

RENATO PEREIRA DA SILVA

Cirurgião-Dentista

**TECNOLOGIAS DE EXAME DA CÁRIE DENTÁRIA: O DESAFIO DE
SEU USO SOB DIFERENTES CRITÉRIOS DE DIAGNÓSTICO**

Tese apresentada à Faculdade de
Odontologia de Piracicaba, da
Universidade Estadual de Campinas,
para obtenção do título de Doutor em
Odontologia. Área de concentração
Saúde Coletiva.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Carlos Pereira

Co-orientadora: Profa. Dra. Andréa Videira Assaf

PIRACICABA

2009

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA
Bibliotecária: Marilene Girello – CRB-8ª. / 6159

Si38t

Silva, Renato Pereira da.
Tecnologias de exame da cárie dentária: o desafio de seu uso sob diferentes critérios de diagnóstico. / Renato Pereira da Silva. -- Piracicaba, SP: [s.n.], 2009.

Orientadores: Antonio Carlos Pereira, Andréa Videira Assaf.
Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Epidemiologia. 2. Radiografia. 3. Lasers. I. Pereira, Antonio Carlos. II. Assaf, Andréa Videira. III. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. IV. Título.

(mg/fop)

Título em Inglês: Caries detection technologies: the challenge of their use under different caries diagnostic criteria

Palavras-chave em Inglês (Keywords): 1. Epidemiology. 2. Radiography. 3. Lasers

Área de Concentração: Saúde Coletiva

Titulação: Doutor em Odontologia

Banca Examinadora: Antonio Carlos Pereira, Flávia Martão Flório, Fausto Medeiros Mendes, Fábio Luiz Mialhe, Francisco Carlos Groppo

Data da Defesa: 02-10-2009

Programa de Pós-Graduação em Odontologia



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
Faculdade de Odontologia de Piracicaba



A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Tese de Doutorado, em sessão pública realizada em 02 de Outubro de 2009, considerou o candidato RENATO PEREIRA DA SILVA aprovado.

Prof. Dr. ANTONIO CARLOS PEREIRA

Profa. Dra. FLÁVIA MARTÃO FLÓRIO

Prof. Dr. FAUSTO MEDEIROS MENDES

Prof. Dr. FÁBIO LUIZ MIALHE

Prof. Dr. FRANCISCO CARLOS GROPPPO

*Dedico este trabalho a **Deus**, a meus pais, **Ilma**
e Nadir (in memoriam) e à minha noiva, **Zinha**,
estímulos constantes a seguir em frente e alcançar
novos vôos.*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a **Deus**, por ter me sustentando nos meus momentos de dúvidas e fraquezas. Sem Sua presença em minha vida eu não teria conseguido vencer este desafio.

À Faculdade de Odontologia de Piracicaba – UNICAMP – nas pessoas do Diretor, **Prof. Dr. Francisco Haiter Neto** e do Diretor Associado, **Prof. Dr. Marcelo de Castro Meneghim**, por todo o apoio dispensado à realização deste estudo nesta instituição de ensino.

Ao **Prof. Dr. Jacks Jorge Júnior**, coordenador dos cursos de Pós-graduação da FOP/UNICAMP.

À **Profa. Dra. Maria Beatriz Duarte Gavião**, coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Odontologia da FOP/UNICAMP.

Aos professores do Departamento de Odontologia Social, **Prof. Dr. Antonio Bento Alves de Moraes**, **Prof. Dr. Antonio Carlos Pereira**, **Profa. Dra. Dagmar de Paula Queluz**, **Prof. Dr. Eduardo Hebling**, **Prof. Dr. Fábio Luiz Mialhe**, **Profa. Dra. Gláucia Maria Bovi Ambrosano**, **Prof. Dr. Marcelo de Castro Meneghim**, **Profa. Dra. Maria da Luz Rosário de Sousa**, **Prof. Dr. Miguel Morano Júnior** e **Prof. Dr. Ronaldo Seichi Wada** e ao **Prof. Dr. Francisco Carlos Groppo**, do Departamento de Ciências Fisiológicas, Área de Farmacologia, Anestesiologia e Terapêutica, por participarem ativamente na minha formação profissional.

Ao **Prof. Dr. Frab Norberto Bóscolo** do Departamento de Diagnóstico Oral, Área de Radiologia, pelo apoio logístico a minha pesquisa.

À **Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)** pela concessão da bolsa – PROEX.

À **Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP)** pela concessão do auxílio à pesquisa concedido.

Ao **Prof. Dr. Cássio Vicente Pereira**, do Centro Universitário de Lavras/UNILAVRAS e à **Profa. Dra. Flávia Martão Flório**, da Faculdade de Odontologia/Centro de Pós-graduação São Leopoldo Mandic por acreditarem em mim e me incentivarem a aprofundar meus estudos em um curso de doutorado. A vocês meu eterno agradecimento!

À **Profa. Dra. Andréa Videira Assaf**, da Universidade Federal Fluminense, pela co-orientação da pesquisa, paciência e dedicação na minha formação, e pela amizade.

Às secretárias **Eliana, Elisa, Eliane, Célia, Érika, Raquel, Roberta e Tatiane**, e às estagiárias **Lucilene e Suelen**, pela valiosa ajuda com toda a parte burocrática do curso.

Ao técnico em radiologia **Fernando**, pela disponibilidade em me ajudar, processando todas as radiografias do meu estudo.

Às cirurgiãs-dentistas **Janny Furlan e Marina Vannucci Mena Romeiro**, pela ajuda na coleta e tabulação dos dados.

A todo colegas de pós-graduação, em especial, **Aline Tonello, Ariana Kassawara, Camila Gonçalo, Cristina Gibilini, Débora Dias, Elaine Tagliaferro, Fabíola Miyauchi, Karine Cortellazzi, Lilian Rihs, Maria Paula Meirelles, Marília Bastista, Raquel Pizolato, Regiane Amaral, Rosana**

Hoffmann, Stela Pereira, Telmo Bittar e Zuleica Meneghim pela grande amizade, colaboração e contribuição na realização de meus estudos.

A toda minha família, em especial, à minha **mãe Ilma**, minha **avó Helena**, meu tio **Antonio Flavio** e ao meu irmão **Leandro**, por estarem sempre presentes, em pensamento ou fisicamente, em momentos importantes de minha vida.

A minha noiva **Zinha**, pelo amor, paciência e compreensão. Esta conquista é nossa!

Aos meus irmãos piracicabanos, **Carlos, Fernando Hugo, Gláuber, Karla, Luisa, Renzo, Tati e Max Censi**, muito obrigado pela convivência fraternal.

Às funcionárias **D. Edna, Mara e Nádia** pela amizade, pela eterna alegria e por terem sempre uma palavra amiga.

Aos diretores, coordenadores pedagógicos e escolares participantes de minha pesquisa.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

Ao **Prof. Dr. Antonio Carlos Pereira** por ter me acolhido como orientado e ter confiado na minha capacidade profissional, mesmo quando eu tinha dúvidas acerca de meu potencial, demonstrando que além de ser um dos grandes nomes mundiais da Odontologia em Saúde Coletiva, é uma grande figura humana, um grande exemplo a ser seguido tanto na Odontologia, quanto pela vida afora. Agradeço imensa e eternamente o tempo de convívio que tivemos e tudo o que você fez por mim dentro e fora da FOP/Unicamp. Os laços de amizade que estabelecemos são para a vida toda! Muito obrigado!

Aos professores **Prof. Dr. Fábio Luiz Mialhe, Profa. Dra. Gláucia Maria Bovi Ambrosano, Prof. Dr. Marcelo de Castro Meneghim e Prof. Dr. Miguel Morano Júnior** por terem sido muito mais do que mestres na minha formação, sempre me estimulando a ir além, em todos os aspectos da vida profissional e pessoal. É pelo grande carinho e amizade que construímos durante todo o período de meu doutoramento que eu vos sou eternamente grato.

A **Deus** por ter me colocado no lugar certo, na hora certa e, principalmente, com as pessoas certas!

RESUMO

O padrão mundial de desenvolvimento da doença cárie dentária tem aumentado a complexidade do diagnóstico de lesões cariosas, principalmente em superfícies dentárias oclusais, por meio do tradicional exame clínico visual-tátil, constituindo um dos grandes desafios da Odontologia em Saúde Coletiva. O objetivo deste estudo foi verificar a reprodutibilidade (estatística Kappa [κ] intra e interexaminador) e validade (área sob a curva ROC [A_z]) das tecnologias adjuntas de diagnóstico de cárie “iluminação artificial” (CL2), “radiografia interproximal *bitewing*” (BW), “transiluminação por FOTI” (FT) e “exame por fluorescência laser (DIAGNOdent®)” (DD), isoladamente ou em associação ao exame clínico visual-tátil (CL1), sob condições epidemiológicas, adotando-se os critérios diagnósticos OMS (D3) e OMS+LI (D1). Para o estudo da reprodutibilidade, 13 crianças, com baixa a alta prevalência de cárie, na faixa etária de 12 anos, da rede pública de ensino de Piracicaba, SP, foram aleatoriamente selecionadas, contando com a participação de 1 examinador padrão e 3 examinadores experientes. Para o estudo da validade, 165 crianças, com as mesmas características, foram selecionadas, contando com participação de 1 examinador padrão e 1 examinador experiente. A reprodutibilidade (intra/interexaminador), por superfícies dentárias, sob os critérios diagnósticos D3 e D1, foi “quase perfeita” para os exames CL1 (D3: $\kappa_{intra}=0,91/\kappa_{inter}=0,85$; D1: $\kappa_{intra}=0,89/\kappa_{inter}=0,84$), CL2 (D3: $\kappa_{intra}=0,91/\kappa_{inter}=0,85$; D1: $\kappa_{intra}=0,88/\kappa_{inter}=0,83$), BW (D3: $\kappa_{intra}=0,95/\kappa_{inter}=0,92$; D1: $\kappa_{intra}=0,99/\kappa_{inter}=0,90$) e FOTI (D3: $\kappa_{intra}=0,97/\kappa_{inter}=0,93$; D1: $\kappa_{intra}=0,87/\kappa_{inter}=0,83$) e “sofrível” para o exame DD (D3: $\kappa_{intra}=0,36/\kappa_{inter}=0,35$; D1: $\kappa_{intra}=0,30/\kappa_{inter}=0,32$). As associações de tecnologias diagnósticas CL2+FT+DD+BW ($A_{Z-D1}=0,8541$; $A_{Z-D3}=0,6963$), para superfícies oclusal + proximais, CL2+DD+BW ($A_{Z-D1}=0,8187$; $A_{Z-D3}=0,6650$), para superfície oclusal, e CL2+FT+BW ($A_{Z-D1}=0,7234$; $A_{Z-D3}=0,6836$), para superfícies proximais, apresentaram maior validade, sob os critérios diagnósticos D1 e D3, respectivamente. Conclui-se que os exames CL1, CL2, FT e BW apresentam uma reprodutibilidade compatível com a realização de levantamentos epidemiológicos

de cárie dentária, e que as associações CL2+FT+DD+BW, CL2+DD+BW e CL2+FT+BW são os melhores métodos de diagnóstico para as superfícies dentárias oclusal + proximais, oclusal e proximais, respectivamente, sob os critérios diagnósticos D1 e D3, em condições epidemiológicas.

Palavras-chave: Cáries Dentárias; Diagnóstico; Epidemiologia; Radiografia; Transiluminação; Lasers.

ABSTRACT

The world development pattern of dental caries disease has increased the complexity of carious lesions diagnosis especially in occlusal surfaces by the visual-tactile exam, constituting one of the great challenges of the Public Health Dentistry. The aim of this study was to verify the reproducibility (intra and interexaminer Kappa [κ] statistics) and the validity (area under the ROC curve [AZ]) of the "artificial illumination" (CL2), "bitewing radiographs" (BW), "transillumination by FOTI" (FT) and "laser fluorescence examination (DIAGNOdent®)" (DD), adjunct technologies of dental caries diagnosis, separately or in association with the visual-tactile exam (CL1), under epidemiological settings and WHO (D3) and WHO+IL (D1) diagnostic criteria. Concerning the reproducibility, 1 standard and 3 experienced examiners examined 13 schoolchildren (twelve-years-old) enrolled in public schools from Piracicaba, SP. The reproducibility sample were randomly selected and presented low to high dental caries prevalence. In relation to the validity, 1 standard and 1 experienced examiner examined 165 twelve-years-old schoolchildren that presented the same characteristics of the reproducibility sample. The (intra/interexaminer) reproducibility, for dental surfaces, under the D3 and D1 diagnostic criteria, was almost perfect for the CL1 (D3: $\kappa_{\text{intra}}=0.91/\kappa_{\text{inter}}=0.85$; D1: $\kappa_{\text{intra}}=0.89/\kappa_{\text{inter}}=0.84$), CL2 (D3: $\kappa_{\text{intra}}=0.91/\kappa_{\text{inter}}=0.85$; D1: $\kappa_{\text{intra}}=0.88/\kappa_{\text{inter}}=0.83$), BW (D3: $\kappa_{\text{intra}}=0.95/\kappa_{\text{inter}}=0.92$; D1: $\kappa_{\text{intra}}=0.99/\kappa_{\text{inter}}=0.90$) e FOTI (D3: $\kappa_{\text{intra}}=0.97/\kappa_{\text{inter}}=0.93$; D1: $\kappa_{\text{intra}}=0.87/\kappa_{\text{inter}}=0.83$) examinations and it was fair for the DD (D3: $\kappa_{\text{intra}}=0.36/\kappa_{\text{inter}}=0.35$; D1: $\kappa_{\text{intra}}=0.30/\kappa_{\text{inter}}=0.32$) examination. The diagnostic technologies associations, CL2+FT+DD+BW ($A_{Z-D1}=0.8541$; $A_{Z-D3}=0.6963$), for occlusal + approximal surfaces, CL2+DD+BW ($A_{Z-D1}=0.8187$; $A_{Z-D3}=0.6650$), for occlusal surface, and CL2+FT+BW ($A_{Z-D1}=0.7234$; $A_{Z-D3}=0.6836$), for approximal surfaces, presented the largest validity under the D1 and D3 diagnostic criteria, respectively. It was concluded that the CL1, CL2, FT and BW examinations present a reproducibility compatible with the execution of epidemiological surveys of dental caries, and that the CL2+FT+DD+BW,

CL2+DD+BW and CL2+FT+BW technologies associations are the best methods of examinations for occlusal + approximal surfaces, occlusal surfaces and approximal surfaces under D1 and D3 diagnostic criteria in epidemiological settings respectively.

Key-words: Dental caries; Diagnosis; Epidemiology; Radiography; Transillumination; Lasers.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	1
CAPÍTULOS	9
CAPÍTULO 1: Reproducibility of adjunct technologies for diagnosis of dental caries under epidemiological conditions	9
CAPÍTULO 2: Validade de exames diagnósticos de cárie dentária em condições epidemiológicas	27
CAPÍTULO 3: Dental caries detection by laser fluorescence in an epidemiological setting	49
CONCLUSÃO	67
REFERÊNCIAS	68
BIBLIOGRAFIA	74
APÊNDICE	76
ANEXOS	80

INTRODUÇÃO

A maior exposição da população mundial aos compostos fluoretados a partir da década de 1970, principalmente por meio da água de abastecimento público (McDonagh *et al.*, 2000) e do dentifrício fluoretado (Marinho *et al.*, 2004) tem modificado o padrão de desenvolvimento da doença cárie dentária. Este novo padrão é caracterizado por um elevado número de crianças livres de cárie, por uma maior prevalência de lesões cariosas em seus estágios iniciais de desenvolvimento em superfície de esmalte dentário, acometendo indivíduos de alto risco de cárie dentária (Ismail *et al.*, 1992; Ismail, 1997; Amarante *et al.*, 1998; Barmes, 1999), por uma maior prevalência de lesões de “cárie ocultas” em dentina, sob esmalte dentário íntegro (Amarante *et al.*, 1998) e pela concentração de lesões cariosas cavitadas, acometendo dentina, em poucos indivíduos alocados em “grupos de polarização” (Vehkalahti *et al.*, 1997; Nadanovsky, 2000; Marthaler *et al.*, 2004; Meneghim *et al.*, 2006; Pereira *et al.*, 2007). Face a este novo padrão da doença, a complexidade do diagnóstico de lesões cariosas, principalmente em superfícies dentárias oclusais, por meio do tradicional exame clínico visual tem aumentado, constituindo um dos grandes desafios da Odontologia moderna (Barmes, 1999; Hopcraft & Morgan, 2003).

Além de dificultar o diagnóstico e subsequente planejamento do tratamento da doença (Nyvad *et al.*, 1999), este novo padrão da cárie dentária tem comprometido a elaboração e desenvolvimento de ensaios clínicos destinados a comprovar a qualidade, segurança e eficácia de novos produtos em Odontologia (Chesters *et al.*, 2004). Aliado a este fato, a maioria dos estudos epidemiológicos realizados ainda define a doença cárie dentária a partir dos critérios de classificação diagnóstica preconizados pela Organização Mundial da Saúde (OMS), onde um dente ou superfície dentária somente é considerado “cariado(a)” quando há presença de lesão cariada cavitada acometendo dentina (OMS, 1999).

Convém ressaltar que as lesões cariosas iniciais ativas, de complexa detecção, originadas a partir de perdas microscópicas (processo de

desmineralização) de tecidos dentários, as quais assumem clinicamente, um aspecto rugoso, opaco e sem brilho, de coloração amarelada/esbranquiçada (Zandoná & Zero, 2006), tem se apresentado mais prevalentes do que lesões cariosas cavitadas (Ismail, 1997) tanto na dentição decídua, quanto na permanente (Warren *et al.*, 1992), não devendo, portanto, serem negligenciadas tanto por pesquisadores quanto por clínicos.

Entretanto, os critérios diagnósticos convencionais, baseados na presença de cavitação nos tecidos dentários, notadamente dentina, e na exclusão de lesões cariosas iniciais pré-cavitadas no cômputo da experiência total de cárie dentária de um indivíduo ou uma população, têm se mostrado insuficientes para refletir as alterações na incidência e prevalência da cárie dentária, face à lenta progressão da doença nos dias atuais (Pitts & Fyffe, 1988; Nyvad *et al.*, 1999).

Visando a determinação de um quadro nosológico de cárie dentária mais fidedigno, o emprego de critérios diagnósticos de cárie dentária mais sensíveis como, por exemplo, o critério OMS+LI, uma adaptação do convencional critério OMS pela adição de lesões iniciais não-cavitadas (LI) em esmalte (Nyvad *et al.*, 1999; Fyffe & Pitts, 2000), ou o International Caries Detection and Assessment System (ICDAS) (Ismail *et al.*, 2007), tem sido proposto e resultados positivos já vem sendo relatados (Pitts & Fyffe, 1988; Pereira & Moreira, 1995; Lussi, 1996; Amarante *et al.*, 1998; Nyvad *et al.*, 1999; Fyffe *et al.*, 2000; Assaf *et al.*, 2004; Assaf *et al.*, 2006; Ismail *et al.*, 2007; Kassawara *et al.*, 2007; Kühnisch *et al.*, 2008).

Para a detecção de lesões cariosas sob critérios diagnósticos mais sensíveis, a adição de recursos auxiliares e tecnologias adjuntas de diagnóstico ao tradicional exame clínico visual/visual-tátil como, por exemplo, o uso de uma fonte artificial de iluminação, a escovação dentária prévia dos indivíduos e a secagem das superfícies dentárias durante o exame odontológico é necessária, sendo implementada com sucesso em estudos realizados sob condições epidemiológicas (Ismail *et al.*, 1992; Pereira & Moreira, 1995; Assaf *et al.*, 2004; Ekstrand, 2004; Assaf *et al.*, 2006; Kassawara *et al.*, 2007).

Apesar da força de evidência ser considerada pobre para as tecnologias adjuntas de diagnóstico, notadamente para a radiografia *bitewing* (convencional ou digital), transiluminação por fibra ótica (convencional – FOTI ou digital – DIFOTI) e fluorescência laser (DIAGNOdent®) (Bader *et al.*, 2002), a associação das mesmas (Zandoná & Zero, 2006) ao tradicional exame clínico visual/visual tátil, em condições epidemiológicas, auxiliando no diagnóstico da doença em seus estágios iniciais, também tem sido sugerida. Como tais tecnologias são desconhecidas por grande parte dos dentistas, o diagnóstico de cárie dentária continua a ser realizado tradicionalmente na clínica odontológica, a partir dos exames clínico visual e radiográfico *bitewing* convencional, na maioria das vezes, de forma inadequada e insatisfatória (Mialhe *et al.*, 2007).

Convém ressaltar que os custos financeiros para o serviço de saúde (Norlund *et al.*, 2008) e as consequências biológicas individuais (Caldas Júnior *et al.*, 2003) são diretamente proporcionais à ocorrência de diagnósticos de cárie dentária falso-positivos e que o emprego equivocado de diferentes metodologias diagnósticas incorrerá em um maior número de superfícies dentárias indicadas para receber tratamento restaurador (Pereira *et al.*, 2009).

A radiografia *bitewing* convencional é uma tecnologia adjunta de diagnóstico, em condições epidemiológica, que possibilita uma detecção e avaliação da profundidade da lesão de cárie dentária mais precisa do que o exame clínico visual-tátil (Creanor *et al.*, 1990; McComb & Tam, 2001; Hopcraft & Morgan, 2005), notadamente em dentes posteriores de indivíduos nas faixas etárias de 12 anos de idade e acima (de Vries *et al.*, 1990), em superfícies dentárias proximais (esmalte e dentina) (Arrow, 2007) e oclusais (dentina) (Ketley & Holt, 1993; Machiulskiene *et al.*, 1999; Bader *et al.*, 2001; Wenzel, 2004).

A detecção de cárie por esta tecnologia é muito difundida dentre os cirurgiões-dentistas (Mialhe *et al.*, 2006) e consiste na sensibilização da película radiográfica por um feixe de raios-X incidindo paralelamente ao teto da câmara pulpar dos dentes examinados, que produz distorções mínimas na extensão e localização da imagem radiográfica da lesão cariosa detectada, permitindo estimar

sua presença, profundidade e atividade da lesão cariosa (Tan *et al.*, 2002; Mialhe & Pereira, 2003). O seu uso no monitoramento de lesões cariosas iniciais em superfícies dentárias proximais tem sido sugerido (Wenzel, 2004).

Embora o exame radiográfico *bitewing* melhore a acurácia do diagnóstico de cárie dentária realizado por meio do exame clínico visual em condições epidemiológicas (Meneghim *et al.*, 2003), o seu valor diagnóstico adicional em condições de campo tem sido questionado, sob a justificativa de que a prevalência de cárie determinada pelo seu emprego pouco difere da prevalência de cárie determinada pelo exame clínico visual (Bloemendal *et al.*, 2004; Topping, 2004). Entretanto, acredita-se que levantamento epidemiológico realizado sem o exame radiográfico subestime a prevalência de cárie dentária, segundo o índice CPOS, em aproximadamente 10% em adultos jovens (Hopcraft & Morgan, 2005).

As principais vantagens desta tecnologia incluem a detecção de lesões cariosas iniciais em esmalte em superfícies proximais, a delimitação de lesões cariosas oclusais em dentina, a detecção de lesões de cárie oculta em dentina (Weerheijm *et al.*, 1997), e o registro perene dos dentes examinados, o qual permite o seu re-exame por vários dentistas e o monitoramento do comportamento da lesão cariosa durante o tempo (Pitts, 1991). Suas principais desvantagens incluem a emissão de radiação ionizante, a suscetibilidade da técnica a erros de tomada e processamento, as limitações de uma imagem bi-dimensional e a impossibilidade da confirmação de lesões cariosas cavitadas em superfícies proximais (Pitts, 1991).

Em relação à validade desta tecnologia, Bader & Shugars (2001) encontraram, em sua revisão sistemática, os valores de sensibilidade/especificidade de 53/83, 30/76 e 39/91 para lesões cariosas em dentina, esmalte e ambas respectivamente. Para lesões cariosas em superfícies proximais, os valores de sensibilidade/especificidade foram de 66/95, 38/95, 41/78 e 50/87 para a detecção de lesões cariosas cavitadas, lesões cariosas em dentina, lesões cariosas em esmalte e ambas, respectivamente (Bader & Shugars, 2001).

Em relação à transiluminação por fibra ótica (FOTI) é uma tecnologia adjunta de diagnóstico alternativa, ou até mesmo complementar à radiografia *bitewing* associada ao exame clínico visual (Davies *et al.*, 2001), tanto no exame de superfícies dentárias proximais (Pereira *et al.*, 2000; Zandoná & Zero, 2006), mesmo as que apresentem bandas metálicas (Obry-Musset *et al.* 1988), quanto no exame de superfícies dentárias oclusais (Pitts, 1991; Côrtes *et al.*, 2000; Mialhe & Pereira, 2003).

Esta tecnologia se baseia no princípio de que o estado de higidez dos tecidos dentários apresenta diferentes índices de transmissão da luz (Zandoná & Zero, 2006). O exame das superfícies dentárias proximais é realizado por meio do posicionamento de uma ponteira de 0,5 mm abaixo do ponto de contato proximal, perpendicularmente ao eixo méso-distal do dente, apoiando-se sobre a gengiva abaixo da margem cervical dos dentes, produzindo uma sombra oclusal na região de crista marginal, caso uma lesão cariosa esteja presente. Para o exame da superfície dentária oclusal, deve ser usada uma ponteira de 2 mm de diâmetro, posicionada próxima à margem gengival das superfícies vestibular e lingual/palatina dos dentes posteriores, sendo visualizada uma sombra na superfície oclusal quando da presença de lesão cariosa (Bomba, 1971; Obry-Musset *et al.*, 1988; Goldman *et al.*, 1989; Mialhe & Pereira, 2003). Lesões cariosas confinadas em esmalte dentário apresentam-se com coloração acinzentada e opaca, contrastando com o aspecto do esmalte dentário hígido, enquanto que lesões cariosas confinadas em dentina apresentam-se como uma sombra, localizada profundamente no interior do dente, de coloração laranja-acastanhado ou azulada (Côrtes *et al.*, 2003).

Profilaxia profissional prévia, secagem das superfícies dentárias examinadas, obtenção de penumbra no local da realização do exame, apagando-se luzes ambientes e refletor odontológico, e o uso de intensidade de luz (FOTI) adequada à superfície dentária examinada, obtida a partir do ajuste gradual da luminosidade, são imprescindíveis para o sucesso da técnica, produzindo

contrastes entre tecidos hígidos e cariados (Bomba, 1971; Obry-Musset *et al.*, 1988; Côrtes *et al.*, 2003; Mialhe & Pereira, 2003).

As principais vantagens desta tecnologia adjunta de diagnóstico de cárie dentária incluem a não emissão de radiação ionizante, favorecendo o seu uso em gestantes e crianças, a portabilidade e facilidade de instalação elétrica do aparelho FOTI em diversos ambientes (escolas, indústrias, espaços sociais, domicílios), o baixo custo operacional e simplicidade na realização da técnica mediante treinamentos e calibrações prévios, e a aplicabilidade em todas as superfícies dentárias (Bomba, 1971; Obry-Musset *et al.*, 1988; Wenzel *et al.*, 1992; Kidd & Joyston-Bechal, 1997; Côrtes *et al.*, 2000; Mialhe *et al.*, 2000; Mialhe & Pereira, 2003; Pereira *et al.*, 2001).

Contudo, a impossibilidade de autoclavagem das ponteiras e do cabo flexível de fibras ópticas é uma das principais limitações do uso desta tecnologia. A autoclavagem tornaria as fibras ópticas quebradiças, diminuindo assim a intensidade da luz que chega até a ponteira. Desta forma, limpeza, desinfecção e esterilização destes componentes ficam a cargo de procedimentos físico-químicos exclusivamente (Bomba, 1971).

Em relação à validade desta tecnologia adjunta de diagnóstico, uma sensibilidade/especificidade de 4/100 para a detecção de lesões cariosas cavitadas em superfícies proximais *in vivo*, 14/95 para a detecção de lesões cariosas oclusais em dentina de dentes posteriores permanentes *in vitro* e 21/95 para a detecção de lesões cariosas oclusais em esmalte de dentes posteriores *in vitro* foi relatada na revisão sistemática de Bader & Shugars (2002).

A detecção de lesões cariosas em superfícies lisas e/ou oclusais por meio da fluorescência laser originada a partir de um aparelho de laser de diodo, 'DIAGNOdent® 2095' (KaVo, Biberach, Alemanha), tem sido proposta com algum sucesso (Bader & Shugars, 2004). A detecção do processo carioso por meio do DIAGNOdent® se baseia no princípio de que o esmalte dentário sob o processo de cárie apresenta uma fluorescência diferente da fluorescência do esmalte dentário hígido devido à presença de bactérias e seus metabólitos sobre tal

superfície (Zandoná & Zero, 2006). O valor das leituras do DIAGNOdent® está diretamente relacionado à extensão da lesão cariosa (Mialhe & Pereira, 2003), mais especificamente ao conteúdo orgânico presente na lesão cariosa do que à perda mineral dos tecidos dentários (Mendes *et al.*, 2004). Contudo, variações nas leituras deste aparelho podem ser influenciadas por resíduos de dentifrício ou pasta profilática (Lussi & Reich, 2005; Akarsu & Köprülü, 2006), número de ciclos de autoclavagens de suas ponteiros (Rocha-Cabral *et al.*, 2008) e resíduos orgânicos e pigmentações sobre o sistema de cicatrículas e fissuras das superfícies oclusais de dentes posteriores (Côrtes *et al.*, 2000; Mendes *et al.*, 2004), constituindo uma de suas limitações como ferramenta diagnóstica principal (Mialhe *et al.*, 2000).

Esta tecnologia tem se mostrado mais sensível, porém menos específica, do que os métodos tradicionais de diagnóstico de cárie dentária (Bader & Shugars, 2004). A sensibilidade desta tecnologia, segundo a revisão sistemática de Bader & Shugars (2004), variou de 0,76 a 0,84 para o diagnóstico de lesões cariosas oclusais em dentina, e de 0,42 a 0,46 para a detecção de lesões cariosas oclusais em esmalte. A especificidade desta tecnologia variou de 0,79 a 1,00 para a detecção de lesões cariosas oclusais em dentina. A especificidade para a detecção de lesões cariosas oclusais em esmalte foi de 0,95 (Bader & Shugars, 2004). Em função do alto número de diagnósticos falso-positivos produzidos por esta tecnologia, vários autores sugerem que esta seja usada somente como um adjunto do diagnóstico de cárie, e não como um substituto ao tradicional exame clínico visual e experiência profissional do examinador (Anttonen *et al.*, 2003; Bader & Shugars 2004; Zandoná & Zero, 2006). O DIAGNOdent® permite uma avaliação em tempo real do monitoramento de lesões cariosas submetidas a tratamentos preventivos (Anttonen *et al.*, 2003; Lussi & Francescut, 2003; Lussi *et al.*, 2006; Zandoná & Zero, 2006).

As principais vantagens desta tecnologia adjunta de diagnóstico incluem (Ferreira *et al.*, 2001; Young, 2002; Anttonen *et al.*, 2003; Lussi & Francescut, 2003; Pretty & Maupomé, 2004; Lussi *et al.*, 2006; Zandoná & Zero,

2006): a) tecnologia não invasiva para paciente; b) fácil manuseio e controle de infecção cruzada; c) estimativa razoável da profundidade da lesão cariosa; d) detecção de lesões cariosas iniciais em esmalte dentário em cicatrículas e fissuras e ocultas sob esmalte macroscopicamente íntegro; e) monitoramento em tempo real da evolução/involução da lesão cariosa com o decorrer do tempo; f) avaliação de intervenções preventivas em superfícies dentárias acometidas por lesões cariosas iniciais; g) portabilidade do equipamento, permitindo a realização do exame em escolas, hospitais, postos de saúde e outras instituições.

Suas desvantagens incluem (Ferreira *et al.*, 2001): a) não diferenciação entre lesões cariosas ativas e paralisadas; b) não diferenciação entre lesões cariosas e defeitos congênitos de formação do esmalte; c) não detecção de cáries secundárias sob restaurações metálicas; d) custo financeiro relativamente elevado (em torno de US\$ 2.500,00).

Face ao exposto, este trabalho composto por 3 estudos, objetiva avaliar a reprodutibilidade [Capítulo 1] e a validade [Capítulo 2] do exame clínico visual, variando-se a fonte de iluminação, do exame radiográfico *bitewing*, do exame por transiluminação por fibra ótica (FOTI) e por fluorescência laser (DIAGNOdent®) e das associações entre os mesmos, realizados em condições epidemiológicas, sob os critérios diagnósticos OMS (D3) e OMS+LI (D1+D3) em escolares, na faixa etária de 12 anos, da rede pública estadual de ensino de Piracicaba-SP. Um capítulo dedicado ao estudo exclusivo da fluorescência laser (DIAGNOdent®) no diagnóstico de cárie dentária também será apresentado [Capítulo 3].

CAPÍTULOS

CAPÍTULO 1: Reproducibility of adjunct technologies for diagnosis of dental caries under epidemiological conditions

Renato Pereira da Silva*

Andréa Videira Assaf**

Stela Márcia Pereira**

Fábio Luiz Mialhe***

Marcelo de Castro Meneghim***

Gláucia Maria Bovi Ambrosano***

Antonio Carlos Pereira***

* DDS, MSC-Department of Community Dentistry- FOP/UNICAMP-Piracicaba, Brazil

** DDS, MSC, DrPH-Department of Community Dentistry-FOP/UNICAMP-Piracicaba, Brazil

*** DDS, MPH, DrPH- Department of Community Dentistry-FOP/UNICAMP-Piracicaba, Brazil.

Author Contacts

Prof. Dr. A. C. Pereira

Faculdade de Odontologia de Piracicaba/UNICAMP

Av. Limeira 901, Piracicaba

Zip Code: 13414-903 – Piracicaba – São Paulo - Brazil

P. O. Box 52

Phone: +55 19 21065209

FAX: +55 19 34210144

E-mail apereira@fop.unicamp.br

ABSTRACT

Objective: to evaluate the visual clinical exam under natural light (CL1), visual exam under artificial light (CL2), radiographic bitewing exam (BW), fiber optic transillumination exam (FOTI), and DIAGNOdent™ exam (DD). **Methods:** 3 examiners and 1 gold standard examiner examined a sample of 13 12-year-old schoolchildren, under epidemiological conditions in accordance with D3 and D1 diagnostic criteria. **Results:** the reproducibility (intra/interexaminer agreement), by dental surface, under D3 and D1 diagnostic criteria, was ‘almost perfect’ for the exams CL1 (D3: $\kappa_{\text{intra}}=0.91/\kappa_{\text{inter}}=0.85$; D1: $\kappa_{\text{intra}}=0.89/\kappa_{\text{inter}}=0.84$), CL2 (D3: $\kappa_{\text{intra}}=0.91/\kappa_{\text{inter}}=0.85$; D1: $\kappa_{\text{intra}}=0.88/\kappa_{\text{inter}}=0.83$), BW (D3: $\kappa_{\text{intra}}=0.95/\kappa_{\text{inter}}=0.92$; D1: $\kappa_{\text{intra}}=0.99/\kappa_{\text{inter}}=0.90$) and FOTI (D3: $\kappa_{\text{intra}}=0.97/\kappa_{\text{inter}}=0.93$; D1: $\kappa_{\text{intra}}=0.87/\kappa_{\text{inter}}=0.83$) exams and “fair” for the DD exam (D3: $\kappa_{\text{intra}}=0.36/\kappa_{\text{inter}}=0.35$; D1: $\kappa_{\text{intra}}=0.30/\kappa_{\text{inter}}=0.32$). **Conclusion:** It was concluded that the CL1, CL2, BW and FOTI exams present good reproducibility (intra/interexaminer agreement) under epidemiological conditions, and can be used reliably in epidemiological surveys.

Keywords: epidemiology, dental caries, diagnosis

INTRODUCTION

Epidemiological surveys of dental caries are conducted with the aim of determining the oral health status and dental treatment needs of a certain population, later making possible to monitor the levels and patterns of the disease and evaluate the effectiveness of oral health services, allowing their re-organization and the planning of new actions when necessary (1).

The current trend towards decreasing dental caries prevalence, according to diagnosis criterion proposed by the World Organization of the Health (WHO) (1), with subsequent polarization of the disease (2), has made it difficult to diagnose, especially on the occlusal surfaces of permanent teeth, where a great

deal of the disease is concentrated (3). From this point of view, it has become necessary to associate auxiliary resources and diagnostic technologies as adjunct to the traditional visual exam for more trustworthy caries detection (4, 5). However, epidemiological surveys are still more commonly conducted by the visual clinical exam (4) in accordance with the WHO (D3) diagnostic criterion (1).

Calibration is a previous and necessary step in all oral health epidemiological surveys, with the goal of assuring the uniformity of interpretation and diagnostic criteria application as regards clinical conditions to be observed and recorded, in addition to assuring that each of the examiners are able to work consistently with the diagnostic standard adopted, thus minimizing the variations among the different examiners (1).

The use of refined auxiliary resources and diagnostic technologies, under more sensitive diagnostic criteria of dental caries, including initial non-cavitated carious lesions in enamel in low to moderate caries prevalence populations, can constitute an additional problem with regard to the reliable recording of dental caries lesions interfering in the reproducibility and validity of the dental caries exams performed. However, to use this methodology in dental caries epidemiological surveys is possible and feasible (5, 6).

Thus, the aim of this study was to evaluate the reproducibility of the traditional visual exam (with or without artificial light source), and the adjunct technologies of radiographic bitewing exam for occlusal and approximal surfaces, fiber optic transillumination (FOTI) for approximal surfaces and DIAGNOdent™ exam for occlusal surfaces of permanent posterior teeth of 12-year-old schoolchildren in the city of Piracicaba, São Paulo, Brazil, performed in an epidemiological setting and using the D3 and D1 diagnostic criteria.

METHODS

This study was performed in accordance with resolutions 196/96 of National Health Council of Brazilian Ministry of Health, and resolution Brazilian Dental Council 179/93 of the Dental Professional Code of Ethics, started after its approval by Research Ethics Committee of the Piracicaba Dental School/UNICAMP (State University of Campinas), Protocol No. 082/2006.

Study design

The study was conducted within a transversal study design, with the participation of 1 gold standard examiner, experienced in epidemiological surveys performed under D3 () and D1 () diagnostic criteria (5, 6 7), and 3 examiners with previous experience in epidemiological surveys under WHO/D3 diagnostic criteria. The 3 examiners were submitted to 9 sessions lasting 4 hours each (36 hours), contemplating lectures and clinical training and calibration exercises for visual exam in accordance with the coding and criteria recommended by the D3 (1) and D1 and an adaptation of the criteria proposed by Nyvad *et al.* (8), Fyffe *et al.* (9) and Assaf *et al.* (6) for the examination of the permanent dentition.

The D3 (clinical and/or radiographical signs of dentine caries) and D1 (only clinical signs of enamel caries) diagnostic criteria were adopted in this study.

With the aim of calculating the intra and interexaminer agreement, the examiners' calibration for the proposed exams was accomplished in 2 sessions, with an interval of 10 days. Thirteen 12 year-old schoolchildren from the public schools in the city of Piracicaba, São Paulo, Brazil, not examined during the training exercises, without orthodontic devices, severe fluorosis and enamel hypoplasia, and with low to high caries prevalence, according to the DMF-T index (10), were examined at the final calibration exercise.

Diagnostic Codes and Criteria used in the Dental Exams

The diagnostic codes and criteria used for the visual exam were proposed by WHO (1), for traditional epidemiological surveys, and by an adaptation of the D3 diagnostic codes and criteria proposed by Nyvad *et al.* (8), Fyffe *et al.* (9) and Assaf *et al.* (6) for the examination of the permanent dentition, including the recording of initial active/inactive non-cavitated carious lesions or microcavitated enamel lesions confined exclusively to dental enamel (D1).

The classification criteria proposed by Pereira & Moreira (11) were adopted for the radiographic bitewing (BW) and fiber optic transillumination (FOTI) exams; for the dental exam by laser fluorescence (DIAGNOdent™/DD) examination, the classification scale proposed by Zanin *et al.* (12) was adopted instead of the manufacturer's scale. These classification criteria were adopted because they suited the purposes of a study conducted under epidemiological conditions.

Exam Conditions

Before the dental exams, tooth brushing for 2 minutes with fluoridated toothpaste, using the modified Bass technique was performed by all participants, supervised by a dental hygienist. Before the dental exams each tooth surface to be examined was dried for about 5 seconds per tooth using a jet of compressed air (Proquest Delivery System, model 4010, Compressor Technologies Ltd, Englewood, USA), according to the method used in the studies of Assaf *et al.* (5) and Assaf *et al.* (6).

The visual exam was performed with dental mirror and ball-ended CPI probe, initially under natural light (CL1). In the second stage, an artificial light source (a portable dental reflector, D-Express Ltda, Curitiba, Paraná, Brazil) was introduced to the visual exam (CL2). The D3 and D1 diagnostic criteria were adopted for both CL1 and CL2 exams.

Bitewing radiographies (BW) were taken of the schoolchildren's posterior teeth in a separate session, by an examiner experienced in this type of

dental exam. The radiographical films Agfa Dentus M2 Comfort - M2-58, E/F-speed, and a Spectro 70X X-ray device (Dabi-Atlante, Ribeirão Preto, São Paulo, Brazil) of 70 Kvp, 8 MA and 0.4 seconds exposure time were used. Radiograph processing was standardized, and performed in an automatic processor. After this, the films were mounted in radiographic charts for individual analysis in a viewing box (VH, Araraquara, São Paulo, Brazil) without magnification, after the CL1, CL2, FOTI and DD exams, and the radiographic conditions detected by the 4 examiners participating in the study, according to the criteria of Pereira & Moreira (11), were recorded.

For examination of the posterior approximal surfaces by FOTI, a Fiber-Lite® PL-800 series device (Dolan-Jenner Elaborate, Lawrence, MA, USA), with a tip 0.5 mm in diameter (positioned below approximal point of contact) was used.

Before the DD exam was performed according to the manufacturer's recommendations, the occlusal surface to be examined was dried with an air jet.

However, to suit the purposes of the present study better, the classification scale and interpretation of the values of the DIAGNOdent™ 2095 (KaVo, Biberach, Germany) readings proposed by Zanin *et al.* (12) was adopted.

The intra and interexaminer agreement was analyzed by the Cohen's Kappa statistics (κ), using the SAS system for Windows™ 9.0 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) and the interpretation and classification proposed by Landis & Koch (13). To determine the reproducibility of each proposed dental exam under epidemiological conditions, the unit "tooth surface" (of all the posterior teeth in conjunction) was adopted. For each proposed dental exam, on being examined, the unit "tooth" (the posterior tooth singly) was used to identify which teeth required greater attention.

RESULTS

The average values of the Kappa statistic for the intra and interexaminer agreement, considering the ‘dental surfaces’ as unit for the CL1, CL2, BW, FOTI and DD exams performed under epidemiological conditions and D3 and D1 diagnostic criteria, are presented in Table 1.

Table 1. Average values of Kappa statistics (intra/interexaminer agreement) for the examination of dental surfaces by CL1, CL2, BW, FOTI and DD exams, under D3 and D1 diagnostic criteria: Piracicaba, SP, Brazil, 2008

	CL1		CL2		BW		FOTI		DD	
	D3	D1	D3	D1	D3	D1	D3	D1	D3	D1
INTRA	0.91 (0.96)	0.89 (0.92)	0.91 (0.93)	0.88 (0.89)	0.95 (0.97)	0.99 (0.97)	0.97 (0.95)	0.87 (0.89)	0.36 (0.50)	0.30 (0.46)
	[0.87 – 0.96]	[0.88 – 0.91]	[0.86 – 0.95]	[0.88 – 0.89]	[0.91 – 1.00]	[0.98 – 1.00]	[0.97 – 0.98]	[0.82 – 0.97]	[0.23 – 0.52]	[0.23 – 0.39]
INTER	0.85	0.84	0.85	0.83	0.92	0.90	0.93	0.83	0.35	0.32
	[0.82 – 0.87]	[0.82 – 0.86]	[0.81 – 0.87]	[0.82 – 0.84]	[0.86 – 0.99]	[0.85 – 0.93]	[0.90 – 1.00]	[0.79 – 0.90]	[0.23 – 0.54]	[0.26 – 0.39]

() Kappa value from the gold standard examiner

[] Examiners' Kappa value intervals

As observed in Table 1, except for the Kappa intraexaminer values obtained by the DD exam under the D3 and D1 diagnostic criteria, agreement was ‘almost perfect’ for all the dental exams, for the 3 examiners and the standard examiner.

The interexaminer agreement, considering the tooth surface was “almost perfect” for all the dental exams, except for the exam DD, which produced a “fair” interexaminer agreement (Table 1).

The average interexaminer agreement, considering the ‘tooth’ as unit of measure among the 3 examiners (Ex) and the gold standard examiner (GSEx), for the dental exams proposed and performed under epidemiological conditions and D3 diagnostic criterion is expressed in Table 2.

Table 2. Interexaminer Kappa for Ex X GSEx, under epidemiological conditions, D3 diagnostic criterion: Piracicaba, SP, Brazil, 2008

Shtromov, V. Prudskaya, O. I., Drazin, 2000

CL1																
Teeth	17	16	15	14	24	25	26	27	37	36	35	34	44	45	46	47
Ex X GSEx	0.55	0.98	0.38	0.52	0.49	0.55	1.00	0.78	0.99	1.00	-	-	-	-	0.86	1.00
CL2																
Teeth	17	16	15	14	24	25	26	27	37	36	35	34	44	45	46	47
Ex X GSEx	0.55	0.98	0.38	0.52	0.49	0.55	0.94	0.78	0.99	1.00	-	-	-	-	0.51	1.00
BW																
Teeth	17	16	15	14	24	25	26	27	37	36	35	34	44	45	46	47
Ex X GSEx	0.65	-0.03	-	1.00	-	-	-	0.93	0.88	1.00	-	-	-	-	1.00	1.00
FOTI																
Teeth	17	16	15	14	24	25	26	27	37	36	35	34	44	45	46	47
Ex X GSEx	0.58	1.00	-	-	-	-	-	0.81	1.00	-	-	-	-	-	-	1.00
DD																
Teeth	17	16	15	14	24	25	26	27	37	36	35	34	44	45	46	47
Ex X GSEx	0.33	0.60	-	1.00	-	-	0.12	0.36	0.16	0.38	-	-	-	-	0.62	0.23

Under D3 diagnostic criterion, at least a 'substantial' interexaminer (Kappa>0.60), was obtained by the examiners in comparison with the gold standard examiner, for the teeth 27 ('substantial' agreement), 16, 37, 46 ('almost perfect' agreement) and 26, 36 and 47 ('perfect' agreement) when the teeth were examined by CL1 exam. When the CL2 exam was performed, all the teeth, except for tooth 46, which received the 'substantial' agreement classification, maintained the classification obtained by the CL1 exam (Table 2).

A 'substantial' interexaminer agreement obtained by the BW exam, considering 'tooth' as unit of measure, was found for all the teeth, except for the tooth 16, which presented a negative Kappa value and a 'poor' interexaminer agreement (Table 2).

The interexaminer agreement obtained by the FOTI examination for approximal surfaces was 'almost perfect' for tooth 27 and 'perfect' for teeth 16, 37 and 47 (Table 2).

The examination of occlusal surfaces by the DD exam presented the lowest interexaminer agreement values, except for tooth 14, for which interexaminer agreement was 'perfect'. The interexaminer agreement was 'weak' for teeth 26 and 37, 'fair' for teeth 17, 27, 36 and 47, 'moderate' for tooth 16 and 'substantial' for tooth 46 (Table 2).

The average interexaminer agreement for the dental exams performed under the D1 diagnostic criteria is expressed in Table 3.

Table 3. Interexaminer Kappa for Ex X GSEx, under epidemiological conditions, D3 diagnostic criterion: Piracicaba, SP, Brazil, 2008

CL1																
Teeth	17	16	15	14	24	25	26	27	37	36	35	34	44	45	46	47
Ex X GSEx	0.59	1.00	0.20	0.58	0.46	0.42	1.00	0.80	0.98	0.43	0.48	0.87	0.49	0.56	1.00	0.93
CL2																
Teeth	17	16	15	14	24	25	26	27	37	36	35	34	44	45	46	47
Ex X GSEx	0.59	1.00	0.25	0.54	0.31	0.27	0.94	0.80	0.99	1.00	0.35	0.87	0.49	0.31	0.80	0.92
BW																
Teeth	17	16	15	14	24	25	26	27	37	36	35	34	44	45	46	47
Ex X GSEx	0.57	-0.19	-	1.00	-	-	-	0.80	1.00	1.00	-	-	-	-	1.00	1.00
FOTI																
Teeth	17	16	15	14	24	25	26	27	37	36	35	34	44	45	46	47
Ex X GSEx	0.58	1.00	-	-	-	-	-	0.81	1.00	0.52	-	-	-	-	1.00	1.00
DD																
Teeth	17	16	15	14	24	25	26	27	37	36	35	34	44	45	46	47
Ex X GSEx	0.29	0.07	0.23	0.87	-	-	0.32	0.42	0.18	0.29	-	-0.06	-	0.36	0.53	0.18

As seen in the Table 3, the interexaminer agreement was at least 'substantial' for teeth 27, 34, 37, 47 ('almost perfect' agreement), 16, 26 and 46 ('perfect' agreement) for the CL1 exam under the D1 criteria. The interexaminer agreement for the CL2 exam was 'substantial' for the teeth 27 and 46, 'almost perfect' for the teeth 26, 34, 37 and 47, and 'perfect' for the teeth 16 and 36 (Table 3).

The interexaminer agreement obtained for the tooth 16, at the BW exam, was 'poor', presenting a negative Kappa value. A 'substantial' interexaminer agreement was obtained for the tooth 27, while a 'perfect' interexaminer was obtained for the teeth 14, 36, 37, 46 and 47 (Table 3).

An interexaminer agreement at least 'substantial', obtained by FOTI exam, was found for the teeth 27 ("almost perfect" agreement), 16, 37, 46 and 47 ("perfect" agreement) (Table 3).

The DD exam produced interexaminer agreements that ranged from 'poor', as in the tooth 34, to 'almost perfect', as in the tooth 14 (Table 3).

The impossibility of performing Kappa statistics for some teeth, expressed in Tables 2 and 3, is due to the fact that the codes and clinical classifications attributed to the teeth in question made it unfeasible to elaborate the contingency table required for the Kappa calculation.

DISCUSSION

As the complexity of the caries diagnosis increases, motivated by changes in the speed of carious lesions progression, it becomes increasingly necessary to add new auxiliary resources and diagnostic technologies as adjuncts to the traditional visual/visual-tactile exam for a precise diagnosis of the disease (4).

Reproducibility is one of the main aspects of a diagnostic test to evaluate, Kappa statistics being the most used measure of agreement during the examiner calibration step in epidemiological surveys of dental caries, notably in populations with low dental caries prevalence (1, 6).

An at least 'substantial' agreement, with Kappa values between 0.61 and 0.80, has been suggested as acceptable in epidemiological surveys by some authors (13, 14). Although the values included in the 'substantial' category are apparently low, it must be emphasized that Kappa statistics is a measure of real agreement, in another words, agreement due to chance is removed, and therefore,

its values tend to be lower than the agreement values obtained by the traditional general percentage of agreement (15).

With the current pattern of dental caries development, the number of sound teeth/dental surfaces has been higher than the number of carious teeth/dental surfaces, predisposing the Kappa statistic calculated by teeth/surfaces analyzed jointly, to minimizing the impact of diagnostic errors in the few teeth/carious surfaces, when compared with the Kappa statistics calculated tooth by tooth (16, 17). This trend is observed to some degree when crossing of the data of the Tables 1, 2 and 3. However the Kappa statistics calculated considering all teeth/dental surfaces examined jointly continues to be the default measure of reproducibility of dental exams in epidemiological surveys (1, 6).

The 'tooth by tooth' reproducibility measurement by Kappa statistics, was performed with the aim of identifying teeth with 'poor' agreement ($\kappa < 0.40$) which, therefore, require more attention during training and calibration exercises and performing the proposed dental exams (16).

The association of diagnostic auxiliary resource 'artificial illumination' with the visual exam (CL2 exam) in epidemiological surveys contributes to more trustworthy dental caries detection (5, 11). However, the use of an artificial source of light in the present study did not alter the force of agreement of exam CL2 in comparison with exam CL1. The reproducibility remained 'almost perfect' in spite of small variations observed under the D1 diagnostic criterion (Table 1). The reproducibility presented by the CL1 and CL2 exams, under D1 and D3 diagnostic criteria, is similar to the reproducibility found in the studies of Assaf *et al.* (5), Assaf *et al.* (6) and Kassawara *et al.* (7), evaluating the effect of different dental caries diagnostic methodologies and criteria in 7- to 12-year-old schoolchildren, with low to moderate prevalence of dental caries. Under D3 diagnostic criterion, the Kappa values, 'tooth by tooth', for the CL1 and CL2 exams were the same, except for teeth 26 and 46, which presented a lower reproducibility by the CL2 exam than that presented by CL1 exam, nevertheless maintaining an at least 'moderate'

agreement, showing evidence that although negative, adding an artificial source of light to the visual exam had little effect (Table 2).

The adoption of D1 diagnostic criterion contributed substantially to the total prevalence of dental caries in populations (18), and could produce some effect on the interexaminer reproducibility of the dental exams performed under epidemiological conditions (5, 9). Special attention should be paid to premolar teeth, when an artificial source of light (CL2 exam) is introduced in the conventional visual exam (CL1 exam), under D3 and D1 diagnostic criteria (Tables 2 and 3).

The BW exam reproducibility was 'almost perfect', in spite of a small variation in the intraexaminer agreement in favor of the D1 diagnostic criterion, and in the interexaminer agreement in favor of the D3 diagnostic criterion, showing evidence of the limitation of this diagnostic adjunct technology in initial carious lesions detection (non-cavitated), especially when these lesions are confined to the enamel of occlusal dental surfaces (19). In spite of the additional value of this technology in determining dental caries prevalence being questionable (20), mainly in populations of schoolchildren under the age of 12 years (21). Hopcraft & Morgan (22) warned about a possible underestimation of the disease (approximately 10%), for young adult populations, when the BW exam is omitted from epidemiological surveys. Nevertheless, when altering the diagnostic criterion of caries from D3 to D1, the 'tooth by tooth' reproducibility of the BW exam remained the same for all the teeth. However, molar teeth deserve special attention when being examined (Tables 2 and 3).

An 'almost perfect' reproducibility was also found for the FOTI exam performed under D3 and D1 diagnostic criteria, although adoption of the latter diagnostic criterion produced lower intra and interexaminer Kappa values than those obtained under D3 diagnostic criterion (Table 1). The reproducibility shows evidence of the value of the FOTI exam in epidemiological surveys in populations with low caries prevalence, according to the D3 diagnostic criterion (23), although the strength of scientific evidence about the use of this technology is considered weak (24). The 'tooth by tooth' reproducibility for the exam FOTI stayed the same

when the D3 diagnostic criterion was replaced by D1 diagnostic criterion, being at least 'moderate' for all the teeth for which Kappa statistics could be calculated (Tables 2 and 3).

The DD exam presented a 'fair' reproducibility under both diagnostic criteria adopted (Table 1) and the lowest Kappa values, 'tooth by tooth' (Tables 2 and 3). It should be emphasized that the DIAGNOdent™ read-out values are influenced by the presence of organic plugs, staining, dental biofilm and calculus, bacterial metabolites (25, 26), remainders of toothpastes or prophylaxis pastes or powders (27) deposited in pits and fissures in the occlusal surfaces of posterior teeth, and even by the number of autoclaving cycles to which the DD tip (28) was submitted. Factors such as these might have influenced its reproducibility, to some degree, supporting the assertion that this technology should not be used alone for diagnosing dental caries (29), but is valuable for monitoring carious lesions over the course of time (25). The reproducibility obtained by the DD exam contraindicates its use in dental caries epidemiological surveys (Table 1).

A small deterioration in the reproducibility of the dental exams was observed when the D3 diagnostic criterion was replaced by the D1 diagnostic criterion (Table 1) as in the Pitts & Fyffe (30) study, in which this decreasing tendency when adopting a more sensitive diagnostic criterion was also reported. The inclusion of non-cavitated carious lesions in epidemiological surveys may reduce not only the validity of the dental exams performed but their reproducibility as well (6, 7, 9, 30). Thus, recording initial, non-cavitated carious lesions confined to dental enamel, could interfere negatively in the performance of a dental examination.

The reproducibility of the CL1, CL2, BW and FOTI dental exams, performed under epidemiological conditions and D3 and D1 diagnostic criteria, considering the dental surfaces of all the posterior teeth jointly (Table 1) corroborates with the assertion of Assaf *et al.* (6) that it is possible to alter the methodology of the dental exams, by the addition of auxiliary resources or the introduction of diagnostic technologies as adjunct to dental caries detection, under

a more sensitive diagnostic criteria, with successful results. The inexistence of a single technique for a dental exam of all teeth and dental surfaces shows evidence that the adoption of a diagnostic technology in epidemiological surveys should not be based exclusively on their reproducibility and validity values. Different types of teeth and physical examination settings in which dental exams are performed, as well as the purposes of the epidemiological survey and the diagnostic criteria adopted, should guide the professional with regard to the ideal modality of dental exam to be used in a given population. Therefore, the adoption of the FOTI exam, for example, which presented the highest interexaminer agreement under D3 diagnostic criterion, would not be the best option for an epidemiological survey performed under D1 diagnostic criterion, being surpassed by the BW exam (Table 1). However, it is much less practicable to transport an X-ray apparatus than it is to transport a FOTI device. This fact constitutes a favorable factor for the use of the FOTI exam, although it presented lower agreement than the agreement obtained by the BW exam. Moreover, from this point of view, the use of CL1 exam, the least complex among the proposed dental exams, under D3 and D1 diagnostic criteria (Table 1) would be perfectly acceptable depending on the distinct conditions under which the epidemiological surveys may be conducted. The epidemiological profile of dental caries is also a decisive factor in the choice of the dental exam modality to be performed, and should therefore not be neglected.

CONCLUSION

From the reproducibility found, it was concluded that the CL1, CL2, BW and FOTI exams can be successfully and precisely used in epidemiological surveys conducted under D3 and D1 diagnostic criteria. However, future studies are necessary with regard to the validity associated with the reproducibility of these dental exams, performed under epidemiological conditions and under more sensitive diagnostic criteria.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors would like to thanks the volunteers and the responsible for the schoolchildren of the public schools from Piracicaba, SP, Brazil. The first author received scholarship from PROEX/CAPES-UNICAMP during the Doctorate Course in Dentistry. The authors acknowledge the financial support of the FAPESP (grants #06/58881-9).

REFERENCES

1. WHO (World Health Organization). Oral Health Surveys. Basic Methods. Geneva: WHO; 1997.
2. Pereira SM, Tagliaferro EPS, Ambrosano GMB, Cortellazzi KL, Meneghim MC, Pereira AC. Dental caries in 12-year-old schoolchildren and its relationship with socioeconomic and behavioral variables. *Oral Health Prev Dent* 2007; 5: 299-306.
3. Hopcraft MS, Morgan MV. Pattern of dental caries experience on tooth surfaces in an adult population. *Community Dent Oral Epidemiol* 2006; 34: 174-83.
4. Meneghim MC, Assaf AV, Zanin L, Kozlowski FC, Pereira AC, Ambrosano GMB. Comparison of diagnostic methods for dental caries. *J Dent Child* 2003; 70(2): 115-119.
5. Assaf AV, Meneghim MC, Zanin L, Mialhe FL, Pereira AC, Ambrosano GMB. Assessment of different methods for diagnosing dental caries in epidemiological surveys. *Community Dent Oral Epidemiol* 2004; 32: 418-25.
6. Assaf AV, Meneghim MC, Zanin L, Cortelazzi KL, Pereira AC, Ambrosano GMB (a). Effect of different diagnostic thresholds on dental caries calibration. *J Public Health Dent* 2006; 66(1): 17-22.
7. Kassawara ABC, Assaf AV, Meneghim MC, Pereira AC, Topping G, Levin K, Ambrosano GMB. Comparison of epidemiological evaluations under different caries diagnostic thresholds. *Oral Health Prev Dent* 2007; 2: 137-44.

8. Nyvad B, Machiulskiene V, Baelum V. Reliability of a new caries diagnostic system differentiating between active and inactive caries lesions. *Caries Res* 1999; 33: 252-60.
9. Fyffe HE, Deery C, Nugent ZJ, Nuttall NM, Pitts NB. Effect of diagnostic threshold on the validity and reliability of epidemiological caries diagnosis using the Dundee Selectable Threshold Method for caries diagnosis (DSTM). *Community Dent Oral Epidemiol* 2000; 28: 42-51.
10. WHO (World Health Organization). Dental caries levels at 12 years. Geneva: WHO: 1994.
11. Pereira AC, Moreira BHW. Estudo comparativo de diferentes métodos de exame utilizados em Odontologia. *RGO* 1995; 43(3): 127-31.
12. Zanin L, Meneghim MC, Assaf AV, Pardi V, Pereira AC, Mialhe FL. Depth of occlusal caries assessed clinically by fluorescence laser, conventional and digital radiographic methods. *Braz J Oral Sci* 2005; 4(13):735-740.
13. Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics* 1977;33(1):159-174.
14. Gelfand DM, Hartmann DP. Child behavior analysis and therapy. New York: Pergamon Press, 1975.
15. Assaf AV, Zanin L, Meneghim MC, Pereira AC, Ambrosano GMB (b). Comparação entre medidas de reprodutibilidade para a calibração em levantamentos epidemiológicos da cárie dentária. *Cad Saude Publica* 2006; 22(9): 1901-7.
16. Peres MA, Traebert J, Marcenes W. Calibração de examinadores para estudos epidemiológicos de cárie dentária. *Cad Saude Publica* 2001; 17(1):153-9.
17. Assaf AV, Tagliaferro EPS, Meneghim MC, Tengan C, Pereira AC, Ambrosano GMB, Mialhe FL. A new approach for interexaminer reliability data analysis of dental caries calibration. *J Appl Oral Sci* 2007; 15(6): 480-5.
18. Amarante E, Raadal M, Espelid I. Impact of diagnostic criteria on the prevalence of dental caries in Norwegian children aged 5, 12 and 18 years. *Community Dent Oral Epidemiol* 1998; 26: 87-94.

19. Wenzel A. Bitewing and digital bitewing radiography for detection of caries lesions. *J Dent Res* 2004; 83(Spec Iss C): C72-C75.
20. Bloemendal E, de Vet HC, Bouter LM. The value of bitewing radiographs in epidemiological caries research: a systematic review of the literatures. *J Dent* 2004; 32: 255-64.
21. de Vries HCB, Ruiken HMHM, König KG, van't Hof MA. Radiographic versus clinical diagnosis of approximal carious lesions. *Caries Res* 1990; 24: 364-370.
22. Hopcraft MS, Morgan MV. Comparison of radiographic and clinical diagnosis of approximal and occlusal dental caries in a young adult population. *Community Dent Oral Epidemiol* 2005; 33: 212-8.
23. Côrtes DF, Ekstrand KR, Elias-Boneta AR, Ellwood RP. An in vitro comparison of the ability of fibre-optic transillumination, visual inspection and radiographs to detect occlusal caries and evaluate lesion depth. *Caries Res* 2000; 34: 443-7.
24. Bader JD, Shugars DA, Bonito AJ. Systematic reviews of selected dental caries diagnostic and management methods. *J Dent Educ* 2001; 65(10): 960-8.
25. Lussi A, Imwinkelried S, Pitts NB, Longbottom C, Reich E. Performance and reproducibility of a laser fluorescence system for detection of occlusal caries in vitro. *Caries Res* 1999; 33:261-6.
26. Mendes FM, Hissadomi M, Imparato JCP. Effects of drying time and the presence of plaque on the in vitro performance of laser fluorescence in occlusal caries of primary teeth. *Caries Res* 2004; 38: 104-8.
27. Lussi A, Reich E. The influence of toothpastes and prophylaxis pastes on fluorescence measurements for caries detection in vitro. *Eur J Oral Sci* 2005; 113: 141-4.
28. Rocha-Cabral RM, Mendes FM, Miura F, Ribeiro AC, Braga MM, Zezell DM. Autoclaving and battery capacity influence on laser fluorescence measurements. *Acta Odontol Scand* 2008; 66(2): 122-7.
29. Bader JD, Shugars DA. A systematic review of the performance of a laser fluorescence device for detecting caries. *JADA* 2004;135:1413-1426.

30. Pitts NB, Fyffe HE. The effect of varying diagnostic thresholds upon clinical caries data for a low prevalence group. J Dent Res 1988; 67(3): 592-596.

CAPÍTULO 2: Validade de exames de detecção de cárie dentária em condições epidemiológicas

Renato Pereira da Silva

Andréa Videira Assaf

Aline Sampieri Tonello

Fábio Luiz Mialhe

Marcelo de Castro Meneghim

Gláucia Maria Bovi Ambrosano

Antonio Carlos Pereira

RESUMO

O atual padrão morfológico de desenvolvimento da cárie dentária tem impulsionado a associação de tecnologias adjuntas de diagnóstico ao exame clínico visual, visando um diagnóstico mais fidedigno da doença. O objetivo deste estudo *in vivo* foi avaliar, em condições epidemiológicas, a validade dos exames clínico visual, sem (CL1) e com iluminação artificial (CL2), radiográfico *bitewing* (BW), por transiluminação FOTI (FT), por laser DIAGNOdent® (DD) e a associação destas tecnologias adjuntas ao CL2 em dentes permanentes posteriores, sob os critérios diagnósticos D_1 e D_3 , a partir do cálculo da área sob a curva ROC (A_Z). A amostra foi constituída de 165 escolares, na faixa etária de 12 anos, da rede pública do município de Piracicaba, São Paulo, Brasil. A associação CL2+FT+DD+BW apresentou a maior validade ao exame em conjunto para as superfícies oclusal e proximal conjuntamente ($A_{Z-D1}=0,8541$; $A_{Z-D3}=0,6963$), enquanto que as associações CL2+DD+BW ($A_{Z-D1}=0,8187$; $A_{Z-D3}=0,6650$) e CL2+FT+BW ($A_{Z-D1}=0,7234$; $A_{Z-D3}=0,6836$) apresentaram maior validade para o exame, considerando cada tipo de superfície, oclusal e proximal isoladamente, sob os critérios diagnósticos D_1 e D_3 , respectivamente. As associações

CL2+FT+DD+BW (superfícies oclusais e proximais), CL2+DD e CL2+DD+BW (superfícies oclusais) superestimaram a cárie dentária sob o critério D₁. Conclui-se que a validade diagnóstica do exame odontológico clínico visual, sob os critérios diagnósticos D₁ e D₃, em condições epidemiológicas, aumenta à medida que recursos auxiliares e tecnologias adjuntas são associados ao mesmo.

Palavras-chave: Diagnóstico de cárie; validade; técnicas adjuntas de diagnóstico de cárie

INTRODUÇÃO

Embora a prevalência da doença cárie dentária, tradicionalmente concebida como cavidade (D₃), segundo o critério diagnóstico preconizado pela OMS (1997), esteja em franco declínio mundial (Marthaler, 2004; Meneghim *et al.*, 2006), a proporção de lesões cariosas em seus estágios iniciais em esmalte dentária (D₁) concentradas principalmente em superfícies dentárias oclusais de crianças e jovens adultos alocados em grupos de polarização, tem apresentado uma tendência crescente (Hopcraft & Morgan, 2006; Pereira *et al.*, 2007).

Impulsionada pela atual morfologia da cárie dentária, o emprego de novas tecnologias adjuntas de diagnóstico têm sido proposta objetivando processo diagnóstico mais preciso para a doença (Meneghim *et al.*, 2003).

A força de evidência acerca do desempenho de tecnologias adjuntas de diagnóstico de cárie é, em geral, pobre (Bader *et al.*, 2001), apresentando os mais diversos resultados acerca da validade para a cárie dentária em estudos *in vitro* e *in vivo* (Bader *et al.*, 2002). Desta forma, estudos sistemáticos, principalmente realizados sob metodologia *in vivo*, apesar da inviabilidade de validação histológica dos exames odontológicos, têm sido cada vez mais requeridos (Bader *et al.*, 2001).

Atualmente o interesse da comunidade científica na detecção de lesões cariosas por meio da fluorescência *laser*, a partir do aparelho DIAGNOdent® (KaVo, Biberach, Alemanha) tem aumentado em função de sua maior

sensibilidade em relação aos métodos tradicionais de diagnóstico. Entretanto, a especificidade desta tecnologia tem se apresentado inferior à dos métodos tradicionais de diagnóstico. Esta situação limita o seu uso como ferramenta principal de diagnóstico de cárie. Associado a este fato, verifica-se que a maior parte dos estudos sobre a validade desta tecnologia é de natureza *in vitro*, o que torna incerta a extrapolação de seus resultados para condições clínicas (Bader & Shugars, 2004).

Em condições epidemiológicas, a agregação de tecnologias adjuntas de diagnóstico, como o emprego de exames radiográficos *bitewing* e/ou por transiluminação (FOTI), ou ainda recursos auxiliares como a escovação supervisionada prévia ao exame e secagem da superfície dentária examinada, tem demonstrado algum êxito na detecção de lesões cariosas, mesmo com a inclusão de lesões cariosas iniciais em esmalte dentário (D₁) (Pereira & Moreira, 1995; Meneghim *et al.*, 2003; Assaf *et al.*, 2004).

Diante do exposto, o presente estudo objetivou avaliar, em condições epidemiológicas, a validade dos exames clínico visual, associado ou não à iluminação artificial, radiográfico interproximal *bitewing*, por transiluminação (FOTI) e fluorescência *laser* dos tecidos duros de dentes permanentes posteriores, e das possíveis associações destas tecnologias adjuntas ao exame clínico visual, sob iluminação artificial, para a detecção de lesões cariosas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo foi realizado em consonância com os preceitos da resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde do Ministério da Saúde e da resolução CFO 179/93 do Código de Ética Profissional Odontológico, sendo iniciado após aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa da FOP/Unicamp, sob o protocolo 082/2006.

Delineamento do estudo

O presente estudo, realizado sob delineamento transversal, contou com a participação de 2 examinadores, sendo 1 deles o examinador padrão. Ambos os examinadores detinham experiência prévia em levantamentos epidemiológicos de cárie dentária e foram treinados e calibrados para o uso de tecnologias adjuntas de diagnóstico de cárie dentária.

A amostra foi composta de 165 escolares da rede pública de ensino do município de Piracicaba, São Paulo, Brasil, na faixa etária de 12 anos, selecionados aleatoriamente, apresentando uma prevalência de cárie, baixa, média e alta, segundo o índice CPO-D (WHO, 1994), perfazendo um total de 2187 dentes permanentes posteriores examinados e um CPO-S médio de 1,61. Fatores como o uso de aparelhos ortodônticos, hipoplasia de esmalte e/ou fluorose severas, foram determinantes para a exclusão e subsequente substituição de um escolar por outro que não apresentasse tais condições odontológicas, por meio de sorteio aleatório simples, dentre os escolares não sorteados inicialmente.

Códigos e critérios adotados nos exames odontológicos

Dois critérios diagnósticos foram adotados no presente estudo, ou seja, o critério D₃, em que lesões cariosas clínicas e/ou radiograficamente detectadas em dentina eram registradas e o critério D₁, em que lesões cariosas clinicamente detectadas em esmalte dentário eram registradas.

Os mesmos foram preconizados pela OMS (critério diagnóstico D₃) (WHO, 1997), para levantamentos epidemiológicos tradicionais, e por uma adaptação dos códigos e critérios adotados por Nyvad *et al.* (1999), Fyfe *et al.* (2000) e Assaf *et al.* (2006), para a inclusão do registro de lesões iniciais de cárie (OMS+LI), ativas e inativas, não cavitadas, em esmalte dentário (critério diagnóstico D₁).

Para os exames odontológicos radiográfico *bitewing* e por FOTI, os critérios de classificação propostos por Pereira & Moreira (1995) foram adotados, enquanto que para o exame odontológico com o aparelho DIAGNOdent® foi

adotada a escala de classificação proposta por Zanin *et al.* (2005) em substituição à escala do fabricante. Estes critérios de classificação foram adotados por se adequarem aos propósitos de um estudo realizado sob condições epidemiológicas.

Condições de exame

Previamente à realização dos exames odontológicos, foi realizada a escovação supervisionada, em todos os participantes, sob a técnica de Bass modificada, com dentífrico fluoretado, por um período de tempo de 2 minutos. Precedentemente aos exames odontológicos, cada superfície dentária a ser examinada era seca, por meio de um jato de ar comprimido (Proquest Delivery System, model 4010, Compressor Technologies Ltd, Englewood, EUA), durante 5 segundos (Assaf *et al.*, 2004).

O exame clínico visual foi realizado com espelho bucal plano e sonda OMS-IPC, inicialmente sob iluminação natural (CL1). Em um segundo momento, a iluminação artificial foi agregada à realização do exame clínico visual (CL2). Os critérios diagnósticos D_3 e D_1 foram adotados para ambos os exames CL1 e CL2. A seqüência de exame adotada foi exame CL1, FOTI, DD, CL2 e BW, em uma mesma sessão de exames.

As tomadas radiográficas interproximais *bitewing* (BW) dos dentes posteriores dos escolares foram realizadas, em uma sessão à parte, por um examinador com experiência na realização de tomadas radiográficas intra-orais, externo ao estudo, utilizando-se películas radiográficas Agfa Dentus M2 Comfort - M2-58, E/F-speed, e um aparelho de raios-X Spectro 70X (Dabi-Atlante, Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil) de 70 Kvp e 8 mA, com um tempo de exposição de 0,4 segundos. O processamento das películas radiográficas foi padronizado, sendo realizado em processadora automática. Após o seu processamento, as mesmas foram montadas em cartelas radiográficas para a sua análise em negatoscópio telepanorâmico (VH, Araraquara, São Paulo, Brasil) e registro das condições

radiográficas encontradas, segundo os critérios de Pereira & Moreira (1995), posteriormente à realização dos exames odontológicos em condições de campo.

As superfícies proximais dos dentes posteriores foram avaliadas por meio do exame FOTI (FT), a partir de um aparelho modelo Fiber-Lite® PL-800 series (Dolan-Jenner Industries, Lawrence, MA, EUA), sendo usada uma ponteira de 0,5 mm de diâmetro, a qual foi posicionada logo abaixo do ponto de contato proximal, perpendicularmente ao eixo méso-distal dos dentes examinados. Previamente ao exame destas superfícies dentárias, foi realizada a secagem com jato de ar comprimido. Para o registro das condições clínicas encontradas, os critérios de Pereira & Moreira (1995) foram adotados.

O exame odontológico com o aparelho DIAGNOdent® (DD) foi realizado segundo as recomendações do fabricante, realizando-se a secagem prévia da superfície dentária oclusal a ser examinada, e realizando-se a mensuração dos sítios dentários oclusais com movimentos pendulares da ponteira tipo “A” acoplada à peça de mão, e registrando-se o maior valor encontrado após a varredura da superfície dentária. Contudo, por melhor se adequar aos propósitos do presente estudo, foi adotada a escala de interpretação e classificação dos valores das leituras proposta por Zanin *et al.* (2005).

Análise dos dados

A validação dos exames odontológicos ocorreu a partir da comparação dos resultados obtidos pelo examinador, a partir da associação dos métodos tradicionais de detecção de cárie dentária, exame clínico visual, sob iluminação artificial (CL2), e exame radiográfico *bitewing* (BW), a qual possibilita um diagnóstico e avaliação da profundidade da lesão de cárie dentária mais preciso em superfícies proximais (Arrow, 2007) e oclusais confinadas em dentina (Ketley & Holt, 1993; Ekstrand *et al.*, 1998; Machiulskiene *et al.*, 1999; Bader *et al.*, 2001; Wenzel *et al.*, 2004). Desta forma, para o exame padrão, sob o critério diagnóstico D₁, as lesões cariosas iniciais em esmalte dentário de superfícies oclusais, detectadas exclusivamente pelo exame BW foram desconsideradas, pelo fato

deste exame ser pobre para a detecção deste tipo de lesão cariosa (Poorterman *et al.*, 2000; Bader *et al.*, 2004). Muito embora o valor do exame radiográfico *bitewing*, associado ou não ao exame clínico visual, tenha sido questionado (Bloemendal *et al.*, 2004), a sua importância em estudos onde a validação histológica é inviável tem sido evidenciada (Creanor *et al.*, 1990; Ketley & Holt, 1993; Wenzel *et al.*, 2004).

A validade dos exames odontológicos foi mensurada a partir de seus valores de sensibilidade (S), especificidade (E), valores preditivos positivo (VP+) e negativo (VP-), acurácia (A) e área sob a curva ROC (A_z), para as superfícies dentárias oclusais e proximais conjuntamente e em separado, sob os critérios diagnósticos D_1 e D_3 . Contudo, a avaliação final sobre a validade dos exames odontológicos realizados ocorreu a partir dos valores da área sob a curva ROC (A_z), por esta ser uma medida que sintetiza o desempenho de um teste diagnóstico, originada a partir da curva ROC, a qual, por sua vez, independe da prevalência da doença na amostra, e se destina a descrever quantitativamente o desempenho de um teste diagnóstico (Martinez *et al.*, 2003).

RESULTADOS

A tabela 1 apresenta os valores das mensurações de sensibilidade, especificidade, valores preditivos positivo e negativo, acurácia e área sob a curva ROC, em função das superfícies dentárias acometidas por lesões cariosas, sob o critério diagnóstico D_1 .

Tabela 1. Validade dos exames odontológicos realizados sob critério diagnóstico D₁: Piracicaba, SP, Brasil, 2008

Superfícies dentárias oclusais e proximais						
Exames	S	VP+	E	VP-	A	A _z
CL1	56,61	89,73	98,61	91,40	91,21	0,7761
CL2	57,99	88,76	98,43	91,63	91,30	0,7821
BW	14,30	80,30	99,24	84,25	84,12	0,5677
CL2+BW	65,95	86,21	97,74	93,06	92,14	0,8185
CL2+FT+DD	69,66	75,89	95,27	93,62	90,76	0,8247
CL2+FT+BW	66,90	82,87	97,04	93,20	91,73	0,8197
CL2+DD+BW	75,28	77,35	95,28	94,74	91,76	0,8528
CL2+FT+DD+BW	76,23	75,06	94,58	94,90	91,34	0,8541
Superfícies dentárias oclusais						
Exames	S	VP+	E	VP-	A	A _z
CL1	66,53	90,06	94,33	78,49	82,21	0,8043
DD	57,10	76,10	85,71	71,49	73,03	0,7141
CL2	68,10	89,03	93,52	79,15	82,45	0,8081
BW	9,82	80,70	98,16	58,17	59,37	0,5399
CL2+DD	80,48	78,27	82,74	84,59	81,75	0,8161
CL2+BW	71,35	87,07	91,82	80,58	82,90	0,8159
CL2+DD+BW	82,69	77,10	81,04	85,84	81,75	0,8187
Superfícies dentárias proximais						
Exames	S	VP+	E	VP-	A	A _z
CL1	10,29	80,77	99,88	95,80	95,71	0,5509
FT	17,65	47,37	99,04	96,09	95,25	0,5835
CL2	10,78	81,48	99,88	95,82	95,73	0,5533
BW	34,98	79,78	99,56	96,84	96,49	0,6727
CL2+FT	19,12	47,56	98,97	96,16	95,25	0,5905
CL2+BW	40,69	79,81	99,50	97,17	96,76	0,7010
CL2+FT+BW	46,08	61,44	98,59	97,40	96,14	0,7234

Considerando a detecção de cárie dentária nas superfícies oclusais e proximais conjuntamente, sob o critério diagnóstico D₁, o exame odontológico que apresentou melhor sensibilidade foi aquele a partir da associação de todas as tecnologias ao exame CL2 (CL2+FT+DD+BW), a qual apresentou também o maior valor preditivo negativo e valor da área sob a curva ROC. O melhor valor preditivo positivo foi obtido por meio do exame CL1. Os maiores valores de especificidade e

acurácia, foram obtidos, respectivamente, pelos exames BW e CL2+BW (Tabela 1).

Para o exame exclusivo das superfícies dentárias oclusais, sob o critério diagnóstico D_1 , o exame CL2+DD+BW obteve os melhores valores de sensibilidade, valor preditivo negativo e de área sob a curva ROC. Os valores mais altos para valor preditivo positivo, especificidade e acurácia foram obtidos, respectivamente, pelos exames CL1, BW e CL2+BW (Tabela 1).

Em relação ao exame exclusivo das superfícies dentárias proximais, sob o critério diagnóstico D_1 , a melhor sensibilidade, valor preditivo negativo e área sob a curva ROC, foram obtidos para o exame CL2+FT+BW. O exame CL1 apresentou o mais alto valor preditivo positivo e especificidade. A mesma especificidade do exame CL1 foi obtida pelo exame CL2. A melhor acurácia foi obtida pelo exame CL2+BW (Tabela 1).

O número de superfícies dentárias diagnosticadas como cariadas pelos exames odontológicos propostos e o número de superfícies dentárias definidas como cariadas pelo exame padrão (CL2+BW), realizado pelo examinador padrão, ambos sob o critério diagnóstico D_1 , bem como o número de lesões cariosas coincidentes entre os exames odontológicos propostos e o exame padrão, são expressos no Quadro 1.

Quadro 1. Número de superfícies cariadas detectadas pelos exames odontológicos e padrão e de lesões cariosas em comum entre os exames odontológicos e o exame padrão (ExEP), sob critério diagnóstico D_1 : Piracicaba, SP, Brasil, 2008

Superfícies oclusais e proximais				Superfícies oclusais				Superfícies proximais			
Exame	n	ExEP	Padrão	Exame	N	ExEP	Padrão	Exame	N	ExEP	Padrão
CL1	730	653	1157	CL1	704	634	953	CL1	26	19	204
CL2	756	669		DD	682	518		FOTI	76	34	
BW	203	161		CL2	729	649		CL2	27	20	
CL2+BW	885	761		BW	114	92		BW	89	69	
CL2+FT+DD	1062	804		CL2+DD	980	767		CL2+FT	82	37	
CL2+FT+BW	934	772		CL2+BW	781	680		CL2+BW	104	81	
CL2+DD+BW	1126	869		CL2+DD+BW	1022	788		CL2+FT+BW	153	92	
CL2+FT+DD+BW	1175	880									

Sob o critério diagnóstico D_1 , os exames odontológicos que apresentaram o maior número de lesões cariosas coincidentes com o exame padrão foram os exames CL2+FT+DD+BW, para superfícies oclusais e proximais examinadas conjuntamente, CL2+DD+BW, para o exame exclusivo de superfícies oclusais e CL2+FT+BW, para o exame exclusivo de superfícies proximais. A superestimação do número de lesões cariosas foi observada para os exames CL2+FT+DD+BW, para o exame de superfícies dentárias oclusais e proximais conjuntamente, e para o CL2+DD+BW, para o exame exclusivo de superfícies dentárias oclusais (Quadro 1).

A validade dos exames odontológicos propostos, segundo as análises de sensibilidade, especificidade, valores preditivos positivo e negativo, acurácia e área sob a curva ROC, em função da localização da lesão cariosa e sob o critério diagnóstico D_3 é expressa na Tabela 2.

Tabela 2. Validade dos exames odontológicos realizados sob critério diagnóstico D₃: Piracicaba, SP, Brasil, 2008

Superfícies dentárias oclusais e proximais						
Exames	S	VP+	E	VP-	A	A _z
CL1	4,56	82,05	99,88	89,73	89,69	0,5222
CL2	4,99	83,33	99,88	89,77	89,73	0,5244
BW	14,04	71,53	99,32	90,43	90,03	0,5668
CL2+BW	16,52	73,42	99,28	90,85	90,44	0,5790
CL2+FT+DD	33,62	66,48	97,97	92,50	91,08	0,6580
CL2+FT+BW	16,67	73,13	99,27	90,87	90,43	0,5797
CL2+DD+BW	41,45	65,84	97,42	93,29	91,44	0,6944
CL2+FT+DD+BW	41,60	65,77	97,41	93,30	91,44	0,6951
Superfícies dentárias oclusais						
Exames	S	VP+	E	VP-	A	A _z
CL1	3,53	85,19	99,74	70,88	71,05	0,5164
DD	36,25	66,47	92,11	77,00	75,27	0,6418
CL2	3,99	86,67	99,74	70,98	71,19	0,5187
BW	13,12	75,22	98,12	72,12	72,30	0,5562
CL2+DD	34,66	66,28	92,51	76,92	75,26	0,6359
CL2+BW	15,49	76,52	97,98	73,19	73,39	0,5674
CL2+DD+BW	42,33	66,35	90,88	78,77	76,41	0,6661
Superfícies dentárias proximais						
Exames	S	VP+	E	VP-	A	A _z
CL1	18,00	75,00	99,93	99,06	99,00	0,5897
FT	20,00	71,43	99,91	99,08	99,00	0,5996
CL2	18,00	75,00	99,93	99,06	99,00	0,5897
BW	26,00	54,17	99,74	99,13	98,87	0,6287
CL2+FT	20,00	71,43	99,91	99,08	99,00	0,5996
CL2+BW	30,00	57,69	99,75	99,20	98,95	0,6488
CL2+FT+BW	32,00	60,71	99,72	99,22	98,95	0,6586

Considerando a detecção de cárie dentária nas superfícies oclusais e proximais conjuntamente, sob o critério diagnóstico D₃, o exame CL2+FT+DD+BW apresentou os melhores valores de sensibilidade, valor preditivo negativo, acurácia e de área sob a curva ROC. O melhor valor preditivo positivo foi obtido pelo exame CL2, enquanto que a melhor especificidade foi obtida pelos exames CL1 e CL2 (Tabela 2).

Com relação à avaliação das superfícies dentárias oclusais, o exame com os melhores valores sensibilidade, valor preditivo negativo, acurácia e de área sob a curva ROC foi o exame CL2+DD+BW. O melhor valor preditivo positivo foi obtido pelo exame CL2, o qual juntamente com o exame CL1 obteve a melhor especificidade (Tabela 2).

Ao se examinar exclusivamente as superfícies dentárias proximais, observou-se que o exame CL2+FT+BW apresentou os melhores valores de sensibilidade, valor preditivo negativo e de área sob a curva ROC. O maior valor preditivo positivo, bem como a melhor especificidade, foi constatado pelos exames CL1 e CL2. A melhor acurácia foi obtida pelos exames CL1, FT, CL2 e CL2+FT (Tabela 2).

O número de superfícies dentárias diagnosticadas como cariadas pelos exames odontológicos propostos e o número de superfícies dentárias definidas como cariadas pelo exame padrão (CL2+BW), realizado pelo examinador padrão, ambos sob o critério diagnóstico D₃, bem como o número de lesões cariosas coincidentes entre os exames odontológicos propostos e o exame padrão, são expressos no Quadro 2.

Quadro 2. Número de superfícies cariadas detectadas pelo exames odontológico e padrão e de lesões cariosas em comum entre os exames odontológicos e o exame padrão (ExEP), sob critério diagnóstico D₃: Piracicaba, SP, Brasil, 2008

Superfícies oclusais e proximais				Superfícies oclusais				Superfícies proximais			
Exame	n	ExEP	Padrão	Exame	N	ExEP	Padrão	Exame	n	ExEP	Padrão
CL1	39	32	702	CL1	27	23	652	CL1	12	9	50
CL2	42	35		DD	337	224		FOTI	14		
BW	137	98		CL2	30	26		CL2	12	9	
CL2+BW	158	116		BW	113	85		BW	24	13	
CL2+FT+DD	355	236		CL2+DD	341	226		CL2+FT	14	10	
CL2+FT+BW	160	117		CL2+BW	132	101		CL2+BW	26	15	
CL2+DD+BW	442	291		CL2+DD+BW	416	276		CL2+FT+BW	28	16	
CL2+FT+DD+BW	444	292									

Sob o critério diagnóstico D₃, os exames odontológicos que apresentaram o maior número de lesões cariosas coincidentes com o exame

padrão foram os exames CL2+FT+DD+BW, para superfícies oclusais e proximais examinadas conjuntamente, CL2+DD+BW, para o exame exclusivo de superfícies oclusais e o exame CL2+FT+BW, para o exame exclusivo de superfícies proximais. A tendência do examinador em superestimar o número de superfícies cariadas, em relação ao exame padrão, não foi observada em nenhum dos exames odontológicos propostos, sob o critério diagnóstico D₃ (Quadro 2).

DISCUSSÃO

A compreensão de que a doença cárie dentária envolve diversos estágios de desenvolvimento dentro de um *continuum*, que não meramente o estágio de cavitação dos tecidos dentários, sendo, portanto, reversível se detectada em seus estágios iniciais de desmineralização (Featherstone, 2004) é a premissa básica que deverá guiar tanto o diagnóstico (Zandoná & Zero, 2006), quanto o tratamento da doença (Pitts, 2004). Contudo, a maioria dos cirurgiões-dentistas trata, clinicamente, as seqüelas doença cárie dentária. Isto se deve, primariamente, à falta de ferramentas diagnósticas sensíveis o suficiente para detectar a cárie dentária em seus estágios iniciais (Berg, 2006).

Neste sentido, o impacto e a viabilidade da adoção de critérios diagnósticos de cárie dentária mais sensíveis, que contemplem lesões cariosas iniciais em esmalte dentário (critério diagnóstico D₁) (Amarante *et al.*, 1998; Nyvad *et al.*, 1999; Fyfe *et al.*, 2000), de recursos auxiliares de diagnóstico (McComb & Tam, 2001; Assaf *et al.*, 2004) e de tecnologias adjuntas de diagnóstico de cárie (Meneghim *et al.*, 2003) têm sido avaliados em estudos *in vivo*, em condições epidemiológicas, e resultados promissores têm sido relatados.

A assertiva de que o emprego de uma fonte de iluminação artificial aumenta a confiabilidade do exame clínico visual (Pereira & Moreira, 1995; McComb & Tam, 2001; Ekstrand, 2004) foi constatada, no presente estudo, pela comparação da validade dos exames CL1 e CL2, para os critérios diagnósticos D₁ e D₃, onde se observou uma discreta melhoria da validade a favor do CL2, exceto quando os exames CL1 e CL2 foram realizados, sob critério diagnóstico D₃, para o

exame exclusivo das superfícies dentárias proximais, onde os valores se mantiveram inalterados (Tabelas 1 e 3).

A validade do exame BW se mostrou pobre, sob o critério diagnóstico D_1 , ao exame de superfícies oclusais e proximais conjuntamente e de superfícies oclusais exclusivamente, contudo a sua validade, ao exame exclusivo de superfícies proximais, foi superior à validade dos exames CL1, CL2 e FT (Tabela 1), enquanto que, sob o critério diagnóstico D_3 , a sua validade foi superior à validade dos exames CL1, CL2 e FOTI (exame exclusivo de superfícies proximais) (Tabela 2) evidenciando o valor limitado deste exame odontológico na detecção de lesões iniciais em esmalte dentário de superfícies oclusais (critério diagnóstico D_1) e o seu relativo valor na detecção de lesões cariosas em superfícies proximais (critérios diagnósticos D_1 e D_3) e oclusais (critério diagnóstico D_3), especialmente em indivíduos incluídos na nesta faixa etária estudada ou superior (Pereira & Moreira, 1995; Richardson & McIntyre, 1996; de Vries *et al.*, 1990; Machiulskiene *et al.*, 1999; Poorterman *et al.*, 1999; Meneghim *et al.*, 2003; Wenzel, 2004; Hopcraft & Morgan, 2005; Yang & Dutra, 2005). A associação do exame BW aos exames CL1 e CL2 aumentou a validade destes exames, sob ambos os critérios diagnósticos, conforme verificado por McComb & Tam (2001), contudo, principalmente, em relação ao critério diagnóstico D_3 , a adição outras tecnologias adjuntas de diagnóstico de cárie se fez necessária para se aumentar a sua validade.

O exame exclusivo de superfícies dentárias proximais pelo exame FOTI, apresentou praticamente a mesma validade para ambos os critérios diagnósticos, sendo inferior à validade do exame BW também sob ambos os critérios diagnósticos (Tabelas 1 e 3). Contudo sua sensibilidade foi superior à sensibilidade dos exames CL1 e CL2, somente sob o critério diagnóstico D_1 (Tabela 1). A sensibilidade do exame FOTI, sob o critério diagnóstico D_3 , foi superior aos valores relatados por Hintze *et al.*, (1998) e Bader *et al.* (2001) em sua revisão sistemática sobre métodos diagnósticos de cárie dentária, ambos empregando o exame FOTI isoladamente. Entretanto, ao associar o exame FOTI

aos exames CL2 ou CL2+BW, a detecção de lesões cárias em superfícies proximais, sob critério diagnóstico D_3 , houve uma tendência crescente na quantidade de lesões cárias detectadas (Quadro 2), tal como nos estudos de Pereira & Moreira (1995) e Davies *et al.* (2001), e na validade dos exames CL2 e CL2+BW (Tabela 3). Entretanto, a superioridade do exame FT em relação ao exame BW, relatada na literatura científica (Peers *et al.*, 1993; Zandoná & Zero, 2006) não foi constatada no presente estudo (Tabela 3).

Dentre os métodos diagnósticos atuais, o DIAGNOdent® tem sido apontado como a tecnologia adjunta mais sensível e menos específica do que o exame clínico visual na detecção de lesões cárias oclusais em dentina (D_3). Esta tecnologia tende a ser menos sensível e mais específica na detecção de lesões cárias confinadas em esmalte dentário (D_1) em relação à detecção de lesões cárias oclusais confinadas em dentina (D_3) (Bader & Shugars, 2004). Embora a superioridade do exame DD, sob o critério diagnóstico D_3 , sobre o exame DD, sob critério diagnóstico D_1 , não seja constatada no presente estudo, observa-se claramente o seu melhor desempenho em relação ao exame CL2, sob o critério diagnóstico D_3 (Tabela 2) e o seu desempenho inferior ao exame CL2, sob o critério diagnóstico D_1 (Tabela 1). A tendência crescente desta tecnologia em produzir diagnósticos falso-positivos em relação ao exame clínico visual tem restringido seu uso como uma ferramenta diagnóstica principal (Bader & Shugars, 2004). Convém ressaltar que a presença de depósitos de biofilme ou cálculos dentários, pigmentações e até mesmo restos de dentifrícios e produtos profiláticos nas fissuras oclusais, hipomineralização dos esmalte dentária e o tipo de material restaurador presente na superfície oclusal de um dente podem produzir diagnósticos falso-positivos (Lussi & Reich, 2005), e que em condições epidemiológicas, o controle de condições relativas à higiene oral dos indivíduos é mais difícil do que em um ambiente clínico, embora Anttonen *et al.*, (2003) sugeriram que em crianças com um nível de higienização bucal moderadamente bom, a profilaxia profissional, recomendada pelo fabricante do DIAGNOdent®, seja dispensável.

A validade do exame DD isoladamente para a detecção de lesões cariosas oclusais em dentina, sob critério diagnóstico D_3 (Tabela 2), foi inferior à validade encontrada nos estudos *in vivo* Alwas-Danowska *et al.* (2002) e Angnes *et al.* (2005), entretanto, estes estudos foram conduzidos sob condições clínicas de diagnóstico, favorecendo seu melhor desempenho.

Idealmente, um método diagnóstico para cárie dentária deveria ser sensível o suficiente para se detectar precocemente evidências da doença, e suficientemente específico para se detectar dentes sadios em populações onde a prevalência de cárie é baixa (Alwas-Danowska *et al.*, 2002), tal qual a prevalência de cárie encontrada para crianças de 12 anos de idade do município onde o presente estudo foi desenvolvido (Pereira *et al.*, 2007). Desta forma, a associação do exame DD, altamente sensível, aos exames tradicionais CL2 e CL2+BW, altamente específicos, é desejável (Lussi & Francescut, 2003). No presente estudo, a adição do exame DD ao exame CL2 e associações, aumentou a validade dos diagnósticos de cárie dentária em superfícies oclusais e proximais conjuntamente e em superfícies oclusais exclusivamente, sob os critérios diagnósticos D_1 e D_3 , (Tabelas 1 e 2).

A partir dos resultados obtidos neste estudo, sob os critérios diagnósticos D_1 e D_3 , para as superfícies dentárias oclusais e/ou proximais, observa-se que quanto mais tecnologias adjuntas são adicionadas ao exame CL2, maior a validade do exame odontológico (Tabelas 1 e 2), maior a quantidade de lesões cariosas detectadas em consonância com o exame padrão e maior o número de superfícies indicadas para receber tratamentos restauradores (Quadros 1 e 2), corroborando com os achados do estudo *in vitro* de Pereira *et al.* (2009) sobre a validade da detecção de cárie dentária e decisões de tratamento a partir de resultados de várias tecnologias adjuntas associadas ao tradicional exame clínico visual. Contudo, o perfil do examinador, bem como o valor que ele atribui ao método diagnóstico empregado pode contestar a assertiva de que quanto mais tecnologias adjuntas empregadas maior a acurácia (Souza-Zaroni *et al.*, 2006;

Pereira *et al.*, 2009). Em geral, a sensibilidade do diagnóstico de cárie dentária é melhorada em detrimento de sua especificidade (Pereira *et al.*, 2009).

Apesar das melhorias à validade do diagnóstico de cárie dentária em superfícies dentárias oclusais e/ou proximais, sob os critérios diagnósticos D₁ e D₃, convém ressaltar que a impossibilidade de se validar histologicamente (padrão ouro) os exames odontológicos realizados é uma das principais limitações deste estudo. Contudo, estudos futuros acerca do emprego de tecnologias adjuntas de diagnóstico de cárie dentária em associação ao tradicional exame clínico visual/visual-tátil, para o qual ainda não há um substituto, sob diferentes critérios diagnósticos, realizados em condições epidemiológicas, são necessários para se suportar ou refutar os resultados do presente estudo.

CONCLUSÃO

Baseando nos resultados encontrados e considerando as limitações metodológicas de um estudo *in vivo*, conclui-se que: a) a maior validade diagnóstica, sob o critério diagnóstico D₁, foi obtida pela associação dos exames CL2+FT+DD+BW, para o exame de superfícies dentárias oclusais e proximais conjuntamente, CL2+DD+BW, para o exame exclusivo de superfícies oclusais, e CL2+FT+BW, para o exame exclusivo de superfícies proximais; b) a maior validade diagnóstica, sob o critério diagnóstico D₃, foi obtida pelos exames, CL2+FT+DD+BW, para o exame de superfícies dentárias oclusais e proximais conjuntamente, CL2+DD+BW, para o exame exclusivo de superfícies oclusais, e CL2+FT+BW, para o exame exclusivo de superfícies proximais. A associação do recurso auxiliar, iluminação artificial, e das tecnologias adjuntas de diagnóstico ao exame clínico visual melhorou a sua validade diagnóstica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alwas-Danowska HM, Plasschaert AJM, Suliborski S, Verdonchot EH. Reliability and validity issues of laser fluorescence measurements in occlusal caries diagnosis. *J Dent* 2002; 30: 129-134.
2. Amarante E, Raadal, Espelid I. Impact of diagnostic criteria on the prevalence of dental caries in Norwegian children aged 5, 12 and 18 years. *Community Dent Oral Epidemiol* 1998; 26: 87-94.
3. Angnes V, Angnes G, M Batistela, Grande RHM, Loguercio AD, Reis A. Clinical effectiveness of laser fluorescence, visual inspection and radiography in the detection of occlusal caries. *Caries Res* 2005; 39: 490-495.
4. Anttonen V, Seppä L, Hausen H. Clinical study of the use of the laser fluorescence device DIAGNOdent for detection of occlusal caries in children. *Caries Res* 2003; 37: 17-23.
5. Arrow P. Incidence and progression of approximal carious lesions among school children in Western Australia. *Australian Dental Journal* 2007; 52(3): 216-26.
6. Assaf AV, Meneghim MC, Zanin L, Cortelazzi KL, Pereira AC, Ambrosano GMB. Effect of different diagnostic thresholds on dental caries calibration. *J Public Health Dent*. 2006; 66(1): 17-22.
7. Assaf AV, Meneghim MC, Zanin L, Mialhe FL, Pereira AC, Ambrosano GMB. Assessment of different methods for diagnosing dental caries in epidemiological surveys. *Community Dent Oral Epidemiol*. 2004; 32: 1-6.
8. Bader JD, Shugars DA, Bonito AJ. A systematic review of the performance of methods for identifying carious lesions. *J Pub Health Dent*. 2002; 62(4): 201-13.
9. Bader JD, Shugars DA, Bonito AJ. Systematic reviews of selected dental caries diagnostic and management methods. *J Dent Educ*. 2001; 65(10): 960-8.
10. Bader JD, Shugars DA. A systematic review of the performance of a laser fluorescence device for detecting caries. *JADA*. 2004; 135: 1413-26.

11. Berg JH. The marketplace for new caries management products: dental caries detection and caries management by risk assessment. *BMC Oral Health*. 2006; 6(Suppl 1): S6.
12. Bloemendal E, de Vet HCW, Bouter LM. The value of bitewing radiographs in epidemiological caries research: a systematic review of the literature. *J Dent* 2004; 32(4): 255-264.
13. Creanor SL, Russell JI, Strang DM, Stephen KW, Burchell CK. The prevalence of clinically undetected occlusal dentine caries in Scottish adolescents. *Br Dent J* 1990; 169(5): 126-129.
14. Davies GM, Worthington HV, Clarkson JE, Thomas P, Davies RM. The use of fibre-optic transillumination in general dental practice. *Br Dent J* 2001; 191: 145-147.
15. de Vries HCB, Ruiken HMHM, König KG, van't Hof MA. Radiographic versus clinical diagnosis of approximal carious lesions. *Caries Res* 1990; 24: 364-70.
16. Ekstrand KR, Ricketts DNJ, Kidd EAM, Qvist V, Schou S. Detection, diagnosing, monitoring and logical treatment of occlusal caries in relation to lesion activity and severity: an in vivo examination with histological validation. *Caries Res* 1998; 32: 247-254.
17. Ekstrand KR. Improving clinical visual detection – potential for caries clinical trials. *J Dent Res* 2004; 83(Spec Iss C):C67-C71.
18. Featherstone JDB. The continuum of dental caries – evidence for a dynamic disease process. *J Dent Res*. 2004; 83(Spec Iss C): C39-C42.
19. Fyffe HE, Deery C, Nugent ZJ, Nuttall NM, Pitts NB. Effect of diagnostic threshold on the validity and reliability of epidemiological caries diagnosis using the Dundee Selectable Threshold Method for caries diagnosis (DSTM). *Community Dent Oral Epidemiol* 2000; 28: 42-51.
20. Fyffe HE, Deery C, Nugent ZJ, Nuttall NM, Pitts NB. Effect of diagnostic threshold on the validity and reliability of epidemiological caries diagnosis using the Dundee Selectable Threshold Method for caries diagnosis (DSTM). *Community Dent Oral Epidemiol*. 2000; 28: 42-51.

21. Hintze H, Wenzel A, Danielsen B, Nyvad B. Reliability of visual examination, fibre-optic transillumination, and bite-wing radiography, and reproducibility of direct visual examination following tooth separation for the identification of cavitated carious lesions in contacting approximal surfaces. *Caries Res* 1998; 32: 204-209.
22. Hopcraft MS, Morgan MV. Comparison of radiographic and clinical diagnosis of approximal and occlusal caries in a young adult population. *Community Dent Oral Epidemiol* 2005; 33: 212-8.
23. Hopcraft MS, Morgan MV. Pattern of dental caries experience on tooth surfaces in an adult population. *Community Dent Oral Epidemiol*. 2006; 34: 174-83.
24. Kassawara ABC, Assaf AV, Meneghim MC, Pereira AC, Topping G, Levin K, Ambrosano GMB. Comparison of epidemiological evaluations under different caries diagnostic thresholds. *Oral Health Prev Dent*. 2007; 2: 137-44.
25. Ketley CE, Holt RD. Visual and radiographic diagnosis of occlusal caries in first permanent molars and in second primary molars. *Br Dent J* 1993; 174(10): 364-370.
26. Lussi A, Francescut P. Performance of conventional and new methods for the detection of occlusal caries in deciduous teeth. *Caries Res* 2003; 37: 2-7.
27. Lussi A, Reich E. The influence of toothpastes and prophylaxis pastes on fluorescence measurements for caries detection in vitro. *Eur J Oral Sci* 2005; 113: 141-144.
28. 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: 340-348.
29. Marthaler TM. Changes in dental caries 1953-2003. *Caries Res* 2004; 38: 173-81.
30. Martinez EZ, Louzada-Neto F, Pereira BB. A curva ROC para testes diagnósticos. *Cad Saúde Pública*. 2003; 11(1): 7-31.

31. McComb D, Tam LE. Diagnosis of occlusal caries: Part I. Conventional methods. *J Can Dent Assoc* 2001; 67(8): 454-7.
32. Meneghim MC, Assaf AV, Zanin L, Kozlowski FC, Pereira AC, Ambrosano GMB. Comparison of diagnostic methods for dental caries. *J Dent Child*. 2003; 70(2): 115-9.
33. Meneghim MC, Tagliaferro EPS, Tengan C, Meneghim ZMAP, Pereira AC, Ambrosano GMB, Assaf AV. Trends in caries experience and fluorosis prevalence in 11- to 12-year-old Brazilian children between 1991 and 2004. *Oral Health Prev Dent*. 2006; 4(3):193-8.
34. Nyvad B, Machiulskiene V, Baelum V. Reliability of a new caries diagnostic system differentiating between active and inactive caries lesions. *Caries Res*. 1999; 33: 252-60.
35. Peers A, Hill FJ, Mitropoulos CM, Holloway. Validity and reproducibility of clinical examination, fibre-optic transillumination, and bite-wing radiology for the diagnosis of small approximal carious lesions: an in vitro study. *Caries Res* 1993; 27: 307-311.
36. Pereira AC, Eggertsson H, Martinez-Mier EA, Mialhe FL, Eckert GJ, Zero DT. Validity of caries detection on occlusal surfaces and treatment decisions based on results from multiple caries-detection methods. *Eur J Oral Sci* 2009; 117: 51-57.
37. Pereira AC, Moreira BHW. Estudo comparativo de diferentes métodos de exame utilizados em Odontologia. *RGO*. 1995; 43(3): 127-31.
38. Pereira SM, Tagliaferro EPS, Ambrosano GMB, Cortellazzi KL, Meneghim MC, Pereira AC. Dental caries in 12-year-old schoolchildren and its relationship with socioeconomic and behavioural variables. *Oral Health Prev Dent*. 2007; 5: 299-306.
39. Pitts NB. Are we ready to move from operative to non-operative/preventive treatment of dental caries in clinical practice? *Caries Res*. 2004; 38: 294-304.

40. Poorterman JHG, Aartman IHA, Kalsbeek H. Underestimation of the prevalence of approximal caries and inadequate restorations in a clinical epidemiological study. *Community Dent Oral Epidemiol* 1999; 27: 331-7.
41. Poorterman JHG, Weerheijm KL, Groen HJ, Kalsbeek H. Clinical and radiographic judgment of occlusal caries in adolescents. *Eur J Oral Sci* 2000; 108: 93-8.
42. Pretty IA, Maupomé G. A closer look at diagnosis in clinical dental practice: Part 5. Emerging technologies for caries detection and diagnosis. *J Can Dent Assoc* 2004; 70(8): 540.
43. Richardson PS, McIntyre IG. The difference between clinical and bitewing detection of approximal and occlusal caries in Royal Air Force recruits. *Community Dental Health* 1996; 13: 53-69.
44. Souza-Zaroni WC, Ciccone JC, Souza-Gabriel AE, Ramos RP, Corona SAM, Palma-Dibb RG. Validity and reproducibility of different combinations of methods for occlusal caries detection: an in vitro comparison. *Caries Res* 2006; 40: 194-201.
45. Wenzel A. Bitewing and digital bitewing radiography for detection of caries lesions. *J Dent Res* 2004; 83(Spec Iss C): C72-C75.
46. WHO (World Health Organization). Dental caries levels at 12 years. Geneva: WHO: 1994.
47. WHO (World Health Organization). Oral Health Surveys. Basic Methods. Geneva: WHO; 1997.
48. Yang J, Dutra V. Utility of radiology, laser fluorescence, and transillumination. *Dent Clin N Am* 2005; 49: 739-752.
49. Zandoná AF, Zero DT. Diagnostic tools for early caries detection. *JADA*. 2006; 137: 1675-84.
50. Zanin L, Meneghim MC, Assaf AV, Pardi V, Pereira AC, Mialhe FL. Depth of occlusal caries assessed clinically by fluorescence laser, conventional and digital radiographic methods. *Braz J Oral Sci* 2005; 4(13): 735-740.

CAPÍTULO 3: Dental caries detection by laser fluorescence in an epidemiological setting

R. P. Silva*

A. V. Assaf*

M. V. M. Romeiro*

F. L. Mialhe*

M. C. Meneghim*

G. M. B. Ambrosano*

A. C. Pereira*

* Department of Community Dentistry, University of Campinas, São Paulo, Brazil

Author Contacts

Prof. Dr. A. C. Pereira

Faculdade de Odontologia de Piracicaba/UNICAMP

Av. Limeira 901, Piracicaba

Zip Code: 13414-903 – Piracicaba – São Paulo - Brazil

P. O. Box 52

Phone: +55 19 21065209

FAX: +55 19 34210144

E-mail apereira@fop.unicamp.br

ABSTRACT

Early diagnosis of caries in children and young adults is the great challenge in modern Dentistry. Improvement in precision of the visual exam (VE) by the addition of adjunct diagnostic technologies has been suggested. The aim of this study was to evaluate the reproducibility of VE and DIAGNOdent™ (DD) dental exams and the validity of VE, DD and their association (VE+DD) in examining occlusal dental surfaces of 165 twelve-year-old schoolchildren from public schools in Piracicaba, São Paulo, Brazil, in an epidemiological setting, according to the initial lesions (IL), D3 and D1 diagnostic criteria. The intra/interexaminer agreement values (Kappa statistics) according to the D1, D3 and D1+D3 criteria were 0.88, 0.91, 0.88 and 0.82, 0.85, 0.83 for VE and 0.04, 0.36, 0.30 and 0.15, 0.35, 0.32 for DD, respectively. The VE was the most accurate method according to the IL diagnostic criteria (Accuracy [A]=87.38%; area under ROC curve [A_Z]=0.86). The DD was the most accurate method according to the D3 diagnostic criteria (A=75.26%; A_Z=0.64). The VE+DD was the most accurate method according to the WHO+IL diagnostic criteria (A=81.75%; A_Z=0.82). It was concluded that initial caries lesions can be satisfactorily detected by VE, while DD improved the caries detection by VE according to the D3 and D1 criteria, showing the benefit of the association between DD and VE for the diagnosis of occlusal dental caries in an epidemiological setting.

Keywords: Dental caries diagnosis; Lasers in Dentistry; DIAGNOdent™

INTRODUCTION

Nowadays dental caries should be seen as the reflex of the signs of a past or ongoing disease, resulting from the dynamic balance between de-/re-mineralization of hard dental tissues, being reversible provided it is detected early [Fejerskov, 1997; Featherstone, 2004]. Therefore, dental caries is more than a cavity, it is a process beginning with subclinical manifestations of enamel demineralization at an atomic level, culminating in spontaneous cavitation of the dental surface subject to this process [Featherstone, 2004; Pitts, 2004]. Therefore,

the closest dentists can come to measuring the carious process itself, is by the clinical detection of evidence of the past occurrence of this process on the dental surfaces examined [Fejerskov, 1997].

Early diagnosis of dental caries in occlusal tooth surfaces, particularly in children and young adults [Amarante *et al.*, 1998; Kassawara *et al.*, 2007], has been one of the challenges of modern Dentistry, since dentists are faced with the new epidemiological profile of the disease, characterized by a considerable portion of the world's child population being free of dental caries [Barnes, 1999], with less prevalence of cavitated carious lesions (D3) and greater prevalence of initial carious lesions in dental enamel (D1) [Assaf *et al.*, 2006], prevalence of 'hidden caries' lesions in dentine [Ricketts *et al.*, 1997] and by the polarization of dental caries through its concentration in underprivileged socioeconomic groups [Vehkalahti *et al.*, 1997].

Seeking to improve the precision of the diagnosis of initial carious lesions (IL) in enamel and dentine, the use of new methodologies and adjunct caries diagnostic technologies have been suggested [Meneghim *et al.*, 2003; Assaf *et al.*, 2006]. Among the new adjunct caries diagnostic technologies, laser fluorescence measurement of the hard dental tissues has shown to be quite promising for this purpose, either alone under laboratory conditions (in vitro) (Pereira *et al.*, 2009) or in association with the traditional visual clinical exam of occlusal surfaces under real conditions (in vivo) [Bader and Shugars, 2004].

Based on these presuppositions, the aim of this study was to evaluate the reproducibility and validity of dental occlusal caries exams (visual exam [VE], DIAGNOdent™ [DD] and visual exam associated with DIAGNOdent™ [VE+DD]) in an epidemiological setting in a group of 12-year-old schoolchildren from the municipality of Piracicaba, São Paulo, Brazil.

MATERIAL AND METHODS

The project was approved by the Research Ethics Committee of the Piracicaba Dental School/UNICAMP (State University of Campinas) protocol No. 082/2006, and conducted in accordance with resolutions 196/96 of the National Health Council of the Brazilian Ministry of Health, and Brazilian Dental Council 179/93 of the Dental Professional Code of Ethics. The study was conducted in two stages.

Stage 1

The aim of this stage was to verify the reproducibility of the visual clinical exam (VE) under different sources of lighting (natural and artificial), and of the exam by laser fluorescence performed with the DIAGNOdent™ 2095 device (KaVo, Biberach, Germany) (DD), for occlusal surfaces of posterior teeth, under epidemiological conditions. One gold standard examiner and 3 examiners, all experienced in epidemiological surveys of dental caries, participated in this stage. The 3 examiners were submitted to 9 sessions lasting 4 hours each, conducted by the gold standard examiner, contemplating expository classes, clinical training and calibration exercises for the dental exams proposed.

The sample for the final calibration exercise was composed of 13 children enrolled in a public school in Piracicaba, São Paulo, Brazil, in the 12- year-old age group, randomly selected, presenting low, average and high prevalence of dental caries, according to the DMF-S index [WHO, 1994], who had not participated in the examiners' previous clinical training.

The D1 (considering only initial carious lesions in enamel), D3 (clinical and/or radiographic carious lesions detected in dentine) and D1+D3 (clinical carious lesions detected in enamel/dentine and radiographic carious lesions detected in dentine), diagnostic criteria were adopted in this study.

The VE was performed with a flat buccal mirror, a CPI probe and an artificial source of lighting. Supervised tooth brushing was performed (Bass modified technique for 2 minutes with fluoridated toothpaste) by all the children

before the dental exam. Each dental surface was dried with a compressed air jet from a portable dental unit (Proquest Delivery System, model 4010, Compressor Technologies Ltd, Englewood, USA), for 5 seconds per tooth before the dental exams [Assaf *et al.*, 2004]. The D1 diagnostic criteria (considering only initial carious lesions in enamel), D3, conventionally adopted in epidemiological surveys of dental caries [WHO, 1997] and D1+D3 (an adaptation of the WHO criteria including initial active and inactive carious lesions in enamel) [Fyffe, 2000, Assaf *et al.*, 2004] were adopted in this study.

The DD exam was accomplished in accordance with the manufacturer's recommendations, however, by adopting the scale for interpreting and classifying the values of its readings, defined by Zanin *et al.* [2005], which is better suited to studies of an epidemiological nature. This scale consists of 3 categories: 'code 0 (00 to 10): Sound occlusal surface'; 'code 1 (11 to 20): Caries lesion in enamel'; 'code 2 (21 to 99): Caries lesion in dentin'.

A minimum interval of 10 days between the evaluations was adopted in order to avoid memorization bias of the children's clinical conditions by the examiners. The intra/interexaminer agreement was measured by Cohen's Kappa statistics (κ), by adopting the interpretation and classification criteria proposed by Landis and Koch [1997]. The SAS System for Windows™ 9.1 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) was used for this purpose.

Stage 2

At this stage, the sample consisted of 165 twelve-year-old schoolchildren from public schools in Piracicaba, São Paulo, Brazil, randomly selected, with low, average and high prevalence of dental caries [WHO, 1994], totaling 2187 occlusal tooth surfaces examined. At both stages, children who presented fixed orthodontic devices, severe fluorosis and enamel hypoplasia or a serious systemic disease were replaced by children free of these conditions. Before the performing the exams, the same care was again taken as regards supervised tooth brushing and drying occlusal dental surfaces to be examined.

The aim of this stage was to determine the validity of VE, DD and their association (VE+DD) measured by statistical tests of *Sensitivity* (Sn), *Specificity* (Sp), *Positive* (PPV) and *Negative predictive values* (NPV), *Accuracy* (A) and Area under the ROC curve (A_z). Statistical analysis was performed with the SAS System for Windows™ 9.1 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA).

The examiner who had the highest Kappa intraexaminer agreement values in Stage 1 for the proposed dental caries exams was selected for this stage. The same diagnostic criteria adopted in Stage 1 for the VE and DD exams were maintained. The data of the VE, DD and VE+DD exams were validated by comparing the results obtained by the gold standard examiner performing visual exam, under artificial lighting, associated with bitewing radiography exams (VE+BW), which enables more refined detection and evaluation of occlusal carious lesion depth [Ekstrand *et al.*, 1998; Machiulskiene *et al.*, 1999], especially when the carious lesion is confined to dentin [Ketley and Holt, 1993; Bader *et al.*, 2001; Wenzel *et al.*, 2004]. Although the value of bitewing radiography exam, either associated with the visual clinical exam or not, in epidemiological surveys has been questioned [Bloemendal *et al.*, 2004], it has been shown to be important in studies in which histological validation is unfeasible [Creanor *et al.*, 1990; Ketley and Holt, 1993; Wenzel *et al.*, 2004].

RESULTS

The intraexaminer agreement was measured by performing 2 calibration exercises, spaced by a minimum period of 10 days. The interexaminer agreement to determine the reproducibility of a diagnostic method is always measured in the first calibration exercise [Assaf *et al.*, 2004]. In the present study, a second measure of interexaminer agreement, coinciding with the second calibration exercise, necessary for calculating intraexaminer agreement was performed, for this purpose of verifying the behavior of the interexaminer agreement after 10 days (table 1).

Table 1. Intra/interexaminer agreement (Kappa statistics) for VE and DD exams, under D1, D3 and D1+D3 diagnostic criteria in epidemiological setting: Piracicaba, SP, Brazil, 2008

VE						
	1st Calibration			2nd Calibration		
	D1	D3	D1+D3	D1	D3	D1+D3
INTRA	0.88 (0.89)	0.91 (0.93)	0.88 (0.89)	0.88 (0.89)	0.91 (0.93)	0.88 (0.89)
	[0.87 – 0.89]	[0.86 – 0.95]	[0.88 – 0.89]	[0.87 – 0.89]	[0.86 – 0.95]	[0.88 – 0.89]
INTER	0.82	0.85	0.83	0.83	0.83	0.84
	[0.81 – 0.83]	[0.81 – 0.87]	[0.82 – 0.84]	[0.81 – 0.87]	[0.80 – 0.86]	[0.82 – 0.87]
DD						
	1st Calibration			2nd Calibration		
	D1	D3	D1+D3	D1	D3	D1+D3
INTRA	0.04 (0.32)	0.36 (0.50)	0.30 (0.46)	0.04 (0.32)	0.36 (0.50)	0.30 (0.46)
	[0.01 – 0.06]	[0.23 – 0.52]	[0.23 – 0.39]	[0.01 – 0.06]	[0.23 – 0.52]	[0.23 – 0.39]
INTER	0.15	0.35	0.32	0.18	0.77	0.60
	[0.07 – 0.21]	[0.23 – 0.54]	[0.26 – 0.39]	[0.04 – 0.30]	[0.75 – 0.80]	[0.56 – 0.66]

() Kappa value from the gold standard examiner

[] Examiners' Kappa value intervals

The mean intraexaminer agreement among the 3 examiners was classified, according to the criteria of Landis and Koch [1977], as 'almost perfect' for the VE exam according to D1 ($\kappa=0.88$), D3 ($\kappa=0.91$) and D1+D3 ($\kappa=0.88$) diagnostic criteria. An 'almost perfect' intraexaminer agreement was also found for the gold standard examiner, for the VE exam according to the 3 diagnostic criteria adopted (IL: $\kappa=0.89$; WHO: $\kappa=0.93$; WHO+IL: $\kappa=0.89$) (table 1).

The average intraexaminer agreement for the DD exam was 'slight' according to the D1 diagnostic criterion ($\kappa=0.04$) and 'fair', for the other diagnostic criteria (D3: $\kappa=0.36$; D1: $\kappa=0.30$). The intraexaminer agreement for the gold standard examiner for DD exam was 'fair' according to D1 diagnostic criterion

($\kappa=0.32$) and 'moderate' according to the D3 ($\kappa=0.50$) and D1+D3 diagnostic criteria ($\kappa=0.46$) (table 1).

The mean interexaminer agreement among the 3 examiners, during the first calibration exercise for the VE exam was classified as 'almost perfect' according to the D1 ($\kappa=0.82$), D3 ($\kappa=0.85$) and D1+D3 ($\kappa=0.83$) diagnostic criteria. In the second calibration exercise, small changes in Kappa statistics values for the interexaminer agreement were found, in comparison with the first calibration exercise. However, these changes did not alter the interexaminer agreement classification for this exam (D1: $\kappa=0.83$; D3: $\kappa=0.83$; D1+D3: $\kappa=0.84$) (table 1).

During the first calibration exercise for the DD exam, mean interexaminer agreement among the 3 examiners was 'slight' for D1 ($\kappa=0.15$) diagnostic criterion and 'fair' for the other diagnostic criteria (D3: $\kappa=0.35$; D1+D3: $\kappa=0.32$). In the second calibration exercise, all the Kappa statistics values for interexaminer agreement increased. Therefore, the mean interexaminer agreement for the 3 examiners, for the D1 diagnostic criterion remained 'slight', while for the D3 and D1+D3 diagnostic criteria, the average interexaminer agreement were considered 'substantial' (D3: $\kappa=0.77$) and 'moderate' (D1+D3: $\kappa=0.60$) respectively (table 1).

The total number of carious lesions on occlusal surfaces diagnosed by VE, DD, VE+DD exams, by the gold standard examiner (VE+BW exam) and by their crossings (lines versus columns), according to the D1, D3 and D1+D3 diagnostic criteria are expressed in the Table 2.

Table 2. Number of carious occlusal surfaces detected by VE, DD and VE+DD exams, under D1, D3 and D1+D3 diagnostic criteria in epidemiological setting: Piracicaba, SP, Brazil, 2008

D1 Criterion				
	VE	DD	VE+DD	GOLD STANDARD (VE+BW)
VE	721	196	721	600
DD	196	345	345	192
VE+DD	721	345	870	629
GOLD STANDARD (VE+BW)	600	192	629	755
D3 Criterion				
	VE	DD	VE+DD	GOLD STANDARD (VE+BW)
VE	30	26	30	26
DD	26	337	337	224
VE+DD	30	337	341	226
GOLD STANDARD (VE+BW)	26	224	226	652
D1+D3 Criterion				
	VE	DD	VE+DD	GOLD STANDARD (VE+BW)
VE	729	430	729	649
DD	430	682	681	518
VE+DD	729	681	980	767
GOLD STANDARD (VE+BW)	649	518	767	953

As observed in Table 2, the numbers of occlusal carious surfaces, for the gold standard examiner (VE+BW exam), according to the D1, D3 and D1+D3 diagnostic criteria, were 755, 652 and 953 respectively. The VE+DD exam presented the highest number of carious lesions in agreement with the gold standard examiner (VE+BW exam) (table 2).

The validity of the VE, DD and VE+DD clinical dental exams performed according to the D1, D3 and D1+D3 diagnostic criteria in an epidemiological setting is presented in Table 3.

Table 3. Validity of the VE, DD and VE+DD exams, under D1, D3 and D1+D3 diagnostic criteria in epidemiological setting: Piracicaba, SP, Brazil, 2008

D1 Criterion						
Exams	Sn	Sp	PPV	NPV	A	A _Z
VE	79.47	91.55	83.22	89.43	87.38	0.86
DD	26.16	88.37	55.65	68.21	66.10	0.57
VE+DD	83.31	83.17	72.30	90.43	83.22	0.83
D3 Criterion						
Exams	Sn	Sp	PPV	NPV	A	A _Z
VE	3.99	99.74	86.67	70.98	71.19	0.52
DD	36.25	92.11	66.47	75.27	75.27	0.64
VE+DD	34.66	92.51	66.28	76.92	75.26	0.64
D1+D3 Criterion						
Exams	Sn	Sp	PPV	NPV	A	A _Z
VE	68.10	93.52	89.03	79.15	82.45	0.81
DD	57.10	85.71	76.10	71.49	73.03	0.71
VE+DD	80.48	82.74	78.27	84.59	81.75	0.82

According to the IL diagnostic criterion, the dental exam that presented the best accuracy (A) and area under the ROC curve (A_Z) simultaneously was the VE exam (A=87.38%; A_Z=0.86), also presenting the highest positive predictive value (PPV=83.22%). However, the highest sensitivity (Sn=83.31%) and the lowest specificity (Sp=83.17%) were found by the VE+DD exam (table 3).

According to the D3 diagnostic criterion, the highest sensitivity was found by the DD exam (Sn=36.10%). The DD and VE+DD exams presented the highest accuracy values (A=75.24%; A=75.29%). The values for the area under the ROC curve of these exams were the same (A_Z=0.64; A_Z=0.64) (table 3).

According to the D1 diagnostic criterion, the higher values for the area under the ROC curve and sensitivity were found for the VE+DD exam (A_Z=0.82; Sn=80.48%), however the best accuracy was observed for the DD exam (A=82.45%) (table 3).

DISCUSSION

In view of the current dental caries development pattern, seeking new diagnostic methodologies and methods contemplating its earliest stages is the intention of dentists, with the aim of preparing more conservative and effective treatment plans [Meneghim *et al.*, 2003] as well as of researchers, to enable them to design and conduct studies that can prove or refute their hypotheses [Chesters *et al.*, 2004]. The adoption of the D1+D3 diagnostic criterion, which is more refined than the traditional D3 diagnostic criterion, has shown to be successful in this task [Kassawara *et al.*, 2007]. A further step in this search for a more precise and earlier dental caries diagnosis is the addition of new adjunct technologies of caries diagnosis to the traditional visual/visual-tactile exam.

The present study evaluated the reproducibility and validity of caries diagnosis by laser fluorescence, based on the principle that demineralized dental surfaces, colonized by bacteria and exposed to their metabolites (protoporphyrins), exhibit a increased fluorescence in comparison with sound enamel when excited by a diode laser beam (655 nm) emitted by a DIAGNOdent™ 2095 device (KaVo, Biberach, Germany) [Sanchez-Figueras, 2003], according to the D1, D3 and D1+D3 diagnostic criteria in an epidemiological setting.

According to the D1 diagnostic criterion, the values of intraexaminer ($\kappa=0.88$) and interexaminer (first calibration exercise) agreement ($\kappa=0.82$), accuracy ($A=87.38\%$) and area under the ROC curve ($A_z=0.86$) confirm a satisfactory reproducibility and validity of the VE exam in an epidemiological setting, corroborating the assertion that a meticulous visual dental exam enables satisfactory detection and classification of the early signs of carious process, differentiating sound occlusal pits and fissures from occlusal pits and fissures presenting white spot lesions, staining or opacities [Heinrich-Weltzien *et al.*, 2002; Anttonen *et al.*, 2004]. The reproducibility ($\kappa_{\text{intra}}=0.04$; $\kappa_{\text{inter}}=0.15$) (table 1) and validity ($A=66.10\%$; $A_z=0.57$) (table 3) of DD exam used alone, limit the recommendation of its use in studies of this nature. However, when the DD is associated with the VE exam (VE+DD exam), an increase in sensitivity

(Sn=83.31%) is observed, while a decrease in specificity (Sp=83.17%), accuracy (A=83.22%) and area under the ROC curve ($A_z=0.83$) is observed in comparison with the VE exam (table 3).

According to the D3 diagnostic criterion, the reproducibility of the DD exam ($\kappa_{\text{intra}}=0.36$; $\kappa_{\text{inter}}=0.35$) was 'fair' (table 1), although its validity ($A=75.27\%$; $A_z=0.64$) was moderate, presenting values of accuracy and area under the ROC curve close to the values of the VE+DD exam and higher than those of the VE exam (table 3), showing evidence of the need to improve the precision of the dental caries exam by adding adjunct diagnostic technologies, for this diagnostic criterion, capable of more precisely detecting changes in dentin under sound enamel. The accuracy obtained for the DD exam ($A=75.27\%=0.75$), in an epidemiological setting, was superior to the accuracy found by Reis *et al.* [2006] ($A=0.60$) in a study conducted under controlled conditions (laboratory setting). The inferior performance of the VE exam, although it is a highly specific method, according to the D3 diagnostic criterion, is due to the fact that the gold standard exam (VE+BW exam) is a more sensitive diagnostic method, able to detect initial demineralization in enamel and dentine, not detected by the VE exam. These results corroborate the studies of Anttonen *et al.* [2003] and Ástvaldsdóttir *et al.* [2004], demonstrating that although the reliability of DIAGNOdent™ is higher for carious lesion detection in dentin, the DD exam should not be considered a substitute for the VE exam and/or professional experience in caries diagnosis and treatment planning for suspected carious lesions, within the philosophy of Health Promotion [Lussi *et al.*, 2001; Anttonen *et al.*, 2003].

According to the D1+D3 diagnostic criterion, the VE+DD exam presented the highest caries diagnosis power ($A_z=0.82$), and an accuracy of $A=81.75\%$ (table 3), which was superior to the accuracy of 77% obtained by Souza-Zaroni *et al.* [2006], with regard to the association between the clinical visual exam and DIAGNOdent™, in their in vitro study evaluating the reproducibility and validity of different associations of methods for diagnosing occlusal dental

caries. Therefore, it has been suggested that the VE+DD exam could be used with some success in caries diagnosis, in an epidemiological setting.

The high intraexaminer reproducibility of DIAGNOdent™, in vitro, shows evidence of its potential for monitoring carious lesions during the course of time [Lussi *et al.*, 1999; Lussi and Francescut, 2003; Lussi *et al.*, 2006]. However, the intraexaminer agreement found in this in vivo study under epidemiological conditions was 'fair' ($\kappa=0.36$) for this technology according to the D3 diagnostic criterion (table 1). A possible explanation for its low intraexaminer reproducibility is the fact that the dental surfaces examined were submitted to supervised tooth brushing only, without professional prophylaxis as in the in vivo studies of Heinrich-Weltzien *et al.* [2002] and Akarsu *et al.* [2006], in which the mean intraexaminer Kappa values were 0.88 and 0.55 respectively. This could have produced some negative impact on the readings of the DIAGNOdent™ device, because the fluorescence by diode laser is influenced by both the presence of organic plugs [Mendes *et al.*, 2004] and the composition of toothpastes and prophylactic pastes [Lussi and Reich, 2005]. It should be pointed out that the total and simultaneous control of these interfering factors in a conventional epidemiological survey, which consider carious lesion exclusively by evident cavitation of dental tissues according to the WHO diagnostic criterion [WHO, 1997], can be unfeasible. Therefore the full adoption of the DD exam, either alone or associated with the clinical visual exam, should be considered with great caution.

For both diagnostic criteria of dental caries, especially for the D3 and D1+D3, there was an increase in interexaminer agreement, responsible for the alteration in the classification of Kappa values for the DD exam. In the second calibration exercise the interexaminer agreement initially classified as 'fair', according to the D3 ($\kappa=0.35$) and D1+D3 ($\kappa=0.32$) diagnostic criteria, were altered to 'substantial' (D3: $\kappa=0.77$) and 'moderate' (D1+D3: $\kappa=0.60$), respectively (table 1). These results contradict the results of the in vitro study of Baresen and Gokalp [2003], in which, inexplicably, the interexaminer agreement values in the first

calibration session declined (from 'almost perfect'; $\kappa=0.83$ to 'substantial' agreement; $\kappa=0.67$) in the second calibration session.

In spite of its 'fair' reproducibility, DIAGNOdent™ presented a moderate minimum validity, mainly when this technology was associated with the visual exam according to the D3 and D1+D3 diagnostic criteria in an epidemiological setting. These results point out that in the near future, after additional in vivo studies (clinical and epidemiological settings) evaluating the reproducibility and validity of this diagnostic adjunct technology, which corroborate or refute the findings of the present study, the DIAGNOdent™ could be used in epidemiological surveys of dental caries.

CONCLUSION

From the results with regard to the reproducibility and validity of the dental caries diagnostic exams obtained in this study, it was concluded that a meticulous visual exam was sufficient to detect initial carious lesions in enamel according to the IL diagnostic criterion. It was also concluded that the association of laser fluorescence (DD) with the visual exam (VE) improved its diagnostic power, measured by the area under ROC curve, according to the D3 and D1+D3 diagnostic criteria, favoring the detection of caries lesions at different stages of development, in an epidemiological setting and perfecting the development of planning and programming oral health actions with the aim of optimized control and treatment of the disease.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors would like to thanks the volunteers and the responsible for the schoolchildren of the public schools from Piracicaba, SP, Brazil. The first author received scholarship from PROEX/CAPES-UNICAMP during the Doctorate Course in Dentistry. The authors acknowledge the financial support of the FAPESP (grants #06/58881-9).

REFERENCES

- Akarsu S, Köprülü H. In vivo comparison of the efficacy of DIAGNOdent by visual inspection and radiographic diagnostic techniques in the diagnosis of occlusal caries. *J Clin Dent* 2006;17:53-58.
- Amarante E, Raadal M, Espelid I. Impact of diagnostic criteria on the prevalence of dental caries in Norwegian children aged 5, 12 and 18 years. *Community Dent Oral Epidemiol*. 1998;26:87-94.
- Anttonen V, Seppä L, Hausen H. A follow-up study of the use of DIAGNOdent for monitoring fissure caries in children. *Community Dent Oral Epidemiol* 2004;32:312-318.
- Anttonen V, Seppä L, Hausen H. Clinical study of the use of the laser fluorescence device DIAGNOdent for detection of occlusal caries in children. *Caries Res* 2003;37(1):17-23.
- Assaf AV, Meneghim MC, Zanin L, Cortelazzi KL, Pereira AC, Ambrosano GMB. Effect of different diagnostic thresholds on dental caries calibration. *J Public Health Dent* 2006;66(1):17-22.
- Assaf AV, Meneghim MC, Zanin L, Mialhe FL, Pereira AC, Ambrosano GMB. Assessment of different methods for diagnosing dental caries in epidemiological surveys. *Community Dent Oral Epidemiol* 2004;32(6):418-425.
- Ástvaldsdóttir A, Holbrook WP, Tranaeus S. Consistency of DIAGNOdent instruments for clinical assessment of fissure caries. *Acta odontol Scand* 2004;62:193-198.
- Bader JD, Shugars DA, Bonito AJ. Systematic reviews of selected dental caries diagnostic and management methods. *JDE* 2001;65(10):960-968.
- Bader JD, Shugars DA. A systematic review of the performance of a laser fluorescence device for detecting caries. *JADA* 2004;135:1413-1426.
- Barmes DE. A global view of oral diseases: today and tomorrow. *Community Dent Oral Epidemiol* 1999;27(1):2-7.

- Basaren NM, Gokalp S. Validity of a laser fluorescence (DIAGNOdent) for detection of occlusal caries in third molars: an in vitro study. *J Oral Rehabil* 2003;30:1190-1194.
- Bloemendal E, de Vet HCW, Bouter LM. The value of bitewing radiographs in epidemiological caries research: a systematic review of the literature. *J Dent* 2004;32(4):255-264.
- Chesters RK, Ellwood RP, Biesbrock AR, Smith SR. Potential modern alternative designs for caries clinical trials (CCTs) and how these can be validated against the conventional model. *J Dent Res* 2004;83(Spec Iss C):C122-C124.
- Creanor SL, Russell JI, Strang DM, Stephen KW, Burchell CK. The prevalence of clinically undetected occlusal dentine caries in Scottish adolescents. *Br Dent J* 1990;169(5):126-129.
- Ekstrand KR, Ricketts DNJ, Kidd EAM, Qvist V, Schou S. Detection, diagnosing, monitoring and logical treatment of occlusal caries in relation to lesion activity and severity: an in vivo examination with histological validation. *Caries Res* 1998;32:247-254.
- Featherstone JDB. The continuum of dental caries – evidence for a dynamic disease process. *J Dent Res* 2004;83(Spec Iss C):C39-42.
- Fejerskov O. Concepts of dental caries and their consequences for understanding the disease. *Community Dent Oral Epidemiol* 1997;25:5-12.
- Fyffe HE, Deery C, Nugent ZJ, Nuttall NM, Pitts NB. Effect of diagnostic threshold on the validity and reliability of epidemiological caries diagnosis using the Dundee Selectable Threshold Method for caries diagnosis (DSTM). *Community Dent Oral Epidemiol* 2000;28:42-51.
- Heinrich-Weltzien R, Weerheijm KL, Kühnisch J, Oehme T, Stösser L. Clinical evaluation of visual, radiographic, and laser fluorescence methods for detection of occlusal caries. *ASCD J Dent Child* 2002;69(2):127-132.
- Kassawara ABC, Assaf AV, Meneghim MC, Pereira AC, Topping G, Levin K, Ambrosano GMB. Comparison of epidemiological evaluations under different caries diagnostic thresholds. *Oral Health Prev Dent* 2007;5(2):137-144.

- Ketley CE, Holt RD. Visual and radiographic diagnosis of occlusal caries in first permanent molars and in second primary molars. *Br Dent J* 1993;174(10):364-370.
- Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics* 1977;33(1):159-174.
- Lussi A, Francescut P. Performance of conventional and new methods for the detection of occlusal caries in deciduous teeth. *Caries Res* 2003;37 2-7.
- Lussi A, Hack A, Hug I, Heckenberger H, Megert B, Stich H. Detection of approximal caries with a new laser fluorescence device. *Caries Res* 2006;40:97-103.
- Lussi A, Imwinkelried S, Pitts NB, Longbottom C, Reich C. Performance and reproducibility of a laser fluorescence system for detection of occlusal caries in vitro. *Caries Res* 1999;33:261-266.
- Lussi A, Megert B, Longbottom C, Reich E, Francescut P. Clinical performance of a laser fluorescence device for detection of occlusal caries lesions. *Eur J Oral Sci* 2001;109:14-19.
- Lussi A, Reich E. The influence of toothpastes and prophylaxis pastes on fluorescence measurements for caries detection in vitro. *Eur J Oral Sci* 2005;113:141-144.
- 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;33:340-348.
- Mendes FM, Hissadomi M, Imparato JCP. Effects of drying time and the presence of plaque on the in vitro performance of laser fluorescence in occlusal caries of primary teeth. *Caries Res* 2004;38:104-108.
- Pereira AC, Eggertsson H, Martinez-Mier EA, Mialhe FL, Eckert GJ, Zero DT. Validity of caries detection on occlusal surfaces and treatment decisions based on results from multiple caries-detection methods. *Eur J Oral Sci* 2009; 117: 51–57.

- Pereira CRS, Braz AOS, Leite MAS, Cruz RA. Evaluating the accuracy of visual and radiographic methods in the diagnosis of pits and fissures caries. *J Bras Odontopediatr Odontol Bebe* 2001;4(19):197-202 (in Portuguese).
- Pitts NB. Modern concepts of caries measurement. *J Dent Res* 2004;83(Spec Iss C):C43-C47.
- Reis A, Mendes FM, Angnes V, Angnes G, Grande RHM, Loguercio AD. Performance of methods of occlusal caries detection in permanent teeth under clinical and laboratory conditions. *J Dent* 2006;34(2):89-96.
- Ricketts D, Kidd E, Weerheijm K, Soet H. Hidden caries: What is it? Does it exist? Does it matter? *Int Dent Educ* 1997;47:259-265.
- Sanchez-Figueras A. Occlusal pit-and-fissure caries diagnosis: a problem no more. *Compendium* 2003;24(5 suppl):3-11.
- Souza-Zaroni WC, Ciccone JC, Souza-Gabriel AE, Ramos RP, Corona SAM, Palma-Dibb RG. Validity and reproducibility of different combinations of methods for occlusal caries detection: an in vitro comparison. *Caries Res* 2006;40:194-201.
- Vehkalahti M, Tarkkonen L, Varsio S, Heikkilä P. Decrease in and polarization of dental caries occurrence among child and youth populations, 1976-1993. *Caries Res* 1997;31(3):161-165.
- Wenzel A. Bitewing and digital bitewing radiography for detection of caries lesions. *J Dent Res* 2004;83(Spec Iss C):C72-C75.
- World Health Organization (WHO). Dental caries levels at 12 years. Geneva: WHO; 1994.
- World Health Organization (WHO). Oral health surveys: basic methods. 4th ed. Geneva: WHO; 1997.
- Zanin L, Meneghim MC, Assaf AV, Pardi V, Pereira AC, Mialhe FL. Depth of occlusal caries assessed clinically by fluorescence laser, conventional and digital radiographic methods. *Braz J Oral Sci* 2005;4(13):735-740.

CONCLUSÃO

A partir dos resultados relativos à reprodutibilidade e validade dos exames diagnósticos de cárie dentária propostos obtidos frente à atual morfologia da lesão cariosa, conclui-se que: a) um minucioso exame clínico visual é suficiente para se detectar lesões iniciais em esmalte dentário sob o critério diagnóstico de cárie D1; b) a reprodutibilidade dos exames odontológicos CL1, CL2, BW e FOTI possibilita o seu emprego separadamente em levantamentos epidemiológicos sob ambos os critérios diagnósticos D3 e D1; c) as associações diagnósticas CL2+FT+DD+BW, para o exame de superfícies dentárias oclusais e proximais conjuntamente, CL2+DD+BW, para o exame de superfícies oclusais exclusivamente, e CL2+FT+BW, para o exame de superfícies dentárias proximais, são os melhores exames odontológicos sob ambos os critérios diagnóstico D3 e D1 em condições epidemiológicas, melhorando o poder de diagnóstico de cárie do exame clínico visual, favorecendo a detecção de lesões cariosas em distintos estágios de evolução em condições epidemiológicas e aprimorando o desenvolvimento do planejamento e programação de ações em saúde bucal, para o controle e tratamento da doença cárie dentária de forma mais otimizada.

Contudo, estudos adicionais abordando a reprodutibilidade e a validade destes exames odontológicos, bem como a sua real aplicabilidade em condições epidemiológicas, sob critérios diagnósticos de cárie dentária mais sensíveis, são necessários. As peculiaridades epidemiológicas loco-regionais acerca da cárie dentária e o custo do uso destas tecnologias nas mais diversas localidades brasileiras devem também serem considerados nestes estudos.

REFERÊNCIAS¹

1. Akarsu S, Köprülü H. In vivo comparison of the efficacy of DIAGNOdent by visual inspection and radiographic diagnostic techniques in the diagnosis of occlusal caries. *J Clin Dent*. 2006; 17: 53-58.
2. Amarante E, Raadal M, Espelid I. Impact of diagnostic criteria on the prevalence of dental caries in Norwegian children aged 5, 12 and 18 years. *Community Dent Oral Epidemiol*. 1998; 26: 87-94.
3. Anttonen V, Seppä L, Hausen H. Clinical study of the use of the laser fluorescence device DIAGNOdent for detection of occlusal caries in children. *Caries Res*. 2003; 37(1): 17-23.
4. Arrow P. Incidence and progression of approximal carious lesions among school children in Western Australia. *Aust Dent J*. 2007; 52(3): 216-226.
5. Assaf AV, Meneghim MC, Zanin L, Mialhe FL, Pereira AC, Ambrosano GM. Assessment of different methods for diagnosing dental caries in epidemiological surveys. *Community Dent Oral Epidemiol*. 2004; 32(6): 418-425.
6. Assaf AV, Meneghim MC, Zanin L, Cortelazzi KL, Pereira AC, Ambrosano GM. Evaluation of different diagnostic threshold on dental caries calibration. *J Public Health Dent*. 2006; 66(1):17-22.
7. 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): 201-213.
8. Bader JD, Shugars DA, Bonito AJ. Systematic reviews of selected dental caries diagnostic and management methods. *J Dent Educ*. 2001; 65: 972-978.
9. Bader JD, Shugars DA. A systematic review of the performance of a laser fluorescence device for detecting caries. *J Am Dent Assoc*. 2004; 135: 1413-1426.

¹ De acordo com a norma da UNICAMP/FOP, baseadas na norma do International Committee of Medical Journal Editors – Grupo de Vancouver. Abreviatura dos periódicos em conformidade com o Medline.

10. Barmes DE. A global view of oral diseases: today and tomorrow. *Community Dent Oral Epidemiol.* 1999; 27: 2-7.
11. Bloemendal E, de Vet HCW, Bouter LM. The value of bitewing radiographs in epidemiological caries research: a systematic review of the literature. *J Dent.* 2004; 32: 255-264.
12. Bomba JL. Fiber optic lighting systems: their role in dentistry. *Dent Clin North Am.* 1971; 15(1): 197-218.
13. Caldas Júnior AF, Silveira RCJ, Marcenes W. The impact of restorative treatment on tooth loss prevention. *Pesqui Odontol Bras.* 2003; 17(2): 166-170.
14. Chesters RK, Ellwood RP, Biesbrock AR, Smith SR. Potential modern alternative designs for caries clinical trials (CCTs) and how these can be validated against the conventional model. *J Dent Res.* 2004; 83: 122-124.
15. Côrtes DF, Ekstrand KR, Elias-Boneta AR, Ellwood RP. An in vitro comparison of the ability of fibre-optic transillumination, visual inspection and radiographs to detect occlusal caries and evaluate lesion depth. *Caries Res.* 2000; 34: 443-447.
16. Creanor SL, Russell JI, Strang DM, Stephen KW, Burchell CK. The prevalence of clinically undetected occlusal dentine caries in Scottish adolescents. *Br Dent J.* 1990; 169: 126-129.
17. Davies GM, Worthington HV, Clarkson JE, Thomas P, Davies RM. The use of fibre-optic transillumination in general dental practice. *Br Dent J.* 2001; 3: 145-147.
18. de Vries HCB, Ruiken HMHM, König KG, van't Hof MA. Radiographic versus clinical diagnosis of approximal carious lesions. *Caries Res.* 1990; 24: 364-370.
19. Fyffe HE, Deery C, Nugent ZJ, Nuttall NM, Pitts NB. Effect of diagnostic threshold on the validity and reliability of epidemiological caries diagnosis using the Dundee Selectable Threshold Method for caries diagnosis (DSTM). *Community Dent Oral Epidemiol.* 2000; 28(1): 42-51.
20. Hopcraft MS, Morgan MV. Comparison of radiographic and clinical diagnosis of approximal and occlusal dental caries in a young adult population. *Community Dent Oral Epidemiol.* 2005; 33: 212-218.

21. Hopcraft MS, Morgan MV. Exposure to fluoridated drinking water and dental caries experience in Australian army recruits, 1996. *Community Dent Oral Epidemiol.* 2003; 31(1): 68-74.
22. Ismail AI, Brodeur JM, Gagnon P, Payette M, Picard D, Hamalian T *et al.* Prevalence of non-cavitated and cavitated carious lesions in a random sample of 7-9-year-old schoolchildren in Montreal, Quebec. *Community Dent Oral Epidemiol.* 1992; 20(5): 250-255.
23. Ismail AI, Sohn W, Tellez M, Amaya A, Sen A, Hasson H *et al.* The International Caries Detection and Assessment System (ICDAS): an integrated system for measuring dental caries. *Community Dent Oral Epidemiol.* 2007; 35: 170-178.
24. Ismail AI. Clinical diagnosis of precavitated carious lesions. *Community Dent Oral Epidemiol.* 1997; 25: 13-23.
25. Kassawara ABC, Assaf AV, Meneghim MC, Pereira AC, Topping G, Levin K *et al.* Comparison of epidemiological evaluations under different caries diagnostic thresholds. *Oral Health Prev Dent.* 2007; 2: 137-144.
26. Ketley CE, Holt RD. Visual and radiographic diagnosis of occlusal caries in first permanent molars and in second primary molars. *Br Dent J.* 1993; 174: 364-370.
27. Lussi A, Francescut P. Performance of conventional and new methods for the detection of occlusal caries in deciduous teeth. *Caries Res* 2003; 37: 2-7.
28. Lussi A, Hack A, Hug I, Heckenberger H, Megert B, Stich H. Detection of approximal caries with a new laser fluorescence device. *Caries Res.* 2006; 40: 97-103.
29. Lussi A. Impact of including or excluding cavitated lesions when evaluating methods for the diagnosis of occlusal caries. *Caries Res.* 1996; 30: 389-393.
30. Machiulskiene V, Nyvad B, Baelum V. A comparison of clinical and radiographic caries diagnosis in posterior teeth of 12-year-old Lithuanian children. *Caries Res.* 1999; 33: 340-348.

31. Marinho VCC, Higgins JPT, Sheiham A. Fluoride toothpastes for preventing dental caries in children and adolescents. *Cochrane Database Syst Rev.* 2003; (1): CD002278.
32. Marthaler TM. Changes in dental caries 1953-2003. *Caries Res.* 2004; 38: 173-81.
33. McComb D, Tam LE. Diagnosis of occlusal caries: Part I. Conventional Methods. *J Can Dent Assoc.* 2001; 67(8): 454-457.
34. McDonagh MS, Whiting PF, Wilson PM, Sutton AJ, Chestnutt I, Cooper J *et al.* Systematic review of water fluoridation. *BMJ.* 2000; 321(7265): 855-859.
35. Mendes FM, Pinheiro SL, Bengtson AL. Effect of alteration in organic material of the occlusal caries on DIAGNOdent readings. *Braz Oral Res.* 2004; 18(2): 141-144.
36. Meneghim MC, Assaf AV, Zanin L, Kozlowski FC, Pereira AC, Ambrosano GM. Comparison of diagnostic methods for dental caries. *J Dent Child (Chic).* 2003; 70(2): 115-119.
37. Meneghim MC, Tagliaferro EPS, Tengan C, Meneghim ZMAP, Pereira AC, Ambrosano GMB *et al.* Trends in caries experience and fluorosis prevalence in 11 to 12-year-old Brazilian children between 1991 and 2004. *Oral Health Prev Dent.* 2006; 4(3): 193-198.
38. Mialhe FL, Pardi V, Pereira AC, Meneghim MC, Flório FM, Ambrosano GM. Comparação in vitro de quatro métodos de diagnóstico de cárie oclusal – visual, videoscópico, FOTI e laser fluorescente. *RPG FOU SP.* 2000; 7(2): 125-132.
39. Mialhe FL, Pereira AC. Diagnóstico da doença cárie. In: Pereira AC e cols. *Odontologia em saúde coletiva: planejando ações e promovendo saúde.* Porto Alegre: Artmed; 2003. cap.13, p.216-264.
40. Nadanovsky P. O declínio da cárie. In: Pinto VG. *Saúde Bucal Coletiva.* São Paulo: Santos; 2000. cap.12, p.341-352.
41. Norlund A, Axelsson S, Dahlén G, Espelid I, Mejäre I, Tranaeus S *et al.* Economic aspects of the detection of occlusal dentine caries. *Acta Odontol Scand.* 2009; 67: 38-43.

42. Nyvad B, Machiulskiene V, Baelum V. Reliability of a new caries diagnostic system differentiating between active and inactive caries lesions. *Caries Res.* 1999; 33: 252-260.
43. Obry-Musset AM, Cahen PM, Turlot JC, Frank RM. Approximal caries diagnosis in epidemiological studies: transillumination or bitewing radiographs? *J Biol Buccale.* 1988; 16: 13-17.
44. Organização Mundial de Saúde. Levantamentos básicos em saúde bucal. 4. ed. São Paulo: Santos; 1999.
45. Pereira AC, Eggertsson H, Martinez-Mier EA, Mialhe FL, Eckert GJ, Zero DT. Validity of caries detection on occlusal surfaces and treatment decisions based on results from multiple caries-detection methods. *Eur J Oral Sci.* 2009; 117: 51-57.
46. Pereira AC, Geraldi, MD, Meneghim MC. Estudo comparativo de diferentes métodos de diagnóstico de cárie para superfícies proximais de dentes posteriores. *RGO.* 2001; 49(1): 12-18.
47. Pereira AC, Moreira BHW. Comparative study of different examination methods used in dentistry. *Rev Gaucha Odontol.* 1995; 43: 127–131.
48. Pereira SM, Tagliaferro EPS, Ambrosano GMB, Cortellazzi KL, Meneghim MC, Pereira AC. Dental caries in 12-year-old schoolchildren and its relationship with socioeconomic and behavioural variables. *Oral Health Prev Dent.* 2007; 5(4): 299-306.
49. Pitts NB, Fyffe HE. The effect of varying diagnostic thresholds upon clinical caries data for a low prevalence group. *J Dent Res.* 1988; 67(3): 592-596.
50. Pitts NB. Diagnostic methods for caries: what is appropriate when? *J Dent.* 1991; 19: 377-382.
51. Rocha-Cabral RM, Mendes FM, Miura F, Ribeiro Ada C, Braga MM, Zezell DM. Autoclaving and battery capacity influence on laser fluorescence measurements. *Acta Odontol Scand.* 2008; 66(2): 122-127.
52. Topping G. Are bitewings of value in epidemiological studies of dental caries? *Evid Based Dent.* 2004; 5(3): 72.

53. Vehkalahti M, Tarkkonen L, Varsio S, Heikkila P. Decrease in and polarization of dental occurrence among child and youth populations, 1976-1993. *Caries Res.* 1997; 31: 161-165.
54. Warren JJ, Steven ML, Kanellis MJ. Dental caries in the primary dentition: assessing prevalence of cavitated and noncavitated lesions. *J Public Health Dent.* 1992; 62 109-114.
55. Weerheijm KL, Kidd EAM, Groen HJ. The effect of fluoridation on the occurrence of hidden caries in clinically sound occlusal surfaces. *Caries Res.* 1997; 31: 30-34.
56. Wenzel A. Bitewing and digital bitewing radiography for detection of caries lesions. *J Dent Res.* 2004; 83(Spec Iss C): C72-C75.
57. Zandoná AF, Zero DT. Diagnostic tools for early caries detection. *J Am Dent Assoc.* 2006; 137: 1675-1684.

BIBLIOGRAFIA

1. Ayres M, Ayres Jr M, Ayres DL, Santos AAS. Distribuição de probabilidades. In: Ayres M, Ayres Jr M, Ayres DL, Santos AAS. BioEstat: aplicações estatísticas nas áreas das ciências bio-médicas. 5. ed. Belém: Sociedade Civil Mamiraua; 2007. cap.8, p.95-110.
2. Douglass CW. Evaluating diagnostic tests. Adv Dent Res. 1993; 7(2): 66-69.
3. Hanley JA, McNeil BJ. A method of comparing the areas under receiver operating characteristic curves derived from the same cases. Radiology. 1983; 148(3): 839-843.
4. Hanley JA, McNeil BJ. The meaning and use of the area under a receiver operating characteristic (ROC) curve. Diagn Radiol. 1982; 143(1): 29-36.
5. Huymans MCDNJM, Longbottom C. The challenges of validating diagnostic methods and selecting appropriate gold Standards. J Dent Res. 2004; 83(Spec Iss C): C48-C52.
6. Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. Biometrics. 1977; 33: 159-174.
7. Martinez EZ, Louzada-Neto F, Pereira BB. A curva ROC para testes diagnósticos. Cad Saude Colet. 2003; 11(1): 7-31.
8. Newman TB, Browner WS, Cummings SR. Delineando estudos de testes médicos. In: Hulley SB, Cummings SR, Browner WS, Grady D, Hearst N, Newman TB. Delineando a pesquisa clínica: uma abordagem epidemiológica. 2. ed. São Paulo: Artmed; 2003. Cap.12, p.203-224.
9. Pereira AC, Silva RP. Levantamentos epidemiológicos em Odontologia. In: Pereira AC, organizador. Tratado de saúde coletiva em odontologia. Nova Odessa: Napoleão; 2009. Cap.15, p.281-313.
10. Sim J, Wright CC. The Kappa statistics in reliability studies: use, interpretation, and sample size requirements. Phys Ther. 2005; 85(3): 257-268.
11. Simple Interactive Statistical Analysis (SISA). Diagnostic effectiveness [acesso 2007 Maio 7]. Disponível em: <http://home.clara.net/sisa/diaghlp.htm>.

12. Ten Bosch JJ, Angmar-Manson B. Characterization and validation of diagnostic methods. *Monogr Oral Sci.* 2000; 17: 174-189.
13. Vaarkamp J, ten Bosch JJ, Verdonschot EH, Brankhorsf EM. The real performance of bitewing radiography and fiber-optic transillumination in approximal caries diagnosis. *J Dent Res.* 2000; 79: 1747-1751.
14. Zanin L, Meneghim MC, Assaf AV, Pardi V, Pereira AC, Mialhe FL. Depth of occlusal caries assessed clinically by fluorescence laser, conventional and digital radiographic methods. *Braz J Oral Sci.* 2005; 4(13): 735-740.

APÊNDICE

Estudos sobre **reprodutibilidade** são importantes para identificar testes diagnósticos ou examinadores que requerem aprimoramento. A estatística Kappa (κ) é freqüentemente utilizada para expressar concordância (intra/interexaminador) para dados categóricos (qualitativos), pois elimina a concordância devida ao acaso. Seus valores variam de “-1” (total discordância) a “+1” (total concordância) (Cohen, 1960). A seguir é apresentado um exemplo do cálculo de Kappa (Pereira & Silva, 2009), bem como a interpretação de seus valores (Landis & Koch, 1997).

Cálculo de Kappa

Consideremos um exemplo hipotético onde 2 examinadores são calibrados a partir do exame *in vitro* de 20 dentes com um total de 2 sítios em cada dente, totalizando 40 sítios. As condições clínicas observadas receberam os códigos: 0 – sem cárie; 1 – cárie em esmalte não cavitada; 2- cárie em esmalte cavitada e 3 – cárie em dentina. Os resultados da comparação dos diagnósticos entre os dois examinadores está expressa na Tabela 1.

Tabela 1. Exemplo do cálculo da estatística Kappa

Examinador 1X2	0	1	2	Total
0	22 (a)	0 (b)	0 (c)	22
1	2 (d)	8 (e)	1 (f)	11
2	0 (g)	1 (h)	6 (i)	7
Total	24	9	7	40 (total)

A fórmula para o cálculo de κ :

$$\kappa = \frac{Po - Pe}{1 - Pe} \quad \text{onde : } Po = \text{proporção de concordâncias observadas e} \\ Pe = \text{Proporção de concordâncias esperadas}$$

$$Po = \frac{(a + e + i)}{(\text{total})} = 36/40 = 0,90$$

$$Pe = \frac{\{(a + b + c) \cdot (a + d + g)\} + \{(d + e + f) \cdot (b + e + h)\} + \{(g + h + i) \cdot (c + f + i)\}}{(\text{Total})^2}$$

$$Pe = \frac{\{(22 \cdot 24) + (11 \cdot 9) + (7 \cdot 7)\}}{(40)^2} = 676 / 1600 = 0,42$$

$$\kappa = \frac{0,90 - 0,42}{1 - 0,42} = 0,83 \text{ (concordância quase perfeita)}$$

Interpretação de Kappa

Uma classificação e interpretação dos valores de Kappa proposta por Landis & Koch (1977) é expressa a seguir na Tabela 2.

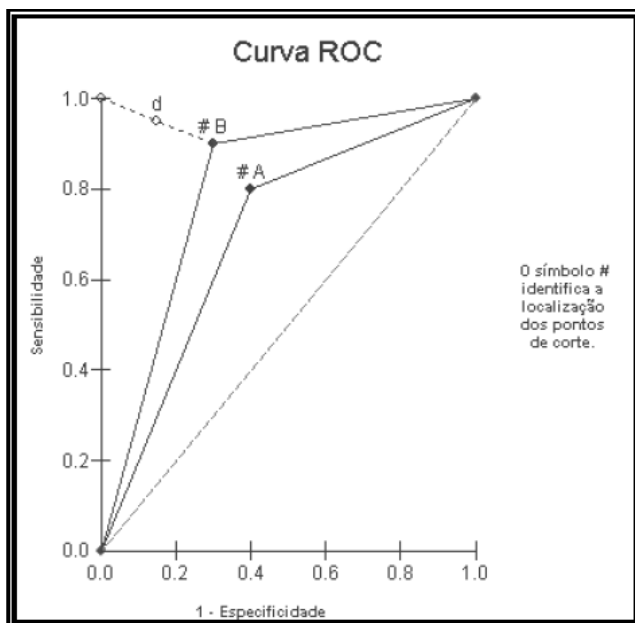
Tabela 2. Valores da estatística Kappa e sua interpretação em termos de concordância

Valores de Kappa	Concordância
< 0,00	Pobre
0,00 a 0,20	Leve
0,21 a 0,40	Sofrível
0,41 a 0,60	Moderada
0,61 a 0,80	Substancial
0,81 a 0,99	Quase perfeita
1,00	Perfeita

A **validade** de um teste diagnóstico mede o seu grau de conformidade, ausência de erro ou não conformidade com o padrão previamente estabelecido “padrão ouro” (gold standard). Uma medida é considerada válida (acurada) quando seu valor aproxima-se do verdadeiro, ou seja, daquele valor preestabelecido por um padrão. A validade é avaliada por meio dos seguintes testes (Douglass, 1993; Martinez *et al.*, 2003):

- a) **Sensibilidade (S)**: é a proporção de sujeitos com a doenças para os quais o teste fornece a resposta correta (teste positivo).
- b) **Especificidade (E)**: é a proporção de sujeitos sem a doença para os quais o teste fornece a resposta correta (teste negativo).
- c) **Valor preditivo positivo (VP+)**: é o número correto de doentes dentre todos os considerados “doentes”.
- d) **Valor preditivo negativo (VP-)**: é o número correto de não-doentes dentre todos os considerados “sadios”.
- e) **Curva ROC**: método estatístico utilizado para comparar o desempenho de tecnologias diagnósticas (Hanley & McNeil, 1983). A **área sob a curva ROC (A_z)** é um parâmetro utilizado para quantificar em um único valor numérico a posição de um curva ROC em relação a uma diagonal (não-informativa) (Hanley & McNeil, 1982). Valores de A_z compreendidos entre 0,5 (teste inútil) a 1,0 (teste perfeito) expressam uma boa validade de um teste diagnóstico (Figura 1).
- f) **Acurácia (A)**: é um índice que mensura a fração de pacientes (dentes ou sítios) para os quais o teste diagnóstico é correto. É a soma dos desfechos verdadeiro-positivos e verdadeiro-negativos dividida por todos os desfechos.

Figura 1
A linha diagonal representa a metade da área. Quanto mais próximas estiverem as curvas dessa linha, menor o desempenho do teste.



A linha 'd' indica o teste de melhor desempenho, mais próximo do *padrão ouro*, ou seja:
Sensibilidade = 1 e
Especificidade = 0.
O melhor resultado foi obtido com o teste B, com a distância $d = 0.32$.

Fórmulas dos testes de validade

Testes de Sensibilidade (S), Especificidade (E), Valores preditivos positivo (VP+) e negativo (VP-) e Acurácia (A).

Tabela 3. Tabela de contingência 2X2

Diagnóstico	Doença		
	Presente	Ausente	Total
Positivo	a (verdadeiro-positivo)	b (falso-positivo)	(a + b)
Negativo	c (falso-negativo)	d (verdadeiro-negativo)	(c + d)
Total	(a + c)	(b + d)	N

$$\text{Sensibilidade} = a/a+c$$

$$\text{Valor preditivo} = d/c+d$$

$$\text{Especificidade} = d/b+d$$

$$\text{Acurácia} = a+d/N$$

$$\text{Valor preditivo positivo} = a/a+b$$

ANEXOS

	COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS	
CERTIFICADO		
O Comitê de Ética em Pesquisa da FOP-UNICAMP certifica que o projeto de pesquisa "Deteção da cárie dentária: estudos sobre validade e reprodutibilidade em nível clínico e epidemiológico, utilizando diferentes limiares para tomada de decisão", protocolo nº 082/2006, dos pesquisadores RENATO PEREIRA DA SILVA, ANDRÉA VIDEIRA ASSAF e ANTONIO CARLOS PEREIRA, satisfaz as exigências do Conselho Nacional de Saúde – Ministério da Saúde para as pesquisas em seres humanos e foi aprovado por este comitê em 16/08/2006.		
The Research Ethics Committee of the School of Dentistry of Piracicaba - State University of Campinas, certify that project "Caries detection: studies of validity and precision at the clinical and epidemiological level varying diagnostic threshold", register number 082/2006, of RENATO PEREIRA DA SILVA, ANDRÉA VIDEIRA ASSAF and ANTONIO CARLOS PEREIRA, comply with the recommendations of the National Health Council – Ministry of Health of Brazil for researching in human subjects and was approved by this committee at 16/08/2006.		
 Profa. Cecilia Gatti Guirado Secretária CEP/FOP/UNICAMP	 Prof. Jacks Jorge Júnior Coordenador CEP/FOP/UNICAMP	
Nota: O título do protocolo aparece como fornecido pelos pesquisadores, sem qualquer edição. Notice: The title of the project appears as provided by the authors, without editing.		

Tabela 1. Códigos e critérios diagnósticos dos exames odontológicos adotados no estudo
Exames clínico visual I (sem iluminação artificial) e clínico visual II (com iluminação artificial)*

Códigos	Condição clínica
0	Hígido
LI	Lesão inicial ativa/inativa
1	Cariado
1LI	Cariado + lesão inicial
2	Restaurado com cárie
2LI	Restaurado com cárie + lesão inicial
3	Restaurado sem cárie
3LI	Restaurado sem cárie + lesão inicial
4	Perdido por cárie
5	Perdido por outras razões
6	Selante
6LI	Selante + lesão inicial
7	Suporte para prótese, coroa protética, faceta ou implante
8	Dente não erupcionado
T	Traumatismo (fratura)
9	Não registrado
Radiografia Bitewing**	
Código	Imagem radiográfica
0	Superfície ausente
R1	Radiolucência em esmalte não atingindo junção amelo-dentinária (JAD)
R2	Radiolucência em esmalte atingindo até metade da espessura de dentina
R3	Radiolucência atingindo mais da metade da espessura de dentina, podendo haver envolvimento pulpar
4	Superfície restaurada
5	Superfície hígida
R6	Impossibilidade de diagnóstico
Exame por transiluminação por fibra ótica (FOTI)**	
Código	Condição clínica
0	Superfície ausente
F1	Sombreamento em esmalte
F2	Sombreamento em dentina
4	Superfície restaurada
5	Superfície hígida
DIAGNOdent®***	
Código (valor da leitura)	Valores da leitura
0 (0 a 10)	Superfície hígida
1 (11 a 20)	Lesão cariiosa em esmalte
2 (21 a 99)	Lesão cariiosa em dentina

*Legenda: * Adaptado de OMS, 1999; Nyvad et al., 1999; Fyffe et al., 2000; Assaf et al., 2004; ** Critérios e códigos adotados no estudo de Pereira & Moreira (1995); ***Critérios e códigos adotados no estudo de Zanin et al., (2005).*



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
Faculdade de Odontologia de Piracicaba



Folha _____
Processo _____
Rubrica _____

DECLARAÇÃO

As cópias de artigos de minha autoria ou de minha co-autoria, já publicados ou submetidos para publicação em revistas científicas ou anais de congressos sujeitos a arbitragem, que constam da minha Tese de Doutorado intitulada "TECNOLOGIAS DE EXAME DA CÁRIE DENTÁRIA: O DESAFIO DE SEU USO SOB DIFERENTES CRITÉRIOS DE DIAGNÓSTICO", não infringem os dispositivos da Lei nº 9.610/98, nem o direito autoral de qualquer editora.

Piracicaba, 19 de Agosto de 2009.

RENATO PEREIRA DA SILVA
RG: 8576833
Autor(a)

ANTONIO CARLOS PEREIRA
RG: 17.209.399-5
Orientador(a)

Ficha Clínica

ESCOLA: _____ CLASSE: _____ DATA: ____/____/____

Nome da criança: _____ Grupo de Prevalência: _____

Fase do treinamento: _____ Fase de calibração: _____ Nome do CD: _____

17	18	15 (55)	14 (54)	13 (53)	12 (52)	11 (51)	21 (81)	22 (82)	23 (83)	24 (84)	25 (85)	26	27
47	48	45 (55)	44 (54)	43 (53)	42 (52)	41 (51)	31 (71)	32 (72)	33 (73)	34 (74)	35 (75)	36	37

UNIDADE MEDIDA: SUPERFÍCIE

c	e	o	la	li	C	P	O	LA	LI

UNIDADE MEDIDA: DENTE

c	e	o	la	li	C	P	O	LA	LI

Código		Condição
Dedduos	Permanentes	
A	0	Sadio
la	LA	Lesão ativa
li	LI	Lesão inativa
B	1	Cariado
C	2	Restaurado, com cárie
D	3	Restaurado, sem cárie
E	4	Perdido devido à cárie
-	5	Perdido por outras razões
F	6	Selante
G	7	Apoio de ponte ou coroa
-	8	Não erupcionado
T	T	Trauma (fratura)
-	9	Dente excluído

17	18	15 (55)	14 (54)	13 (53)	12 (52)	11 (51)	21 (81)	22 (82)	23 (83)	24 (84)	25 (85)	26	27
47	48	45 (55)	44 (54)	43 (53)	42 (52)	41 (51)	31 (71)	32 (72)	33 (73)	34 (74)	35 (75)	36	37

UNIDADE MEDIDA: SUPERFÍCIE

c	e	o	F1	F2	C	P	O	F1	F2

UNIDADE MEDIDA: DENTE

c	e	o	F1	F2	C	P	O	F1	F2

Código		Condição
0		Ausência de dente
F1		Superfície com sombreado em esmalte
F2		Superfície com sombreado em dentina
4		Superfície restaurada
5		Superfície hígida
6		Dente extraído (5 superfícies)
7		Dente com extração indicada (5 superfícies)

17	18	15 (55)	14 (54)	13 (53)	12 (52)	11 (51)	21 (81)	22 (82)	23 (83)	24 (84)	25 (85)	26	27
47	48	45 (55)	44 (54)	43 (53)	42 (52)	41 (51)	31 (71)	32 (72)	33 (73)	34 (74)	35 (75)	36	37

UNIDADE MEDIDA: SUPERFÍCIE

c	e	o	C	P	O

UNIDADE MEDIDA: DENTE

c	e	o	C	P	O

Código		Condição
0-5		Saudável
6-10		Lesão superficial em esmalte
11-20		Lesão profunda em esmalte
21-26		Lesão em dentina
>27		Lesão profunda em dentina

Renato Pereira

De: "Antonio Carlos Pereira" <apereira@fop.unicamp.br>

Data: terça-feira, 16 de junho de 2009 10:05

Para: "renato" <rpereira77@hotmail.com>

Assunto: Fw: Caries Research Submission Received

----- Original Message -----

From: <r.p.shellis@bristol.ac.uk>

To: <apereira@fop.unicamp.br>

Sent: Tuesday, June 16, 2009 9:46 AM

Subject: Caries Research Submission Received

>

>

> Dear Prof. Dr. Antonio Carlos Pereira:

>

> Thank you for submitting your manuscript to "Caries Research"; the
> submission number is: 1538. Your submission will now be checked by the
> editorial office, and you will receive a confirmation mail from the
> editorial office soon. This step will also activate your personal user-id
> and password, enabling you to login to the system to check the status of
> your manuscript.

>

> If you have any queries please send an email to:

> r.p.shellis@bristol.ac.uk.

>

> With kind regards,

>

>

> Editorial Office

>

>