

COMPARAÇÃO ENTRE RADIOGRAFIA INTERPROXIMAL CONVENCIONAL, RADIOGRAFIA DIGITAL E TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO NO DIAGNÓSTICO DE LESÕES OCLUSAIS DE CÁRIE – ESTUDO IN VITRO

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

Paulo Alvino Galvão PIMENTEL¹; Arlindo Abreu de CASTRO FILHO²; Ricardo Maio GAGLIARDI³; Ana Carolina VENÇÃO⁵; Giulliano Caixeta SERPA⁴; Marcelo Sampaio MOURA⁵

1. Doutor em Ciências da Saúde, Especialista em Radiologia

2. Professor do Centro Universitário Euroamericano, Unieuro

3. Professor da Disciplina de Dentística do Centro Universitário Euroamericano, Unieuro

4. Professor da Disciplina de Endodontia do Centro Universitário de Anápolis

5. Professor da Disciplina de Endodontia do Centro Universitário Euroamericano, Unieuro

RESUMO

Objetivo: Comparar a radiografia interproximal (convencional e digital) e a tomografia computadorizada de feixe cônico quanto ao diagnóstico de lesões oclusais de cárie. Material e método: 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 computadorizada de feixe cônico. 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 superiores para o diagnóstico dessa patologia.

PALAVRAS-CHAVE: Radiografia dentária; Tomografia computadorizada de feixe cônico; Diagnóstico bucal; Cárie dentária.

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 objetivando identificar áreas de maior susceptibilidade à doença, para ações de natureza preventiva¹.

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 especificidade².

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.

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. Além disso, podem facilitar a percepção das lesões de cárie, ao permitirem a ampliação e equalização de características como o brilho e contraste da imagem³.

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 cárie⁴.

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 acurácia⁵⁻⁹.

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 oclusais¹⁰⁻¹³.

Considerando-se a existência de poucos estudos que comparem os métodos de diagnóstico por imagem quanto aos seus indicadores de sensibilidade e especificidade, optou-se pela realização do presente trabalho, cujo objetivo é a comparação entre os exames radiográficos interproximais (convencional e digital) e a tomografia computadorizada de feixe cônico quanto ao diagnóstico de lesões de cárie.

MATERIAL E 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.

Para o cálculo amostral, realizou-se estudo piloto com 20 terceiros molares, nos quais foi identificada uma prevalência estimada de 45% de dentes com lesão de cárie.

A partir destes dados, e considerando-se um intervalo de confiança de 95% ($\alpha = 95\%$) e 10% de precisão, obteve-se número amostral de 145 dentes.

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 na 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 no equipamento Express® (Instrumentarium Dental Inc., Tuusula, Finland).

As mesmas amostras 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.

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 deu-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 duplo cego 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 dentina¹⁴.

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).

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 exames¹⁵.

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Faculdade de Medicina da Universidade de Brasília, sob o protocolo n° 71/2010, estando de acordo com os princípios éticos contidos na Declaração de Helsinki (2000) e com a Resolução 196/1996 do Conselho Nacional de Saúde/Ministério da Saúde.

RESULTADOS

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 excelente¹⁶.

Evidenciou-se concordância intraexaminadores excelente nas avaliações das três modalidades de exames imaginológicos, com coeficiente Kappa 0,76 (0,72 - 0,79). O nível de concordância interexaminadores, para os três tipos de exame, resultou moderado, com coeficiente 0,48 (0,42 – 0,65).

Nesse estudo, a tomografia computadorizada foi utilizada como parâmetro para comparação com os demais exames por conferir, no âmbito da imaginologia, um exame de maior precisão e detalhamento, considerando-se a exclusão de vários artefatos técnicos alheios às técnicas da radiografia convencional e digital.

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 1 indicam, portanto, maior uniformidade entre os achados na radiografia digital e na tomografia.

A Tabela 2 evidencia os resultados de sensibilidade (positivo verdadeiro) e especificidade (negativo verdadeiro) comparativos entre os exames.

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

Outro indicador qualitativo, a acurácia global, foi mensurada pela análise da curva ROC¹⁶, 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.

Conforme se evidencia na tabela 3 e no gráfico 1, embora a radiografia digital tenha demonstrado nível superior de acurácia (maior área sob a curva), a aplicação do teste Qui-quadrado demonstrou que esta característica não revelou índices estatisticamente significativos (p=0,2420).

DISCUSSÃO

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

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.

Compulsando-se a tabela 1, verifica-se que os dados de diagnóstico 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.*¹⁰ (2010) 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, como é o caso das oclusais, 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).

Tabela 1 - Proporções de dentes diagnosticados com e sem cárie nas três modalidades diagnósticas

Teste McNemar	TCFC			p-valor
	Negativo	Positivo	Total (%)	
RC				0,0026
Negativo	86	32	118 (81,38)	
Positivo	12	15	27 (18,62)	
Total (%)	98 (67,59)	47 (32,41)	145 (100,00)	
RD				0,2858
Negativo	80	25	105 (72,41)	
Positivo	18	22	40 (27,59)	
Total (%)	98 (67,59)	47 (32,41)	145 (100,00)	

RC= Radiografia Interproximal Convencional
RD= Radiografia Interproximal Digital
TCFC= Tomografia Computadorizada por Feixe Cônico

Tabela 2 - Sensibilidade e especificidade da radiografia convencional (RC) e digital (RD) em comparação à tomografia (TCFC)

	Indicadores de Qualidade x TCFC			
	Sensibilidade		Especificidade	
	%	IC 95 %	%	IC 95 %
RC	31,91	18,59 – 45,24	87,76	81,27 – 94,25
RD	46,81	32,54 – 61,07	81,63	73,97 – 89,30

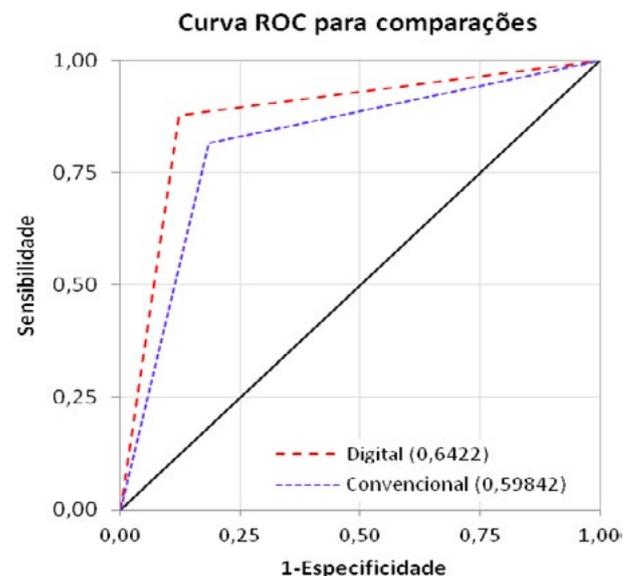
IC= intervalo de confiança 95%

Tabela 3 - Acurácia das radiografias convencional (RC) e digital (RD) em comparação à tomografia (TCFC)

ROC*	Mann-Whitney		X ²	p-valor
	Área	DP		
RC	0,5983	0,0382	0,5235 -0,6732	
RD	0,6422	0,0417	0,5605 -0,7240	
RC X RD	0,0439	0,0375	0,0296 -0,1173	1,369 0,2420

*Receiver Operating Characteristics
X²= Teste Qui-quadrado / IC= intervalo de confiança 95%

Gráfico 1- Análise ROC aplicada aos exames radiografia convencional e digital em comparação à tomografia computadorizada por feixe cônico



Van Daatselaar *et al.*⁵ (2003), 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 2, os exames apresentaram níveis de sensibilidade inferiores aos de especificidade. Isso lhes confere a característica de diagnosticarem com maior precisão estruturas livres de lesões de cárie que estruturas cariadas.

Essa é uma peculiaridade frequentemente encontrada nos exames imaginológicos, conforme anteriormente descrito por Costa *et al.*² (2002).

A análise de ROC (tabela 3 e gráfico 1) demonstra de maneira clara essa relação entre sensibilidade e especificidade dos exames, em que fica evidenciada discreta superioridade do exame digital em relação ao convencional.

Comparando exames radiográficos interproximais e tomográficos, Haiter-Neto *et al.*¹¹ (2008) 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.

Kayipmaz *et al.*¹² (2011) 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.

Ante o exposto, o presente estudo colaborou com os resultados constantes na literatura, enriquecendo os dados a respeito de lesões oclusais de cárie, até então pouco estudadas com esta abordagem.

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.

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 superiores, podendo contribuir amplamente para o diagnóstico dessa lesão.

REFERÊNCIAS

01. 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.
02. 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.
03. 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.
04. 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.
05. Van Daatselaar AN, Tyndall DA, Van Der Stelt PF. Detection of caries with local CT. *Dentomaxillofac Radiol.* 2003; 32(4): 235-41.
06. 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.
07. 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.
08. 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; 104(3): 412-6.
09. 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; 111(1): 103-8.
10. 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; 104 (5): 699-704.
11. Haiter-Neto F, Wenzel A, Gotfredsen E. Diagnostic accuracy of cone beam tomography scans compared with intraoral image modalities for detection of caries lesions. *Dentomaxillofac Radiol.* 2008; 37(1): 18-22.
12. 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.* 2010; 80 (2): 478-482.
13. 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; 109(5): e63-9.
14. Ekstrand KR, Kuzmina I, Bjørndal L, Thylstrup A. Relationship between external and histologic features of progressive stages of caries in the occlusal fossa. *Caries Res.* 1995. 29(4): 243-250.
15. Fleiss JL, Levin B, Paik MC. Statistical methods for rates and proportions. New Jersey: John Wiley & Sons; 2003.
16. Fletcher RH, Fletcher SW, Wagner E. Epidemiologia Clínica-bases científicas de conduta médica. Porto Alegre: Artes Médicas; 1989.

ABSTRACT

Objective: Compare interproximal radiography (conventional and digital) and cone beam computed tomography in the assessment of occlusal caries. Material and Methods: The image 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 better to the diagnosis of this pathology.

KEYWORDS: Dental Radiography; Cone beam computed tomography; Oral diagnosis. Dental caries.

AUTOR PARA CORRESPONDÊNCIA

Marcelo Sampaio Moura
SHCGN 711, Bloco O, Casa 13
CEP: 70750-775
Brasília - DF