

O EFEITO ÓPTICO MACH BAND E SUA INFLUÊNCIA NA IDENTIFICAÇÃO DE CÁRIES INTERPROXIMAIS

THE MACH BAND OPTICAL EFFECT AND ITS INFLUENCE ON THE IDENTIFICATION OF INTERPROXIMAL CARIES

EL EFECTO ÓPTICO DE LAS BANDAS DE MACH Y SU INFLUENCIA EN LA IDENTIFICACIÓN DE CARIES INTERPROXIMALES

Luiz André Dias Telles¹

RESUMO: A cárie dentária é uma doença crônica que afeta os dentes, sendo as faces proximais mais suscetíveis, devido à retenção de alimentos e dificuldade de higienização. A interpretação radiográfica pode ser comprometida por erros associados à percepção do profissional e os efeitos ópticos, podem influenciar na análise correta das radiografias. Este estudo teve como objetivo, avaliar a capacidade de identificação de cáries proximais em estágio inicial nas radiografias periapicais e interproximais, tanto convencionais digitalizadas quanto digitais, e a interferência do efeito Mach band na interpretação destas imagens. Um questionário contendo imagens de cárie ou efeito Mach band, foi preenchido por 84 acadêmicos de Odontologia e 79 profissionais graduados. Em todos os grupos, as marcações com a identificação correta proposta nas questões apresentaram as maiores frequências de acerto. As marcações incorretas foram mais comuns nas relacionadas às radiografias interproximais, enquanto a opção “Não identificada” foi mais prevalente nas radiografias periapicais. Conclui-se que é imprescindível aprofundar o conhecimento sobre os efeitos ópticos, especialmente o Mach band, devido à sua relevância na interpretação de radiografias convencionais e digitais. Isso visa garantir maior segurança na implementação de um tratamento precoce e eficaz para os pacientes.

Palavras-chave: Radiografia intraoral. efeito Mach band. cárie interproximal.

ABSTRACT: Dental caries is a chronic disease affecting the teeth; proximal surfaces are particularly susceptible due to food retention and cleaning difficulties. Radiographic interpretation can be compromised by errors related to professional perception, and optical effects can influence the accurate analysis of radiographs. This study aimed to evaluate the ability to identify early-stage proximal caries in periapical and interproximal radiographs—both digitized conventional and digital—and to assess the interference of the Mach band effect on image interpretation. A questionnaire featuring images of caries or the Mach band effect was completed by 84 dental students and 79 qualified dental professionals. Across all groups, the correct identifications proposed in the questions showed the highest frequencies of accuracy. Incorrect identifications were more common regarding interproximal radiographs, whereas the "Not identified" option was more prevalent for periapical radiographs. It is concluded that deepening knowledge regarding optical effects—especially the Mach band—is essential due to their relevance in interpreting both conventional and digital radiographs. This aims to ensure greater reliability in implementing early and effective treatment for patients.

Keywords: Intraoral radiograph. Mach band effect. interproximal caries.

¹ Doutor em Odontologia, Professor Adjunto da disciplina de Radiologia e Imaginologia da UFF.

RESUMEN: La caries dental es una enfermedad crónica que afecta a los dientes; las caras proximales son las más susceptibles debido a la retención de alimentos y a la dificultad para la higiene. La interpretación radiográfica puede verse comprometida por errores asociados a la percepción del profesional, y los efectos ópticos pueden influir en el análisis correcto de las radiografías. Este estudio tuvo como objetivo evaluar la capacidad de identificar caries proximales en etapa inicial en radiografías periapicales e interproximales —tanto convencionales digitalizadas como digitales— y analizar la interferencia del efecto de banda de Mach en la interpretación de dichas imágenes. Un cuestionario que incluía imágenes de caries o del efecto de banda de Mach fue completado por 84 estudiantes de Odontología y 79 profesionales graduados. En todos los grupos, las respuestas que correspondían a la identificación correcta propuesta presentaron las mayores frecuencias de acierto. Las respuestas incorrectas fueron más frecuentes en las radiografías interproximales, mientras que la opción «No identificada» predominó en las radiografías periapicales. Se concluye que es imprescindible profundizar el conocimiento sobre los efectos ópticos, especialmente el de banda de Mach, dada su relevancia en la interpretación de radiografías convencionales y digitales. El objetivo es garantizar una mayor seguridad al implementar tratamientos precoces y eficaces para los pacientes.

Palabras clave: Radiografía intraoral. efecto Mach band. caries interproximal.

INTRODUÇÃO

A cárie dentária é uma doença crônica resultante da dissolução mineral dos tecidos dentários decorrente dos ácidos produzidos por bactérias que metabolizam principalmente os carboidratos, oriundos da dieta.(PERES, *et al.*, 2003) É um ciclo de desmineralização e remineralização, onde a saliva tem função na neutralização da diminuição do pH do biofilme dental ocasionada após a exposição aos carboidratos fermentáveis.(DAYO, *et al.*, 2021) Os fatores de risco mais relevantes estão ligados a hábitos de higiene e alimentação inapropriados, e a dificuldade de acesso aos serviços de saúde.(AKDENIZ; GRÖNDAHL; MAGNUSSON, 2006) Os locais mais susceptíveis para a instalação da lesão cariosa, são aqueles à salvo das forças mecânicas intraorais de autolimpeza, do fluxo salivar e das vias de escape dos alimentos.(FALEIRO, 2011) Na identificação da lesão, torna-se necessário investigar a sua localização, extensão, severidade e atividade.(KASSEBAUM, *et al.*, 2017) Radiografias intraorais, sejam elas realizadas de maneira convencional ou digital, em conjunto com o exame clínico, são os métodos mais utilizados para o diagnóstico de lesões de cáries. (SCHWENDICKE; TZSCHOPPE; PARIS, 2015) As radiografias interproximais (bite-wing) tem como principais indicações, o exame das superfícies interproximais, apesar de podermos observar tais regiões também nas radiografias periapicais.(DAYO, *et al.*, 2021) Na

radiografia analisamos uma imagem bidimensional de uma lesão tridimensional e para identificar uma diferença de densidade óptica de um tecido duro, é necessária uma desmineralização de 30% a 40%. (MELO C; ESCAFFI J, 2010) A imagem radiográfica inicial da cárie dentária (figura 1-A) é de uma radiolucência com desaparecimento da uniformidade do esmalte. Com a extensão da lesão a linha da junção dentina-esmalte (JDE), fica descontínua na região. (DAYO, *et al.*, 2021)

O treinamento contínuo e observação criteriosa de imagens radiográficas pelos profissionais de odontologia são ferramentas essenciais como auxílio de diagnóstico, além da utilização de radiografias de qualidade e um ambiente apropriado para a interpretação. (BUSANELLO, *et al.*, 2015) A imagem digital pode ser obtida através de sensores flexíveis ou rígidos, sensíveis à radiação e também radiografias convencionais digitalizadas por meio de câmeras ou scanners apropriados. A dose de radiação é muito inferior aos sistemas convencionais e a imagem pode ser manipulada através de softwares específicos, que permitem diversos ajustes. (VASCONCELLOS; RIBEIRO, 2012). Mesmo com o auxílio desta tecnologia, ocorrem erros na interpretação radiológica resultantes de falhas de percepção, induzindo o profissional da existência ou não de uma alteração. (ALEXANDER, *et al.*, 2021)

O efeito Mach band trata-se de uma ilusão óptica, resultando na visualização de uma borda mais escura de um objeto escuro adjacente a um objeto claro, e vice-versa. (ZHANG, *et al.*, 2011) Segundo Melo, as Mach bands não são fisicamente reais, mas ilusões opticamente percebidas por um processo psicofisiológico de aprimoramento de arestas, originadas na interface entre objetos de diferentes densidades por meio de inibições neurais laterais protetoras em receptores dentro da retina, que visam melhorar o contraste em objetos concedendo maior realce nas bordas. (MELO C; ESCAFFI J, 2010) As bandas de Mach são fenômenos comuns que produzem radiolucência que se assemelham a lesões cariosas. Na radiografia dentária, contudo, os efeitos negativos das bandas podem apresentar dilemas de diagnóstico quando mostram áreas radiolucentes fictícias dentro da junção

esmalte-dentina proximal (figura 1-B), sendo mais frequente em incisivos e caninos. (BERRY, 1983) Yeung relata que em termos de interface estrutural, os locais de maior ocorrência do efeito de banda Mach foram na junção esmalte-dentina, e em termos de relevância diagnóstica, o item mais frequentemente mencionado era a semelhança com uma lesão cariogénica.(YEUNG, 2022) Devido a influência do efeito óptico Mach band, o dentista pode se equivocar ao diagnosticar essas cáries e causar algum dano aos dentes do paciente, após abrir a área e observar a inexistência da lesão.(QARAMALEKI; HASSANPOUR, 2011) O objetivo deste estudo, foi avaliar a capacidade de identificação de cáries interproximais superficiais em radiografias interproximais e periapicais, adquiridas de maneira convencional ou digital, e a interferência causada pelo efeito óptico Mach band no reconhecimento destas imagens.

Figura 1: A - Cárie proximal em estágio inicial B- Efeito óptico Mach band



Fonte: TELLES LAD, 2026

MÉTODOS

Trata-se de uma pesquisa documental retrospectiva, baseada em banco de dados, aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal Fluminense, sob o número de protocolo 6.952.612.

Para a elaboração de um questionário com a ferramenta Google Forms, foram selecionadas de maneira retrospectiva, em arquivos digitais ou

radiografias arquivadas em prontuários na Faculdade de Odontologia da Universidade Federal Fluminense, 10 imagens de radiografias intraorais digitais e 10 radiografias intraorais convencionais (analógicas) que apresentavam cárie de esmalte em estágio inicial ou evidência do efeito óptico Mach band. Nenhuma radiografia foi executada exclusivamente para a pesquisa. A seleção e agrupamento respeitou a seguinte divisão: 5 Radiografias interproximais convencionais (RIC); 5 Radiografias interproximais digitais (RID); 5 Radiografias periapicais convencionais (RPC) e 5 Radiografias periapicais digitais (RPD). As radiografias incluídas apresentavam imagens com boas condições de densidade, contraste, nitidez e perspectiva de regiões de incisivos, caninos e pré-molares superiores ou inferiores. As radiografias digitais e as convencionais haviam sido realizadas em aparelho de raios X de coluna móvel, com tensão do tubo de 70kVp, intensidade da corrente de 8mA, tempo de exposição de 0,06s, comprimento do cilindro de 200mm, colimador retangular 30 x 40mm, filtro em alumínio com 1,5mm de espessura, compatível com estudo anterior.(YEUNG, 2022)

A digitalização das radiografias convencionais (analógicas) arquivadas em prontuários, foi realizada com uma câmera marca Sony, modelo DSC H300, com 20.1 MP, sensor super HAD CCD tipo 1/2,3 (7,76 mm), zoom digital (imagem estática) até 280x (VGA), zoom ótico de 35x. As radiografias foram transiluminadas de maneira uniforme, sem sombras, por um negatoscópio odontológico acrílico, slim, plano, de mesa, com iluminação por LED e até 6000 lux de Iluminância, área visível (C x A) de 254 x 144 mm, colocado em uma posição vertical. Realizada uma diafragmação no negatoscópio, permitindo a passagem da luz apenas nas dimensões da radiografia e em ambiente com pouca iluminação para evitar reflexos. A câmera foi fixada com altura de 35 cm e a lente a uma distância de 40 cm do negatoscópio. As imagens das radiografias digitais utilizadas na pesquisa, foram capturadas de forma semidireta por sensores PSP (películas de fósforo), tamanho 2, flexíveis e reutilizáveis e escaneadas com o digitalizador Vivant Plus Schuster e arquivadas digitalmente.

Foram convidados a responder as questões, 84 acadêmicos de graduação em Odontologia (AG) que já haviam cursado a disciplina de Radiologia Odontológica e Imaginologia e 79 profissionais graduados em Odontologia, subdivididos em 2 grupos, sendo 31 com até 5 anos de formados ($F \leq 5$) e 48 com mais de 5 anos de formados ($F > 5$), totalizando 163 participantes. Tal divisão foi para verificar se o tempo de aquisição dos conhecimentos e a experiência clínica influenciariam na identificação. Não foi colocada no preenchimento nenhuma identificação do participante ou nas imagens das radiografias, e esclarecido que poderiam optar por não responder qualquer questão. Em cada questão foi colocada aleatoriamente uma radiografia interproximal ou periapical, digital ou digitalizada, com ou sem lesão de cárie, onde apenas o pesquisador teve conhecimento da distribuição. Não houve simetria na distribuição das radiografias com cáries ou apresentando o efeito Mach band. Em cada questão havia a indicação de uma região dentária interproximal específica para observação e solicitado que o participante da pesquisa respondesse a uma das três opções: “Cárie”, “Efeito óptico” ou “Não identificada”, opção escolhida em caso de dúvida para marcação de uma das opções anteriores.

6

RESULTADOS

Neste estudo descritivo qualitativo, a análise dos dados foi feita no software estatístico JAMOV 1.2.3.28 solid e todos os participantes responderam ao questionário de forma completa. As opções de marcação das questões feitas pelos participantes dos grupos (Tabela 1), foram investigadas quanto ao tipo de radiografia: interproximal (I) ou periapical (P). Os dados foram agrupados sem distinção entre as radiografias digitais ou digitalizadas e mostraram os valores absolutos e médias percentuais dos casos que marcaram a afirmativa correta (C) na interpretação da radiografia proposta na questão, errada (E) para as marcações incorretas e (NI) para os casos de não identificação pelo participante, de nenhuma das alternativas para marcação.

Tabela 1- Resultados das marcações nas opções apresentadas no questionário para identificação em radiografias interproximais (I) ou periapicais (P).

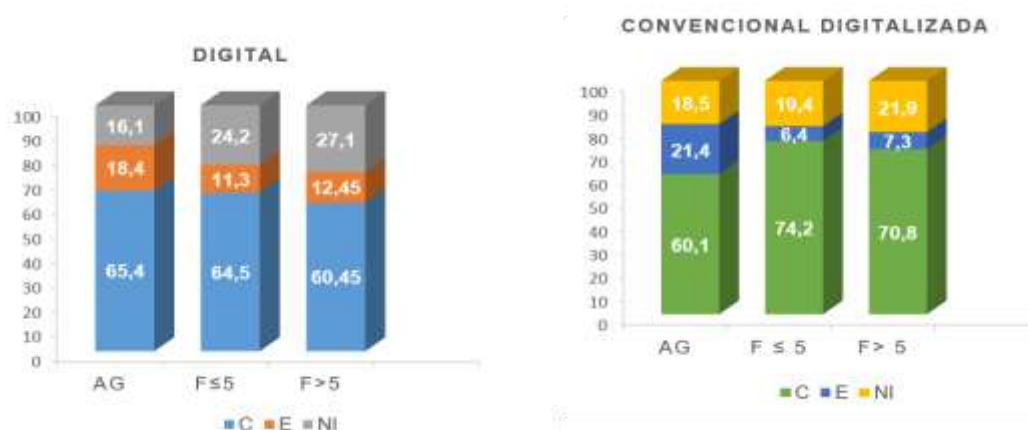
GRUPO	C	%	E	%	NI	%
AG (I)	55	65,5	17	20,2	12	14,3
F $\leq$ 5 (I)	24	77,4	4	12,9	3	9,7
F $>$ 5 (I)	35	72,9	8	16,7	5	10,4
AG (P)	50	59,5	16	19,1	18	21,4
F $\leq$ 5 (P)	19	61,3	2	6,4	10	32,3
F $>$ 5 (P)	28	58,3	2	4,2	18	37,5

Fonte: TELLES LAD, 2026.

A quantidade de acertos, erros ou não identificação da opção correta nas questões para marcação também foram investigadas nos três grupos estudados quanto a influência do efeito óptico Mach band na interpretação de radiografias digitais ou convencionais digitalizadas. Pode-se observar no Gráfico 1, independente do tipo de radiografia intraoral, as médias percentuais da distribuição das respostas:

7

Gráfico1- Distribuição das marcações, quando analisadas as radiografias apenas pelo método de obtenção: Digital ou Convencional digitalizada.



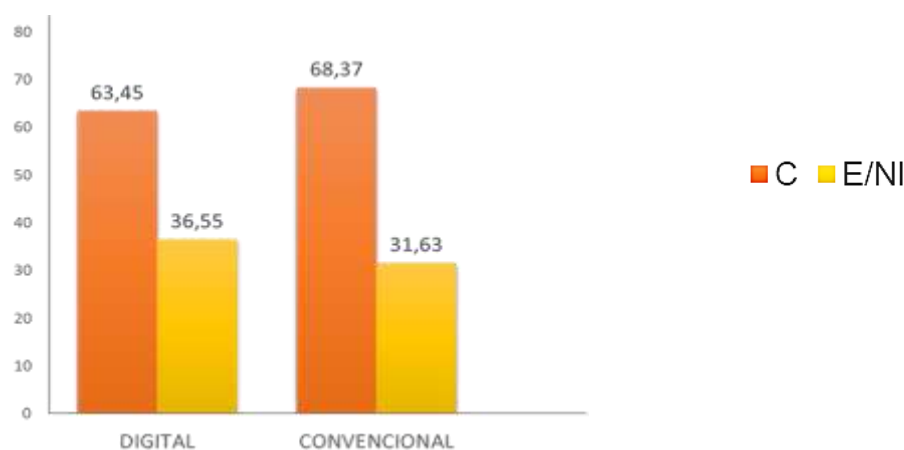
Fonte: TELLES LAD, 2026.

No grupo dos 84 estudantes de graduação que responderam as 20 questões propostas, 60 (71,4%) estudantes tiveram uma interpretação correta para as radiografias interproximais digitais (ID), 51 (60,7%) nas

interproximais convencionais digitalizadas (IC), 50 (59,5%) nas periapicais digitais (PD) e 50 (59,5%) nas radiografias periapicais convencionais digitalizadas (PC). Os que responderam as questões de forma errada foram respectivamente: 13 (15,5%) ID, 21 (25,0%) IC, 18 (21,4%) PD e 15 (17,9%) PC. Já a dúvida para a marcação de uma das alternativas foi de 11 (13,1%) ID; 12 (14,3%) IC; 16 (19,1%) PD e 19 (22,6) PC. Para o grupo de profissionais com até cinco anos de formados ($F \leq 5$) os resultados para os que assinalaram as questões certas foram: 22 (70,9%) ID, 25 (83,9%) IC, 18 (58,1%) PD e 20 (64,5%) PC. Os que indicaram a opção errada tivemos: 5 (16,2%) para ID, 3 (9,7%) IC, 2 (6,4%) PD e 1 (3,2%). Para a marcação de “Não identificado” foram: 4 (12,9%), 2 (6,4%) IC; 11 (35,5%) PD e 10 (32,3%) PC. O grupo com mais de 5 anos de formados ($F > 5$), as escolhas nas alternativas corretas, acertando a interpretação da imagem indicada foram 32 (66,7%) participantes para ID, 38 (79,2%) IC, 26 (54,2%) PD e 30 (62,5%) PC. Escolheram a resposta incorreta 9 (18,7%) para ID, 7 (14,6%) IC, 3 (6,2%) PD e 0 (0%) PC. Não identificaram nenhuma questão para marcar como correta: 7 (14,6%) ID; 3 (6,2%) IC; 19 (39,6%) PD e 18 (37,5%) PC.

As marcações nas opções errada (E) e Não identificada (NI), foram reunidas em um único grupo (E/NI) e suas médias percentuais, comparadas NO GRÁFICO 2, com as marcações corretas (C).

Gráfico2- Comparação entre os métodos utilizados para obtenção das radiografias e os percentuais de marcação.



Fonte: TELLES LAD, 2026.

DISCUSSÃO

Na verificação da influência do efeito óptico Mach band na identificação de cárie proximal em estágio inicial, observamos as maiores frequências nas marcações das opções corretas, em todos os grupos estudados. Os maiores percentuais de acertos foram nas interpretações das radiografias interproximais do que nas periapicais. Isto pode ser explicado pois a técnica interproximal tem como principal indicação a visualização de cárie proximal. As marcações erradas também aconteceram com maior frequência nas questões com radiografias interproximais, diferindo das questões onde foi marcada a opção “Não identificada” que foi superior nas radiografias periapicais. A marcação nas opções “errada” ou “não identificada” pode demonstrar o quanto o efeito óptico Mach band pode interferir na correta interpretação. A escolha errada foi similar no grupo de acadêmicos de Odontologia para os dois tipos de radiografias intraorais, porém com percentual superior aos demais grupos. Isto pode ser identificado pela menor frequência de visualização e interpretação de radiografias em relação aos profissionais graduados, mesmo tendo adquirido conhecimentos mais recentes na disciplina específica. Os grupos $F \leq 5$ e $F > 5$ mostraram um percentual de marcação nas questões erradas (E) superior para as radiografias interproximais, podendo estar relacionado a uma menor rotina de observação destas radiografias ou ao aspecto da imagem obtida com esta técnica. Em todos os grupos, a dificuldade de escolher uma das opções (NI), foi superior para as radiografias periapicais em relação as interproximais. Na avaliação das marcações quanto ao tipo de técnica empregada para a obtenção das imagens, verificamos que nas médias percentuais para as radiografias digitais (gráfico 1) não houve diferença significativa entre os grupos quanto as questões marcadas com interpretação correta (C) das radiografias. Quanto à escolha errada, o grupo AG marcou 63% a mais do que o grupo $F \leq 5$ e 48% acima do grupo $F > 5$. No entanto quando observada a dúvida (NI) quanto a marcação de qualquer uma das questões, os grupos de profissionais formados, apresentou percentual maior que os acadêmicos de odontologia. Nas radiografias convencionais digitalizadas um percentual maior de acertos

para os grupos dos profissionais formados em relação as digitais, mostrando maior facilidade de identificação para este método. Com isso houve uma redução significativa das marcações erradas nestes grupos. As dúvidas para marcação obtiveram resultados similares, sendo um pouco superior para o grupo $F > 5$. No gráfico 2, foi feita a análise com a totalidade da amostra (AG , $F \leq 5$ e $F > 5$), para verificar o percentual de casos com marcação correta (C) e os que poderiam ter influência do efeito óptico na interpretação (E/NI). As radiografias digitais apresentaram um percentual de respostas corretas (C), 26,90% maior do que a marcação incorreta (E) ou não identificada (NI). As radiografias convencionais digitalizadas mostraram um percentual de acerto de 36,74% maior que a marcação incorreta ou não identificada, sendo esta diferença 9,84% acima da encontrada nas questões envolvendo imagens com radiografias digitais.

Estudos mostram que 25-42% das lesões de cárie não são detectadas pelo exame clínico sem a complementação de radiografias, sendo cerca de 50% nas lesões proximais. (HAAK; WICHT; NOACK, 2001) Carvalho, *et al.* (2022) observaram a eficiência tanto da radiografia digital, quanto a convencional digitalizada na determinação da profundidade de cárie proximal em dentes molares e pré-molares. Sugere a junção de métodos convencionais e digitais para melhorar a identificação das cáries incipientes, promovendo um tratamento mais conservador da estrutura dentária. Uma das desvantagens da radiografia convencional, é o uso do filme radiográfico que está sujeito a erros durante o processamento, comprometendo a qualidade da imagem e dificultando a interpretação e diagnóstico. (MESE; TASLICAY; SIVRIOGLU, 2023) Wenzel (2002) comparou em um estudo laboratorial a qualidade de imagem digital direta e a radiografia convencional para o diagnóstico de lesões de cárie e concluiu que ambas apresentam a mesma capacidade, contudo a possibilidade de certos ajustes na imagem e a redução da exposição à radiação tornam as digitais melhores. Zhang, *et al.* (2011) comparando a tomografia computadorizada, a radiografia convencional e a digital (PSP) para verificar a acurácia dos exames na identificação da cárie interproximal, concluíram que não houve diferença

significativa entre os grupos estudados, sendo as imagens do tomógrafo um pouco melhores. Kreich, *et al.* (2005) reiteraram as vantagens da radiografia digital em relação a convencional como o tempo de exposição reduzido, a capacidade de armazenamento, transmissão e cópia da imagem, além de dispensar o processamento químico da imagem, agilizando o processo. Pimentel, *et al.* (2018) avaliando o diagnóstico radiográfico de lesões de cárie oclusal em terceiros molares utilizando a radiografia convencional, radiografia digital e tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC), concluíram que todos os exames são válidos para complementar o diagnóstico e apresentaram sensibilidade menor que a especificidade. A radiografia digital se mostrou superior à tomografia, sendo estas duas as que apresentaram os melhores resultados. Com relação às condições de visualização para interpretação radiográfica, Hellén-Halme, *et al.* (2008) relatou que os níveis de iluminação do ambiente não afetaram a capacidade de detecção de lesões cariosas em radiografias digitais. Outros estudos mostraram maior precisão para a identificação em condições de pouca luz. Nascimento, *et al.* (2018) demonstraram uma baixa acurácia geral da radiografia intraoral para diagnóstico de lesões de cárie, com baixos valores de sensibilidade e alta especificidade. As variações de brilho e contraste utilizadas no estudo não influenciaram significativamente de maneira positiva ou negativa na detecção de cáries proximais, apesar de um menor brilho e maior contraste terem favorecido um maior acerto nos diagnósticos. Todavia os ajustes de imagem devem ser limitados a níveis que não comprometam o diagnóstico. Xavier, *et al.* (2011) mostraram que a digitalização de radiografias analógicas com scanners usando um formato JPEG ou TIFF é adequada para detecção de cárie. O diagnóstico da lesão cariosa não se alterou em nenhum dos formatos de arquivo nos equipamentos utilizados e as impressões de imagens digitalizadas podem ser usadas de forma confiável para este propósito. (OTIS, 2005) Haak, *et al.* (2001) compararam a precisão da decisão de tratamento de lesões de cárie proximais em sistemas radiográficos intraorais convencionais, digitais com placa de fósforo e sistema CCD com aprimoramento de contraste. Todos os

sistemas tiveram desempenhos semelhantes, contudo os digitais podem desenvolver rotinas de aprimoramento para cada tarefa específica, aumentando a precisão do diagnóstico e decisão de tratamento. Abesi, *et al.* (2012) encontraram para a sensibilidade e a especificidade do filme convencional, CCD e dos fósforos fotoestimuláveis (PSP) na detecção de cáries de esmalte os resultados percentuais de 38% e 98%; 15% e 96%; e 23% e 98%, respectivamente. Lee, *et al.* (2018) relataram que o uso da inteligência artificial como as redes neurais convolucionais profunda mostrou-se eficiente e precisa na identificação das imagens após realizar o processamento e o treinamento de reconhecimento de padrões. Que usando um algoritmo baseado em aprendizagem profunda, pode-se alcançar um desempenho e uma precisão diagnóstica entre 82-89% na detecção de cáries dentárias em radiografias periapicais. Pitts, *et al.* (2014) afirmam que identificação precoce de lesões de cárie, para realizar uma ação preventiva, deve-se tomar cuidado em casos de dúvida, para não decidir a favor de uma lesão, a fim de evitar tratamentos desnecessários. Além disso, se considerar que um diagnóstico pode ser incerto, não existe motivo para não realizar uma

radiográfica de lesões de cárie proximais e nas decisões terapêuticas, concluíram que examinadores com experiência tiveram quatro vezes mais chances de uma avaliação correta, se a lesão de cárie proximal estava presente ou não, do que examinadores com baixa experiência e 43% dos entrevistados planejavam, em um paciente com baixo risco de cárie, um tratamento invasivo no esmalte e 78% em um paciente de alto risco.

Os resultados obtidos neste estudo podem sofrer variações de acordo com a quantidade e características dos participantes da pesquisa, tamanho e qualidade da amostra (radiografias), número de imagens incluídas no questionário para a interpretação, técnica empregada para obtenção das radiografias, características dos equipamentos e software, entre outros. Pesquisas adicionais devem ser realizadas para comprovar a influência do efeito Mach band na interpretação das cáries proximais em estágio inicial.

CONCLUSÃO

Os exames de imagem são fundamentais para complementação do diagnóstico de lesões de cáries interproximais com cavitação inicial em esmalte, pois é limitada sua identificação apenas com a inspeção visual. É necessário aprimorar o conhecimento sobre os efeitos ópticos, sobretudo o efeito Mach band, devido à influência que exercem na interpretação das radiografias convencionais e digitais, com a finalidade de proporcionar maior segurança na realização de um tratamento precoce e adequado para os pacientes.

13

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1- ABESI, F.A. et al. Diagnostic accuracy of digital and conventional radiography in the detection of non-cavitated approximal dental caries. *Iranian Journal of Radiology*, 2012; 9(1): 249-254.
- 2- AKDENIZ, B. G.; GRÖNDAHL, H. G.; MAGNUSSON, B. Accuracy of proximal caries depth measurements: Comparison between limited cone beam computed tomography, storage phosphor and film radiography. *Caries Research*, 2006; 40(3): 202-207
- 3- ALEXANDER, R. G. et al. Visual Illusions in Radiology: Untrue Perceptions in Medical Images and Their Implications for Diagnostic Accuracy. *Frontiers in Neuroscience*,

2021; 15(7): 1–12.

4- BERRY, H. M. Cervical burnout and Mach band: two shadows of doubt in radiologic interpretation of carious lesions. *Journal of the American Dental Association*, 1983; 106(5): 622–625.

5- BUSANELLO, F. H. et al. Evaluation of a digital learning object (DLO) to support the learning process in radiographic dental diagnosis. *European Journal of Dental Education*, 2015; 19(4): 222–228.

6- CARMONA, G. P. et al. Influência da experiência profissional no diagnóstico radiográfico de cáries TT - Influence of the professional experience in radiographic caries diagnosis. *Ciênc. odontol. bras*, 2006; 9(1): 87–92.

7- CARVALHO, P. L. et al. Avaliação da profundidade da cárie proximal nos exames radiográfico convencional e digitalizado. *Revista da Faculdade de Odontologia-UPF, Passo Fundo*, 2022; 27(1): 1–10.

8- DAYO, A. F.; WOLFF, M. S.; SYED, A. Z.; MUPPARAPU, M. Radiology of Dental Caries. *Dental Clinics of North America*, 2021; 65(3): 427–445.

9- FALEIRO, T. L. Cárie secundária – Elementos de diagnóstico e opções terapêuticas. Tese de mestrado, Medicina Dentária, Universidade de Lisboa, Faculdade de Medicina Dentária, 2011; July: 1–7.

10- GEIBEL, M. A. et al. Radiographic diagnosis of proximal caries—influence of experience and gender of the dental staff. *Clinical Oral Investigations*, 2017; 21(9): 2761–2770.

11- HAAK, R.; WICHT, M. J.; NOACK, M. J. Conventional, Digital and Contrast-Enhanced Bitewing Radiographs in the Decision to Restore Approximal Carious Lesions. *Caries Research*, 2001; 35(3): 193–199.

12- HELLÉN-HALME, et al. Effect of ambient light and monitor brightness and contrast settings on the detection of approximal caries in digital radiographs: An in vitro study. *Dentomaxillofacial Radiology*, 2008; 37(7): 380–384.

13- KASSEBAUM, N. J. et al. Global, Regional, and National Prevalence, Incidence, and Disability-Adjusted Life Years for Oral Conditions for 195 Countries, 1990–2015: A Systematic Analysis for the Global Burden of Diseases, Injuries, and Risk Factors. *Journal of Dental Research*, 2017; 96(4): 380–387.

14- KREICH, E. m. et al. Imagem Digital na Odontologia. Publicatio UEPG: Ciencias Biologicas e da Saude, 2005; 11(3): 53–61.

15- LEE, J. H. et al. Detection and diagnosis of dental caries using a deep learning-based convolutional neural network algorithm. *Journal of Dentistry*, 2018; 77(7): 106–111.

16- MELO C, P.; ESCAFFI J, J. A. Bandas de mach en radiología. *Revista Chilena de*

Radiologia, 2010; 16(2): 86–89.

17- MESE, I.; TASLICAY, C.; SIVRIOGLU, A. Improving radiology workflow using ChatGPT and artificial intelligence. *Clinical Imaging*, 2023; nov; 103.

18- NASCIMENTO, E. H. L.; ET AL. Influence of brightness and contrast adjustments on the diagnosis of proximal caries lesions. *Dentomaxillofacial Radiology*, 2018; 47, 1–8.

19- NIELSEN, C. J. Effect of scenario and experience on interpretation of mach bands. *Journal of Endodontics*, 2001; 27(11): p. 687–691.

20- OTIS, L. L.; ROBERT G. S. Assessing the accuracy of caries diagnosis via radiograph Film versus print. *Journal of the American Dental Association*, 2005; 136: 323–330.

21- PERES, M. A.; et al. Determinantes sociais e biológicos da cárie dentária em crianças de 6 anos de idade: um estudo transversal aninhado numa coorte de nascidos vivos no Sul do Brasil. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, 2003; 6(4): 293–306.

22- PIMENTEL, P. A. G.; et al. Comparação entre radiografia interproximal convencional, radiografia digital e tomografia computadorizada de feixe cônico no diagnóstico de lesões oclusais de cárie - estudo in vitro. *Robrac*, 2018; 27(81): 82–86.

23- PITTS, N. B.; et al. ICCMSTM Guide for Practitioners and Educators. ICCMSTM Resources, 2014; 1–84.

24- QARAMALEKI, A. S.; HASSANPOUR, H. A New Method to Secondary Caries Detection in Restored Teeth. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 2011; 2(11): 2–6.

25- SCHWENDICKE, F.; TZSCHOPPE, M.; PARIS, S. Radiographic caries detection: A systematic review and meta-analysis'. *Journal of Dentistry*, 2015; 43(8): 924–933.

26- VASCONCELLOS, A. B. De; RIBEIRO, A. A. Métodos de detecção de cárie. *Revista Brasileira de Odontologia*, 2012; 69(1): 84–89.

27- WENZEL, A. Digital imaging for dental carie. *Dental Clinics of North America*, 2002; 44 (2): 319–338.

28- XAVIER, C. R. G.; et al. Evaluation of proximal caries in images resulting from different modes of radiographic digitalization. *Dentomaxillofacial Radiology*, vol. 40, no. 6, p. 338–343, 2011. <https://doi.org/10.1259/dmfr/67185962>.

29- YEUNG, A. W. K. The Diagnostic Relevance and Interfaces Covered by Mach Band Effect in Dentistry: An Analysis of the Literature. *Healthcare (Switzerland)*, 2022; 10(4).

30- ZHANG, Z. L. et al. The detection accuracies for proximal caries by cone-beam computerized tomography, film, and phosphor plates. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology*, 2011; 111(1): 103–108.