

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE**

PAULO ALVINO GALVÃO PIMENTEL

**COMPARAÇÃO ENTRE RADIOGRAFIA INTERPROXIMAL CONVENCIONAL,
DIGITAL E TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO NA
DETECÇÃO DE LESÕES OCLUSAIS DE CÁRIE – ESTUDO *IN VITRO*.**

**Tese apresentada como requisito para a obtenção do
Título de Doutor em Ciências da Saúde pelo
Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde
da Universidade de Brasília.**

Orientador: Prof. Dr. Orlando Ayrton de Toledo

**BRASÍLIA/DF
2013**

PAULO ALVINO GALVÃO PIMENTEL

**COMPARAÇÃO ENTRE RADIOGRAFIA INTERPROXIMAL CONVENCIONAL,
DIGITAL E TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO NA
DETECÇÃO DE LESÕES OCLUSAIS DE CÁRIE – ESTUDO *IN VITRO*.**

**Tese apresentada como requisito para a obtenção do
Título de Doutor em Ciências da Saúde pelo
Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde
da Universidade de Brasília.**

Aprovada em 18 de Outubro de 2013.

BANCA EXAMINADORA

**Prof. Dr. Orlando Ayrton de Toledo
Universidade de Brasília**

**Prof^a. Dra. Erica Negrini Lia
Universidade de Brasília**

**Prof. Dr. Carlos Gramani Guedes
Universidade de Brasília**

**Prof^a. Dra. Ana Cristina Barreto Bezerra
Universidade de Brasília**

**Prof^a. Dra. Tatiana Degani Paes Leme Azevedo
Universidade Católica**

“ A vida é o dom que Deus nos dá e o que nos tornamos é o dom que damos a Deus”

(amigo espiritual)

AGRADECIMENTOS

Agradecemos de forma estimada:

- A Deus, Jesus e aos mentores espirituais pela graça alcançada.
- Ao Professor Ayrton de Toledo pela orientação e pela referência de ser humano que representa.
- Aos meus pais pela graça da vida.
- A minha estimada esposa Ana Paula pelo apoio, carinho e compreensão de tantos anos de convivência.
- Aos meus familiares , amigos e a todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

COMPARAÇÃO ENTRE RADIOGRAFIA INTERPROXIMAL CONVENCIONAL, DIGITAL E TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO NA DETECÇÃO DE LESÕES OCLUSAIS DE CÁRIE – ESTUDO *IN VITRO*.

Objetivo: Comparar a radiografia interproximal (convencional e digital) e a tomografia computadorizada de feixe cônico quanto à detecção de lesões oclusais de cárie.

Métodos: Os exames de imagem foram realizados em 145 terceiros molares e avaliados por dois especialistas em radiologia que classificaram as imagens quanto à presença de lesões de cárie oclusais. Foram aplicados os testes de Kappa, de McNemar e análise ROC associada aos testes de Mann-Whitney e Qui-quadrado.

Resultados: Com o teste Kappa evidenciaram-se graus excelente e moderado de concordância para as avaliações intra e interexaminadores, respectivamente. A partir da aplicação do teste de McNemar, identificou-se diferença estatisticamente significativa ($p=0.0026$) entre a proporção de dentes diagnosticados com lesão de cárie na radiografia convencional e na tomografia. Para a radiografia digital, a diferença encontrada não foi significativa ($p=0.2858$). Todos os exames mostraram sensibilidade menor que a especificidade e, utilizando como parâmetro a tomografia, a radiografia digital apresentou resultados discretamente superiores para avaliação das lesões oclusais.

Conclusão: As três modalidades diagnósticas estudadas são válidas para abordagem de lesões oclusais de cárie. A radiografia digital e a tomografia computadorizada de feixe cônico mostraram-se discretamente superiores para a identificação dessa patologia.

Termos de indexação: Radiografia dentária. Tomografia computadorizada de feixe cônico. Diagnóstico bucal. Cárie dentária.

ABSTRACT

COMPARISON OF INTERPROXIMAL CONVENCIONAL AND DIGITAL RADIOGRAPHY AND CONE BEAM COMPUTED TOMOGRAPHY IN THE ASSESSMENT OF OCCLUSAL CARIES – *IN VITRO* STUDY.

Objective: Compare interproximal radiography (conventional and digital) and cone beam computed tomography in the assessment of occlusal caries.

Methods: The imaging studies were performed in 145 third molars and evaluated by two radiologists who rated the images for the presence of occlusal caries. Kappa, McNemar and ROC analysis associated with Mann-Whitney and Chi-square were the statistical tests applied.

Results: Kappa test revealed excellent and moderate degree of agreement for intra and inter-evaluations, respectively. From the application of the McNemar test a statistically significant difference ($p= 0.0026$) between the proportion of teeth diagnosed with caries in conventional radiography and tomography was identified. For digital radiography the difference found was not significant ($p= 0.2858$). All examinations showed lower sensitivity than specificity. Selecting as parameter the tomographic image, digital radiography showed slightly higher results for the assessment of occlusal lesions.

Conclusion: All the diagnostic modalities studied approach is valid for occlusal caries. Digital radiography and cone beam computed tomography proved to be slightly higher to the recognition of this pathology.

Indexing terms: Dental Radiography. Cone beam computed tomography. Oral diagnosis. Dental caries.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	OBJETIVOS	13
	2.1 – OBJETIVO GERAL.....	13
	2.2 – OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	Erro! Indicador não definido.
3	REVISÃO DE LITERATURA	14
	3.1 – LESÕES OCLUSAIS DE CÁRIE.....	15
	3.2 – MÉTODOS DE DIAGNÓSTICO POR IMAGEM.....	16
	3.2.1 – Radiografia interproximal convencional.....	16
	3.2.2 – Radiografia interproximal digital.....	17
	3.2.3 – Tomografia computadorizada por feixe cônico.....	17
4	MÉTODOS	22
	4.1 – SELEÇÃO DA AMOSTRA.....	22
	4.2 – OBTENÇÃO DOS EXAMES DE IMAGEM.....	23
	4.3 – AVALIAÇÃO DOS EXAMES DE IMAGEM.....	24
	4.4 – ANÁLISE DOS DADOS E TESTES ESTATÍSTICOS.....	24
5	RESULTADOS	26
	5.1 – CONCORDÂNCIA INTRA E INTEREXAMINADORES.....	26
	5.2 – COMPARAÇÃO ENTRE EXAMES DE IMAGEM.....	27
6	DISCUSSÃO	31
7	CONCLUSÃO	34
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Confiabilidade intraexaminador (1º examinador).....	26
Tabela 2. Confiabilidade intraexaminador (2º examinador).....	26
Tabela 3. Confiabilidade interexaminador (1ª avaliação).....	26
Tabela 4. Confiabilidade interexaminador (2ª avaliação).....	27
Tabela 5. Proporções de dentes diagnosticados com e sem cárie nas três modalidades diagnósticas.....	27
Tabela 6. Sensibilidade e especificidade da radiografia interproximal convencional e digital em comparação à tomografia computadorizada de feixe cônico.....	28
Tabela 7. Acurácia das radiografias interproximais convencional e digital pela análise da curva ROC (<i>Receiver Operating Characteristics</i>).....	29

LISTA DE FIGURAS

Gráfico 1 – Análise da Curva ROC aplicada aos exames (radiografia convencional e digital).....	29
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

FOV: campo de visão (do inglês, *Field Of View*)

Kvp: *quilovoltagem*

mA: *miliamperagem*

ROC: *Receiver Operating Characteristics*

TCFC: Tomografia Computadorizada por Feixe Cônico

Voxel: *volumetric pixel* ou *Volumetric Picture Element*

1 INTRODUÇÃO

A doença cárie ainda representa um dos maiores problemas de saúde bucal no Brasil. Por essa razão, a busca por métodos que auxiliem a obtenção de um diagnóstico correto e precoce das lesões cariosas é fundamental, tanto no intuito de tratar adequadamente lesões estabelecidas quanto no de identificar áreas de maior susceptibilidade à doença, para ações de natureza preventiva.¹

O diagnóstico das superfícies com sistema de fóssulas e fissuras oclusais, realizado rotineiramente nos consultórios, tem se mostrado restrito a determinados critérios que nem sempre são eficazes na determinação da real condição anatômica dentária. O método do exame visual tem utilizado como padrão de avaliação a complexidade da anatomia superficial e profundidade das fóssulas e fissuras para se determinar a probabilidade de formação da doença cárie.¹

Métodos de diagnóstico auxiliares para detecção de cárie oclusal, tais como a medida da condutância elétrica, a transiluminação, a fluorescência a laser, radiografia convencional e a radiografia digital estão entre os mais estudados.² Estudos *in vivo* e *in vitro* buscam validar a utilização desses recursos, com vistas a incrementar a precisão dos exames tradicionais e monitorar a progressão da doença.^{3, 4, 5, 6}

As imagens radiográficas convencionais, em especial a técnica interproximal, são recursos amplamente utilizados como coadjuvantes do exame clínico na detecção de lesões cariosas, tanto interproximais quanto oclusais. Entretanto, os métodos tradicionais têm mostrado baixa sensibilidade e alta especificidade.^{7, 8, 9}

No atual desenvolvimento da ciência, encontram-se aparatos mais avançados, como os sistemas radiográficos digitais e a tomografia computadorizada por feixe cônico, cujas imagens podem auxiliar significativamente no diagnóstico de diversas afecções bucais.⁹

Os sistemas radiográficos digitais possibilitam a obtenção de imagens radiográficas utilizando uma dosagem de radiação até noventa por cento inferior quando comparados aos sistemas convencionais. Ademais, podem facilitar a percepção das lesões de cárie ao permitirem a ampliação e equalização de características como o brilho e contraste da imagem.¹⁰

A tomografia computadorizada por feixe cônico, por sua vez, permite uma completa visualização da anatomia interna de cada dente. Este recurso possibilita a localização e quantificação das fissuras dentárias, do ângulo de abertura entre as vertentes e do percentual de profundidade da fissura em relação à quantidade total de esmalte. Estas informações podem ser bastante úteis na determinação da extensão e do nível de comprometimento de estruturas dentárias pela lesão oclusal de cárie.¹¹

No que concerne à avaliação de lesões interproximais de cárie, diversos autores têm buscado comparar os exames radiográficos interproximais convencional, digital e a tomografia computadorizada a fim de evidenciar suas características de sensibilidade, especificidade e acurácia.¹²⁻¹⁶

Quanto à avaliação de lesões oclusais de cárie, os trabalhos até então publicados sugerem que tanto a radiografia digital quanto a tomografia demonstram ser métodos de diagnóstico promissores. Além disso, têm verificado discreta superioridade da tomografia no diagnóstico de lesões oclusais.¹⁶⁻²⁰

Considerando-se a necessidade de novos estudos que comparem os métodos de diagnóstico por imagem quanto aos seus indicadores de sensibilidade, especificidade e acurácia, realizou-se o presente trabalho, cujo precípua escopo é a comparação entre os exames radiográficos interproximais (convencional e digital) e a tomografia computadorizada para a detecção de lesões de cárie.

2 OBJETIVOS

2.1 – OBJETIVO GERAL E ESPECÍFICO

Comparar a acurácia (sensibilidade e especificidade) dos exames de imagem radiografias interproximais convencionais e radiografias interproximais digitais em relação à tomografia computadorizada do feixe cônico para a detecção de lesões de cárie oclusal.

3 DIAGNÓSTICO DE LESÕES DE CÁRIE

A cárie é uma doença infectocontagiosa, multifatorial, decorrente da ação de ácidos orgânicos, em especial o ácido láctico, sobre as estruturas dentárias mineralizadas. A suscetibilidade do hospedeiro, fator relevante no surgimento da doença, envolve questões como o consumo frequente de uma dieta rica em carboidratos, principalmente a sacarose; a colonização da cavidade bucal por uma microbiota predominantemente patogênica; e a fisiologia do organismo, sobretudo da saliva, com sua capacidade tampão.²¹

Quando os fatores etiológicos e o processo de instalação da doença cárie não eram conhecidos, o diagnóstico se restringia à existência ou não de dor e o tratamento consistia na exodontia. O diagnóstico resumia-se, portanto, à detecção de cavidades de cárie que, hoje, sabemos serem sinais visíveis de uma doença previamente instalada.

Atualmente, o maior conhecimento e habilidade do profissional, associados à evolução científica direcionada para a descoberta das causas e do desenvolvimento da cárie, culminaram em mudanças nos conceitos tradicionais de diagnóstico da cárie dental, principalmente em relação à conscientização da importância do diagnóstico das lesões iniciais. Além disso, a maior preocupação com os fatores etiológicos e com o diagnóstico precoce da cárie denota a prioridade preventiva e conservadora que o profissional tem atualmente em relação aos tratamentos puramente curativos dos sinais e sintomas da doença que predominaram por décadas.²²

Desse modo, o diagnóstico das lesões cariosas tornou-se procedimento fundamental para o plano de tratamento, que deve ser voltado para o restabelecimento, manutenção e promoção da saúde. Assim, com o conhecimento da natureza multifatorial da cárie e do complexo processo de instalação da doença, vários métodos de diagnóstico têm sido propostos: exame clínico, radiográfico, afastamento mecânico dos dentes, transiluminação por fibra óptica, detector elétrico de cáries, corantes, digitalização de radiografias, entre outros.²³

Embora seja difícil acompanhar a evolução dos métodos de diagnóstico, o profissional deve conhecer as opções de técnicas e, principalmente, a aplicabilidade

e eficiência desses métodos no diagnóstico precoce e na elaboração do plano de tratamento mais adequado.

3.1 – LESÕES OCLUSAIS DE CÁRIE

No que concerne às lesões oclusais, o diagnóstico clínico da profundidade das fissuras, assim como a presença de cárie é um desafio para os dentistas, que geralmente subestimam ou superestimam a severidade da lesão presente.^{4, 24}

Diversos estudos têm sido conduzidos na tentativa de fornecer subsídios para uma padronização do diagnóstico e da decisão de tratamento.^{3, 7, 8, 25, 26, 27} Os resultados demonstram que o início da lesão ocorre nas paredes da fissura, o que não pode ser identificado facilmente pelo exame clínico.^{28, 29, 30}

Alguns autores verificaram a habilidade de três clínicos experientes em detectar lesões de cárie oclusal, avaliar sua profundidade, diagnosticar sua atividade e definir um controle para cada lesão. Foram utilizados 35 terceiros molares programados para extração, tornando viável validar o registro clínico pela posterior avaliação histológica. Os resultados mostraram forte relação entre o exame visual, radiográfico e por condução elétrica para avaliar a profundidade e atividade das lesões. Os autores concluíram que os clínicos são capazes de detectar a lesão de cárie e prever sua atividade e severidade.³¹

Radiograficamente, as lesões oclusais aparecem com uma área radiolúcida difusa na dentina, localizada centralmente abaixo da fissura.³² As radiografias interproximais foram desenvolvidas em 1925, com a finalidade de estudar particularmente a coroa dental, crista alveolar e faces proximais. Desde então, o valor desse tipo de radiografia para o diagnóstico precoce da doença cárie e para o controle do tratamento restaurador tem sido amplamente difundido. E, ainda com relação ao diagnóstico das superfícies proximais, podem-se realizar os exames radiográfico e clínico, associando-os ao afastamento mecânico temporário dos dentes.

A radiografia interproximal tem sido utilizada como recurso auxiliar ao exame visual no diagnóstico de cárie oclusal. Entretanto, os métodos tradicionais têm mostrado baixa sensibilidade e alta especificidade^{4, 7, 8, 30}, podendo levar a um falso diagnóstico dessa superfície, especialmente na presença de lesão.

Pesquisas procuraram determinar o efeito de múltiplos exames na sensibilidade e especificidade no diagnóstico e restauração de cáries proximais. Em dois estudos, dentistas examinaram em radiografias *bitewings* a presença de cáries proximais e a necessidade de restaurações. Os autores concluíram que múltiplos exames aumentam o número de superfícies cariadas corretamente diagnosticadas e o número de superfícies apropriadamente restauradas. Entretanto, múltiplos exames também aumentaram o número de superfícies sadias diagnosticadas como cárie e o número de superfícies intactas recebendo restaurações.³³

3.2 – MÉTODOS DE DIAGNÓSTICO POR IMAGEM

3.2.1 – Radiografia interproximal convencional

O diagnóstico radiográfico é o método mais acurado para lesões na dentina com a superfície oclusal aparentemente intacta. No entanto, mostra certa limitação para o diagnóstico da lesão de cárie confinada ao esmalte e ineficiência para estimar a sua extensão.^{8, 27, 32}

Além disso, as imagens são bidimensionais, o que compromete a avaliação das estruturas mineralizadas, que aparecem sobrepostas.^{3, 5, 34, 35} Alguns autores mencionam que o diagnóstico por radiografias interproximais convencionais apresenta sensibilidade de 0.58 e especificidade de 0.66.³⁶

A acurácia da inspeção visual, da radiografia convencional e de métodos de radiografia digital para detecção de cáries oclusais em terceiros molares foi avaliada em uma população de adolescentes. Setenta e oito terceiros molares considerados clinicamente sem cavidade oclusal foram radiografados (periapical) e, em seguida, extraídos. As radiografias foram digitalizadas e as imagens foram ressaltadas com contraste e procedimentos de filtragem. O método da radiografia digitalizada com contraste mostrou o melhor resultado (superior a 70%), seguido da inspeção visual (53%) e, por último, da radiografia convencional (48%). A combinação da inspeção visual com a radiografia convencional provocou um aumento de 11% na capacidade diagnóstica, porém com aumento concomitante dos resultados falsos positivos (7%). A combinação do método visual com a radiografia digitalizada provocou um aumento

de 33% na percepção das lesões, acompanhado de 11% de resultados falsos positivos.²⁶

3.2.2 – Radiografia interproximal digital

A radiografia digital pode facilitar a percepção das características radiográficas da lesão oclusal de cárie, pois a imagem pode ser ampliada, variando o brilho, contraste e cor, além de apresentar ferramenta que simula uma terceira dimensão.^{25,37}

Este método possibilita a obtenção de imagens radiográficas usando até 90% menos radiação do que a dosagem utilizada no sistema convencional, além de não apresentar o inconveniente do tempo de revelação das películas convencionais e da necessidade de repetidas tomadas.³⁸

Entretanto, alguns autores relatam que esse recurso não aumenta a precisão do diagnóstico de cárie oclusal quando comparado ao exame radiográfico convencional, cujos valores foram 64,3% e 73,7% de especificidade.⁸

Uma revisão sistemática do desempenho dos métodos existentes para identificação de lesões de cárie foi efetuada e os resultados se mostraram discrepantes. Quanto aos métodos tradicionais, a sensibilidade do exame visual variou de 0,10 a 0,60, enquanto do exame radiográfico de 0,19 a 0,44. A especificidade variou de 0,73 a 0,98 e 0,70 a 0,80, respectivamente.⁹

3.2.3 – Tomografia computadorizada por feixe cônico

A tomografia computadorizada de feixe cônico foi inserida no contexto do diagnóstico das afecções bucais como uma aliada às radiografias convencionais na busca de superar algumas limitações impostas pelas imagens bidimensionais e proporcionar ao profissional maior segurança em suas ações terapêuticas.

Segundo alguns autores, como método de diagnóstico do sistema de fóssulas e fissuras de terceiros molares, aparentemente hígidos, a imagem tomográfica permite uma completa visualização da anatomia interna das fissuras de cada dente, possibilitando a localização e quantificação do tamanho real da fissura mais

profunda. Além disso, permite avaliar o ângulo de abertura entre as vertentes, o percentual de profundidade da fissura em relação à quantidade total de esmalte e a distância existente entre a porção mais apical da fissura e a junção amelo-dentinária.³⁹

O potencial diagnóstico da tomografia computadorizada para o diagnóstico de lesões de cárie foi comparado ao de radiografias digitais por alguns autores. Seus resultados mostraram que as reformatações verticais das imagens tomográficas mostraram-se significativamente superiores às imagens radiográficas digitais em 2D para identificação das lesões de cárie. As reformatações axiais, entretanto, não aumentaram a sensibilidade da detecção das lesões. Os autores concluíram que a tomografia computadorizada é uma ferramenta promissora para o incremento da avaliação dos tecidos dentários quanto à presença de lesões cariosas.¹²

Outros pesquisadores compararam a imagem tomográfica por feixe cônico, um sistema radiográfico digital com placas de fósforo e um sistema radiográfico convencional no diagnóstico de lesões proximais de cárie e identificaram que a diferença média entre os achados na tomografia e os cortes histológicos, que serviram como padrão ouro, foram menores que nos outros sistemas radiográficos. Isso revela que a imagem tomográfica apresenta maior fidedignidade na representação da real condição dos tecidos avaliados. Por essa razão, os autores afirmaram que a tomografia computadorizada volumétrica poderá ser um instrumento de grande valia para o diagnóstico e, sobretudo, para o acompanhamento das lesões cariosas.¹³

Outros estudos compararam as imagens tomográficas e as radiografias interproximais digitais para avaliação de lesões de cárie proximal. Alguns resultados demonstraram desempenho semelhante para ambas as imagens na detecção deste tipo de lesão.¹⁴

Na literatura, há relato de comparação entre imagens radiográficas convencionais e as produzidas por tomógrafos computadorizados volumétricos, objetivando verificar se haveria alguma melhora na capacidade de detecção de lesões incipientes de cárie nas superfícies proximais. Os resultados mostraram não haver diferença estatisticamente significativa para o diagnóstico deste tipo de lesão, sendo ambas as imagens apropriadas para o diagnóstico.¹⁵

É relevante ressaltar que a maioria dos estudos realizados com vistas a comparar imagens tomográficas volumétricas a imagens radiográficas, sejam

convencionais ou digitais, buscaram avaliar o diagnóstico de lesões de cárie proximal. Escassos estudos realizaram análise do potencial da tomografia computadorizada volumétrica para o diagnóstico de lesões oclusais de cárie, o que demonstra a necessidade de estudos mais aprofundados nesta seara.

Avaliar o potencial diagnóstico da tomografia computadorizada volumétrica no diagnóstico de lesões proximais e oclusais de cárie foi a proposta de alguns autores que compararam a imagem tomográfica à radiografia interproximal convencional e verificaram que, embora para lesões proximais o acréscimo no potencial diagnóstico não seja significativo, para estudo de lesões em profundidade, como é o caso das oclusais, a tomografia mostrou ser um exame mais acurado.¹⁷

Em proposta similar, visando avaliar a acurácia diagnóstica da tomografia computadorizada volumétrica para o diagnóstico de lesões de cárie, pesquisadores compararam essas imagens a sistemas radiográficos digitais intrabucais. Os autores analisaram o potencial diagnóstico deste dispositivo tanto para lesões de cárie proximais quanto para lesões oclusais. Verificaram que, para lesões de cárie proximais, o padrão de qualidade de imagem da tomografia volumétrica e do sistema radiográfico digital era similar. Já para avaliação de lesões oclusais, um dos tomógrafos testados apresentou maior sensibilidade de detecção das lesões que as imagens radiográficas digitais. Esses autores evidenciaram, ainda, diferenças entre as imagens de aparelhos de tomografia distintos, o que nos revela a necessidade de mapear e comparar o potencial diagnóstico de cada dispositivo.¹⁸

Seguindo essa linha de pesquisa, objetivando comparar diferentes sistemas de tomografia computadorizada volumétrica, pesquisadores avaliaram a acurácia do diagnóstico de lesões proximais em cinco tipos de aparelhos, buscando identificar se o tipo de sistema de captação do tomógrafo (detector) poderia influenciar a qualidade da imagem e, por conseguinte, o diagnóstico das lesões. O estudo foi conduzido utilizando-se 39 (trinta e nove) dentes extraídos não cavitados, que foram tomografados pelos seguintes aparelhos: (1) NewTom 9000; (2) Accuitomo 3DX; (3) Kodak 9000 3D; (4) ProMax 3D; e (5) DCT PRO. As faces proximais dos dentes foram avaliadas por sete observadores quanto à presença de cárie com confirmação posterior pela microscopia.⁴⁰

Esse estudo detectou 47,4% de superfícies sadias; 39,8% de lesões em esmalte e 12,8% de lesões dentinárias. A análise demonstrou não haver diferença estatisticamente significativa entre os diferentes tipos de tomógrafos utilizados, nem

com relação ao tipo de detector tampouco com relação ao campo de visão utilizado (FOV).⁴⁰

A comparação entre radiografia convencional, radiografia digital com placas de fósforo e tomografia computadorizada foi realizada em estudo *in vitro* para determinação de lesões cáries proximais e oclusais. Verificaram que a tomografia computadorizada volumétrica foi estatisticamente superior aos outros dois métodos no diagnóstico de lesões oclusais de cárie, enquanto que para as lesões proximais não houve diferença estatisticamente significativa. Os autores, nesse estudo, validam a utilização da tomografia computadorizada para o diagnóstico de cárie.¹⁹

A literatura traz um relato de caso de extensa lesão de cárie oclusal em dente impactado, onde os autores mencionam os inúmeros benefícios trazidos pela tomografia computadorizada por feixe cônico, em especial a possibilidade de identificar corretamente as relações anatômicas entre as estruturas e diagnosticar patologias anteriormente ocultas. No caso clínico relatado, a tomografia volumétrica foi utilizada para identificar a rota de disseminação da infecção cáries da cavidade bucal para o dente impactado. Essa informação não pôde ser adequadamente obtida por meio do exame clínico e radiográfico convencional, o que ressalta a possibilidade de a tomografia prover informações válidas para o diagnóstico.⁴¹

Estudo comparativo entre imagens tomográficas obtidas com diferentes resoluções (tamanhos de voxel) foi desenvolvido a fim de identificar se o protocolo de aquisição das imagens poderia influenciar positiva ou negativamente na acurácia diagnóstica de lesões oclusais de cárie. Os autores não encontraram diferenças estatisticamente significantes entre as imagens obtidas com diferentes tamanhos de voxel (0.1mm, 0.2mm e 0.3mm); entretanto, evidenciaram a superioridade das imagens tomográficas quando comparadas a um sistema digital intrabucal na detecção de lesões oclusais de cárie, especialmente as que acometeram as superfícies mais internas do esmalte e a dentina.²⁰

Pesquisando a acurácia da tomografia computadorizada volumétrica para o diagnóstico de lesões de cárie proximais incipientes, autores avaliaram dois sistemas tomográficos volumétricos, radiografias com placas de fósforo e radiografias convencionais. As imagens foram avaliadas por sete observadores e comparadas ao padrão ouro (exame histológico). Foram encontrados valores similares entre os modelos técnicos testados, não havendo diferença estatisticamente significativa na detecção de lesões de cárie proximais incipientes.¹⁶

Embora haja diferenças entre o posicionamento de alguns autores sobre aplicação da tomografia computadorizada volumétrica no diagnóstico de lesões de cárie, pode-se notar que há uma convergência no sentido de validá-la como método auxiliar de diagnóstico.

Além disso, a literatura tem demonstrado que, não obstante o desempenho da tomografia computadorizada volumétrica seja semelhante aos sistemas radiográficos convencionais e digitais para detecção de lesões de cárie proximal, no âmbito da detecção de lesões oclusais este dispositivo tem se mostrado superior e bastante promissor.

Dessa forma, o emprego da tomografia computadorizada volumétrica para análise das superfícies dentárias oclusais pode se revelar como uma nova perspectiva na acuidade do diagnóstico, prognóstico e tratamento dessas estruturas.

4 MÉTODOS

O estudo imaginológico baseou-se na avaliação de terceiros molares extraídos, nos quais se buscou identificar a presença de lesões de cárie oclusal utilizando-se radiografias interproximais convencionais, digitais e tomografia computadorizada por feixe cônico.

Este estudo foi submetido à aprovação pelo Comitê de Ética da Faculdade de Medicina da Universidade de Brasília, sob o protocolo nº 71/2010, estando de acordo com os princípios éticos contidos na Declaração de Helsinki (2000) e com a Resolução nº 196/1996, do Conselho Nacional de Saúde (Ministério da Saúde).

Foi avaliada a qualidade dos testes diagnósticos, com o objetivo de determinar se radiografias obtidas pelos métodos convencional e digital são bons preditores para se diagnosticar lesões de cárie oclusais, quando comparadas com os exames realizados por tomografia computadorizada de feixe cônico.

4.1 – SELEÇÃO DA AMOSTRA

Para o cálculo amostral, realizou-se estudo piloto com 20 (vinte) terceiros molares, nos quais foi identificada uma prevalência estimada de dentes com lesão de cárie oclusal no exame de tomografia computadorizada por feixe cônico. Estes mesmos dentes foram obtidos em uma ambulatório de cirurgia buco-maxilo-facial (GAAC).

Primeiramente, foi determinado o número de casos positivos ou negativos de lesões de cárie detectadas por meio da tomografia computadorizada por feixe cônico, utilizando-se o seguinte cálculo:

$$n = \frac{Z^2 P(1 - P)}{\Delta^2}$$

Onde:

Z é o valor na distribuição gaussiana para uma confiança (1- α)
P é a sensibilidade estimada ou especificidade estimada
 Δ é a precisão desejada

A partir do estudo piloto, estimou-se a sensibilidade em 88,89%, a especificidade em 72,73% e a prevalência de presença de lesões de cárie em 45%.

Considerando-se, ainda, um grau de confiança de 95% e uma precisão de 10%, foi possível calcular o tamanho total da amostra, pela aplicação das seguintes fórmulas:

a) Utilizando-se a sensibilidade na fórmula anterior, o tamanho total da amostra é dado por:

$$N = \frac{\text{Casos Positivos de Cárie}}{\text{Prevalência da Doença}}$$

b) Utilizando-se a especificidade na fórmula anterior, o tamanho total da amostra é dado por:

$$N = \frac{\text{Casos Negativos de Cárie}}{1 - \text{Prevalência da Doença}}$$

A partir dos cálculos efetuados com os parâmetros acima descritos, obteve-se número amostral de 145 (cento e quarenta e cinco) dentes.

4.2 – OBTENÇÃO DOS EXAMES DE IMAGEM

Os dentes foram montados aleatoriamente em troquéis de gesso unitários, receberam codificação e foram submetidos às radiografias interproximais convencional e digital e à tomografia computadorizada por feixe cônico.

Tanto as radiografias interproximais convencionais como as digitais foram obtidas pela técnica do paralelismo (com posicionador radiográfico), utilizando-se o aparelho Max F-1[®] (Morita Co., Kyoto, Japão), operando a 60 kVp, 10mA, 1cm de distância entre o dente e o sistema de recepção e 30cm entre o cilindro localizador e o dente.

Para as radiografias convencionais, foram utilizados filmes Ekta Speed Plus[®] (Kodak, New York, USA), processados automaticamente em Pantomat P-10[®] (Hope Industries Inc., Willow Grove, USA).

As imagens digitais, por sua vez, foram capturadas por sensores de placas de fósforo e processadas digitalmente em equipamento Express[®] (Instrumentarium Dental Inc., Tuusula, Finland).

Os mesmos espécimes foram submetidos a tomografias computadorizadas de feixe cônico no aparelho iCat[®] (Image Sciences, USA) com a seguinte

padronização: *FOV* de 6cm, voxel de 0,2mm, tempo de exposição 40s. Os dados foram reconstruídos pelo *software* do fabricante do sistema tomográfico e foram realizadas secções no volume adquirido no sentido méso-distal a partir do sulco central com espaçamento de 1mm.

4.3 – AVALIAÇÃO DOS EXAMES DE IMAGEM

Cada exame foi avaliado duas vezes, por dois especialistas em radiologia experientes e pré-calibrados, com intervalo de uma semana entre cada análise.

A calibração dos examinadores foi realizada por meio da identificação de padrões em exames de tomografia computadorizada, contemplando as diferentes profundidades de lesão de cárie a serem avaliadas, conforme escores discriminados adiante. O uso da tomografia para este fim deveu-se à escolha deste exame como futuro parâmetro de comparação para as demais imagens estudadas.

As imagens convencionais foram avaliadas por ambos os profissionais em um mesmo negatoscópio, com lupa de aumento de duas vezes, e as radiografias digitais e tomografias, no mesmo monitor de alta resolução de 19 polegadas (Super VGA[®]). As especificações de brilho e contraste do monitor puderam ser manipuladas conforme requerido pelo avaliador.

Para garantir o cegamento das avaliações, os profissionais examinaram as imagens em dias distintos, em sequência aleatória e sem identificação do código do dente avaliado.

Os seguintes escores foram utilizados para classificação das imagens avaliadas: 0 – ausência de lesão de cárie; 1 – lesão de cárie na ½ externa do esmalte; 2 - lesão de cárie na ½ interna do esmalte; 3 - lesão de cárie no 1/3 externo da dentina; 4 - lesão de cárie no 1/3 médio da dentina; 5 - lesão de cárie no 1/3 interno da dentina.³

4.4 – ANÁLISE DOS DADOS E TESTES ESTATÍSTICOS

Para o processamento dos dados e obtenção dos níveis de sensibilidade, especificidade e acurácia global de cada exame, os escores foram dicotomizados em dentes sem cárie (escore 0) e dentes com cárie (escores de 1 a 5).

Ademais, neste estudo, a tomografia computadorizada foi utilizada como padrão ouro, visto que nos testes diagnósticos que objetivam apurar níveis de sensibilidade, especificidade e acurácia há estatisticamente a necessidade de se estabelecer uma referência comparativa entre os métodos testados. Dessa forma, a tomografia foi escolhida por se tratar do exame que apresentou os maiores indicadores quanto aos quesitos acima relatados para diagnósticos de lesão de cárie oclusal.¹⁶⁻²⁰

As análises estatísticas foram obtidas por meio do programa SAS – *Statistical Analysis System*[®] (SAS Institute Inc., USA), versão 9.2.

Foram realizados testes estatísticos de Kappa para avaliação do nível de concordância intra e interexaminadores e de McNemar para comparação entre as proporções de dentes avaliados como cariados e não cariados nos diferentes exames.

A comparação das acurácias dos dois métodos diagnósticos foi realizada comparando-se as áreas sob a curva ROC (*Receiver Operating Characteristics*), com a aplicação do teste qui-quadrado para identificação da existência de diferença estatisticamente significativa entre as distintas modalidades de exames.⁴²

5 RESULTADOS

5.1 – CONCORDÂNCIA INTRA E INTEREXAMINADORES

Para avaliação do nível de concordância intra e interexaminador nos três tipos de exames testados, foi utilizado o coeficiente Kappa simples, considerando-se os seguintes escores: 0 a 0,4 – concordância fraca; 0,41 a 0,75 – concordância moderada; 0,75 a 1 – concordância excelente.⁴²

Tabela 1. Confiabilidade intraexaminador (1º examinador).

1º Examinador	Kappa	IC 95%
RX Convencional	0,73	(0,58 – 0,88)
RX Digital	0,79	(0,68 – 0,90)
Tomografia Computadorizada	0,79	(0,68 – 0,89)

Pelos dados acima expostos, evidenciou-se que, para o primeiro examinador, foram obtidos níveis de concordância moderado para o exame radiográfico convencional e excelente para o exame radiográfico digital e para a tomografia computadorizada de feixe cônico.

Tabela 2. Confiabilidade intraexaminador (2º examinador).

2º Examinador	Kappa	IC 95%
RX Convencional	0,78	(0,66 – 0,89)
RX Digital	0,73	(0,62 – 0,84)
Tomografia Computadorizada	0,72	(0,61 – 0,83)

Para o segundo examinador foram obtidos níveis de concordância excelente para o exame radiográfico convencional e moderado para o exame radiográfico digital e para a tomografia computadorizada de feixe cônico.

Tabela 3. Confiabilidade interexaminador (1ª avaliação).

1ª Avaliação	Kappa	IC 95%
RX Convencional	0,48	(0,32 – 0,65)
RX Digital	0,42	(0,27 – 0,57)
Tomografia Computadorizada	0,42	(0,29 – 0,55)

Neste teste, evidenciou-se nível de concordância moderado entre os examinadores quando da primeira avaliação dos exames de imagem.

Tabela 4. Confiabilidade interexaminador (2ª avaliação).

2ª Avaliação	Kappa	IC 95%
RX Convencional	0,51	(0,35 – 0,66)
RX Digital	0,41	(0,26 – 0,55)
Tomografia Computadorizada	0,65	(0,53 – 0,76)

Para a aplicação do segundo teste de concordância interexaminadores novamente se obteve nível de concordância moderado entre os examinadores. Os coeficientes Kappa para esse segundo teste foram discretamente superiores quando comparados ao primeiro teste interexaminadores.

Pelos dados acima expostos, evidenciou-se nível de concordância intraexaminadores de moderado a excelente e nível de concordância interexaminadores moderado de acordo com a metodologia dos testes estatísticos de Kappa.

5.2 – COMPARAÇÃO ENTRE EXAMES DE IMAGEM

A primeira comparação efetuada entre as três modalidades de exames diagnósticos visou identificar a proporção de espécimes com e sem lesões de cárie. Foram obtidos os seguintes resultados:

Tabela 5. Proporções de dentes diagnosticados com e sem cárie nas três modalidades diagnósticas.

Teste McNemar	Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico			
	Negativo	Positivo	Total (%)	p-valor
Radiografia Interproximal Convencional				0,0026
Negativo	86	32	118 (81,38)	
Positivo	12	15	27 (18,62)	
Total (%)	98 (67,59)	47 (32,41)	145 (100,00)	
Radiografia Interproximal Digital				0,2858
Negativo	80	25	105 (72,41)	

Positivo	18	22	40 (27,59)
Total (%)	98 (67,59)	47 (32,41)	145 (100,00)

Utilizando-se como parâmetro de comparação os resultados obtidos pela tomografia computadorizada de feixe cônico (n=145 - 47 positivos; 98 negativos), o teste McNemar evidenciou diferença estatisticamente significativa ($p=0,0026$) entre a proporção de espécimes diagnosticados com lesão de cárie neste exame e na radiografia convencional.

Comparando-se, por sua vez, os resultados de dentes cariados e não cariados obtidos na avaliação da tomografia computadorizada por feixe cônico com relação à radiografia digital, verificou-se não haver diferença estatisticamente significativa ($p=0,2858$). Os resultados evidenciados na tabela 5 indicam, portanto, maior uniformidade entre os achados na radiografia digital e na tomografia.

Em uma segunda avaliação, buscou-se identificar os indicadores de sensibilidade e especificidade dos exames radiográficos convencional e digital quando comparados à tomografia computadorizada por feixe cônico. Foram obtidos os seguintes dados:

Tabela 6. Sensibilidade e especificidade da radiografia interproximal convencional e digital em comparação à tomografia computadorizada de feixe cônico.

	Indicadores de Qualidade X Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico			
	Sensibilidade		Especificidade	
	%	IC 95 %	%	IC 95 %
Radiografia Interproximal Convencional	31,91	18,59 – 45,24	87,76	81,27 – 94,25
Radiografia Interproximal Digital	46,81	32,54 – 61,07	81,63	73,97 – 89,30

IC= intervalo de confiança 95%

A sensibilidade de um exame traduz-se na capacidade de este identificar adequadamente um resultado positivo, ou seja, quanto maior a sensibilidade maior a capacidade de o exame apontar adequadamente os espécimes afetados pela patologia estudada (positivo verdadeiro). A especificidade, por sua vez, revela a

capacidade de o exame identificar adequadamente os espécimes livre da doença (negativo verdadeiro).

Verificou-se que os exames apresentaram indicadores de sensibilidade menores que os de especificidade. O exame radiográfico digital apresentou sensibilidade superior ao exame convencional.

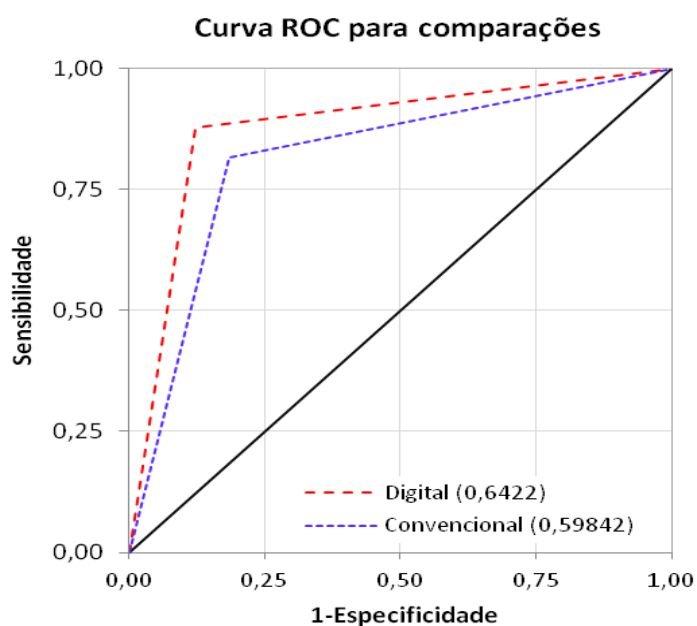
Em uma terceira análise, outro indicador qualitativo, a acurácia global, foi mensurada pela análise da curva ROC, com cálculo da área abaixo da curva pelo método Mann-Whitney. Verificou-se a acurácia dos exames convencional e digital em comparação com a tomografia, novamente utilizada como parâmetro.

Tabela 7. Acurácia das radiografias interproximais convencional e digital pela análise da curva ROC (*Receiver Operating Characteristics*).

ROC	Mann-Whitney			X ²	p-valor
	Área	DP	IC		
Radiografia Interproximal Convencional	0,5983	0,0382	0,5235 - 0,6732		
Radiografia Interproximal Digital	0,6422	0,0417	0,5605 – 0,7240		
Convencional X Digital	0,0439	0,0375	0,0296 – 0,1173	1,369	0,2420

X²= Teste Qui-quadrado
 DP= desvio padrão
 IC= intervalo de confiança 95%

Gráfico 1. Análise da Curva ROC aplicada aos exames radiografia convencional e digital.



Conforme se evidencia na tabela 7 e no gráfico 1, embora a radiografia digital tenha demonstrado nível superior de acurácia (maior área sob a curva ROC) com relação ao exame convencional, a aplicação do teste Qui-quadrado demonstrou que a diferença encontrada não foi estatisticamente significativa ($p=0,2420$).

6 DISCUSSÃO

A utilização dos exames de tomografia computadorizada de feixe cônico para o diagnóstico das estruturas do complexo bucomaxilofacial tem aumentado consideravelmente, em especial devido à possibilidade de visualização mais completa e minuciosa dessas estruturas.

A solicitação de exames dessa natureza, entretanto, deve pautar-se em protocolos bem definidos para aqueles casos em que os exames convencionais não forem suficientes para a obtenção do diagnóstico.^{17,43}

O presente trabalho objetivou avaliar a capacidade de três exames imaginológicos quanto à detecção de lesões oclusais de cárie em dentes extraídos, estabelecendo-se comparação entre os exames quanto aos indicadores qualitativos de sensibilidade, especificidade e acurácia.

Do ponto de vista estatístico, para que se pudesse realizar uma comparação efetiva, a tomografia computadorizada foi eleita como exame de comparação (padrão ouro).

Essa seleção foi realizada devido aos altos índices de sensibilidade, especificidade e acurácia obtidos no estudo piloto e, também, com respaldo em estudos como o de Kamboruglu *et al.*²⁰ Estes autores afirmam que as mensurações de lesões oclusais utilizando a tomografia computadorizada apresentam alto nível de correlação com as realizadas em exames histopatológicos, o que confere à tomografia fidedignidade suficiente para ser adotada como padrão ouro para comparação entre outros exames.

Pelas análises realizadas, verificou-se que a radiografia interproximal convencional, habitualmente utilizada pelos cirurgiões dentistas para o diagnóstico de lesões interproximais e oclusais de cárie apresentou um desempenho geral inferior quando comparado à radiografia interproximal digital e à tomografia computadorizada por feixe cônico.

Analisando-se a tabela 5, verifica-se que os dados quanto à presença ou ausência de lesões de cárie em radiografia convencional mostraram-se discrepantes com relação aos da tomografia, sendo esta discrepância significativa do ponto de vista estatístico ($p < 0,05$).

Esta informação corrobora os resultados encontrados por Kalathingal *et al.*¹⁷, que compararam a imagem tomográfica à radiografia interproximal convencional e verificaram que, embora para lesões proximais não tenha havido diferença significativa, para estudo de lesões em profundidade a tomografia mostrou ser um exame mais acurado.

A análise da radiografia digital, diferentemente da convencional, mostrou pequena variação com relação aos dados da tomografia, não apresentando discrepância estatisticamente significativa ($p > 0,05$).

Van Daatselaar *et al.*¹², em comparação entre tomografia e radiografia digital encontraram desempenho superior da primeira no diagnóstico de lesões interproximais de cárie e ressaltam a característica promissora desta imagem na avaliação dos tecidos dentários para evidenciação das lesões cariosas de forma geral.

Conforme verificado na Tabela 6, os exames apresentaram níveis de sensibilidade inferiores aos de especificidade. Isso lhes confere a característica de proporcionarem a identificação, com maior precisão, de estruturas livres de lesões de cárie que de estruturas cariadas.

Essa é uma peculiaridade frequentemente encontrada nos exames imaginológicos, conforme anteriormente descrito por Costa *et al.*⁸

A análise da curva ROC (Tabela 7 e Gráfico 1) demonstra essa relação entre sensibilidade e especificidade dos exames, em que fica evidenciada discreta superioridade do exame digital em relação ao convencional.

Aventa-se que tal superioridade possa estar relacionada à melhor capacidade de captação pelos sensores radiográficos da radiação emitida através do corpo em análise, o que resulta em uma representação mais fidedigna de todas as nuances e diferentes tons de cinza que representam as estruturas examinadas. Além disso, a substituição da revelação do filme pela leitura digital dos sensores diminui os riscos de erros relacionados à manipulação.

Comparando exames radiográficos interproximais e tomográficos, Haiter-Neto *et al.*¹⁸ verificaram que, para lesões de cárie proximais, o padrão de qualidade de imagem da tomografia e do sistema radiográfico digital era similarmente satisfatório. Já para avaliação de lesões oclusais, foi verificada maior sensibilidade da tomografia na detecção das lesões.

Em estudo mais recente, Kayipmaz *et al.* ¹⁹, ao compararem radiografia convencional, digital e tomografia computadorizada de feixe cônico no diagnóstico de lesões cariosas proximais e oclusais, afirmaram que a tomografia foi estatisticamente superior aos outros dois métodos no diagnóstico de lesões oclusais de cárie, ao passo que, para lesões proximais, não houve diferença estatisticamente significativa.

O presente estudo colaborou com os resultados constantes na literatura, enriquecendo os dados a respeito de lesões oclusais de cárie.

A abordagem realizada está em consonância com o preconizado pela Academia Europeia de Radiologia Dentomaxilofacial ⁴⁴, que afirma, em revisão sistemática, que, em se tratando de detecção de lesões oclusais de cárie, os relatos de alta sensibilidade obtidos com a tomografia computadorizada sugerem a necessidade de investigação mais aprofundada do tema.

Cabe ressaltar que estudos que comparem imagens de diferentes tipos de equipamentos tomográficos e análises que utilizem o padrão histológico como mecanismo para ratificar os resultados imaginológicos obtidos representam importantes perspectivas para continuidade da pesquisa ora desenvolvida, conforme mencionam Park *et al.* ⁴⁵.

É relevante mencionar, também, que estudos dessa natureza, responsáveis por comparar diferentes métodos diagnósticos, têm muito a contribuir para a prática clínica, fornecendo subsídios aos profissionais para que estes indiquem os exames mais adequados a cada situação clínica em análise.

7 CONCLUSÃO

A partir da análise dos resultados, verificou-se que as três modalidades diagnósticas estudadas são válidas para abordagem de lesões oclusais de cárie.

Entretanto, a radiografia digital e a tomografia computadorizada de feixe cônico mostraram-se discretamente superiores, podendo contribuir amplamente para o diagnóstico desse tipo de lesão.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 Correa AM, Chinelatti MA, Souza-Zaroni WC, Palma-Dibb RG. Diagnóstico de lesões de cárie: métodos convencionais e avançados. **Clin Int J Braz Dent.** 2007; 3 (2): 170-182.
- 2 Fung L, Smales R, Ngo H, Mount G. Diagnostic comparison of three groups of examiners using visual and laser fluorescence methods to detect occlusal caries in vitro. **Australian Dental Journal** 2004;49(2):67-71.
- 3 Ekstrand K., et al. Relationship between External and Histologic Features of Progressive Stages of Caries in the Occlusal Fossa. **Caries Res** 1995; 29:243-250.
- 4 Ferreira-Zandoná A. G., Analoui M., Beiswanger B. B., Isaacs R. L., Kafrawy A. H., Eckert G. J., Stookey G. K. An in vitro Comparison between Laser Fluorescence and Visual Examination for Detection of Demineralization in Occlusal Pits and Fissures. **Caries Res** 1998; 32:210-218.
- 5 Côrtes, D. F.; Ekstrand, K. R.; Elias-Boneta, A. R.; Ellwood, R. P. 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.
- 6 Pereira, A. C.; Verdonshot, E. H.; Huysmans, M. C. D. N. J. M. Caries detection methods: can they aid decision making for invasive sealant treatment? **Caries Res** 2001;35:83-89.
- 7 Penning C, Amerogen J, Seef R, Ten Cate J. Validity of Probing for Fissure Caries Diagnosis. **Caries Res** 1992; 26:445-449.
- 8 Costa AM, Yamaguti PM, De Paula LM, Bezerra AC. In vitro study of laser diode 655 nm diagnosis of occlusal caries. **ASDC J Dent Child.** 2002; 69 (3): 249-253.

- 9 Bader J, Shugars A, Bonito A. A Systematic Review of the Performance of Methods for Identifying Carious Lesions. **J Public Health Dent** 2002; 62(4):201-13.
- 10 Eikenberg S, Vandre R. Comparison of digital X-ray systems with self-developing film and manual processing for endodontic file length determination. **J Endod**. 2000; 26 (2): 65-67.
- 11 Cruvinel VR, Azevedo BC, Gravina DB, Toledo OA, Bezerra AC. Clinical analysis of molar fissures by cone-beam tomography. **J Clin Pediatr Dent**. 2007; 31 (4): 235-9.
- 12 Van Daatselaar AN, Tyndall DA, van der Stelt PF. Detection of caries with local CT. **Dentomaxillofac Radiol**. 2003; 32 (4): 235-41.
- 13 Akdeniz BG, Grondahl HG, Magnusson B. Accuracy of proximal caries depth measurements: comparison between limited cone beam computed tomography, storage phosphor and film radiography. **Caries Res**. 2006; 40 (3): 202-207.
- 14 Peker I, Toraman AM, Altunkaynak B. Film tomography compared with film and digital bitewing radiography for proximal caries detection. **Dentomaxillofac Radiol**. 2007; 36 (8): 495-9.
- 15 Tsuchida R, Araki K, Okano T. Evaluation of a limited cone-beam volumetric imaging system: comparison with film radiography in detecting incipient proximal caries. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radio Endod**. 2007 Sep; 104 (3):412-6.
- 16 Zhang ZL, Qu XM, Li G, Zhang ZY, Ma XC. The detection accuracies for proximal caries by cone-beam computerized tomography, film, and phosphor plates. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**. 2011 Jan; 111(1): 103-8.

- 17 Kalathingal SM, Mol A, Tyndall DA, Caplan DJ. In vitro assessment of cone beam local computed tomography for proximal caries detection. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radio Endod.** 2007 Nov; 104 (5):699-704.
- 18 Haiter-Neto F, Wenzel A, Gottfredsen E. Diagnostic accuracy of cone beam tomography scans compared with intraoral image modalities for detection of caries lesions. **Dentomaxillofac Radiol.** 2008 Jan; 37 (1):18-22.
- 19 Kayipmaz S, Sezgin OS, Saricaoglu ST, Çan G. An in vitro comparison of diagnostic abilities of conventional radiography, storage phosphor, and cone beam computed tomography to determine occlusal and approximal caries. **Eur J Radiol.** 2011; 80: 478-82.
- 20 Kamburoglu K, Murat S, Yuksel SP, Cebeci AR, Paksoy CS. Occlusal caries detection by using a cone-beam CT with different voxel resolutions and a digital intraoral sensor. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.** 2010 May; 109(5): e63-9.
- 21 Amore, R. et al. Comparação entre diagnóstico clínico e radiográfico da cárie dental. **Pós-Grad Rev Fac Odontol São José dos Campos**, v.3, n.2, jul./dez., 2000.
- 22 Thylstrup, A.; Fejerskov, O. **Tratado de cariologia.** Rio de Janeiro: Cultura Médica, 1988.
- 23 Hintze, H. et al. 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**, v.32, n.3, p.204-9, 1998.
- 24 Deery C, Fyffe H, Nugent Z, Nuttall N, Pitts N. The Effect of Placing a Clear Pit and Fissure Sealant on the Validity and Reproducibility of Occlusal Caries Diagnosis. **Caries Res** 1995: 29:377-381.

- 25 Wenzel, A.; Fejerskov, O.; Kidd, E.; Joyston-Bechal, S.; Groeneveld, A. Depth of occlusal caries assessed clinically, by conventional film radiographs, and by digitized, processed radiographs. **Caries Res** 1990;24:327-333.
- 26 Wenzel, A.; Fejerskov, O. Validity of diagnosis of questionable caries lesions in occlusal surfaces of extracted third molars. **Caries Res**, v.26, n.3, p.188-200, 1992.
- 27 Lussi, A.; Firestone, A.; Schoenberg, V.; Hotz, P.; Stich, H. In vivo diagnosis of fissure caries using a new electrical resistance monitor. **Caries Res** 1995;29:81-87.
- 28 Fejerskov, O.; Silness, J.; Karring, T.; Loe, H. The occlusal fissure of unerupted third molars as an experimental caries model in man. **Scand. J. Dent. Res.** 1976; 84: 142-149.
- 29 Juhl, M. Three-dimensional replicas of pit and fissure morphology in human teeth. **Scand J. Dent. Res.** 1983; 91: 90-5.
- 30 Lussi A. Validity of Diagnostic and Treatment Decisions of Fissures Caries. **Caries Res** 1991; 25:296-303.
- 31 Ekstrand K, Ricketts D, Kidd E.,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.
- 32 Newbrun, E. Problems in caries diagnosis. **International Dental Journal** 1993;43: 133-142.
- 33 Heaven, T. J.; Firestone, A. R.; Weems, R. A. The effect of multiple examinations on the diagnosis of approximal caries and the restoration of approximal surfaces. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, v.87, n.3, p.386-91, Mar. 1999.

- 34 Pitts, N. B. Diagnostic methods for caries: what is appropriate when? **J. Dent.** 1991; 19: 377-382.
- 35 Ekstrand K., Bjorndal L. Structural analyses of plaque and caries in relation to the morphology of the groove-fossa system on erupting mandibular third molars. **Caries Res** 1997; 31(5): 336-48.
- 36 Verdonschot E. H., Bronkhorst E.M, Burgersdijk RCW, Konig KG, Schaeken MJM, Truin GJ. Performance of some diagnostic systems in examinations for small occlusal carious lesions. **Caries Res** 1992;26:59-64.
- 37 Wenzel, A., Hintze, H. Perception of image quality in direct digital radiography after application of various image treatment filters for detectability of dental disease. **Dentomaxillofac. Radiol.** 1993; 22: 131-134.
- 38 Eikenberg, S, Vandre, R. Comparison of Digital X-ray Systems with Self-Developing Film and Manual Processing for endodontic File Length Determination. **Journal of Endodontics** 2000; 26: 65-67.
- 39 Cruvinel, V R N, Toledo, O A, Bezerra, A C B. Validação da análise clínica morfológica do sistema de fóssulas e fissuras de terceiros molares através de tomografia computadorizada. **Caries Research** 2005.
- 40 Qu, X.; Li, G.; Zhang, Z.; Ma, X. Detection accuracy of in vitro approximal caries by cone beam computed tomography images. **Eur J Radiol**, doi:10.1016/j.ejrad.2009.05.063, 2010.
- 41 Cantelmi, P.; Singer, S. R.; Tamari, K. Dental caries in an impacted mandibular second molar: using cone beam computed tomography to explain inconsistent clinical and radiographic findings. **Quintessence Int**; 41(8): 627-30, 2010 Sep.
- 42 Fleiss JL, Levin B, Paik MC. **Statistical methods for rates and proportions.** New Jersey: John Wiley & Sons; 2003

- 43 Fletcher R. H., Fletcher S. W., Wagner E. **Epidemiologia Clínica -bases científicas de conduta médica.** Porto Alegre: Artes Médicas; 1989.
- 44 SEDENTEXCT. Radiation Protection: cone beam CT for dental and maxillofacial radiology. Evidence based guidelines. European Academy of Dental and Maxillofacial Radiology. 2011. Disponível em: <http://www.sedentexct.eu/content/guidelines-cbct-dental-and-maxillofacial-radiology>.
- 45 Park Y-S, Ahn J-S, Kwon H-B, Lee S-P. Current status of dental caries diagnosis using cone beam computed tomography. *Imaging Science in Dentistry* 2011; 41 : 43-51