge Coupled Devide (CCD) para a captação das imagens. O dispositivo CCD é um sensor composto por silício, contendo em seu núcleo inúmeros fotodiodos, sendo que cada um equivale a um pixel, que é a menor unidade de informação de imagem. O conjunto destes fotodiodos constitui a matriz digital do “foton-detector”. Quando os raios-x entram em contato com estes fotodiodos, uma carga elétrica é criada e armazenada em seu interior. O total da carga armazenada é proporcional à energia que incidiu sobre ela, havendo pontos com maior ou menor

incidência de radiação, do mesmo modo que ocorre com uma radiografia convencional, em função do objeto radiografado. Após a exposição, esta carga é removida, sendo criado um sinal analógico de saída, onde a voltagem é proporcional a carga de cada pixel. O sensor é conectado a um computador através de um cabo e, por meio de um programa que converte o sinal analógico em digital, a imagem formada é capturada e fica disponível para visualização e interpretação no monitor.

Já nos sistemas digitais indiretos, uma imagem latente é criada em uma placa que contém sais de fósforo e a principal característica é não haver a presença de cabos unindo o sensor ao computador. Após a placa receber a radiação, uma grande quantidade de energia é absorvida pelos cristais de sais de fósforo, onde ficam armazenadas temporariamente. A radiação eletromagnética absorvida pelos cristais é liberada pela estimulação realizada por um feixe de laser de comprimento de onda específico para este fim. Para a leitura e interpretação da informação contida na placa de fósforo, esta deve ser introduzida em um leitor apropriado, onde um feixe de laser He-Ne faz a varredura da superfície da placa. A energia liberada da placa é detectada no tubo fotomultiplicador e convertida em sinais elétricos, que produzem uma voltagem equivalente à intensidade de luz emitida. Então o sinal analógico é formado e convertido em sinal digital por meio de um conversor específico. O sinal é enviado ao computador, que exibe a imagem na tela.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Uma comparação entre radiografias intra-bucais convencionais e técnicas de imagens computadorizadas para a detecção de lesões de cárie em superfícies proximais, foi o estudo desenvolvido por Dove e McDavid (1992), uma vez que os autores consideravam que na interpretação visual das radiografias interproximais, para a localização de lesões de cárie, a acurácia não era satisfatória. O trabalho científico se propôs a investigar se o processamento das imagens em computador poderia melhorar a qualidade do diagnóstico. As radiografias convencionais foram feitas com filme Ultraspeed (Kodak). Para digitalizar as imagens, foi utilizada uma câmera de vídeo série 68 (Dage/MTI), com lente zoom 6,5. Estas imagens foram processadas no sistema ImageAction 2,01 (Imaging Technology), onde foram feitas as manipulações previstas. Para a pesquisa, foram usados dentes molares e pré-molares, montados em blocos com o mesmo posicionamento dos dentes na boca, sendo cinco conjuntos dos lados direito e esquerdo. Os recursos de realce e ampliação de imagens, histograma de equalização e inversão de cores foram aplicados com o propósito de permitir uma comparação com a imagem convencional para detectar as lesões de cárie proximais. O padrão ouro foi estabelecido com os cortes histológicos e interpretação em microscópio. Os resultados obtidos mostraram que a imagem digitalizada não melhorou a qualidade dos diagnósticos de lesões de cárie e nenhuma diferença significativa em exatidão diagnóstica pôde ser detectada entre as imagens pesquisadas. Os autores concluíram, que a detecção de lesões de cárie pela metodologia empregada não foi satisfatória e que melhorias deveriam ser feitas neste processo.

Em trabalho de revisão de literatura, sobre imagens radiográficas e sua relação com o diagnóstico de lesões de cárie, Wenzel e Demmark (1995) afirmaram que as radiografias interproximais revelavam o dobro de lesões de cárie de dentina que o exame clínico convencional isoladamente. Sobre a superfície oclusal, relataram que muitas vezes a ausência de cavidade torna as lesões de cárie indetectáveis clinicamente, porém com o uso das radiografias interproximais, estas cavidades têm sido reveladas. Lembraram ainda que em pesquisas em diferentes partes do mundo, tem-se encontrado resultados muito diversificados sobre o diagnóstico radiográfico de lesões de cárie, citando o exemplo de três cirurgiões dentistas que trabalharam por muitos anos em uma clínica odontopediátrica, e que tinham 50% das opiniões divergentes sobre a sua detecção radiograficamente, não somente em esmalte, mas também na dentina. Os autores concluíram seu estudo alertando que radiografias como diagnóstico antes do exame clínico não era recomendado e que um meticuloso exame clínico deveria ser realizado antes do radiográfico, que deveria ser feito somente onde houvesse suspeita de lesões de cárie.

A comparação do sistema radiográfico indireto com placas de fósforo Digora (Soredex) para a observação de lesões de cárie proximais, com o filme radiográfico convencional Ektaspeed (Kodak), foi o tema do estudo realizado por Svanaes et al. (1996). Foi avaliada também, a influência de elementos de fundo da tela do monitor do computador sobre a performance do observador. As placas de fósforo e os filmes radiográficos foram expostos simultaneamente para a obtenção das imagens dos cinquenta dentes usados. Dez clínicos gerais experientes avaliaram em negatoscópio as noventa e cinco faces proximais geradas, nas quatro modalidades pesquisadas: 1- imagens digitais de tamanho normal, com fundo preto; 2- imagens digitais com aumento de quatro vezes, com fundo preto; 3- imagens digitais com aumento de

quatro vezes, com textos e gráficos ao fundo; 4- radiografias convencionais. O padrão ouro para a validação dos exames foi obtido com o exame microscópico dos dentes. Os resultados mostraram que a diferença nas lesões de cáries proximais de esmalte e dentina foi significativamente maior para as imagens com aumento de quatro vezes com textos e gráficos ao fundo, em comparação com as imagens sem magnificação. Concluíram que a evidência de lesões de cáries proximais obtidas pelo exame convencional foi semelhante à obtida com o sistema de placas de fósforo.

A pesquisa realizada por Nielsen, Hoernoe e Wenzel (1996), foi um estudo *in vitro* para a detecção e a profundidade radiográfica de cavitações em superfícies proximais em dentes decíduos, usando o sistema digital de placas de fósforo e filme convencional. Os autores estudaram quarenta e seis dentes, obtendo setenta e duas superfícies proximais híidas ou com pequenas cavitações. Os dentes foram distribuídos em blocos de gesso, em grupos de cinco e seis elementos e radiografados com o filme convencional Ektaspeed Plus (Kodak) e com o sistema de placas de fósforo digital indireto Digora (Soredex). Três examinadores avaliaram as imagens interproximais e classificaram as cavidades segundo sua presença e profundidade. Para a presença das cavidades, usaram o critério: 1- cavidade definitivamente presente; 2- cavidade provavelmente presente; 3- incerto; 4- cavidade provavelmente ausente; 5- cavidade definitivamente ausente; para a profundidade, o seguinte critério: 0- híido; 1- lesões de cárie na metade externa do esmalte; 2- lesões de cárie na metade interna do esmalte até a junção amelodentinária; 3- lesões de cárie na dentina. Para a validação, os três examinadores examinaram os dentes polidos sob luz direta e com o auxílio de uma sonda exploradora. Os resultados mostraram que em relação à capacidade para a

detecção de cavidades, não houve diferença significativa entre os sistemas de diagnóstico avaliados, bem como no tocante à profundidade das lesões de cárie.

Para avaliar a profundidade de lesões de cárie, Versteeg et al. (1997) desenvolveram um estudo *in vivo* usando um sistema de radiografia digital com a placa de fósforo e filme convencional. Como o experimento foi realizado em pacientes, as cento e vinte exposições radiográficas foram feitas simultaneamente com a placa de fósforo e filme, e acomodadas no mesmo dispositivo posicionador. Foi-se realizado um pré-experimento *in vitro* para avaliar se o efeito da radiação secundária não minimizada, sobre o filme convencional, comprometeria a qualidade da imagem, pois as lâminas de chumbo seriam removidas previamente às exposições aos raios-x. Os autores concluíram que não houve perda de contraste, não reduzindo a qualidade das radiografias convencionais. Foram usados os filmes radiográficos convencionais Ektaspeed Plus (Kodak) e o sistema de placas de fósforo Digora (Soredex), para a obtenção das 240 imagens interproximais. Três radiologistas e um cariologista avaliaram as imagens e classificaram-nas de acordo com o seguinte critério: 0- sem lesões de cárie; 1- lesões de cárie no esmalte; 2- lesões de cárie na junção amelodentinária; 3- lesões de cárie na dentina. Apenas sessenta superfícies proximais que receberam o mesmo escore foram incluídas no estudo. As imagens selecionadas foram agrupadas aleatoriamente em dois grupos e avaliadas por seis cirurgiões dentistas em duas sessões, com intervalo mínimo de duas semanas. Estas imagens foram avaliadas nos dois sistemas pesquisados. Os autores concluíram que a profundidade das lesões de cárie proximais foi subestimada quando usado o sistema de placas de fósforo, em relação aos filmes convencionais.

Em trabalho de revisão de literatura, sobre o desenvolvimento de tecnologias para o diagnóstico de lesões de cárie e sua relação com as decisões a serem

tomadas pelos profissionais e a qualidade do tratamento oferecido, Verdonschot et al. (1999), discutiram sobre os métodos de diagnóstico mais empregados clinicamente e em pesquisas. Avaliaram que, mesmo com o passar do tempo e com o avanço dos estudos, não surgiu um exame seguro e confiável para a detecção das lesões de cárie. Exemplificaram tal raciocínio citando a radiologia digital, que, com todos os recursos tecnológicos que a informática permite, tais como realce, inversão e aumento do tamanho das imagens, aplicação ou inversão de contraste e brilho e até mudança de cor das estruturas, não conseguiu, até então, resultados científicos melhores que as radiografias convencionais. Lembraram que as tecnologias desenvolvidas precisam chegar ao cirurgião dentista com custos adequados, assim como precisam receber treinamento para operar tais tecnologias, colhendo o máximo de informações, de modo a possibilitar o planejamento do tratamento clínico aos pacientes de maneira mais eficaz.

Abreu Jr et al. (1999) desenvolveram um estudo cujo objetivo era comparar o desempenho diagnóstico de modalidades de imagens bidimensionais (filme radiográfico convencional e radiografia digital) e tridimensionais (tomografia específica para dentes), para a detecção de lesões de cáries. Foram usados 42 dentes posteriores, metade da arcada superior e metade da arcada inferior. No total, 84 superfícies proximais e 42 superfícies oclusais estavam disponíveis para avaliação. As imagens convencionais foram feitas com o filme Ektaspeed Plus (Kodak). As imagens de radiografias digitais foram obtidas pelo sistema direto através do sensor Computed Dental Radiography (CDR). As imagens de tomografia computadorizada foram obtidas pelo sistema tuned aperture computed tomography (TACT), com os recursos de gerar múltiplas projeções para reconstrução e manipulação das imagens. Oito observadores classificaram a presença ou ausência de lesões de cáries nas

superfícies proximais e oclusais dos dentes, usando a seguinte escala: 1- lesões de cáries definitivamente ausentes; 2- lesões de cáries provavelmente ausentes; 3- incerto sobre lesões de cáries; 4- lesões de cáries provavelmente presentes; 5- lesões de cáries definitivamente presentes. Os resultados mostraram que não houve diferenças significativas entre o filme radiográfico Ektaspeed Plus, o sistema de radiografias digitais direto com sensor CDR e a tomografia computadorizada TACT na detecção de lesões de cáries. Os autores afirmaram que era esperada uma melhor performance do sistema tomográfico, face aos recursos existentes e justificaram os resultados afirmando que os examinadores eram inexperientes com o sistema tridimensional, tinham experiência relativa com radiologia digital e experiência maior com radiologia convencional para o diagnóstico de lesões de cárie.

O trabalho *in vivo* realizado por Machiulskiene, Nyvad e Baelum (1999), comparou o exame clínico e radiográfico no diagnóstico de lesões de cárie em dentes posteriores, através de exames em crianças de doze anos de idade, na Lituânia. Para tanto, avaliaram clinicamente oitocentas e setenta e duas crianças, classificando os dentes em hígidos, sem cavidade de lesões de cárie, com cavidades de lesões de cárie e com grandes cavidades de lesões de cárie. Os exames radiográficos interproximais foram realizados com filme Ektaspeed (Kodak), obtendo-se 10.227 superfícies oclusais e 19.643 superfícies interproximais. Foi usada para o exame radiográfico, a mesma classificação do exame clínico. O estudo permitiu concluir que os exames radiográficos têm limitado valor diagnóstico devido à sua baixa sensibilidade, especialmente em lesões de cárie incipientes. Acrescentaram também que, caso sejam usadas somente radiografias para determinar o diagnóstico, um considerável número de lesões de cárie não seriam detectados, principalmente as

existentes nas superfícies oclusais. Finalizaram aconselhando a não fazer uso exclusivamente de radiografias para o diagnóstico de lesões de cárie.

A análise física da performance de dois sistemas de radiografias digitais diretas, de duas distintas gerações, foi o propósito do trabalho científico desenvolvido por Attaelmanan, Borg e Grondahl (1999). Duas empresas ativas no desenvolvimento de novas tecnologias foram avaliadas: a Gendex, que criou um sistema de radiografias digitais direto com sensor chamado Visualix-1 em 1992 e em 1995, atualizou o sistema, chamado agora Visualix-2, que apresentava tamanhos de *pixels* reduzidos e maior área ativa, e a outra empresa: a Schick que criou em 1995 sua primeira versão, chamada CDR, fazendo também a atualização do sistema em 1998, com uma tecnologia diferente, chamando seu novo sistema de CDR-APS, em função da tecnologia active pixel sensor (APS), que tem como principal característica o reduzido tamanho dos pixels. Foram utilizados para os experimentos phantoms de alumínio com diferentes espessuras, de onde foram obtidas as imagens. Após a avaliação dos resultados, os autores concluíram que os sistemas das novas gerações incorporaram melhorias em suas características físicas quando comparados com as versões anteriores, tais como: diminuição dos tamanhos dos pixels e aumento da eficiência do sensor. Os sensores que usaram a tecnologia APS não demonstraram superioridade em relação ao tradicional, embora esta tecnologia traga uma vantagem na praticidade, pois seu sensor pode ser conectado em qualquer computador através de uma porta serial.

Avaliar a performance para a detecção de lesões de cárie entre filme convencional, monitor de computador e monitor de notebook, foi o motivo do trabalho de Ludlow e Abreu Jr (1999). Para obter as imagens, os autores usaram 32 dentes molares e 32 pré-molares, que foram montados simulando suas posições na boca.

Foram realizadas as tomadas radiográficas com filmes Ektaspeed e digitalizadas por uma câmera de vídeo, de modo a possibilitar a transferência das imagens para o computador e para o notebook. Os seis observadores, cirurgiões dentistas clínicos gerais, com pelo menos dez anos de experiência, tiveram permissão para manipular somente brilho e contraste nas imagens digitalizadas. As imagens foram classificadas de acordo com o seguinte critério: 1- lesões de cárie definitivamente ausentes; 2- lesões de cárie provavelmente ausentes; 3- incerteza sobre a presença de lesões de cárie; 4- lesões de cárie provavelmente presentes; 5- lesões de cárie definitivamente presentes. O padrão ouro foi determinado pelos dados histológicos. Os resultados mostraram que a acurácia no diagnóstico para a detecção de lesões de cáries proximais nas imagens pesquisadas não foi significativamente diferente entre os filmes radiográficos convencionais e as imagens digitalizadas no monitor do computador ou no monitor do notebook. Com isso, os autores concluíram que a possibilidade de alterar brilho e contraste, através de recursos de informática, não foi um fator que permitiu uma melhor performance diagnóstica.

Comparar a reprodutibilidade na avaliação do comportamento das lesões de cárie em imagens digitais de subtração e radiografias convencionais foi o propósito do estudo de Wenzel, Anthonisen e Juul (2000). Para isso, foram usados 97 filmes interproximais originários de 49 pacientes, que foram selecionados em uma clínica particular. O critério de seleção das radiografias foi haver pelo menos uma superfície dental onde havia uma progressão da imagem de lesões de cárie da primeira para a segunda radiografia. O intervalo de tempo entre as tomadas radiográficas foi de um a dois anos. As imagens foram então digitalizadas através de um scanner com transparência e inseridas em um computador. Foi então usado um programa de subtração de imagens radiográficas. Sete avaliadores, sendo um radiologista e seis

alunos de Odontologia do último ano da faculdade, interpretaram as imagens de subtração com um intervalo mínimo de duas semanas. Os resultados mostraram que o valor médio intra-observadores foi maior para as imagens de subtração que para as radiografias convencionais. Com relação aos valores inter-examinadores foram menores que os intra-observadores, tanto para a subtração, quanto para a radiografia convencional.

Em trabalho de revisão de literatura e discorrendo sobre novos avanços em detecção de lesões de cáries oclusais, Milicich (2000), enfocou as dificuldades de diagnóstico encontradas pelos cirurgiões dentistas, que inclusive estão atualmente utilizando a filosofia do “assistir e esperar”. Segundo o autor, a detecção das lesões de cáries, tanto clínicas visuais quanto radiográficas são qualitativas e subjetivas, dependendo da interpretação do profissional, o que pode produzir diferentes diagnósticos e, deste modo, diferentes planos de tratamento. O diagnóstico de lesões de cárie visual na clínica, com espelho e sonda exploradora é eficiente somente em 25% dos casos, em cáries incipientes. Para os exames radiográficos, as lesões de cárie oclusais somente podem ser visualizadas onde já houve perda de tecido dental de dois a três milímetros. O autor enfatizou que a detecção de lesões de cárie pelos sistemas de laser, como o DIAGNOdent, é uma realidade bastante confiável, com capacidade de acerto diagnóstico de aproximadamente 90% para lesões incipientes e para as chamadas “lesões de cárie” escondidas.

O propósito da pesquisa *in vitro* de Svaners, Moystad e Larheim (2000), foi avaliar a profundidade das lesões de cáries proximais, comparando os resultados do sistema com placas de fósforo com o filme radiográfico convencional. Para este estudo, foram realizadas cento e vinte exposições em cento e vinte dentes extraídos, sendo cinquenta e nove pré-molares e sessenta e um molares, todos com superfície

sem restauração. Com o propósito de obter as imagens geometricamente idênticas, as tomadas radiográficas foram realizadas simultaneamente. As radiografias digitais foram obtidas pelo sistema Digora e as convencionais com os filmes radiográficos Ektaspeek Plus. Os examinadores foram três cirurgiões dentistas radiologistas e seis pós-graduados em radiologia odontológica, sendo que todos tinham experiência em interpretação por meio da radiologia digital. Para cada modalidade de imagem, 240 superfícies proximais foram avaliadas para lesões de cárie em uma escala de 1 a 5, deste modo: 1- definitivamente sem lesões de cárie; 2- provavelmente sem lesões de cárie; 3- questionável; 4- provavelmente com lesões de cárie; 5- definitivamente com lesões de cárie. O estudo histológico definiu o padrão ouro para esta pesquisa. Os resultados mostraram que houve uma diferença significativa entre os dois tipos de radiografias pesquisadas. Concluíram os autores que o sistema digital que permite realçar as imagens possui capacidade de melhorar a acurácia do diagnóstico de lesões de cárie, assim como, definir melhor sua profundidade em relação ao filme radiográfico convencional.

Os efeitos de diferentes condições de exposição radiográfica no diagnóstico e acurácia de imagens digitais foram estudados por Pfeiffer et al. (2000). Os autores radiografaram um fragmento ósseo medular de uma vértebra torácica humana e alguns dentes, tais como incisivo central superior e primeiro molar inferior e superior. Para a obtenção das imagens, foram usados três sistemas de radiografia digital: o sistema radiográfico com placas de fósforo Digora (Soredex), os sistemas radiográficos diretos com cabos RVG (Trophy) e Sidexis (Sirona) e o sistema convencional com filme Ektaspeed Plus (Kodak). As avaliações foram feitas por três especialistas em radiologia, membros da faculdade de Odontologia, no mesmo computador e de modo aleatório. Os critérios de avaliação foram: claro, incerto ou diagnóstico impossível, sendo que os

examinadores puderam manipular brilho, contraste e outros artifícios. Os melhores tempos de exposição para as imagens digitais foram entre 0,02 e 0,13 segundos, dependendo do objeto radiografado. Já a melhor resolução obtida foi com 60kV. Concluíram com o presente estudo, que as imagens digitais nem sempre mostraram os detalhes das radiografias convencionais, necessitando das alterações de brilho, contraste e ajustes para permitir uma melhor visualização das estruturas a serem analisadas. O tempo de exposição para as radiografias digitais correspondeu à metade do tempo usado para as radiografias convencionais.

A detecção de lesões de cáries oclusais foi o motivo do estudo de Shi, Welander e Mansson (2000), que avaliaram a performance do aparelho a laser fluorescente DIAGNOdent (Kavo), comparando-o ao filme radiográfico convencional Ektaspeed Plus (Kodak). Foram usados no estudo setenta e seis dentes posteriores (quarenta e oito molares e vinte e oito pré-molares) hígidos ou com pequenas alterações, porém sem lesões de cárie evidentes. Realizou-se a avaliação das superfícies oclusais dos dentes com o aparelho de laser fluorescente DIAGNOdent, três vezes com os dentes secos e três vezes com os dentes úmidos e foram anotados os máximos valores encontrados para cada situação. Após duas semanas, as avaliações foram refeitas sob as mesmas condições. O exame radiográfico foi realizado com o filme Ektaspeed Plus, com os dentes montados aos pares, de modo padronizado. Seis cirurgiões dentistas, sendo quatro especialistas em diagnóstico radiográfico bucal e dois pesquisadores em cariologia analisaram as imagens radiográficas, usando o seguinte critério: 1- lesões de cárie definitivamente ausentes; 2- lesões de cárie provavelmente ausentes; 3- incerteza sobre a presença de lesões de cárie; 4- lesões de cárie provavelmente presentes; 5- lesões de cárie definitivamente presentes. O padrão ouro foi obtido pela análise da microrradiografia.

Este processo consiste em fazer a secção dos dentes em máquina de corte especializada, de modo a obter delgadas peças de cada elemento. Os dentes seccionados são expostos a radiação corpuscular alfa usando filme específico durante o período de quatro horas, de modo a obter as imagens radiográficas. Estas imagens são finalmente analisadas em um microscópio. Os resultados da pesquisa mostraram que o aparelho DIAGNOdent possui uma excelente reprodutibilidade, tanto para a análise feita a seco, quanto para a análise feita em condições úmidas. Mostraram ainda, que a acurácia obtida com o aparelho DIAGNOdent foi significativamente superior ao filme radiográfico Ektaspeed. Quando comparada à análise do padrão ouro (microrradiografia), o aparelho DIAGNOdent teve um desempenho regular. Concluíram os autores, que neste estudo *in vitro*, o aparelho DIAGNOdent foi superior à radiografia convencional para a detecção de lesões de cárie oclusais.

O trabalho de Uprichard et al. (2000) tinha por objetivo comparar o desempenho da radiografia digital direta e a convencional para a detecção de lesões de cáries nas superfícies interproximais da dentição mista. Para fazer esta comparação, foram feitas imagens de quinze quadrantes de dentes extraídos desde o canino até o primeiro molar permanente usando o sistema radiográfico digital direto CDR (Schick Technologies) e filmes convencionais Ultraspeed (Kodak) e Ektaspeed Plus (Kodak). Duzentos e setenta superfícies proximais foram avaliadas por cinco odontopediatras e ordenadas em uma escala de 5 pontos para a presença de lesões de cárie e em uma escala de 4 pontos para a extensão de lesões de cárie. Os dentes foram seccionados e analisados com um microscópio para determinar o padrão ouro. Os resultados indicaram que os examinadores experientes foram mais precisos no diagnóstico de lesões de cáries proximais usando filmes Ultraspeed e Ektaspeed Plus do que usando o sistema digital direto, e que a precisão dos

examinadores selecionados aumentou quando viram as imagens digitais diretas pela segunda vez. Foi possível concluir que houve diferença significativa para as radiografias convencionais sobre as radiografias digitais diretas baseadas em CCD para a determinação da presença ou extensão de lesões de cáries proximais. Há indícios de que com mais experiência no uso de radiografias digitais diretas a precisão no diagnóstico de cáries proximais pode se aproximar da precisão proporcionada pelos filmes convencionais.

Realizar a comparação da qualidade das imagens radiográficas entre sistemas diretos e indiretos, foi a finalidade do trabalho desenvolvido por Borg, Attaelmanan e Grondahl (2000). Para isso, os autores testaram duas gerações de dois sistemas radiográficos digitais com sensores com cabos: Visualix 1 e 2 (Gedex); CDR e CDR-APS (Schick), e dois sistemas radiográficos digitais com placa de fósforo: DenOptix (Gendex) e Digora (Soredex). Oito examinadores avaliaram a qualidade das imagens de molares, pré-molares e incisivos inferiores. Os sistemas com placa de fósforo produziam imagens de boa qualidade tanto com doses maiores, quanto com doses menores do que os sistemas com sensores. As imagens com realce foram geralmente consideradas inferiores às originais, com exceção daquelas produzidas com baixas exposições, pelos quatro sistemas diretos, que não apresentaram diferença significativa entre si. Segundo os autores, os critérios para definir as amplitudes das exposições devem estar relacionados à qualidade da informação, ou seja, a exposição útil precisa ser suficiente para produzir uma imagem aceitável. Acrescentaram que a sensibilidade obtida com a menor quantidade de radiação possível para produzir imagens aceitáveis, deve ser um importante critério para a comparação dos sistemas digitais.

Através de imagens obtidas por radiografias convencionais, radiografias digitais e realce de contraste, Haak, Wicht e Noack (2001) avaliaram a pertinência de restaurar ou não as superfícies proximais. Para esta pesquisa foram selecionados sessenta dentes caninos, pré-molares e molares, montados simulando sua posição na boca. Foram obtidas as imagens com os filmes convencionais Ultraspeed (Kodak), com o sistema radiográfico digital direto Dexis Monovisiography (MVG) e com o sistema radiográfico indireto com placa de fósforo Digora (Soredex). Dez cirurgiões dentistas da Universidade de Berlin avaliaram as imagens radiográficas e relacionaram a integridade das faces proximais com a necessidade de tratamento restaurador, de acordo com o seguinte critério: 0- definitivamente não; 1- provavelmente não; 2- possivelmente não; 3- possivelmente; 4- provavelmente; 5- definitivamente. As imagens adquiridas pelo sistema Dexis foram avaliadas duas vezes, uma vez que foi utilizada uma ferramenta específica para a manipulação do contraste. A necessidade ou não do tratamento restaurador, foi definida no exame clínico macroscópico das superfícies proximais. Os resultados obtidos permitiram aos autores concluir que a acurácia para a decisão dos tratamentos restauradores foi similar no exame radiográfico com filme convencional nos dois sistemas digitais e nas imagens com manipulação de contraste. Acrescentaram que, como o processamento das imagens digitais é mais seguro e rápido que as convencionais, estas devem permitir um diagnóstico com menores possibilidades de erro.

A performance do sistema de radiografia digital direto RVG (Trophy) foi avaliada comparativamente com o filme Ektaspeed Plus (Kodak), na detecção de lesões de cárie proximais, por Abreu Jr e Ludlow (2001). Os autores usaram quarenta e dois dentes permanentes, sendo vinte e um molares e pré-molares, em iguais proporções entre hígidos e com lesões de cárie, que foram montados com a superfície

proximal em contato. Os exames radiográficos digitais foram realizados nos modos de alta (1840X1360 pixels) e baixa (920X680 pixels) resolução. Seis observadores (três radiologistas, um endodontista e dois clínicos gerais) avaliaram as lesões de cárie de acordo com o seguinte critério: 1- lesões de cárie definitivamente ausentes; 2- lesões de cárie provavelmente ausentes; 3- incerteza sobre a presença de lesões de cárie; 4- lesões de cárie provavelmente presentes; 5- lesões de cárie definitivamente presentes. O exame histológico definiu o padrão ouro para a pesquisa. Os resultados mostraram diferenças não significantes estatisticamente entre as modalidades pesquisadas. Concluíram os autores, que o desempenho do sensor RVG, nos modos de alta e baixa definição, foi compatível à radiografia convencional, não superando o filme na detecção de lesões de cárie proximais.

A sensibilidade e a especificidade do exame clínico visual para a detecção de lesões de cáries oclusais em comparação com as radiografias interproximais foram testadas em pesquisa *in vivo*, por Fracaro et al. (2001). Cinco examinadores avaliaram quatrocentas e oitenta e uma crianças, com idades de cinco a doze anos, onde obtiveram mil novecentas e vinte e nove superfícies oclusais dos primeiros e segundos molares permanentes para o estudo. Os critérios para a classificação clínica das lesões de cárie foi o seguinte: 0- hígido; 1- descoloração de esmalte após secagem; 2- desmineralização visível depois da secagem; 3- desmineralizações e descolorações visíveis sem secagem; 4- pequena cavidade na superfície oclusal, detectável com explorador ou presença de descoloração acinzentada na dentina; 5- nítida cavidade na dentina. As radiografias interproximais foram realizadas imediatamente após os exames clínicos, com filmes radiográficos convencionais Ultraspeed (Kodak). Os resultados mostraram que em 96% os achados clínicos eram coincidentes com os achados radiográficos na avaliação da superfície hígida,

apontando para uma boa sensibilidade. Por outro lado, a especificidade teve um índice de 0,58, uma vez que apenas 58% das lesões de cárie consideradas clinicamente como na dentina foram confirmadas como radioluscências no exame radiográfico. Concluíram os autores que para as superfícies oclusais, os exames clínicos foram mais confiáveis que os exames radiográficos.

Em estudo comparativo sobre a detecção de lesões de cáries oclusais entre exame visual, com sonda exploradora e com dispositivo laser DIAGNOdent (Kavo), El-Housseiny e Jamjoum (2001) comentaram sobre as dificuldades de diagnóstico de lesões de cárie. Os autores afirmaram que as radiografias interproximais associadas ao exame clínico, são o modo mais comum para a detecção das lesões de cárie, porém, apresentam o grave inconveniente de subestimar o tamanho das lesões. Quando o exame histológico foi usado para validar os achados radiográficos, menos da metade das lesões de cárie haviam sido detectados em superfícies oclusais, principalmente nos casos de lesões de cáries incipientes, onde a desmineralização pode ser mascarada pela densidade das regiões vizinhas em esmalte. Sobre a avaliação comparativa com o DIAGNOdent, os autores concluíram que o exame apresentou excelentes habilidades para a detecção de lesões de cáries precoces (sensibilidade), porém, necessita melhorar sua performance quanto a especificidade.

Para avaliar a concordância intra e inter-examinador e a validade do diagnóstico de lesões de cáries proximais e oclusais no esmalte e dentina, utilizando radiografias convencionais e digitais, Tosoni et al. (2001) usaram 16 dentes molares e pré-molares. Estes dentes foram montados em arcos, simulando sua posição na boca. As superfícies oclusais e interproximais possuíam diferentes graus de alterações, desde descoloração até cavitação. Para a obtenção das imagens, foi usado o filme radiográfico convencional Ektaspeed Plus (Kodak) e o sistema

radiográfico digital com placas de fósforo Digora (Soredex). Dois examinadores radiologistas avaliaram duas vezes as imagens digitais exibidas de modo normal, em intervalos de quinze dias, também puderam utilizar as ferramentas digitais para magnificação da imagem, inversão de cores e tridimensionais. O padrão ouro foi definido pelo exame histológico. Os escores usados para a classificação das lesões de cárie foi o seguinte: 0– sem lesões de cárie; 1- lesões de cárie em menos da metade da espessura do esmalte; 2- lesões de cárie na totalidade do esmalte até o limite amelodentinário; 3- lesões de cárie no esmalte e penetrando em menos da metade da dentina; 4- lesões de cárie em mais da metade da dentina. Os resultados mostraram que reprodutibilidade intra-observador para as radiografias convencionais foi boa para as faces oclusais e interproximais, já a reprodutibilidade inter-observador foi considerada apenas regular para as superfícies proximais e boa nas superfícies oclusais. Para a radiografia digital, a reprodutibilidade intra-examinador foi distinta para os dois examinadores, apresentando valores que variaram de regular a ótimo. Já a reprodutibilidade inter-examinadores das radiografias digitais foi considerada boa para as faces proximais e ótima para as faces oclusais. Para o diagnóstico de lesões de cárie proximais, a sensibilidade variou de moderada à baixa. Considerando a validade, não houve diferença significativa entre as imagens convencionais e digitais para as superfícies oclusais e interproximais.

O estudo de Nair e Nair (2001), comparou a eficácia dos filmes convencionais Ektaspeed Plus (Kodak) e Insight (Kodak) e do sistema digital com sensor CDR (Schick) na detecção de lesões de cárie em faces interproximais de dentes extraídos e sem restaurações. Foram usados 50 dentes molares e pré-molares, sendo que das 100 regiões interproximais, em 55 havia evidências clínicas e/ou radiográficas de lesões de cárie. As imagens radiográficas foram interpretadas por oito examinadores

de diferentes áreas da Odontologia, professores de faculdades com experiência acadêmica de 5 a 15 anos, usando o seguinte escore: 1- lesões de cárie definitivamente ausentes; 2- lesões de cárie provavelmente ausentes; 3- dúvida entre presença ou não de lesões de cárie; 4- lesões de cárie provavelmente presentes; 5- lesões de cárie definitivamente presentes. A avaliação histológica das faces interproximais dos dentes foi utilizada para a obtenção do padrão ouro. Os resultados indicaram que a concordância inter-examinadores foi somente de fraca à moderada e que o diagnóstico de lesões de cáries proximais foi equivalente nas modalidades pesquisadas, não sendo notadas significativas diferenças nas imagens dos filmes Ektaspeed Plus, Insight e o sistema radiográfico digital Schick.

Testar o sistema tuned aperture computed tomography (TACT) para a detecção de lesões de cáries oclusais foi o estudo científico realizado por Shi et al. (2001). Para isso, os autores usaram setenta e seis dentes posteriores, sendo quarenta e oito molares e vinte e oito pré-molares, que foram montados em grupos, simulando sua posição na boca. As radiografias convencionais foram feitas com filme Ektaspeed Plus (Kodak). As radiografias digitais para a reconstrução através do software TACT foram feitas com o sistema radiográfico digital com sensor Sens-A-Ray (Regam Medical Systems), empregando um aparelho radiográfico panorâmico. Através das imagens digitais, foram montadas as imagens tomográficas, pelo sistema TACT. Estas imagens digitais foram obtidas de modo padronizado, com variações de ponto de incidência de cinco graus, de modo a permitir as reconstituições. Sete observadores, sendo cinco radiologistas e dois cariologistas, que receberam explicações prévias de como interpretar e manipular as imagens do sistema TACT, avaliaram as imagens convencionais e as tomográficas. As imagens foram classificadas de acordo com o seguinte critério: 1- definitivamente

sem lesões de cárie; 2- provavelmente sem lesões de cárie; 3- incerto sobre lesões de cárie; 4- provavelmente com lesões de cárie; 5- definitivamente com lesões de cárie. A validação do padrão ouro foi obtida com o exame histológico. Os resultados mostraram que as imagens TACT foram significativamente melhores que as imagens convencionais para o diagnóstico total de lesões de cárie. Contudo, as mesmas imagens TACT não foram significativamente melhores que os filmes para o diagnóstico de lesões de cárie de esmalte e dentina de modo individual. Os autores concluíram que o sistema TACT pode ser um eficiente método de diagnóstico de lesões de cárie em superfícies oclusais.

Hintze e Wenzel (2002) desenvolveram um estudo cujo objetivo era avaliar a influência do método de validação da precisão de diagnóstico e comparação relativa de oito sistemas radiográficos para a detecção de lesões de cáries. Para o desenvolvimento deste estudo, os autores radiografaram 138 superfícies proximais e 145 superfícies oclusais sob condições padronizadas, usando seis sistemas de sensor com base CCD: MPDx (Dental/Medical Diagnostic Systems Ins.), Dixi (Planmeca), Sidexis (Sirona), RVG gold (Trophy), RVG new (Trophy) e Visualix (Gendex) e dois sistemas de filmes: Ektaspeed Plus (Kodak) e Insight (Kodak). Todas as imagens digitais foram exibidas com o Adobe Photoshop. As imagens dos seis sistemas digitais foram apresentadas aleatoriamente. Quatro observadores avaliaram as radiografias obtidas por cada modalidade para verificar a presença de lesões de cáries proximais no esmalte e na dentina e lesões de cáries oclusais na dentina, em uma escala de 5 pontos, sendo: 1- definitivamente não está presente; 2- pode não estar presente; 3-incerto; 4- pode estar presente e 5- definitivamente está presente. Para a validação da ausência ou presença real de lesões de cáries, foram realizadas as validações histológicas e radiográficas (filme Ektaspeed Plus), com a

aplicação dos seguintes escores: 0- sadio; 1- lesões de cárie no esmalte; 2- lesões de cárie na parte externa da dentina; 3- lesões de cárie na parte interna da dentina. Ao usar validação histológica, não houve nenhuma diferença significativa entre Dixi e Ektaspeed Plus, porém Dixi foi significativamente melhor que os demais sistemas e o filme Insight em acurácia para detecção de lesões de cárie, obtendo o sistema MPDx o pior resultado. Ao usar a validação radiográfica, o filme Ektaspeed proporcionou acurácia significativamente maior que o Dixi, que por sua vez foi significativamente mais preciso que os demais sistemas radiográficos digitais pesquisados, sendo novamente o sistema MPDx o que obteve piores resultados. Os autores concluíram que a detecção de lesões de cáries oclusais e proximais foi bastante significativa com validação radiográfica comparada com a histológica.

Detectar lesões de cárie com imagens obtidas pelo sistema digital direto, antes e depois da correção de atenuação destas imagens em programas específicos, foi o objetivo do trabalho de Li et al. (2002). Em seu estudo *in vitro*, os autores usaram 40 pré-molares, montados em blocos de gesso. As radiografias foram realizadas com o sistema direto Dixi (Planmeca) e avaliadas por dez cirurgiões dentistas com experiência no diagnóstico de lesões de cárie e seguindo a seguinte classificação: 1- definitivamente sem lesões de cárie; 2- provavelmente sem lesões de cárie; 3- questionável; 4- provavelmente com lesões de cárie; 5- definitivamente com lesões de cárie. Os dentes foram preparados para exame histológico, usado para definir o padrão ouro. Os resultados mostraram que o correto processamento digital das radiografias para a atenuação das imagens, permitiu uma vantagem para o diagnóstico das lesões de cárie. Concluíram os autores, que as radiografias digitais devem ser corrigidas para a atenuação das imagens devido ao sistema visual humano ter melhor aproveitamento para a avaliação na tela do computador quando este

processo é realizado. Lembraram ainda que estudos futuros deveriam ser realizados no sentido de aprofundar o aproveitamento da visão humana em monitores, no intuito de melhorar a acurácia para o diagnóstico das lesões de cárie .

O propósito do estudo científico desenvolvido por Costa et al. (2002), foi avaliar o desempenho do sistema laser diodo para diagnóstico de lesões de cárie oclusais, comparando com outros recursos, tais como radiografias convencionais e digitais. Para o presente trabalho *in vitro*, os autores usaram vinte e cinco molares e vinte e cinco pré-molares extraídos, sendo admitidos na amostra somente dentes com superfície oclusal hígida ou, no máximo, com presença de fissuras. Dois examinadores avaliaram as imagens pelos modos: inspeção visual direta, sistema laser diodo, radiografia convencional e radiografia digital. A inspeção visual usou o seguinte critério de classificação: 0- hígidos; 1- lesões de cárie confinadas ao esmalte; 2- lesões de cárie na dentina. Para o exame com o sistema laser diodo, foi usado o aparelho DIAGNOdent (Kavo), sendo que os examinadores receberam treinamento segundo as instruções do fabricante e foi aplicado o escore de acordo com os valores indicados pelo sensor do equipamento: 0- de 0 a 5 (hígido); 1- de 6 a 20 (lesões de cárie no esmalte); 2- acima de 21 (lesões de cárie na dentina). Os exames radiográficos convencionais foram realizados pela técnica interproximal com filme Ultraspeed (Kodak) e os examinadores usaram o seguinte critério de classificação: 0- sem radiolusência; 1- radiolusência no esmalte; 2- radiolusência na dentina. Para os exames radiográficos digitais, foi usado o sistema direto com cabos e usado o mesmo critério de classificação que o sistema com filmes. O padrão ouro foi definido pela avaliação histológica com o mesmo critério do exame clínico. Os resultados permitiram aos autores concluir que os métodos convencionais subestimaram o número de lesões de cáries oclusais e que o DIAGNOdent

apresentou altos valores de especificidade e sensibilidade, assim como excelente reprodutibilidade, em relação aos demais métodos pesquisados.

A pesquisa realizada por Hintze, Wenzel e Frydemberg (2002), teve o propósito de avaliar a acurácia na detecção de lesões de cárie usando quatro sistemas de radiografias digitais com placas de fósforo com dois diferentes tempos de exposição e um sistema de radiografias convencional. Para esta pesquisa *in vitro*, foram usadas radiografias de 365 superfícies proximais e 159 superfícies oclusais, usando os seguintes sistemas digitais: DenOptix (Gendex), Cd-dent (Digident), Digora com placa azul (Soredex), Digora com placa branca (Soredex) e filme radiográfico convencional Ektaspeed Plus (Kodak). Os sistemas digitais foram usados duas vezes cada, com 10% e 25% do tempo de exposição usado para o filme convencional. Quatro observadores, sendo dois cirurgiões dentistas e dois estudantes do último ano da faculdade avaliaram as radiografias, classificando as lesões de cárie de acordo com o seguinte critério: 1-definitivamente sem lesões de cárie; 2- provavelmente sem lesões de cárie; 3-incerto; 4- provavelmente com lesões de cárie; 5- definitivamente com lesões de cárie. O padrão ouro foi fundamentado no exame histológico. O presente estudo permitiu concluir que nenhuma diferença significativa ocorreu entre os sistemas DenOptix, Digora com placa azul, Digora com placa branca e filme radiográfico convencional Ektaspeed Plus para as lesões de cárie proximais usando o maior tempo de exposição, mas todos os métodos eram significativamente mais confiáveis que o Cd-Dent. Já para as lesões de cárie oclusais usando o maior tempo de exposição, o sistema Digora com placa azul foi considerado com maior acurácia. O tempo de exposição teve influência na exatidão diagnóstica com os sistemas DenOptix e Digora com placa azul para as superfícies proximais e somente com o sistema Digora com placa azul para as superfícies oclusais.

Em seu estudo de revisão sobre a performance dos métodos para identificar lesões de cárie, Bader, Shugars e Bonito (2002) levantaram 1407 artigos na literatura, sendo que em 39 trabalhos havia descrição de 126 métodos de diagnóstico, como exame visual, exame visual e tátil, radiografia convencional, radiografia digital, transiluminação com fibra ótica, estimulação elétrica e métodos com fluorescência a laser. Os autores classificaram os trabalhos levantados em bom, regular e pobre, de acordo com a amostragem, metodologia e resultados que observassem sensibilidade e especificidade. Consideraram os autores que a literatura era limitada pelos seguintes aspectos: insuficiente descrição da metodologia empregada, grande variação dos critérios de validação histológica, pequeno número de estudos *in vivo*, seleção de dentes com poucos critérios, pequeno número de avaliadores por pesquisa, falta de treinamento adequado e pouca confiabilidade nos examinadores e outros fatores de validação interna e externa. Sugeriram os autores que deveria haver um grupo mínimo de informações padronizadas para servir de referência a um estudo, mesmo porque, isto serviria para permitir uma confiável comparação entre estes.

O objetivo do trabalho de Wenzel et al. (2002), foi comparar a precisão de diagnóstico de um programa de detecção de lesões de cáries com a opinião de observadores. Neste trabalho, um total de 190 dentes extraídos (146 molares, 31 pré-molares e 13 incisivos e caninos) foram radiografados com dois sistemas de sensores digitais do modelo RVG (Trophy): um antigo de 1994, e um mais recente de 2000 com maior resolução. Quatro observadores avaliaram as superfícies proximais em todas as imagens em uma escala progressiva de lesões de cárie, com o seguinte critério: 0- dente hígido, 1- lesões de cárie no esmalte; 2- lesões de cárie na dentina. Para a análise pelo programa de diagnóstico de lesões de cárie, foi

usado o sistema Logicon Caries Detector (LCD), que faz através de cálculos matemáticos a conversão das tonalidades das imagens em áreas de lesões de cárie. Para a validação da presença ou ausência das lesões de cárie, foi usada análise histológica. Os resultados mostraram que as especificidades para o resultado com o LCD foram significativamente mais baixas para três observadores do que quando avaliaram as imagens originais RVG e, correspondentemente, os valores prognosticados positivos foram mais baixos com o sistema LCD para os três observadores. Foi concluído que o programa de detecção de lesões de cáries automatizado é menos preciso que observadores ao detectar lesões de cáries proximais. Os autores finalizaram aconselhando os profissionais a não se influenciar por programas de detecção de lesões de cárie quando do momento de realizar seu planejamento de tratamento odontológico.

Avaliar comparativamente as práticas radiográficas digitais e convencionais de cirurgiões dentistas holandeses foi o propósito do trabalho de Berkout, Sanderink e Van der Stelt (2002), realizado em forma de questionário. Os autores pesquisaram quanto ao uso dos sistemas radiográficos digitais com cabos e sistemas com placas de fósforo, comparando com os filmes convencionais. Foram enviados pelos correios 578 questionários para os profissionais, onde constavam perguntas sobre dados pessoais (idade, sexo, localização) e dados específicos sobre radiologia. Dentre os dados sobre radiologia, foi perguntado: se utiliza exames radiográficos, qual é o sistema empregado, satisfação com o sistema, facilidade de posicionamento e processamento das imagens, arquivo e qualidade do diagnóstico. Foram obtidas 424 respostas (73%). Sobre a acurácia do diagnóstico, os mais satisfeitos foram os usuários do sistema digital com cabos, seguidos pelo sistema digital com placas de fósforo e pelos usuários de filmes convencionais, com pequenas margens de

diferenças. Comparando os sistemas digitais com o convencional relativo à facilidade para diagnóstico, os usuários do sistema com placas de fósforo encontram mais facilidade que os usuários dos sistemas com cabos.

Um questionário foi usado por Geist e Katz (2002) para avaliar os recursos empregados para diminuir as doses de radiação em Faculdades de Odontologia dos Estados Unidos e do Canadá. No questionário constavam perguntas sobre tipo de filme, tipo de colimador, técnicas radiográficas, tecnologia (digital ou convencional) e cuidados de proteção radiológica. Os filmes convencionais, principalmente o Ektaspeed Plus (Kodak), continuam sendo usados pela maioria das faculdades, mas quase 60% das instituições já dispõe dos sistemas radiográficos digitais para radiografias intra-bucais em uso rotineiro em suas clínicas, principalmente em endodontia. Com este estudo, concluíram os autores, que as faculdades têm a preocupação de diminuir a dose de radiação e que os sistemas radiográficos digitais são o modo mais prático e atual para obter esta redução.

Daatselaar, Tyndall e Van der Stelt (2003) desenvolveram um estudo *in vitro* para detectar lesões de cárie por tomografia local. Para este estudo, foi comparada a detecção de lesões de cárie por meio de radiografias digitais bidimensionais, realizadas com sistema de radiografia digital direto Sidexis (Sirona), com tomografia computadorizada tridimensional TACT, fazendo uso dos recursos de cortes em diferentes planos no programa do sistema. Vinte e quatro molares e pré-molares, com diferentes lesões de cárie, foram obtidos para o estudo. Como um dente foi usado para explicar a interpretação por tomografia computadorizada para os examinadores, foi eliminado da amostra, que ficou com vinte e três dentes, de onde foram obtidas as imagens interproximais. O padrão ouro foi determinado pelo exame histológico. Dez observadores, entre cirurgiões dentistas e alunos do quinto

ano da faculdade de Odontologia, classificaram as lesões de cárie proximais com o seguinte critério: 1- lesões de cárie ausentes; 2-lesões de cárie provavelmente ausentes; 3- incerteza sobre a presença de lesões de cárie; 4- lesões de cárie provavelmente presentes; 5 – lesões de cárie definitivamente presentes. Os resultados mostraram que os observadores tiveram uma melhor performance no diagnóstico de lesões de cárie proximais pela tomografia que pela radiografia digital, embora tenha havido diferenças significantes entre os observadores na detecção e a determinação das profundidades das lesões de cárie. Concluíram os autores que a tomografia computadorizada é uma ferramenta promissora no diagnóstico das lesões de cárie proximais, principalmente devido à manipulação dos recursos de informática tridimensional. Novos trabalhos deverão ser realizados para melhor explorar este meio de diagnóstico.

O estudo *in vivo* realizado por Rocha et al. (2003) avaliou a efetividade do laser fluorescente, comparado com a inspeção visual e o exame radiográfico para a detecção de lesões de cárie oclusais em dentes decíduos. Para este estudo, foram usados trinta primeiros e segundos molares decíduos em processo final de esfoliação ou com extração indicada por motivos ortodônticos. Dois examinadores previamente treinados realizaram duas avaliações em um intervalo superior a trinta dias. O exame com laser fluorescente foi realizado com o aparelho DIAGNOdent (Kavo), onde foi aplicado o seguinte critério de valores: 0- hígido; 1- desmineralização na superfície externa do esmalte; 2- desmineralização na superfície interna do esmalte; 3- desmineralização na dentina. O exame clínico foi realizado com o paciente sentado na cadeira odontológica, com iluminação, secagem e espelho clínico, sendo avaliado pelo seguinte critério: 0- hígido ou sem modificação no esmalte após prolongada secagem; 1- opacidade ou descoloração

após secagem; 2- opacidade ou descoloração sem secagem; 3- fissura no esmalte ou descoloração no esmalte com manchas acinzentadas; 4- cavitação opaca ou exposição de dentina. O exame radiográfico foi realizado na clínica, com filme radiográfico Insight (Kodak) e interpretado pelos examinadores, de acordo com o seguinte critério: 0- hígido; 1- radioluscência no esmalte; 2- radioluscência no terço externo da dentina; 3- radioluscência até o centro da dentina; 4- radioluscência atingindo o terço pulpar da dentina. Após os exames, os dentes que esfoliaram ou foram extraídos em um período de 45 dias, foram incluídos na amostra. O exame histológico definiu o padrão ouro da pesquisa. Os resultados permitiram aos autores concluir, que para a detecção de lesões de cáries oclusais em molares decíduos, a acurácia do laser fluorescente é similar ao exame clínico visual direto e ao exame radiográfico, embora a inspeção visual tenha mostrado melhores resultados para sensibilidade em lesões de cárie de esmalte e dentina.

A performance dos novos métodos de diagnóstico de lesões de cárie oclusais, comparadas aos convencionais, foi o tema da pesquisa *in vitro* realizada por Lussi e Francescut (2003). Para o estudo, foram selecionados noventa e cinco dentes decíduos extraídos. As lesões de cárie oclusais foram avaliadas por três experientes cirurgiões dentistas e o aparelho de laser foi aplicado aos dentes por apenas um profissional. O exame clínico foi realizado após a secagem dos dentes, do seguinte modo: 1- análise visual direta das superfícies oclusais; 2- análise dos dentes com magnificação de três vezes, usando um telescópio cirúrgico; 3- análise visual dos dentes e sondagem com suave pressão. Os resultados dos exames foram classificados pelo seguinte critério: 1- hígidos ou com lesões de cárie iniciais em esmalte; 2- lesões de cárie no interior do esmalte; 3- lesões de cárie na dentina. Os exames radiográficos foram realizados com radiografias interproximais com filme

Ektaspeed (Kodak) e examinados com o mesmo telescópio cirúrgico usado no exame clínico visual direto dos dentes, em sala escurecida, com iluminação adequada, de acordo com a seguinte classificação: 1- sem radiolusência na dentina; 2- com radiolusência na dentina. E os exames com o dispositivo de laser, foi realizado com o DIAGNOdent (Kavo), com resultados de acordo com as mensurações do próprio aparelho. A validação foi obtida pelo exame histológico. Os resultados mostraram que o DIAGNOdent apresentou melhor habilidade para a detecção de lesões de cáries oclusais em dentes decíduos e as radiografias interproximais foram melhores que os exames visuais direto e com sondagem. Concluíram aconselhando o uso do DIAGNOdent como recurso adicional aos exames convencionais para a detecção das lesões de cáries oclusais.

O estudo de Hintze e Wenzel (2003), comparou quatro métodos de validação utilizados no diagnóstico de lesões de cárie: exame clínico visual, exame radiográfico, exame histológico hemi (secção do dente ao meio) e exame histológico serial (diversas secções). Foram usados no experimento cento e noventa e oito dentes extraídos, entre eles, caninos, pré-molares e molares. O exame clínico foi feito após secagem com sonda exploradora. Para o exame radiográfico, os dentes foram montados em grupos simulando sua posição na boca, sendo usado o filme Ektaspeed Plus (Kodak). O examinador clínico e radiográfico foi o primeiro autor deste trabalho. Os resultados obtidos por meio de exame clínico, exame radiográfico convencional e avaliação histológica, foram comparados após cortes seriados de 373 faces proximais e 158 faces oclusais. Apenas um examinador realizou o processo de validação em todos os métodos investigados. Concluíram os autores que o exame histológico serial apresentou um número maior de lesões de cárie que o exame histológico hemi. A reprodutibilidade intra-observador com o exame histológico serial se mostrou muito

alta, “quase perfeita” (sic), seguida pelo exame radiográfico e clínico, atendendo aos critérios universais que um método de avaliação deve preencher.

A influência do tamanho da imagem exibida na detecção das lesões de cárie proximais, foi a pesquisa realizada por Haak et al. (2003). Para o estudo, os autores usaram cento e sessenta dentes posteriores sem restaurações e sem grandes lesões de cárie, selecionados aleatoriamente, sendo metade molares e metade pré-molares. Estes dentes foram montados em conjuntos de dois molares e dois pré-molares, superiores e inferiores, do mesmo modo que se apresentam na boca. As imagens foram obtidas pelo sistema radiográfico digital direto Sidexis (Sirona). Os examinadores foram cinco cirurgiões dentistas, com experiência em sistema radiográfico digital de pelo menos dois anos, que classificaram as imagens pelo seguinte critério: 0- hígido; 1- lesões de cárie na primeira metade do esmalte; 2- lesões de cárie na segunda metade do esmalte; 3- lesões de cárie no primeiro quarto da dentina; 4- lesões de cárie no segundo quarto da dentina, 5- lesões de cárie além da metade da dentina. As imagens digitais foram transmitidas para dois monitores de 19 e 15 polegadas, o que permitiu uma ampliação das superfícies proximais. Os mesmos examinadores avaliaram as imagens nas telas dos monitores em ambiente escurecido, semelhante ao das radiografias digitais sem ampliação. O exame histológico validou o experimento. Os resultados mostraram que não houve diferenças estatisticamente significantes entre os modelos pesquisados. Concluíram os autores que a escolha do monitor não influenciou na acurácia do diagnóstico das lesões de cáries proximais, quando do uso do sistema radiográfico digital.

Estudo realizado por Hintze, Frydenberg e Wenzel (2003), avaliou se o número de superfícies e de observadores influencia nos resultados estatísticos na detecção radiográfica das lesões de cárie. Para isso, os autores usaram cento e

setenta e sete dentes extraídos, que foram montados em blocos e radiografados em condições geométricas padronizadas. Foram usados quatro modelos diferentes para a avaliação radiográfica: filme Ektaspeed Plus (Kodak), filme Insight (Kodak), sistema radiográfico digital direto MPDx (Dental Medical Diagnostic Systems) e sistema radiográfico digital direto Dixi (Planmeca). O critério usado para a avaliação foi o seguinte: 1- lesões de cárie definitivamente ausentes; 2- lesões de cárie provavelmente ausentes; 3- incerto para lesões de cárie; 4- lesões de cárie provavelmente presentes; 5- lesões de cárie definitivamente presentes. No total, trezentos e trinta e oito superfícies proximais foram avaliadas pelos dez observadores. A análise dos cortes histológicos determinou o padrão ouro para este estudo. A avaliação estatística foi realizada com duas análises de variância, considerando cada um dos observadores e cada um dos sistemas utilizados. Os resultados mostraram através da aplicação das análises dos dados estatísticos, que estudos comparativos em relação à acurácia dos métodos de diagnóstico de lesões de cárie podem ser realizados com número de superfícies e de observadores livremente, sem comprometimento dos resultados.

Zanardo e Rego (2003) estudaram por meio de pesquisas, as lesões de cárie oclusais *in vitro*, com diferentes modalidades de meios de diagnóstico. Esta pesquisa foi realizada com trinta e dois dentes posteriores extraídos, que foram montados em oito bases de acrílico, com dois molares e dois pré-molares em cada base, simulando a posição na boca. Os dentes foram examinados visualmente após secagem e com adequada iluminação. Os exames com radiografia convencional foram feitos pela técnica interproximal, com filme Ektaspeed Plus (Kodak) e o sistema radiográfico digital utilizado foi o RVG (Trophy). Também foi usado o sistema de laser diodo DIAGOdent (Kavo) e foi avaliada a performance da

combinação dos métodos visual e radiografias interproximais convencionais. A interpretação das imagens foi feita por dois examinadores, que classificaram as lesões de cárie de acordo com sua profundidade, com diferentes escores para cada tipo de exame. Os resultados obtidos pelos distintos métodos foram comparados com exame histológico (padrão ouro). A inspeção visual foi o método mais preciso, seguido da inspeção visual associada à radiografia interproximal. A inspeção visual associada à radiografia interproximal foi o método mais específico. E a radiografia digital foi o método menos específico.

O objetivo do trabalho de Yoshiura et al. (2004) foi comparar as prioridades psicofísicas entre vários filmes intra-orais e sistemas digitais, através do teste da curva de perceptibilidade. Os autores definiram curva de perceptibilidade como um teste psicofísico que combina propriedades físicas e análise visual subjetiva do examinador, com o propósito de comparar diferentes sistemas radiográficos. Foram utilizados os filmes convencionais Ultraspeed (Kodak) e Ektaspeed (Kodak) e os sistemas digitais CDR (Schick), Dixi (Planmeca) e Digora (Soredex). Foram usados blocos de alumínio com diferentes espessuras em formato circular e os avaliadores eram 10 radiologistas, que examinaram as imagens nas mesmas condições de interpretação que os usados na Odontologia. Como as avaliações foram realizadas utilizando recursos de informática, as radiografias convencionais foram digitalizadas. Os critérios usados para a avaliação digital das imagens foram mensurações de densidade ótica e detalhes nas imagens (características físicas), que acrescidas da interpretação pessoal do examinador, constituíram o teste psicofísico. Os resultados mostraram que os três sistemas digitais tiveram propriedades psicofísicas superiores, quando comparados aos filmes convencionais, e que o filme Ektaspeed foi superior ao Ultraspeed quanto às propriedades psicofísicas.

Avaliar o limite aceitável para o bom diagnóstico em radiologia digital, considerando a relação entre tempo de exposição e dose de radiação foi o propósito da pesquisa de Berkout et al. (2004). Cinco sistemas de radiografias intra bucais foram usados, sendo um com filme convencional Ektaspeed (Kodak) e quatro digitais, sendo dois pelos sistemas radiográficos digitais diretos: Sidexis (Sirona) e MPDX (Dental/Medical Diagnostic Systems Ins) e dois sistemas radiográficos digitais indiretos: Digora (Soredex) e DenOptix (Gendex). Os autores verificaram que todos os sistemas digitais necessitaram de menos tempo de exposição para produzir radiografias aceitáveis para o diagnóstico, em comparação com a radiografia convencional. Porém, isso não ocorreu quando foram selecionadas as radiografias preferidas. Nos sistemas com placa de fósforo, as radiografias preferidas foram obtidas com altos tempos de exposição: Digora 1,21 s e Gendex DenOptix 1,16 s; enquanto para o Ektaspeed a melhor imagem foi obtida com 0,52 s. Segundo os autores, o fato de os sistemas digitais indiretos produzirem excelentes imagens com altos tempos de exposição, poderia resultar no uso de altas doses para pacientes, uma vez que estes sistemas não indicavam quando o tempo de exposição foi excessivo, ao contrário do sistema com sensores. Os autores consideraram fundamental o uso de uma tabela de exposição obtida com a calibração do sistema digital indireto ao aparelho de raios-x.

O propósito do trabalho científico de Goga, Chandler e Love (2004) consistiu em comparar imagens digitalizadas de radiografias convencionais com as radiografias originais, avaliando a clareza na visualização de limas endodônticas, lesões periapicais e lesões de cárie. Para a execução deste trabalho, foram usados quatro grupos de dez radiografias: bitewing padronizada com imagens de lesões de cáries; radiografias periapicais com imagens de lesões apicais; radiografias

periapicais com imagens de limas endodônticas de vários tamanhos e radiografias periapicais padronizadas com imagens de limas de tamanho 8. As radiografias foram fotografadas com o auxílio de uma câmera digital Olympus C2500-L (Olympus), uma câmera digital Nikon D1-X (Nikon) e escaneadas por um scanner de filme e slide Nikon Supercoolscan 4000 ED (Nikon). As imagens foram transferidas para um notebook Toshiba Satellite 2210. Três cirurgiões dentistas compararam cada radiografia convencional com as três imagens digitalizadas compatíveis. As imagens foram classificadas e avaliadas em relação à clareza na qualidade diagnóstica. As radiografias convencionais foram examinadas no negatoscópio e as imagens digitalizadas foram avaliadas diretamente no notebook Toshiba Satellite 2210, sendo que o tempo para análise de cada imagem digital foi aproximadamente nove vezes maior que para as radiografias originais. Não foram permitidas modificações de imagens tais como mudança de contraste. A clareza e a qualidade do diagnóstico das radiografias convencionais foram superiores às imagens digitais produzidas pelas três técnicas. Nenhuma diferença significativa foi encontrada entre as câmeras digitais Nikon D1-X e Olympus C2500-L no que diz respeito à clareza e qualidade de diagnóstico. O scanner Nikon Supercoolscan 4000 ED foi equivalente à câmera Olympus C2500-L em relação ao diagnóstico, mas, por outro lado, inferior à câmera digital Nikon. Os autores concluíram que digitalizar radiografias convencionais com auxílio de máquinas digitais e scanners de alta resolução não produz imagens de qualidade de diagnóstico. Seria necessário melhorar a definição dos monitores para fortalecer o potencial da tecnologia digital.

Kositbowornchai et al. (2004) compararam imagens originais de um sistema de radiografias digital com as imagens manipuladas deste mesmo sistema. Para este trabalho *in vitro*, as imagens foram adquiridas pelo sistema direto RVG

(Thophy). Cem terceiros molares extraídos foram usados, desde dentes hígidos até dentes com extensas lesões de cárie, de onde foram feitas radiografias padronizadas. Após a obtenção das imagens, um pesquisador manipulou-as para aumentar a nitidez, zoom (aumento da resolução) e alteração de cor, usando o programa do sistema digital Trophy, obtendo quatrocentas imagens, sendo 100 originais. As imagens foram ordenadas aleatoriamente e numeradas antes dos examinadores terem acesso a elas. Quatro examinadores, estudantes do sexto ano de Odontologia, avaliaram as 400 imagens, sem poder alterá-las e classificaram-nas de acordo com o seguinte critério: 1- lesões de cárie definitivamente ausentes; 2- lesões de cárie provavelmente ausentes; 3- incerteza sobre a presença de lesões de cárie; 4- lesões de cárie provavelmente presentes; 5- lesões de cárie definitivamente presentes. Não havia limite de tempo para os examinadores. O padrão ouro foi definido pelo exame histológico dos dentes. Concluíram os autores por meio deste estudo, que os três tipos de realces aplicados às imagens digitais tiveram uma performance semelhante às imagens originais não manipuladas, para a detecção de lesões de cárie oclusais.

Ramamurthy et al. (2004) pesquisaram a relação entre as pequenas doses de radiação com a dificuldade de detecção de estruturas e alterações em imagens periapicais, utilizando os sistemas de placas de fósforo DenOptix (Gendex) e ScanX (Air Techniques). Enfatizam os autores que uma diminuição na dose de exposição pode afetar negativamente o contraste radiográfico, comprometendo o diagnóstico de alterações de baixo contraste, como a cárie dentária, o que contra indica esta conduta clínica. Sobre o local ideal para o processamento de placa de fósforo, os autores concluíram que não é necessária uma sala escura, contudo para evitar a degradação

do sinal, a redução da luz ambiente seria indicada. Não foram encontradas diferenças significantes entre as imagens digitais dos sistemas pesquisados.

Avaliando os cuidados que os cirurgiões dentistas belgas tomavam em relação à proteção radiológica, Jacobs et al. (2004), encontraram mais de um terço dos profissionais fazendo uso dos sistemas radiográficos digitais, sendo que 18% usavam o sistema indireto com placas de fósforo e 16% usavam o sistema direto com sensor. A pesquisa, feita em forma de questionário, teve dezenove perguntas e foi enviada para setecentos profissionais belgas, sendo respondido por quinhentos cirurgiões dentistas. A pesquisa apontou, em concordância com estudo similar feito na Noruega, que os profissionais optaram pelos sistemas radiográficos digitais pela menor quantidade de exposição aos raios-x, pois enquanto a média de exposição com os filmes foi de 0,4 segundos, com os sistemas radiográficos digitais a média foi de 0,22 segundos. Os profissionais com menor tempo de graduação são os que mais usam os sistemas radiográficos digitais. Concluíram os autores, sobre os sistemas radiográficos digitais, que a sua aplicação era crescente em função da menor tempo de exposição dos pacientes e dos recursos de informática, embora os custos sejam mais elevados.

Comparar as imagens obtidas com radiografias digitais e convencionais para a detecção de lesões de cárie proximais foi o intuito da pesquisa feita por Araújo et al. (2005). Os autores compararam a precisão no diagnóstico de lesões de cárie em imagens radiográficas originais e alteradas, realizados pelo sistema direto Sidexis (Sirona) com os filmes convencionais Ektaspeed Plus (Kodak) e Insight (Kodak). Para o presente estudo foram usados cinquenta e dois pré-molares, com aproximadamente a mesma proporção de dentes com lesões de cárie e hígidos. Foram realizadas as exposições radiográficas digitais e convencionais, em idênticas posições geométricas,

para examinar as regiões interproximais. Os dentes foram montados em blocos de resina, reproduzindo sua posição na boca. Os examinadores (dois radiologistas e dois clínicos gerais) receberam treinamento para operar o sistema de manipulação das imagens e classificar as lesões de cárie de acordo com o seguinte critério: 0 – sem cáries; 1- lesões de cárie na parte externa do esmalte; 2- lesões de cárie na parte interna do esmalte, mas não atingindo a dentina; 3- lesões de cárie no esmalte e na parte externa da dentina; 4- lesões de cárie no esmalte e na parte interna da dentina. As 104 superfícies proximais foram avaliadas pelas quatro modalidades estudadas: Programa Sidexis original, programa Sidexis com manipulação da imagem, filme Ektaspeed Plus e filme Insight. Secções histológicas serviram como critério de validação para presença e profundidade das lesões de cárie. Os resultados mostraram que não houve diferença significativa entre o sistema Sidexis digital original e os filmes convencionais. As imagens do sistema Sidexis alteradas apresentaram uma precisão de diagnóstico significativamente mais baixo que os filmes convencionais. Concluíram então os autores que os sistemas de imagens digitais pesquisados foram semelhantes aos filmes convencionais na detecção das lesões de cárie proximais e concluíram também que, sob as condições experimentais deste estudo, as modificações realizadas nas imagens do sistema Sidexis propiciaram uma diminuição na precisão do diagnóstico.

A pesquisa realizada por Rocha et al. (2005), teve como objetivo comparar dois sistemas digitais de placas de fósforo e filme radiográfico convencional, assim como verificar a concordância inter-examinadores em diagnóstico radiográfico de lesões de cárie oclusais e interproximais. Os sistemas digitais indiretos Digora (Soredex) e DenOptix (Gendex) e o sistema radiográfico convencional, com filme Insight (Kodak), foram usados para avaliar 144 superfícies dentais com e sem

cavitação, sendo classificadas as imagens pelos escores: 0- sem lesões de cárie; 1- lesões de cárie no esmalte; 2- lesões de cárie na junção amelodentinária; 3- lesões de cárie na dentina. Os examinadores foram 13 alunos de graduação e 1 cirurgião dentista radiologista e a validação foi feita em microscopia óptica. Os resultados mostraram não haver diferença significativa entre os sistemas radiográficos, entretanto, todos tiveram diferenças significantes quando comparados à microscopia óptica, com exceção do sistema Digora nas superfícies proximais quando o radiologista foi o examinador. Quando da avaliação inter-examinadores, foi obtida concordância moderada dos alunos entre si e, entre os alunos e o radiologista obteve-se nível fraco a moderado. Com relação à sensibilidade e especificidade, os valores foram semelhantes entre os alunos e o radiologista, com exceção dos valores de sensibilidade nas superfícies oclusais. Os estudantes obtiveram um maior número de resultados falso-positivos e o radiologista obteve um maior número de resultados falso-negativos.

Tendo em vista a escassez de trabalhos que comparem mensurações de extensão de lesões de cárie de esmalte com resultados obtidos com métodos radiográficos, Pontual (2005), em sua tese de doutorado, avaliou a eficiência do sistema digital Digora (Soredex) com placas de fósforo branca e azul, do sistema DenOptix (Gendex) e do filme radiográfico Insight (Kodak) na detecção de lesões de cárie proximais em esmalte, e comparou os resultados das avaliações radiográficas com as mensurações histológicas de extensão das lesões de cárie em esmalte. Para o estudo, foram utilizados 40 molares e 40 pré-molares, com faces hígidas ou pequenas desmineralizações e com aparente integridade oclusal, dispostos em 20 phantoms com grupos de dois molares e dois pré-molares. Todas as imagens digitais e convencionais foram examinadas por 17 cirurgiões dentistas de diversas

especialidades odontológicas, com variadas experiências profissionais, que as avaliaram classificando pelo seguinte escore: 0- face hígida; 1- lesões de cárie na metade externa do esmalte; 2- lesões de cárie na porção interna do esmalte até a junção amelodentinária; 3- lesões de cárie em dentina. O padrão ouro foi definido pela microscopia óptica, onde foram eliminadas do estudo as lesões de cárie de dentina (não eram a proposta do trabalho) e feitas as mensurações das lesões de cárie de esmalte. Concluiu o autor que os sistemas digital Digora com placas de fósforo branca e azul, o sistema DenOptix e o filme radiográfico Insight demonstraram desempenhos semelhantes na detecção de lesões de cárie proximais incipientes e que o tamanho do comprometimento histológico pelas lesões de cárie de esmalte não acarretou no aumento da quantidade de faces corretamente diagnosticadas por meio dos exames radiográficos.

A eficiência de três diferentes filmes radiográficos e um sistema radiográfico digital foram avaliados por Erten, Akarslan e Topuz (2005), na detecção de lesões de cárie proximais. Para este estudo, os autores usaram oitenta faces proximais de quarenta pré-molares extraídos, montados em dez blocos com quatro dentes em cada bloco. Os exames radiográficos foram realizados com os filmes convencionais Ultraspeed (Kodak), Ektaspeed Plus (Kodak) e Insight (Kodak) e com o sistema radiográfico digital direto RVG (Trophy). As imagens obtidas foram avaliadas por três cirurgiões dentistas, sendo um radiologista e dois endodontistas, que classificaram as lesões de cárie do seguinte modo: 1- lesões de cárie definitivamente ausentes; 2- lesões de cárie provavelmente ausentes; 3- lesões de cárie incertas; 4- lesões de cárie provavelmente presentes; 5- lesões de cárie definitivamente presentes. O padrão ouro foi obtido pelo exame histológico. Os resultados mostraram que entre os filmes e o sistema radiográfico digital pesquisado não houve diferença significativa

quanto à sensibilidade e especificidade. Concluíram os autores que todos os sistemas poderiam ser usados para a detecção das lesões de cárie proximais, que o filme Insight necessita de um menor tempo de exposição que os demais filmes, e que o sistema radiográfico digital usa uma quantidade de exposição radiográfica menor do que todos os filmes.

Com o objetivo de avaliar a precisão diagnóstica na descoberta de lesões de cáries interproximais, Prapayastok et al. (2006), realizaram um estudo digitalizando imagens de filmes utilizando uma máquina fotográfica digital Sony Cyber Shot DSC – S75 (Sony) com diferentes resoluções. Vinte e cinco radiografias periapicais de 50 pré-molares e de 25 molares foram fotografadas em três ajustes de resolução: 640X480, 1280X960 e 1600X1200. Setenta e cinco imagens digitais foram transferidas para um computador equipado com o software ACDSee, versão 5.0 (ACD Systems). Foi feita uma apresentação no programa Microsoft Office PowerPoint de cada imagem digitalizada. Cinco observadores cirurgiões dentistas (três radiologistas e dois clínicos gerais), classificaram três grupos de imagens (o filme, o arquivo ACDSee e os slides do Microsoft Office PowerPoint) em relação à existência de cáries proximais usando uma escala de 5 pontos (1- não há cáries proximais definitivamente, 2- pode não haver cáries proximais, 3- incerto, 4- pode haver cáries proximais e 5- há definitivamente cáries proximais). Em casos de pontuação 4 e 5, era necessário especificar a profundidade das lesões, que foram classificadas em 4 níveis: 1- parte externa do esmalte, 2- parte interna do esmalte, 3- parte externa da dentina e 4- parte interna da dentina. Foi analisada a diferença entre os valores da profundidade das lesões interpretadas pelos observadores e o padrão ouro. Para a observação dos filmes, foi utilizado um negatoscópio coberto em uma sala escura. Para a interpretação dos arquivos ACDSee foi utilizado um monitor tela plana de 17

polegadas, este mesmo monitor foi utilizado para a interpretação dos slides do programa Microsoft Office PowerPoint. Os autores notaram que as imagens digitalizadas com resoluções diferentes do Microsoft Office PowerPoint não mostraram nenhuma diferença entre elas e nem entre elas e o filme. Para a profundidade das lesões de cáries, as imagens 1280X960 mostraram menos diferença em lesões de esmalte, se comparados a as outras resoluções. Os autores concluíram com este estudo que para digitalizar uma radiografia convencional, não é necessário a câmera de melhor resolução para obter as melhores imagens para fazer o diagnóstico de lesões de cárie. A resolução 1280 X 960 da câmera digital forneceu imagens comparáveis com os filmes convencionais, para finalidade de detecção de lesões de cárie, sendo recomendada para esta finalidade.

Para investigar evidências do uso de radiografias digitais por cirurgiões dentistas e o resultado de diagnóstico de cáries com sistemas digitais, Wenzel (2006) desenvolveu uma pesquisa na literatura com o software de busca PubMed. A pesquisa foi limitada aos anos 1999 - 2005 devido às constantes mudanças nos sistemas. A estratégia de busca resultou em 123 artigos. Os artigos originais foram selecionados pelo seguinte critério de inclusão: estudos com questionários, estudo clínico (*in vivo*) e estudos laboratoriais (*in vitro*). Artigos de revisão de literatura e sobre imagens digitalizadas foram excluídos. Restaram então, quarenta e dois artigos, sendo nove estudos com questionário, cinco estudos clínicos e vinte e oito estudos laboratoriais. Foi possível concluir que um número relativamente grande de estudos sobre o assunto, com validação confiável, sobre presença/ausência de lesões de cárie estava disponível. A maioria dos estudos apresentava como resultado, que os sistemas radiográficos digitais possuíam uma precisão de diagnóstico similar ao filme, com algumas exceções. A habilidade para melhorar

imagens pareceu não influenciar a precisão de diagnóstico, e as várias funções dos programas dos sistemas radiográficos digitais podem ser mais ou menos superficiais no diagnóstico de lesões de cáries. De qualquer modo, a comunidade científica tem a responsabilidade de avaliar continuamente novos sistemas digitais radiográficos intra-orais que surgem no mercado, tanto para a qualidade de imagem e precisão de diagnóstico, quanto para o desempenho nas clínicas.

A utilização de radiografias convencionais, digitais e digitalizadas para a avaliação da desmineralização do esmalte, foi o motivo do trabalho desenvolvido por Ferreira et al. (2006). Para a pesquisa, foram usados 49 dentes terceiros molares hígidos, onde foram feitas restaurações de amálgama na superfície lingual para efeito de referência na comparação de imagens. As coroas dos dentes foram isoladas e deixadas uma janela nas superfícies proximais, antes que os dentes fossem mergulhados em solução desmineralizante. As imagens radiográficas foram obtidas por quatro diferentes métodos: filme convencional Insight (Kodak), sistema radiográfico digital direto CygnusRay (Cygnus) e dois sistemas radiográficos indiretos com placas de fósforo DenOptix (Gendex) e Digora (Soridex). As radiografias convencionais foram digitalizadas com um scanner a laser Scanjet 4C/T. Os avaliadores foram três cirurgiões dentistas radiologistas, que classificaram as imagens pelo seguinte critério: 1-lesões de cárie definitivamente ausentes; 2- lesões de cárie provavelmente ausentes; 3- incerto sobre lesões de cárie; 4- lesões de cárie provavelmente presentes; 5- lesões de cárie definitivamente presentes. O padrão ouro foi definido pelo estudo histológico. Os resultados mostraram que o sistema radiográfico digital indireto com placas de fósforo e as radiografias convencionais não apresentaram diferenças significantes em acurácia e detecção da desmineralização de esmalte em faces proximais. Já

comparando o sistema radiográfico direto com cabos CygnusRay com o sistema radiográfico indireto com placas DenOptix, o sistema indireto foi significativamente melhor em acurácia e detecção da desmineralização de esmalte em faces proximais que o sistema direto. As imagens digitalizadas foram significativamente inferiores às radiografias convencionais, pelos critérios pesquisados. Concluíram os autores que o sistema digital DenOptix com placas de fósforo e as radiografias convencionais demonstraram o melhor desempenho no diagnóstico das desmineralizações de esmalte em faces proximais. Acrescentaram que os filmes convencionais podem ser substituídos pelo sistema digital indireto DenOptix, sem perda de qualidade, porém os custos da implementação do sistema são um fator limitante para este fim.

Foi com o propósito de comparar a precisão do diagnóstico de duas modalidades de softwares usados na avaliação de radiografias digitais, obtidas por quatro sistemas dentais diferentes, e também avaliar se estes softwares influenciaram na comparação dos quatro sistemas dentais, que Hintze (2006) estudou um grupo de 122 dentes *in vitro* e sob condições padronizadas. O autor obteve as imagens por dois sistemas de radiografia digital indireta com placas de fósforo: Digora (Soredex) e DenOptix (Gendex) e dois sistemas de radiografia digital direta, com sensores de base CCD: Dixi (Planmeca) e Sidex (Sirona). Os observadores, que eram um cirurgião dentista radiologista e dois estudantes de odontologia com experiência, avaliaram livremente as imagens dos vários sistemas em ordem aleatória, em seus próprios softwares e também em software comum. As imagens analisadas neste software comum foram exportadas para o software Adobe Photoshop e depois importadas por este software, que foi desenvolvido no departamento de Radiologia Oral da Universidade de Aarhus, Dinamarca. A

presença de lesões de cáries proximais no esmalte e na dentina e de lesões de cáries oclusais na dentina foi classificada em uma escala de cinco pontos: 1- lesões de cárie definitivamente ausentes; 2- lesões de cárie provavelmente ausentes; 3- incerto; 4- lesões de cárie provavelmente presentes e 5- lesões de cárie definitivamente presentes. A presença exata de lesões de cáries foi validada pelos cortes histológicos. Os resultados mostraram que não foi encontrada diferença significativa na precisão de diagnóstico de lesões de cáries proximais e oclusais entre o software próprio de cada sistema com o software comum, aplicados em radiografias obtidas com quatro sistemas digitais diferentes. Concluíram aprovando o uso deste software comum para diagnóstico em radiografias digitais, pois o software usado para avaliação de imagens não influenciou na classificação das lesões de cárie dos sistemas estudados.

Em trabalho de revisão de literatura, Pretty (2006) discorreu sobre a detecção de lesões de cárie e diagnóstico face a tecnologias modernas. Dentre os recursos para a detecção de lesões de cárie, o autor destacou os métodos radiográficos, entre eles os sistemas digitais e de subtração. Sobre os sistemas digitais, o autor esclareceu que, embora em muitos estudos as radiografias convencionais apresentem sensibilidade e especificidade maiores que as digitais, estas permitem manipulações de imagens e sua qualidade tem evoluído rapidamente. Em estudos mais recentes, já houve uma equiparação entre a qualidade das imagens, com a grande vantagem dos sistemas digitais exigirem um tempo de exposição aos raios-x significativamente menor e haver facilidade de arquivar as imagens no computador.

Um estudo *in vitro*, sobre a detecção de lesões de cárie proximais em radiografias convencionais e digitais, foi a pesquisa realizada por Rockenbach (2006). Para este trabalho científico, foram usados 51 molares e 24 pré-molares hígidos ou

que apresentassem lesões de cárie proximais, porém sem destruição de cúspides ou restaurações. Os dentes foram montados em 25 blocos e radiografados pela técnica interproximal usando filmes convencionais Insight (Kodak), sistemas digitais com placa de fósforo DenOptix (Gendex) e Digora (Soredex) e o sistema direto com cabos CygnusRay (MPS), totalizando 100 radiografias. As análises foram realizadas por um observador, em três diferentes momentos e com intervalo de uma semana, sendo consideradas somente as faces interproximais. O escore adotado foi o seguinte: 0- lesões de cáries ausentes; 1- lesões de cárie restritas ao esmalte; 2- lesões de cárie atingindo a junção amelodentinária; 3- lesões de cárie estendendo-se até a dentina. Para a obtenção do padrão ouro, foi usado o exame histológico. Com base nestes estudos, o autor concluiu que a capacidade diagnóstica das imagens digitais na detecção de lesões de cárie proximais é similar à da radiografia convencional e que os sistemas radiográficos digitais com placas de fósforo (Digora e DenOptix) são comparáveis ao sistema radiográfico digital direto com sensor (CygnusRay) no diagnóstico radiográficos de lesões de cárie proximais.

Castro et al. (2007) desenvolveram um estudo a fim de comparar a precisão diagnóstica do filme convencional com imagens digitais diretas não melhoradas e imagens digitais diretas com inversão na escala de cinza. Foram selecionados 174 molares e pré-molares permanentes extraídos para o estudo com base na profundidade variável da lesão. Os dentes foram avaliados clinicamente e radiograficamente para verificar a presença de lesões de cáries proximais. As imagens convencionais foram radiografadas com o filme Ektaspeed Plus (Kodak) e as imagens digitais com um sensor CMOS-APS (Schick). Um terceiro arranjo de imagens foi produzido subsequentemente ao inverter as imagens digitais não melhoradas usando um software Schick. Sete examinadores avaliaram 58 imagens

aleatórias de cada modalidade usando uma escala contínua de 1 a 100 pontos, com 1 representando “lesão não presente definitivamente” e 100 representando “lesão presente definitivamente”. Os filmes convencionais foram vistos sob iluminação reduzida em um negatoscópio convencional. As imagens digitais foram vistas em um monitor de 17 polegadas com a resolução de 1024X768 e sob iluminação reduzida. Os avaliadores não fizeram nenhum ajuste de contraste ou brilho. A validação histológica foi o meio para a obtenção do padrão ouro. A conclusão deste estudo foi que a precisão de diagnóstico das três modalidades testadas foi semelhante na detecção de lesões de cáries proximais e que as radiografias digitais diretas podem ter aplicação para uso clínico, especialmente pela exposição à radiação ser reduzida. Entretanto, a inversão da escala de cinza não melhorou a precisão de diagnóstico comparada com imagens digitais não invertidas ou com filme convencional. Além disso, todos os sistemas de imagem usados nesse estudo tiveram um desempenho fraco na detecção de lesões no esmalte.

O objetivo do trabalho realizado por Berkhout et al. (2007), foi comparar a precisão de diagnóstico de lesões de cárie de quatro sistemas de imagens digitais de média e alta resolução, e comparar o efeito na precisão de diagnóstico ao reduzir o tamanho de imagens de alta resolução para as dimensões de resolução padrão. Foram montados dezoito grupos, cada um com cinco pré-molares, totalizando 90 dentes humanos extraídos. As superfícies proximais destes pré-molares variavam de regiões de lesões de cárie na dentina até regiões saudáveis. Os dentes foram montados em blocos de gesso. Foram colocados dois blocos de cada vez em um posicionador para simular a radiografia interproximal. Nove conjuntos diferentes foram radiografados, com um total de 72 pré-molares diferentes a serem examinados, uma vez que um dente de cada bloco não seria avaliado. As radiografias foram feitas

usando quatro sistemas digitais: Dixi2 (Planmeca), Visualix HDI (Gendex), Vistascan (Durr) e Optime Digora (Soredex), cada um com dois tipos de resolução. As imagens originais de alta resolução foram reduzidas para a resolução padrão e as imagens resultantes foram exatamente do tamanho das resoluções originais padrão. As imagens de resolução padrão foram ampliadas usando o mesmo método para chegar ao tamanho exato das originais de alta resolução. Foi pedido aos observadores que avaliassem a profundidade das lesões de cáries em uma escala de quatro pontos, sendo: 0- superfícies proximais sadias, 1- radioluscência na primeira parte do esmalte, 2- radioluscência até a junção amelodentinária e 3- radioluscência dentro da dentina. O padrão ouro foi obtido com o exame microscópico dos dentes seccionados. Com o resultado desta pesquisa, foi possível concluir que a acurácia no diagnóstico de cáries não melhora quando se reduz as imagens de alta resolução para as imagens de resolução padrão. O uso do método de ampliação não teve efeito no diagnóstico das lesões de cárie e, por isso, pode ser usado quando for necessário aumentar ou reduzir radiografias. A probabilidade de detecção de lesões de cáries, no entanto, era diferente para os sistemas de sensores dos diferentes fabricantes, sendo que o sistema Visualix HDI foi o que teve a melhor performance, pois teve seus resultados mais próximos ao padrão ouro.

A literatura relativa a sistemas para a detecção de lesões de cárie oclusais em molares decíduos é limitada, segundo Dunkley e Ashley (2007), que realizaram trabalho científico com o objetivo de comparar *in vitro* um sistema de escore para lesões de cárie oclusais, com radiografias interproximais e também para determinar o melhor ponto de corte para detectar lesões de cárie em dentina. Para isso, os autores usaram sessenta dentes molares decíduos, extraídos de pacientes do Eastman Dental Hospital. Os dentes foram examinados

visualmente e radiograficamente por dois cirurgiões dentistas. Como resultados, o exame histológico revelou que 13% dos dentes eram hígidos, 38% tinham lesões de cárie de esmalte e nos demais as lesões de cárie eram na dentina. Os resultados do diagnóstico de lesões de cárie nas radiografias interproximais e exame visual foram semelhantes ao nível da dentina, enquanto o exame visual foi mais preciso ao nível do esmalte. Já para o ponto de corte, para a visualização das lesões de cárie em esmalte, a melhor caracterização é quando o dente apresenta opacidade ou descoloração visível na superfície depois de seco. Para detectar lesões de cárie de dentina, a melhor caracterização para realizar uma secção dental é quando a coroa do dente apresenta opacidade ou descoloração visível, sem precisar secar, ou cavidade em esmalte opaco ou descolorido, e/ou descoloração acinzentada visível na dentina.

Detectar lesões de cárie proximais através de exame clínico e radiográfico em crianças suecas de nove anos de idade foi o propósito do trabalho de Lillehagen, Grindejord e Mejøre (2007). Cento e dezessete crianças foram avaliadas clínica e radiograficamente por um cirurgião dentista calibrado. O exame clínico foi realizado em cadeira odontológica, com adequada iluminação e com uma sonda exploradora, que foi usada para remover a placa e eliminar dúvidas. O exame radiográfico interproximal foi realizado com o filme Insight (Kodak) e foi usado o seguinte critério para a classificação das lesões de cárie: 0- sem radiolusência visível; 1- radiolusência no esmalte; 2- radiolusência na dentina; 3- radiolusência além da dentina. Os resultados mostraram que em casos onde o exame clínico detectou 100% de ausência de lesões de cárie proximais, o exame radiográfico detectou 90% de ausência de lesões de cárie proximais, ou seja, havia 10% de superfícies com lesões de cárie. Quarenta e oito por cento das crianças, apresentavam lesões de cárie

proximais de esmalte e dentina, que só foram diagnóstico pelas radiografias interproximais. Concluíram os autores que para o uso das radiografias para diagnóstico de lesões de cárie deve ser considerado o nível e o risco de lesões de cárie em uma população.

A acurácia na detecção das desmineralizações das superfícies oclusais, avaliadas pelas radiografias convencionais e pelo método de subtração radiográfica, foi o estudo científico de Ricketts et al. (2007). Para isso, os autores usaram 40 molares extraídos, sem restaurações, que foram montados em grupos de dois molares e um pré-molar, de modo similar à sua disposição na boca, sendo cinco grupos superiores e cinco grupos inferiores. Em todos os dentes, foram abertas fissuras com brocas diamantadas, criando zonas que, após as tomadas radiográficas, forneceriam imagens radiolúcidas. Os grupos de dentes foram posicionados em condições geometricamente padronizados, de modo a não haver nenhuma variável na fase de exposição dos dentes aos raios-x. Foi usado para a avaliação radiográfica, o sistema digital indireto DenOptix (Gendex) e a leitura das placas de fósforo foram feitas no scanner da mesma marca e com programa adequado. As imagens para a subtração radiográfica foram obtidas com programa específico. Após esta sessão radiográfica, dezenove dentes foram escolhidos aleatoriamente e colocados em solução desmineralizante, por um período de três horas. Os dentes foram então radiografados novamente e novamente colocados na solução desmineralizante. Este processo foi realizado cinco vezes. As imagens foram organizadas e montadas por um dos autores, gerando duzentos e quarenta imagens de subtração e duzentos e quarenta imagens digitais, obtidas nas diferentes fases da desmineralização dos dentes. Os resultados do presente estudo permitiram aos autores concluir que a subtração radiográfica permite maior acurácia

e tem maior potencial de reprodutibilidade para a detecção de desmineralização em cavidades oclusais, quando comparado às radiografias digitais. E a técnica de subtração permite maior monitoramento da progressão das desmineralizações.

A detecção de lesões de cáries proximais *in vitro*, usando programa padrão e programa para realce de imagens, com o sistema de placas de fósforo, foi o estudo científico realizado por Li et al. (2007). Os autores usaram noventa pré-molares extraídos, que foram montados em grupos de cinco elementos, totalizando dezoito grupos de dentes. Para a obtenção das imagens, foi usado o sistema radiográfico indireto com placas de fósforo Vistascan (Durr Dental). Os examinadores foram oito cirurgiões dentistas com experiência em diagnóstico de lesões de cárie de dentina e esmalte, que avaliaram aleatoriamente as imagens e classificaram as lesões de cárie em: 1- definitivamente ausentes; 2- parcialmente ausentes; 3- incerto; 4- provavelmente presentes; 5- definitivamente presentes. A validação foi obtida através do exame histológico dos dentes. O brilho e o contraste das imagens haviam sido calibrados por um dos examinadores. Este estudo científico permitiu aos autores concluir que não houve diferença estatisticamente significativa entre os dois processos de análise de imagens, no diagnóstico de lesões de cárie.

O estudo realizado por Wenzel, Haiter Neto e Gotfredsen (2007), avaliou os fatores de risco para um resultado de falso-positivo em diagnóstico de lesões de cárie proximais, considerando a modalidade radiográfica e as características do observador. Para a realização deste trabalho, foram usados oitenta dentes extraídos, sendo vinte primeiros pré-molares, vinte segundos pré-molares, vinte primeiros molares e vinte segundos molares, todos sem cavidades. Os dentes foram montados em blocos de silicone, com contatos interproximais, simulando sua posição na boca. Os grupos foram radiografados nas mesmas posições, usando três

sistemas radiográficos digitais com placas de fósforo: Digora fmx e Digora Optime (Soredex) e Vistascan (Durr) e cinco sistemas radiográficos digitais diretos com sensor: Dixi2 (Planmeca), CDR-APS e CDR wireless (Schick), Sidexis (Sirona) e dr. Suni Plus (Suni). Ainda foi usado o filme convencional Insigh (Kodak). Oito observadores avaliaram as superfícies proximais das imagens radiográficas no mesmo monitor e de acordo com a severidade das lesões de cárie e as classificaram em: sem lesão, lesão no esmalte, lesão no terço externo da dentina e lesão no terço interno da dentina. Foi permitido aos observadores manipularem realce de imagem, brilho, contraste, zoom e demais recursos dos programas. A validação foi obtida pelo exame microscópico das secções dos dentes. Os resultados mostraram que os homens obtiveram menos diagnósticos falso-positivos que as mulheres, e que os menos experientes tiveram um risco seis vezes maior para estes resultados. Sobre os sistemas radiográficos digitais, os autores concluíram que os sistemas Digora fmx e Dixi2 reduziram o risco de diagnóstico falso-positivo, enquanto o Digora Optime aumentou este risco. Já as manipulações das imagens nos sistemas não influenciaram nos diagnósticos falso-positivos.

3 PROPOSIÇÃO

A proposta deste estudo foi avaliar a acurácia dos métodos radiográficos convencional e digital direto, na análise da extensão de lesões de cárie oclusais em molares decíduos, através da comparação de dados radiográficos e histológicos *in vitro*.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Grupo Amostral

Para este estudo foram utilizados 55 molares decíduos humanos que foram limpos e armazenados em soro fisiológico a 4°C até serem utilizados. Estes dentes foram obtidos através de documento de doação por parte do Banco de Dentes Humanos (BDH) da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo. O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da FOUSP através do parecer número 81/06 (Anexo A).

Os dentes apresentavam desde pigmentações até ao menos um sítio suspeito de lesão de cárie oclusal. Adicionalmente, os dentes estavam sem restaurações e exibiam superfícies sem selantes. Os dentes foram limpos com pasta de pedra-pomes e água com o auxílio de taça de borracha e contra-ângulo, enumerados de 1 a 55, armazenados individualmente em solução salina. Foram realizadas fotografias da face oclusal de todos os dentes, com máquina fotográfica Sony Super SteadyShot 5.1 megapixels (Tokio, Japan), inseridas no software Microsoft PowerPoint. Sobre estas imagens, foram indicadas as áreas selecionadas para as avaliações.

4.2 Exames Radiográficos

Após a fase das fotografias, realizaram-se as radiografias convencionais e digitais. Foi utilizado o aparelho de raios-x periapical Odontomax , marca Astex (São Paulo – Brasil), com 70 kVp e 7 mA. Através de um suporte de acrílico, especialmente confeccionado para esta pesquisa, os dentes foram posicionados de um modo padronizado, para as tomadas radiográficas convencionais e digitais, de modo a manter a distância foco-filme e o posicionamento do dentes, fazendo com que estes permanecessem imóveis durante as séries radiográficas (Figura 4.1).

Figura 4.1- Fotografias em visão lateral (A) e frontal (B) do suporte de acrílico (setas) no posicionador radiográfico. Na figura 4.1 A observa-se em vermelho, a cera utilizada onde os dentes eram afixados.

4.2.1 Exame Radiográfico Convencional

Para as radiografias convencionais, foi usado um tempo de exposição de 0,3 segundos e filme Insight (Kodak Eastman Co., EUA). As radiografias foram processadas em uma máquina processadora Periomat (Durr Dental GmbH, Bietigheim-Bissingen, Germany), com soluções processadoras Kodak RP X-OMAT (Kodak Eastman Co., EUA), recém preparadas. As radiografias periapicais foram montadas em cartelas plásticas, enumeradas de 1 a 55.

4.2.2 Exame Radiográfico Digital

Para as radiografias digitais, foi usado um tempo de 0,2 segundos e o sistema Dixi3 (Planmeca, Helsink, Finland). As imagens foram enumeradas de 1 a 55, assim como foi realizado com as radiografias convencionais.

4.3 Análises das Radiografias

Três cirurgiões dentistas, em fase final do curso de especialização em Radiologia e Imaginologia pela Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, após a padronização dos critérios, examinaram as imagens dos 55 dentes. O local dos dentes a ser avaliado foi a superfície oclusal demarcada nas imagens fotográficas, no software Microsoft PowerPoint, que foi a região alvo deste estudo.

Considerando a região a ser avaliada, os examinadores observaram os dentes de dois modos: radiográfico convencional e radiográfico digital. O exame radiográfico convencional foi realizado em negatoscópio, com lupa de aumento de 10 vezes, em sala escura, com uso de máscara preta. O exame radiográfico digital foi realizado no notebook Toshiba Satélite A100-803 (Tóquio, Japan), com resolução da tela 1280X800 pixels que foi adquirido junto com o sistema Dixi3 (Planmeca, Helsink, Finland), em sala escura, sem utilizar os recursos do software.

Os examinadores foram calibrados através da observação de diagramas correspondentes a escores que variavam de 0 a 4 (Figura 4.2), como se segue:

- 0 - ausência de radiolucidez no esmalte;
- 1- radiolucidez confinada ao esmalte;
- 2- radiolucidez no esmalte até o limite dentina-esmalte;
- 3- radiolucidez no esmalte e na metade mais externa da dentina;
- 4- radiolucidez no esmalte alcançando a metade mais interna da dentina;

dentes foram seccionados utilizando-se a máquina de corte de precisão Labcut (Modelo 1010 — Extec, Enfield, CI, EUA) com disco diamantado de 0,3mm de espessura, sob refrigeração. Os cortes foram realizados perpendicularmente à face oclusal dos dentes nas regiões pré-selecionadas para o estudo. Os cortes deram origem a fatias com cerca de 250 μ m de espessura. De cada amostra foram obtidas entre 3 e 4 fatias. (Figura 4.3).

Figura 4.3 Fotografia da Labcut (Modelo 1010) (A) com disco diamantado (B).

Realizados os cortes, estes foram observados em lupa estereoscópica (Zeiss – Stemi SV11) com aumento de 40x e fotografados com o auxílio de uma câmera de vídeo (CCD Sony Color Vídeo – Sony, Toquio, Japan).(Figura 4.4)

Figura 4.4 Fotografia da lupa estereoscópica acoplada ao sistema de captação de imagens.

A interpretação das imagens histológicas foi feita por patologista bucal. Como para cada dente foram realizados vários cortes, foi escolhido para esta mensuração, o corte com maior penetração das lesões de cárie na estrutura dental quando presentes. Os escores para o estudo histológico foram os mesmos utilizados para o estudo radiográfico (Figura 4.5).

Figura 4.5 Fotomicrografias das secções dos dentes nas áreas pré-selecionadas para o estudos ilustrando os escores que foram de 0 a 4. (Aumento original 40x)

4.4 Análise Estatística

Inicialmente os escores observados pelos três examinadores em cada análise (radiográfica convencional e radiográfica digital) foram comparados entre si para a análise da calibração inter-examinadores. Por se tratar de escores, ou seja valores não para-métricos, foi escolhida para a análise estatística o teste de Friedman. Como não existiam diferenças estatisticamente significantes entre os resultados das três análises inter-examinadores, procedemos à estatística comparativa entre os resultados das três análises realizadas (radiográficas convencional, digital e histológica, ou padrão ouro). Para tanto, foi calculada a média dos escores determinados pelos três examinadores para cada análise. Os dados foram comparados pelo teste de Friedman. O nível de significância de 5% foi adotado ($P \leq 0,05$).

O teste de Friedman, ou análise de variância de Friedman, é um teste não-paramétrico para dados mensurados a nível ordinal, abrangendo três ou mais amostras e equivalendo à ANOVA com dois critérios.

5 RESULTADOS

A Figura 5.1 ilustra os resultados das análises realizadas em cada dente usado na pesquisa, que teve uma determinada região de sua superfície oclusal selecionada para o estudo (Figura 5.1 A- círculo). Os dentes foram examinados individualmente com radiografia convencional (Figura 5.1B), digital (Figura 5.1C) e ao microscópio de luz (Figura 5.1D), com ênfase nesta região demarcada. Cada imagem recebeu um determinado escore, que nem sempre eram coincidentes em todos os exames. Por exemplo, na Figura 5.1, a radiografia convencional foi classificada como escore zero, enquanto na digital o escore foi 1,5 e finalmente, a imagem histológica foi classificada como escore 2.

Figura 5.1- Dente usado na pesquisa, em quatro fases das análises: A - com superfície oclusal demarcada (círculo), B - radiografia convencional, C - radiografia digital, D - microscópio de luz.

5.1 Classificação das lesões

Cada lesão de cárie recebeu um escore (de 0 a 4) por cada um dos três examinadores em cada uma das análises radiográficas (convencional e digital). Os dados originais de cada examinador para cada uma dessas análises estão apresentados nos apêndices 1, 2 e 3. Adicionalmente, os escores originais atribuídos às lesões de cárie no estudo histológico, realizado pelo patologista encontram-se no apêndice 4. Devido a perdas por problemas de processamento de amostras, ao final do estudo, das lesões de cárie dos 60 dentes, somente 55 puderam ser avaliadas pelos três métodos: o radiográfico convencional, o radiográfico digital e o histológico, ou padrão-ouro.

5.2 Comparação inter-examinadores

Em primeiro lugar, foi realizada uma análise estatística para comparar os dados fornecidos por cada examinador nas análises radiográficas, a fim de determinar a calibração inter-examinadores. Para tanto, inicialmente foi realizado o teste de Friedman, para a comparação dos escores atribuídos às lesões de cárie observadas nas radiografias convencionais pelos três examinadores, que mostrou não haver diferenças estatisticamente significantes (Quadro 5.1).

	Examinador 1	Examinador 2 -	Examinador 3
Soma dos Ranks =	115.0000	111.0000	104.0000
Mediana =	1.0000	1.0000	0.0000
Média dos Ranks =	2.0909	2.0182	1.8909
Média dos valores =	1.3455	1.2182	1.0727
Desvio padrão =	1.4810	1.4617	1.5379
Friedman (Fr) =	1.1273		
Graus de liberdade =	2		
(p) =	0.5691		

Quadro 5.1 - Análise estatística de Friedman para os escores de radiografias convencionais dos três examinadores

A seguir, os escores atribuídos às lesões de cárie observadas nas radiografias digitais pelos três examinadores também foram comparados pelo teste de Friedman, e também não houve diferenças estatisticamente significantes (Quadro 5.2).

	Examinador 1	Examinador 2	Examinador 3
Soma dos Ranks =	112.0000	102.0000	116.0000
Mediana =	0.0000	0.0000	1.0000
Média dos Ranks =	2.0364	1.8545	2.1091
Média dos valores =	1.2364	1.0364	1.2000
Desvio padrão =	1.4397	1.3328	1.5080
Friedman (Fr) =	1.8909		
Graus de liberdade =	2		
(p) =	0.3885		

Quadro 5.2 Análise estatística de Friedman para os escores de radiografias digitais dos três examinadores

5.3 Comparação dos métodos de diagnóstico de cárie

Para fazer a comparação entre os métodos radiográficos entre si e com o padrão ouro, uma vez que os dados apresentados pelos três examinadores nas duas análises radiográficas mostraram-se similares, optamos por utilizar a média dos escores atribuídos pelos três examinadores para cada lesão de cárie em cada uma dessas análises. O apêndice 5 mostra a média dos escores de cada lesão em cada exame radiográfico realizado. Foi também utilizado o teste de Friedman que mostrou existirem diferenças estatisticamente significante entre os escores

atribuídos a partir dos diferentes métodos de análise, ou seja, radiográfico convencional, radiográfico digital e padrão ouro (Quadro 5.3 e Gráfico 5.1).

Os escores atribuídos às lesões de cárie examinadas nos dois métodos radiográficos mostraram-se similares ($p > 0,05$). No entanto, somente os escores obtidos no exame radiográfico convencional foram similares aos do padrão ouro, sendo que os escores obtidos no exame radiográfico digital foram significativamente inferiores àqueles do padrão ouro ($p < 0.05$).

	Radiográfico Convencional	Radiográfico Digital	Padrão Ouro
Soma dos Ranks =	103.5000	100.5000	126.0000
Mediana =	0.6667	0.3333	2.0000
Média dos Ranks =	1.8818	1.8273	2.2909
Média dos valores =	1.2121	1.1377	1.8727
Desvio padrão =	1.3184	1.2835	1.7749
Friedman (Fr) =	7.0636		
Graus de liberdade =	2		
(p) =	0.0293		
Comparações:	Diferença	(p)	
Ranks 1 e 2 =	3	> 0.05	
Ranks 1 e 3 =	22.5	> 0.05	
Ranks 2 e 3 =	25.5	< 0.05	

Quadro 5.3 Teste de Friedman

Gráfico 5.1- Representação das médias dos escores de cada exame realizado (radiografia convencional, radiografia digital e análise histológica, ou padrão ouro) dos 55 dentes. As barras indicam os erros padrões das médias (SEM). Letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significante ($p \leq 0,05$)

6 DISCUSSÃO

Mesmo sendo considerado que a detecção das lesões de cárie dentária é ainda nos dias de hoje um grande desafio para o cirurgião dentista, a utilização dos sistemas radiográficos digitais no diagnóstico de lesões oclusais em Odontopediatria não tem sido intensamente pesquisada, não havendo sido encontrado trabalho específico algum em nosso levantamento bibliográfico. Por este motivo, resolvemos realizar este estudo *in vitro* para analisar a acurácia deste método radiográfico para lesões de cárie oclusal em dentes decíduos. De fato, após examinadores calibrados atribuírem escores que indicavam a profundidade destas lesões, verificamos que, apesar de não terem sido detectadas diferenças significantes nos resultados obtidos utilizando radiografias convencionais e digitais, as radiografias digitais mostraram lesões de cárie com profundidade aquém daquelas que realmente haviam acometido o dente.

Sobre a opção pelo trabalho com dentes decíduos, a carência na literatura de artigos científicos sobre o diagnóstico de lesões de cárie nestes dentes aguçou nossa curiosidade científica. Em levantamento bibliográfico, verificamos que poucos autores, tais como, Dunkley e Ashley (2007), Lussi e Francescut (2003), Nielsen, Hoernoe e Wenzel (1996) e Rocha et al. (2003), pesquisaram as lesões de cárie em dentes decíduos, totalizando 6% dos artigos encontrados, enquanto a grande maioria (94%) realizou seus estudos com dentes permanentes, tais como Araújo et al. (2005), Ferreira et al. (2006), Kositbowornchai et al. (2004), Prapayatatok et al. (2006) e Ricketts et al. (2007). Em nossa opinião, a maioria das pesquisas concentrou-se em dentes permanentes, pela dificuldade de aplicabilidade clínica das técnicas radiográficas periapicais em crianças, principalmente pelo incômodo causado pelo

sensor do sistema radiográfico digital e pela preferência do odontopediatra pelo exame clínico, conforme recomendou Machiulskiene, Nyvad e Baelum (1999) em trabalho *in vivo* e Wenzel (1995) em trabalho de revisão de literatura.

De acordo com a revisão da literatura levantada, observamos que a maioria dos trabalhos foram realizados *in vitro*. Como o padrão ouro universalmente aceito é o histológico, os trabalhos laboratoriais tinham como característica fazer uso deste método de validação, para legitimar seus resultados. Com os dentes extraídos, é possível fazer as secções e as avaliações das lesões de cárie com o uso do microscópio. Os trabalhos *in vitro*, como o desenvolvido nesta pesquisa, pelos motivos acima descritos, também foram a opção de muitos autores, tais como Dunkley e Ashley (2007), Hintze (2006), Kositbowornchai et al. (2004), Li et al. (2007) e Lussi e Francescut (2004). Os trabalhos *in vivo*, como os conduzidos por El-Housseiny e Jamjoum (2001) e Fracaro et al. (2001), Lillehagen, Grindejord e Mèjare (2007) e Rocha et al. (2003), tinham a limitação de depender da validação por métodos questionáveis pela comunidade científica, por sua subjetividade e imprecisão.

Sobre os métodos usados para a validação, a grande maioria dos autores, tais como Berkhout et al. (2007), Castro et al. (2007), Erten, Akarslan e Topuz (2005), Ferreira et al. (2006) e Wenzel, Haiter Neto e Gotfredsen (2007), usaram o padrão ouro histológico, pelo motivo de o exame microscópico permitir uma excelente visualização das estruturas internas dos dentes seccionados, conforme demonstrou o trabalho específico de Hintze e Wenzel (2003). Esta foi a nossa linha de estudo, uma vez que o trabalho *in vitro* permite este recurso. Deste modo, autores como Haak, Wicht e Noak (2001), Nielsen, Hoernoe e Wenzel (1996) e Versteeg et al. (1997), que usaram critérios tais como exame clínico visual macroscópico, exame clínico com sonda exploradora e avaliação das imagens por

radiologistas ou cariologistas, apoiaram seus experimentos em exames subjetivos, passíveis de divergentes interpretações. Como exceção, temos a pesquisa desenvolvida por Rocha et al. (2003), realizado *in vivo* em dentes decíduos, onde o autor acompanhou a esfoliação destes dentes e realizou a secção e validação histológica para estudo de lesões de cárie oclusais.

Os examinadores escolhidos para nosso trabalho foram três cirurgiões dentistas radiologistas, o que foi coincidente com as pesquisas de Erten (2005), Ferreira et al. (2006), Hintze (2006), Prapayasatok et al. (2006) e Rocha et al. (2005). Porém há na literatura uma grande diversidade de formação específica dos examinadores, já que encontramos desde alunos de graduação, citados por Daatselaar, Tyndall e Van der Stelt (2003), Hintze, Wenzel e Frydenberg (2002), Hintze (2006), Rocha et al. (2005) e Wenzel, Anthonisen e Juul (2000), clínicos gerais, como nos experimentos de Abreu Jr, Mol e Ludlow (2001), Araújo et al. (2005), Daatselaar, Tyndall e Van der Stelt (2003), Hintze, Wenzel e Frydenberg (2002) e Prapayasatok et al. (2006) e ainda especialistas em outras áreas como nas pesquisas de Abreu Jr, Mol e Ludlow (2001), Erten, Akarslan e Topuz (2005), Shi, Welander e Angmar-Mansson (2000), Shi et al. (2001) e Uprichard et al. (2000). Destacamos o trabalho Machiulskiene, Nyvad e Baelum (1999), onde um dos autores do trabalho foi o examinador. Os diferentes níveis de investigação científica, com distintos públicos alvo, com variados graus de especialização na Odontologia, e a facilidade em recrutar observadores ligados à área provavelmente determinaram esta diversidade de examinadores.

Quanto aos examinadores desta pesquisa, quando da avaliação dos resultados da interpretação radiográfica, obtivemos que não houve diferença estatisticamente significativa inter-examinadores, em relação às lesões de cárie

observadas tanto nas radiografias convencionais quanto nas digitais, o que aponta para uma correta calibração dos mesmos, dando mostra que entenderam a padronização dos escores para cada análise. O fato de serem radiologistas com semelhante experiência na área e com o mesmo tempo de trabalho na especialidade também contribuíram para este fato. Autores como Tosoni et al. (2001), que tiveram em sua pesquisa dois radiologistas como observadores, tiveram achados semelhantes na concordância dos achados radiográficos inter-examinadores, provavelmente pelo nivelamento técnico dos mesmos, dados coincidentes com os nossos. Nair e Nair (2001), selecionaram examinadores diversificados como radiologista, periodontista, endodontista e cirurgião dentista restaurador e os resultados inter-examinadores foram fracos, pelas distintas experiências profissionais. Onde os exames das imagens foram realizados por radiologista e alunos de graduação, como no trabalho de Rocha et al. (2005), houve uma concordância moderada dos alunos entre si e fraca entre os alunos e o radiologista.

Sobre a superfície pesquisada, a literatura constatou uma divisão entre a oclusal e a proximal, com uma predileção pelas superfícies proximais, como exemplo os trabalhos de Hintze e Wenzel (2002), Hintze, Wenzel e Frydenberg (2002), Nair e Nair (2001), Tosoni et al. (2001), e Wenzel et al. (2002), onde uma imagem radiolúcida é mais facilmente detectável, por não haver sobreposição de estruturas. Nosso trabalho foi focado em superfícies oclusais, assim como Hintze e Wenzel (2003), Hintze (2006), Lussi e Francescut (2003), Rocha et al. (2003), Zanardo e Rego (2003). Nesta face há uma maior dificuldade de detecção de lesões de cárie, devido à sobreposição de estruturas densas como esmalte e dentina das paredes vestibular e lingual, o que dificulta a interpretação radiográfica, coincidindo com as

conclusões dos trabalhos de Fracaro et al. (2001) e Wenzel e Demmark (1995), que recomendam para as superfícies oclusais o exame clínico preliminar ao radiográfico.

A comparação entre o exame clínico X exame radiográfico disponível na revisão bibliográfica, lembra sempre que estes devem se completar, com o prévio exame clínico Machiulskiene, Nyvad e Baelum (1999) e Wenzel e Demmark (1995). Debatendo este assunto, Wenzel e Demmark (1995) afirmaram que o exame radiográfico interproximal favoreceu a detecção das lesões de cárie oclusais com maior eficiência que o exame clínico, enquanto Dunkley e Ashley (2007), Machiulskiene, Nyvad e Baelum (1999) e Zanardo e Rego (2003) defenderam exatamente o contrário. Sobre as lesões de cárie em superfície proximais, também houve divergência, pois autores como Lillehagen, Grindejord e Mèjare (2007) e Wenzel e Demmark (1995) afirmam que o exame radiográfico permite melhor acurácia, enquanto Machiulskiene, Nyvad e Baelum (1999) recomendaram o exame clínico para o diagnóstico das lesões de cárie proximais.

As comparações entre filmes convencionais e sistemas digitais são comuns, mesmo utilizando como objetos a serem radiografados, materiais não comuns para à Odontologia. O trabalho de Yoshiura et al. (2004), que usou um phantom metálico de alumínio, concluiu que os melhores resultados foram obtidos com os sistemas digitais. Em discordância com este achado, usando um fragmento ósseo medula, Pfeiffer et al. (2000) concluiu que os filmes proporcionavam imagens com melhores condições diagnósticas. No tocante ao uso de dentes humanos, esta divergência entre os autores se manteve, pois para Yoshiura et al. (2004), Rocha et al. (2005) e Svanaes, Moystad e Larheim (2000) os melhores resultados para detecção de lesões de cárie foram com os sistemas radiográficos digitais, enquanto, para Pfeiffer et al. (2000), Uprichard et al. (2000), Versteeg et al. (1997) e Zanardo e Rego (2003) o diagnóstico

foi obtido com melhor acurácia com o uso dos filmes radiográficos. Complementando a divergência científica, a maior parte aponta para uma similaridade na qualidade de imagens para a detecção de lesões de cárie, tais como Araújo et al. (2005), Castro et al. (2007), Erten, Akarslan e Topuz (2005), Ferreira et al. (2006), Pontual (2005), Rockenbach (2006) e Wenzel (2006), o que vem de encontro com os resultados da nossa pesquisa, onde embora o sistema radiográfico digital seja mais moderno e esteja associado ao uso da informática, não encontramos diferença estatisticamente significativa entre os sistemas radiográficos pesquisados.

Os sistemas radiográficos digitais são a evolução dos sistemas radiográficos convencionais e, por isso, a comunidade científica investe em pesquisas neste campo. Nos três trabalhos citados no parágrafo anterior, onde os sistemas radiográficos digitais foram considerados superiores aos convencionais, em dois deles o sistema usado foi com placas de fósforo, segundo Rocha et al. (2005) e Svanaes, Moystad e Larheim (2000), e no terceiro, foram usados os sistemas com placas de fósforo e com sensores com cabos (YOSHIURA et al, 2004). Os autores Borg e Attaelmanan e Grondahl (2000) e Ferreira et al. (2006), comparando os dois diferentes sistemas entre si, concordaram e confirmaram que os sistemas com placas de fósforo permitiram uma melhor detecção das lesões de cárie que os sistemas direto com sensores. Com isso, percebe-se que há na literatura uma melhor aceitação dos sistemas com placas de fósforo, embora autores como Dove e McDavid (1992), Yoshiura et al. (2004) e Verdonschot et al. (1999) tenham considerado que precisa haver uma melhora nas imagens dos sistemas radiográficos digitais, enquanto autores como Bader, Shugars e Bonito (2002) e Wenzel (2006) declararam que são necessárias mais pesquisas neste campo.

Existem diversas marcas comerciais para os sistemas diretos e indiretos, que não serão discutidas, por não ser o foco deste estudo. As empresas fabricantes lançam periodicamente no mercado sistemas mais modernos e com novidades técnicas, científicas e publicitárias, para fomentar as vendas de seus produtos. Estudos como os de Attaelmanan, Borg e Grondahl (2000), que avaliaram duas gerações de sistemas digitais de duas fabricantes diferentes, onde foram feitas atualizações como redução do tamanho dos pixels e maior área ativa, concluíram que não houve um ganho significativo em qualidade de diagnóstico pelos avanços tecnológicos, pelo menos que o olho humano pudesse absorver. Em concordância com os resultados do trabalho acima descrito, e com metodologia similar, Borg, Attaelmanan e Grondahl (2000), corroboraram com os resultados daquela pesquisa.

Na metodologia por nós empregada, não foi oferecido aos examinadores a opção de manipulação das imagens, uma vez que a maioria dos trabalhos levantados concluiu que este recurso ainda não produz resultados que possam melhorar a detecção das lesões de cárie, tanto para imagens digitais (ARAÚJO et al., 2005; BERKHOUT et al., 2007; CASTRO et al., 2007; GOTFREDSEN, 2007, LI et al., 2007; WENZEL; HAITER-NETO), quanto para imagens digitalizadas (FERREIRA et al., 2006; KOSITBOWORNCHAI et al., 2004; LUDLOW e ABREU Jr., 1999; PRAPAYASATOK et al., 2006; YOSHIURA et al., 2004). Estas pesquisas compararam os sistemas radiográficos digitais entre si, com imagens originais e modificadas e com as imagens obtidas de filmes convencionais. Os trabalhos consideravam manipulação de imagens, desde realce, alteração de cor, tamanho, brilho e contraste, avaliação de densidade, entre outros. Estudos somente com o aumento da imagem (*zoom*), tais como Dove e McDavid (1992), Haak et al. (2003) e Svanaes et al. (1996), também demonstraram não melhorar a acurácia no

diagnóstico das lesões de cárie. Em divergência com a maioria dos resultados, houve estudos onde estes recursos possibilitaram uma melhor condição diagnóstica segundo Borg, Attaelmanan e Grondahl (2000), Haak et al. (2003), Li et al. 2002 e Pfeiffer et al. (2000). As divergências descritas vêm de encontro com a opinião de Wenzel (2006), que defende que as pesquisas não são suficientes e novos trabalhos devem ser desenvolvidos.

A relação custo X benefício entre o uso dos sistemas radiográficos digitais e convencionais também tem sido debatida. Autores como Borg, Attaelmanan e Grondahl (2000) e Erten, Akarslan e Topuz (2005) consideraram como a maior vantagem dos sistemas radiográficos digitais o fato de trabalharem com baixa exposição dos pacientes à radiação. Corroborando com esta afirmação, Jacobs et al. (2004) acrescentou que os recursos de informática são uma ferramenta valiosa para a opção por este sistema de diagnóstico. Em trabalho de pesquisa com questionários, enviados para faculdades de Odontologia dos Estados Unidos e Canadá, Geist e Katz (2002) concluíram que a maioria delas já dispõe destes recursos para uso em suas clínicas, principalmente devido ao fator exposição. Porém Verdonschot et al. (1999) lembrou que para que esta tecnologia esteja ao alcance da classe odontológica, os preços precisam estar acessíveis e é fundamental um treinamento para que todos os recursos disponíveis possam ser aproveitados.

O recurso da subtração radiográfica, realizada por um programa de computador, que compara imagens e calcula as modificações nelas ocorridas pelas diferenças de tonalidades de cores. Avaliações comparativas de subtração com exames radiográficos digitais e convencionais concluíram que este método de diagnóstico permite uma melhor acurácia para detecção de lesões de cárie. Para que o trabalho com subtração radiográfica seja confiável, e preciso que seja realizado

como o de Ricketts et al. (2007), que em estudo *in vitro*, com distâncias foco-filme padronizadas e idênticas condições geométricas, pôde fazer a sobreposição das imagens e calcular a perda de tecido ocorrida em função da desmineralização intencional provocada nos dentes. Contudo, o estudo de Wenzel, Anthonisen e Juul (2000), em confronto com o descrito acima, realizou o mesmo estudo *in vivo*, com radiografias de arquivo, comprometendo o resultado, uma vez que não houve cuidado com a padronização geométrica, nem de processamento radiográfico.

Outro sistema avaliado foi a tomografia computadorizada por abertura modulada (TACT), importante ferramenta utilizada para a detecção das lesões de cárie. Após a captura das imagens, o programa permite as manipulações comuns aos sistemas digitais e ainda visões tridimensionais e em diferentes planos. Trabalhos realizados por Daatselaar, Tyndall e Van der Stelt (2003) e Shi et al. (2001) e obtiveram como resultados uma maior acurácia no diagnóstico de lesões de cárie em relação aos sistemas radiográficos digitais e convencionais. Com resultados diferentes, o trabalho de Abreu Jr et al. (1999) revelou que estas imagens não foram suficientes para melhorar a detecção destas lesões, sendo justificado pelo autor devido ao fato da pequena experiência dos examinadores com a tecnologia.

A detecção das lesões de cárie pelo sistema de laser diodo foi investigada comparativamente aos sistemas radiográficos digitais e convencionais, obtendo segundo Costa et al. (2002), El-Housseiny e Jamjoum (2001), Lussi e Francescut (2003), Milicich (2000) e Shi, Welandar e Angmar-Mansson (2000), bons resultados para o diagnóstico de lesões de cárie, principalmente devido à precocidade de detecção destas lesões. Já em trabalho de Rocha et al. (2003), com o mesmo aparelho, os resultados mostraram similaridade com o filme radiográfico convencional.

De acordo com a metodologia estatística empregada, os resultados obtidos com os filmes radiográficos convencionais foram similares aos resultados obtidos com o padrão ouro, o que reforça as conclusões de trabalhos como o de Verdonshot et al. (1999), e comprova o nível de confiabilidade dos filmes, desde com uma adequada execução técnica e processamento, assim como interpretação em local apropriado. Convergem para estes resultados os trabalhos de Pfeiffer et al. (2000), Uprichard et al. (2000), Versteeg et al. (1997) e Zanardo e Rego (2003). Comparando com o padrão ouro, observamos em nossos resultados que escores obtidos com o sistema radiográfico digital foram significativamente menores que histológico. Podemos explicar estes resultados apoiados na condição de que ambos os exames radiográficos subestimam a verdadeira extensão das lesões de cárie, mas devido à maior familiaridade dos examinadores com radiografias convencionais, creditamos a esta condição uma maior aproximação dos dados desta técnica com o padrão ouro. Trabalhos como o de Abreu Jr et al. (1999), comparando os sistemas radiográficos convencionais, digitais e tomografia computadorizada, já destacava a importância da experiência profissional com a técnica empregada, como fator determinante na qualidade do diagnóstico, uma vez que os resultados mostraram que a tomografia teve resultados piores que as radiografias.

7 CONCLUSÕES

Nas condições deste estudo, pudemos concluir que o método radiográfico convencional apresentou acurácia significativamente maior que o método radiográfico digital direto.

Apesar dos métodos fornecerem resultados semelhantes entre si, as radiografias digitais diretas subestimam a extensão das lesões de cárie oclusais dos molares decíduos quando comparados ao padrão ouro (histológico).

REFERÊNCIAS⁽¹⁾

Abreu Jr M, Tyndall DA, Platin E, Ludlow JB, Phillips C. Two – and three-dimensional imaging modalities for the detection of caries. A comparison between film, digital radiography and tuned aperture computed tomography (TACTTM). *Dentomaxillofac Radiol* 1999;28(3):152-7.

Abreu Jr M, Mol A, Ludlow JB. Performance of RVGui sensor and Kodak Ektaspeed Plus film for proximal caries detection. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2001;91(3):381-5.

Araújo EAF, Castilho JCM, Medici Filho E, Moraes MEL. Comparison of direct digital and conventional imaging with Ekta Speed Plus and INSIGHT films for the detection of approximal caries. *Am J Dent* 2005;18(4):241-4.

Attaelmanan AG, Borg E, Grondahl HG. Assessments of the physical performance of 2 generations of 2 direct digital intraoral sensors. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1999;88(4):517-23.

Bader JD, Shugars DA, Bonito AJ. A Systematic Review of the Performance of Methods for Identifying Carious Lesions. *J Public Health Dent* 2002;62(4):201-13.

Berkhout WER, Sanderink GCH, Van der Stelt PF. A comparison of digital and film radiography in Dutch dental practices assessed by questionnaire. *Dentomaxillofac Radiol* 2002;31(2):93-9.

Berkhout WER, Beuger DA, Sanderink GCH, Van der Stelt PF. The dynamic range of digital radiographic systems: dose reduction or risk of overexposure?. *Dentomaxillofac Radiol* 2004;33(1):1-5.

Berkhout WER, Verheij JGC, Syripoulos K, Li G, Sanderink GCH, Van der Stelt PF. Detection of proximal caries with high-resolution and standard resolution digital radiographic systems. *Dentomaxillofac Radiol* 2007;36(4):204-10.

¹De acordo com Estilo Vancouver. Abreviatura de periódicos segundo base de dados MEDLINE.

Borg E, Attaelmanan A, Grondahl HG. Subjective image quality of solid-state and photostimulable phosphor systems for digital intra-oral radiography. *Dentomaxillofac Radiol* 2000;29(2):70-5.

Castro VM, Katz JO, Hardman PK, Glaros AG, Spencer P. In vitro comparison of conventional film and direct digital imaging in the detection of approximal caries. *Dentomaxillofac Radiol* 2007;36(n.esp.):138-42.

Costa AM, Yamaguti PM, Paula LM, Bezerra ACB. In vitro study of laser diode 655 nm diagnosis of occlusal caries. *ASDC J Dent Child* 2002;69(3):249-53.

Daatselaar AN, Tyndall DA, Van der Stelt PF. Detection of caries with local CT. *Dentomaxillofac Radiol* 2003;32(n.esp.):235-41.

Dove SB, McDavid WB. A comparison of conventional intra-oral radiography and computer imaging techniques for the detection of proximal surface dental caries. *Dentomaxillofac Radiol* 1992;21(3):127-34.

Dunkley S, Ashley P. Use of a ranked scoring system to detect occlusal caries in primary molars. *Int J Pediatr Dent* 2007;17(4):267-23.

El-Housseiny AA, Jamjoum H. Evaluation of visual, Explorer, and a device for detection of early occlusal caries. *J Clin Pediatr Dent* 2001;26(1):41-8

Erten H, Akarslan ZZ, Topuz O. The efficiency of three different films and radiovisiography in detecting approximal carious lesions. *Quintessence Int* 2005;36(1):65-70.

Ferreira RI, Haiter Neto F, Tabchoury CPM, Paiva GAN, Bóscolo FN. Assessment of enamel desmineralization using conventional, digital, and digitized radiography. *Braz Oral Res* 2006;20(2):114-9

Fracaro MS, Seow WK, McAllan LH, Purdie DM. The sensitivity and specificity of clinical assessment compared with bitewing radiography for detection of occlusal dentin caries. *Pediatr Dent* 2001;23(3):204-10.

Geist JR, Katz JO. Radiation dose-reduction techniques in North American dental schools. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2002;93(4):496-505.

Goga R, Chandler NP, Love RM. Clarity and diagnostic quality of digitized conventional intraoral radiographs. *Dentomaxillofac Radiol* 2004;33(2):103-7.

Haak R, Wicht MJ, Noack MJ. Conventional, Digital and Contrast-Enhanced Bitewing Radiographs in the Decision to Restore Approximal Carious Lesions. *Caries Res* 2001;35(3):193-9.

Haak R, Wicht MJ, Nowak G, Hellmich M. Influence of displayed image size on radiographic detection of approximal caries. *Dentomaxillofac Radiol* 2003;32(4):242-6.

Hintze H, Wenzel A. Influence of the validation method on diagnostic accuracy for caries. A comparison of six digital and two conventional radiographic systems. *Dentomaxillofac Radiol* 2002;31(1):44-9.

Hintze H, Wenzel A, Frydenberg M. Accuracy of caries detection with four storage phosphor systems and E-speed radiographs. *Dentomaxillofac Radiol* 2002;31(3):170-5.

Hintze H, Wenzel A. Diagnostic Outcome of Methods Frequently Used for Caries Validation. *Caries Res* 2003;37(2):115-24.

Hintze H, Frydenberg M, Wenzel A. Influence of Number of Surfaces and Observers on Statistical Power in a Multiobserver ROC Radiographic Caries Detection Study. *Caries Res* 2003;37(3):200-5.

Hintze H. Diagnostic accuracy of two software modalities for detection of caries lesions in digital radiographs from four dental systems. *Dentomaxillofac Radiol* 2006;35(2):78-82.

Jacobs R, Vanderstappen M, Bogaerts² R, Gijbels¹ F. Attitude of the Belgian dentist population towards radiation protection. *Dentomaxillofac Radiol* 2004;33(5):334-9.

Kositbowornchai S, Basiw M, Promwang Y, Moragorn H, Sooksuntisakoonchai N. Accuracy of diagnosing occlusal caries using enhanced digital images. *Dentomaxillofac Radiol* 2004;33(4):236-40.

Li G, Yoshiura K, Welander U, Shi X-Q, McDavid WD. Detection of approximal caries in digital radiographs before and after correction for attenuation and visual response. An *in vitro* study. *Dentomaxillofac Radiol* 2002;31(2):113-6.

Li G, Sanderink GCH, Berkhout WER, Syriopoulos K, Van der Stelt PF. Detection of Proximal Caries in vitro Using Standard and Task-Specific Enhanced Images from a Storage Phosphor Plate System. *Caries Res* 2007;41(3):231-4.

Lillehagen M, Grindefjord M, Mejåre I. Detection of Approximal Caries by Clinical and Radiographic Examination in 9-Year-Old Swedish Children. *Caries Res* 2007;41(3):177-85.

Ludlow JB, Abreu Jr M. Performance of film, desktop monitor and laptop displays in caries detection. *Dentomaxillofac Radiol* 1999;28(1):26-30.

Lussi A, Francescut P. Performance of Conventional and New Methods for the Detection of Occlusal Caries in Deciduous Teeth. *Caries Res* 2003;37(1):2-7.

Machiulskiene V, Nyvad B, Baelum V. A Comparison of Clinical and Radiographic Caries Diagnoses in Posterior Teeth of 12-Year-Old Lithuanian Children. *Caries Res* 1999;33(5):340-8.

Milicich G. Clinical Applications of new advances in occlusal caries diagnosis. *N Z Dental J* 2000;96(423):23-26.

Nair MK, Nair UP. An in-vitro Evaluation of Kodak Insight and Ektaspeed Plus Film with a CMOS Detector for Natural Proximal Caries: ROC Analysis. *Caries Res* 2001;35(5):354-9.

Nielsen LI, Hoernoe M, Wenzel A. Radiographic detection of cavitation in approximal surfaces of primary teeth using a digital storage phosphor system and conventional film, and the relationship between cavitation and radiographic lesion dept: an in vitro study. *Int J Pediatr Dent* 1996;6(3):167-72.

Prapayasatok S, Janhom A, Verochana K, Pramojanee S. Digital camera resolution and proximal caries detection. *Dentomaxillofac Radiol* 2006;35(4):253-7.

Pfeiffer P, Schmage P, Nergiz I, Platzer U. Effects of different exposure values on diagnostic accuracy of digital images. *Quintessence Int* 2000;31(4):257-60.

Pontual AA, Comparação de sistemas digitais e filme radiográfico convencional no diagnóstico de cáries proximais em esmalte [Dissertação de Mestrado]. Piracicaba: Universidade Estadual de Campinas; 2005.

Pretty IA. Caries detection and diagnosis: novel technologies. J Dent 2006;34(10):727-39.

Ramamurthy R, Canning CF, Scheetz JP, Farman AG. Impact of ambient lighting intensity and duration on the signal-to-noise ratio of images from photostimulable tems. phosphor plates processed using DenOptix and ScanX systems. Dentomaxillofac Radiol 2004;33(5):307-11.

Ricketts DNJ, Ekstrand KR, Martignon S, Ellwood R, Alatsaris M, Nugent Z. Accuracy and Reproducibility of Conventional Radiographic Assessment and Subtraction Radiography in Detecting Demineralization in Occlusal Surfaces. Caries Res 2007;41(2):121-8.

Rocha RO, Ardenghi TM, Oliveira LB, Rodrigues CRMD, Ciamponi AL. In vivo Effectiveness of Laser Fluorescence Compared to Visual Inspection and Radiography for the Detection of Occlusal Caries in Primary Teeth. Caries Res 2003;37(6):437-41.

Rocha ASPS, Almeida SM, Bóscolo FN, Haiter-Neto F. Interexaminer agreement in caries radiographic diagnosis by conventional and digital radiographs. J Appl Oral Sci 2005;13(4):329-33.

Rockenbach MIB. Detecção de Cáries Proximais em Radiografias Convencionais e Digitais: Estudo in vitro [Tese de Doutorado]. Porto Alegre: Faculdade de Odontologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul; 2006.

Shi X-Q, Welander U, Angmar-Mansson B. Occlusal Caries Detection with KaVo Diagnodent and Radiography: An in vitro Comparison. Caries Res 2000;34(2):151-8.

Shi X-Q, Han P, Welander U, Angmar-Mansson B. Tuned-aperture computed tomography for detection of occlusal caries. Dentomaxillofac Radiol 2001;30(1):45-9.

Svanaes DB, Moystad A, Larheim TA. Approximal Caries Depth Assessment with Storage Phosphor versus Film Radiography. Caries Res 2000;34(6):448-53.

Svanaes DB, Moystad A, Risnes S, Larheim TA, Grondahl HG. Intraoral storage phosphor radiography for approximal caries detection and effect of image magnification. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1996;82(1):94-100.

Tosoni GM, Loffredo LCM, Tavano O, Scaf G, Capellozza ALA. Diagnostic Quality of Conventional and Digital Radiographic images of Dental Caries. *Rev Odontol UNESP* 2001;30(2):277-90.

Uprichard Kk, Potter BJ, Russel CM, Schafer TE, Adair S, Weller RN. Comparison of direct digital and conventional radiography for the detection of proximal surface caries in the mixed dentition. *Pediatr Dent* 2000;22(1):9-15.

Verdonschot EH, Angmar-Mansson B, ten Bosch JJ, Deery CH, Huysmans MCDNJM, Pitts NB, Waller E. Developments in CARIES Diagnosis and Their Relationship to Treatment Decisions and Quality of Care. *Caries Res* 1999;33(1):32-40.

Versteeg KH, Sanderink GCH, Velders XL, van Ginkel FC, Van der Stelt PF. In vivo study of approximal caries depth on storage phosphor plate images compared with dental x-ray film. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1997;84(2):210-13.

Yoshiura K, Welander U, McDavid WD, Li G, Shi X-Q, Nakayama E, Shimizu M, Okamura K, Kanda S. Comparison of the psychophysical properties of various intraoral film and digital systems by means of the perceptibility curve test. *Dentomaxillofac Radiol* 2004;33(2):98-102.

Wenzel A, Denmark A. Current trends in radiographic caries imaging. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1995;80(5):527-39.

Wenzel A, Anthonisen PN, Juul MB. Reproducibility in the Assessment of Caries Lesion Behaviour: A Comparison between Conventional Film and Subtraction Radiography. *Caries Res* 2000;34(3):214-8.

Wenzel A, Hintze H, Kold LM, Kold S. Accuracy of computer-automated caries detection in digital radiographs compared with human observers. *Eur J Oral Sci* 2002;110(3):199-203.

Wenzel A. A review of dentists' use of digital radiography and caries diagnosis with digital systems. *Dentomaxillofac Radiol* 2006;35(5):307-14.

Wenzel A, Haiter-Neto F, Gottfredsen E. Risk Factors for a False Positive Test Outcome in Diagnosis of Caries in Approximal Surfaces: Impact of Radiographic Modality and Observer Characteristics. *Caries Res* 2007;41(3):170-6.

Zanardo A, Rego MA. Diagnóstico de cárie oclusal em dentes permanentes: estudo in vitro. *Cienc Odontol Bras* 2003;6(3):50-7.

ANEXO A – Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA****2ª. via****PARECER DE APROVAÇÃO
Protocolo 81/06**

O Grupo de Trabalho indicado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, **APROVOU** o protocolo de pesquisa "Avaliação "in vitro" do método radiográfico digital na detecção de lesões oclusais de cárie em molares decíduos e comparação com outros métodos de diagnóstico", de responsabilidade do Pesquisador **Paulo Renato Dias da Silva**, sob orientação do Professor Doutor **César Ângelo Lascala**.

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

São Paulo, 18 de dezembro de 2007

Prof. Dr. João Gualberto de Cerqueira Luz
Coordenador do CEP-FOUSP

APÊNDICE A- Examinador 1

Dente	Radiografia convencional	Radiografia Digital	Padrão ouro
1	0	3	2
2	1	1	2
3	3	3	4
4	3	0	4
5	0	0	1
6	0	3	0
7	2	1	4
8	1	0	3
9	0	0	2
10	3	3	4
11	4	4	4
12	0	0	0
13	1	1	0
14	4	4	3
15	0	0	0
16	4	0	3
17	0	0	4
18	3	0	1
19	3	4	1
20	0	0	3
21	0	0	1
22	0	1	0
23	0	2	0
24	1	0	0
25	1	3	4
26	1	0	0
27	0	0	0
28	3	3	4
29	3	2	4
30	3	3	4
31	0	3	4
32	4	3	0
33	4	3	0
34	0	0	0
35	0	0	3
36	0	0	1
37	0	0	4
38	2	0	0
39	2	2	3
40	0	0	0
41	0	0	0
42	4	0	0
43	0	1	4
44	0	0	0
45	0	0	0

46	1	0	4
47	3	3	4
48	0	0	0
49	2	2	4
50	3	3	4
51	0	0	0
52	1	1	0
53	0	0	0
54	2	0	2
55	2	3	4

APÊNDICE B- Examinador 2

Dente	Radiografia convencional	Radiografia Digital	Padrão ouro
1	0	1	2
2	0	0	2
3	4	3	4
4	2	3	4
5	0	0	1
6	0	0	0
7	2	2	4
8	1	0	3
9	0	0	2
10	4	3	4
11	4	4	4
12	0	0	0
13	1	0	0
14	4	4	3
15	0	0	0
16	3	0	3
17	0	1	4
18	0	0	1
19	1	4	1
20	0	1	3
21	0	0	1
22	0	0	0
23	0	0	0
24	1	0	0
25	1	3	4
26	1	0	0
27	0	1	0
28	3	3	4
29	3	2	4
30	3	3	4
31	2	2	4
32	4	2	0
33	4	2	0
34	0	0	0
35	0	0	3
36	0	0	1
37	0	0	4
38	2	0	0
39	0	0	3
40	0	0	0
41	0	0	0
42	4	3	0
43	0	0	4
44	0	0	0
45	0	0	0

46	1	1	4
47	2	2	4
48	0	0	0
49	2	2	4
50	3	3	4
51	0	0	0
52	0	0	0
53	1	0	0
54	2	1	2
55	2	1	4

APÊNDICE C- Examinador 3

Dente	Radiografia convencional	Radiografia Digital	Padrão ouro
1	0	1	2
2	1	0	2
3	4	4	4
4	1	4	4
5	0	1	1
6	0	3	0
7	1	1	4
8	0	1	3
9	0	0	2
10	4	4	4
11	4	4	4
12	0	1	0
13	0	0	0
14	4	4	3
15	0	0	0
16	1	0	3
17	0	1	4
18	0	0	1
19	4	1	1
20	4	0	3
21	0	0	1
22	0	0	0
23	0	0	0
24	2	0	0
25	4	4	4
26	0	0	0
27	0	0	0
28	4	4	4
29	2	2	4
30	3	4	4
31	0	3	4
32	1	1	0
33	0	0	0
34	0	0	0
35	0	0	3
36	0	0	1
37	0	0	4
38	0	0	0
39	0	0	3
40	0	2	0
41	0	0	0
42	1	3	0
43	0	0	4
44	0	0	0
45	0	0	0

46	0	0	4
47	4	3	4
48	0	1	0
49	1	3	4
50	3	3	4
51	2	1	0
52	0	1	0
53	1	0	0
54	0	0	2
55	3	1	4

APÊNDICE D - Análise histológica

Dente	Padrão ouro
1	2
2	2
3	4
4	4
5	1
6	0
7	4
8	3
9	2
10	4
11	4
12	0
13	0
14	3
15	0
16	3
17	4
18	1
19	1
20	3
21	1
22	0
23	0
24	0
25	4
26	0
27	0
28	4
29	4
30	4
31	4
32	0
33	0
34	0
35	3
36	1
37	4
38	0
39	3
40	0
41	0
42	0
43	4
44	0
45	0
46	4

47	4
48	0
49	4
50	4
51	0
52	0
53	0
54	2
55	4

APÊNDICE E - Média dos escores

Dente	Radiografia convencional	Radiografia Digital	Padrão ouro
1	0	1.57	2
2	0.67	0.34	2
3	3.67	3.34	4
4	2	2.34	4
5	0	0.34	1
6	0	2	0
7	1.67	1.34	4
8	0.67	0.34	3
9	0	0	2
10	3.67	3.34	4
11	4	4	4
12	0	0.34	0
13	0.67	0.34	0
14	4	4	3
15	0	0	0
16	2.67	0	3
17	0	0.67	4
18	1	0	1
19	2.67	3	1
20	1.37	0.34	3
21	0	0	1
22	0	0.34	0
23	0	0.67	0
24	1.34	0	0
25	2	3.34	4
26	0.67	0	0
27	0	0.34	0
28	3.34	3.34	4
29	2.67	2	4
30	3	3.34	4
31	0.67	2.67	4
32	3	2	0
33	2.67	1.67	0
34	0	0	0
35	0	0	3
36	0	0	1
37	0	0	4
38	1.34	0	0
39	0.67	0.67	3
40	0	0.67	0
41	0	0	0
42	3	2	0
43	0	0.34	4
44	0	0	0
45	0	0	0

46	0.67	0.34	4
47	3	2.67	4
48	0	0.34	0
49	1.67	2.34	4
50	3	3	4
51	0.67	0.34	0
52	0.34	0.67	0
53	0.67	0	0
54	1.34	0.34	2
55	2.34	1.67	4