

VALE UTILIZAR FILTROS NO DIAGNÓSTICO RADIOGRÁFICO DE CÁRIE INCIPIENTE?

IS IT WORTH USING FILTERS IN THE RADIOGRAPHIC DIAGNOSIS OF INCIPIENT CARIES?

Fernanda Faustino *
Romeu Dias Pereira **
Luisa Coutinho Cardim ***
Larissa dos Santos Protasio ***
Nicole Cerqueira Santana ***
Kaiã Santana Lisboa ***
Iêda Crusoé-Rebello ****

Unitermos:

Cárie Dentária;
Radiografia dentária
digital;
Intensificação de imagem
radiográfica.

RESUMO

Introdução: A doença cárie suscita diversos estudos acerca de seu diagnóstico, tratamento e prevenção e, dentre esta, as cáries incipientes representam um desafio ainda maior ao diagnóstico. **Objetivo:** Avaliar o diagnóstico de cárie em esmalte através de imagem digital utilizando ferramentas de melhoramento da imagem como ajuste de brilho e contraste e filtro negativo. **Materiais e Métodos:** A amostra do trabalho foi composta por imagens radiográficas digitais de sessenta dentes humanos, obtidas através do sistema VistaScan Perio Plus® (Dürr Dental, Bietigheim-Bissingen, Alemanha), estas imagens foram avaliadas por dois examinadores especialistas em três momentos distintos, primeiramente avaliaram a imagem natural, depois fizeram alterações de brilho e contraste e por fim aplicaram o filtro negativo para promover melhor acuidade visual na determinação da presença ou ausência de cáries interproximais. A aplicação dessas ferramentas se deu de forma aleatória e posteriormente os dados obtidos foram submetidos a testes estatísticos, a comparar com os dados obtidos do exame microscópico dos espécimes (padrão-ouro). **Resultados:** Observou-se que mais de 90% das faces onde não havia doença cárie foram corretamente identificadas, o que aponta para alta especificidade do exame no reconhecimento das faces na ausência da doença. Os valores de sensibilidade, que representa o reconhecimento de cárie, tiveram um percentual menor, variando de 0% a 9,1%. Sendo observados valores satisfatórios de acurácia, superiores a 70% em todas as avaliações. **Conclusão:** As ferramentas de brilho e contraste, assim como, filtro negativo apresentaram discreta colaboração ao diagnóstico de cáries em esmalte.

* Cirurgiã-Dentista pela Faculdade de Odontologia da Universidade Federal da Bahia
** Bolsista e graduando do Curso de Odontologia da Universidade Federal da Bahia
*** Graduando (a) do Curso de Odontologia da Universidade Federal da Bahia
**** Professora Titular da Radiologia da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal da Bahia

Dental Caries;
digital dental
radiography;
Radiographic Image
Enhancement.

Introduction: The caries disease raises several studies on its diagnosis, treatment and prevention and, among them, incipient caries represents an even greater challenge to diagnosis. **Purpose:** Evaluate the diagnosis of enamel caries through digital imaging using image enhancement tools such as brightness and contrast adjustment and negative filter. **Methods:** The study sample consisted of digital radiographic images of sixty human teeth, obtained using the VistaScan Perio Plus® system (Dürr Dental, Bietigheim-Bissingen, Germany), these images were evaluated by two expert examiners at three different times, first evaluated the natural image, then made changes in brightness and contrast and finally applied the negative filter to promote better visual acuity in determining the presence or absence of interproximal caries. The application of these tools took place randomly and later the data obtained were submitted to statistical tests, to be compared with the data obtained from the microscopic examination of the specimens (gold standard). **Results:** It was observed that more than 90% of the faces where there was no caries disease were correctly identified, which points to the high specificity of the exam in the recognition of faces in the absence of the disease. Sensitivity values, which represent the recognition of caries, had a lower percentage, ranging from 0% to 9.1%. Satisfactory accuracy values were observed, above 70% in all evaluations. **Conclusion:** The brightness and contrast tools, as well as the negative filter, showed a slight collaboration in the diagnosis of enamel caries.

INTRODUÇÃO

A cárie dentária possui etiologia multifatorial e complexa, seu estágio de desenvolvimento inicial é caracterizado por desmineralização do esmalte, em estágio mais avançado pode ocorrer cavitação com envolvimento de tecido dentinário e pulpar. Alguns fatores estão relacionados com sua etiologia e patogenicidade, como a nutrição, morfologia dentária, exposição ao flúor, microbiota oral, fluxo salivar e higiene oral^{1, 2}.

O diagnóstico da cárie é um processo complexo, que envolve a interpretação de um conjunto de dados provenientes dos sinais e sintomas clínicos e de exames complementares. No estágio inicial de desmineralização, a cárie é motivo de investigação na odontologia, pois na maioria dos casos não é possível detectar essas lesões durante o exame clínico. Dessa forma, utiliza-se o exame radiográfico interproximal como complementar, representando uma ferramenta importante para profissionais e pesquisadores alcançarem este diagnóstico^{3, 4}.

A técnica radiográfica convencional apresenta algumas limitações como a variabilidade na qualidade da imagem obtida, o processamento radiográfico longo, a utilização de produtos químicos tóxicos ao meio ambiente, a necessidade de um local próprio para o processamento radiográfico e a impossibilidade de modificação da imagem depois de adquirida².

Partindo deste ponto o desenvolvimento dos sistemas radiográficos digitais, representou uma importante conquista para a radiologia odontológica. Sendo suas principais vantagens a diminuição da dose de exposição, eliminação do processamento químico, menor tempo de trabalho e possibilidade de melhoramento da imagem^{2, 5}.

O aprimoramento das imagens digitais ocorre em diferentes *softwares* que utilizam ferramentas de melhoramento da imagem com o objetivo de corrigir, suavizar ou realçar determinadas características dentro de uma aplicação específica, destacando visualmente aspectos que não apresentam visibilidade em sua forma original, demonstrando assim informações importantes do diagnóstico ao olho humano^{6, 7}.

Muitas lesões de cárie incipientes que se desenvolvem nas faces proximais dos dentes posteriores representam um desafio ao diagnóstico devido às condições clínicas e anatômicas para a visualização adequada da região². Dessa forma, a busca por um método ou processo que, isoladamente ou em conjunto com a inspeção visual, possa auxiliar nesse diagnóstico faz-se necessário. Desse modo, o presente trabalho pretende avaliar o diagnóstico de cárie proximal em esmalte com a utilização de radiografias digitais e ferramentas de

melhoramento da imagem como ajuste de brilho e contraste e filtro negativo.

METODOLOGIA

Seleção e preparação da amostra

Este trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (Protocolo nº 04/2012) e sua amostra foi composta pelo banco de imagens radiográficas digitais com análises microscópicas.

Inicialmente, foram selecionados sessenta dentes humanos, sendo 12 caninos, 24 pré-molares e 24 molares obtidos através de doação de cirurgiões-dentistas, extraídos com finalidade ortodôntica ou cirúrgica. Os dentes foram selecionados a partir da existência de faces híginas ou de pequenas desmineralizações nas faces proximais. Foram excluídos aqueles dentes que apresentavam faces proximais restauradas ou com lesões de cáries cavitadas ao exame visual.

Os dentes foram organizados em doze *phantoms*, sendo que cada um deveria conter obrigatoriamente: um canino, dois pré-molares e dois molares, disposto na sequência natural, para simular a região posterior de uma hemi-arcada dentária. Os caninos estavam presentes, exclusivamente, para estabelecer o contato proximal com o primeiro pré-molar. Os *phantoms* poderiam ter, ou não, dentes com desmineralização/cárie em esmalte em face proximal.

Aquisição das imagens

O sistema de imagem digital selecionado para este estudo foi o VistaScan Perio Plus® (Dürr Dental, Bietigheim-Bissingen, Alemanha) que utiliza uma placa de armazenamento de fósforo (PAF) como receptor de imagem, de dimensões semelhantes a de um filme convencional tipo 1, tamanho 2 (3X4cm).

Cada *phantom* foi posicionado em um suporte de acrílico, que garantia uma padronização das imagens a uma distância foco-receptor de imagem de 34 cm. Para reproduzir o tecido mole, foram posicionadas três placas com 1,2cm de espessura em acrílico no total, entre a fonte de radiação X e o *phantom* (Figura 1).

As exposições foram realizadas utilizando-se o aparelho Expert DC (Gendex Dental System, Itália) de quilovoltagem e miliamperagem fixas em 65KV e 7MA, respectivamente. Para selecionar o tempo de exposição (TE) que seria utilizado nesse estudo, foram realizadas radiografias de um *phantom*, selecionado aleatoriamente, nos seguintes TEs: 0,16s; 0,20s; 0,25s; 0,32s; 0,40s e 0,50s. A seleção dos TEs foi baseada nos valores utilizados rotineiramente nas clínicas de radiologia odontológica.

Após a aquisição das imagens, elas foram apresentadas a dois radiologistas com mais de cinco anos de experiência em imagem digital, os quais avaliaram as imagens quanto aos seguintes critérios: contraste, nitidez e densidade da imagem; e definição do esmalte e da dentina. Após avaliação criteriosa das imagens, chegou ao consenso que o melhor TE era o de 0,16s.

Selecionado o melhor TE (0,16s), as imagens dos doze *phantoms* foram obtidas, sendo que cada *phantom* foi radiografado duas vezes, uma para a região de pré-molares e outra para região de molares.

Após a exposição das Placas de Fósforo, elas foram lidas de imediato pelo *scanner* do sistema VistaScan Perio Plus®. Após cada leitura, as imagens foram salvas e exportadas em formato JPEG (*Joint Photographics Experts Group*). Em seguida, foram organizadas em pastas codificadas de maneira aleatória.

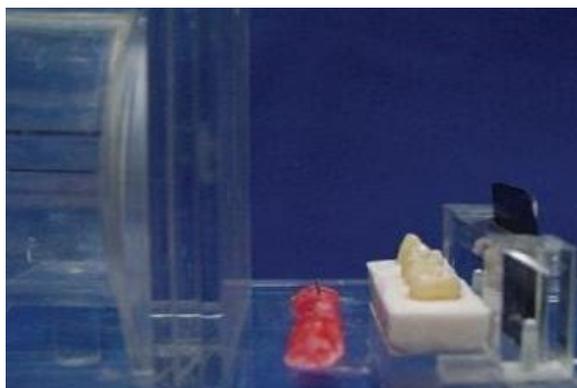


Figura 1. Phantom (dentes montados em bloco de silicone simulando condição clínica) em suporte de acrílico para padronização da realização das radiografias.

Padrão-ouro

Dos 60 dentes selecionados para este estudo, os 12 caninos foram utilizados apenas para construção do contato proximal e não foram utilizados para avaliação de cárie, os 48 dentes restantes (pré-molares e molares) foram preparados para análise histológica.

Após a polimerização, os dentes foram cortados longitudinalmente no sentido mésio-distal, utilizando um aparelho cortador de tecidos duros (Elsaw, ElQuip, São Carlos, São Paulo, Brasil), dotado de disco de diamante (Buehler 111190, Lake Bluff, Illinois, EUA), sob contínua refrigeração. De acordo com a dimensão ântero-posterior do dente, foram obtidos cerca de 5 cortes de cada um, com espaçamento de 1mm entre eles. Em seguida, foi realizado um corte perpendicular para separar a coroa da porção radicular. Posteriormente, os cortes coronários foram desgastados com lixas d'água de granulação 320 (3M do Brasil Ltda, Brasil) para regularização da superfície e remoção de impurezas.

Os cortes foram lavados em água e colocados em lâminas de vidro para avaliação em Microscópio Estereoscópico Trinocular acoplado com câmera digital (Opton TNE-02T, Anatomic, Santo André, São Paulo, Brasil) e interligado a um computador.

Para a determinação da presença de cáries foram convidados dois Cirurgiões-dentistas, os quais avaliaram as imagens utilizando um aumento de 20x fornecido pelo microscópio e um aumento adicional de 10x gerado pelo *software* de avaliação no computador, totalizando um aumento de 200x. Em caso de dúvida, os dentes foram avaliados com um aumento de 300x. As avaliações foram realizadas simultaneamente utilizando os seguintes critérios: (a) face hígida, na ausência de desmineralização; (b) presença cárie proximal, quando observado desmineralizações e manchas brancas no esmalte; em caso de discordância foi realizado um consenso forçado.

Análises das imagens radiográficas digitais

Dois especialistas em Radiologia e Imagiologia Odontológica foram previamente calibrados para avaliar as faces proximais dos pré-molares e molares quanto à presença ou ausência de cárie. Eles inicialmente avaliaram as imagens sem aplicação de filtro, posteriormente ajustaram o brilho e o contraste na intensidade que julgassem mais adequados e por fim

aplicaram o filtro negativo. Para cada face proximal o avaliador deveria seguir o seguinte critério: (a) definitivamente ausente, quando a face estivesse hígida; (b) provavelmente ausente, quando não tivessem certeza se a superfície estava hígida; (c) incerto, quando a imagem fosse duvidosa; (d) provavelmente presente, quando considerassem que a imagem era sugestiva de cárie; (e) definitivamente presente, quando tivessem certeza do diagnóstico de cárie.

Decorridas duas semanas da primeira avaliação foi realizada a reavaliação das imagens com cada avaliador. As avaliações foram feitas no monitor de alta resolução (Eizo RadiForce MX300W Clinical Review Monitor Specsem), em ambiente escuro. O registro dos dados foi feito em uma tabela do programa Microsoft Office Excel® para posterior análise estatística dos mesmos.

Análises dos dados

Para comparação entre padrão ouro e os grupos testes foi realizado o teste estatístico de McNemar com nível de significância de 5%. Os testes de diagnósticos para sensibilidade, especificidade, acurácia, valor preditivo positivo e valor preditivo negativo foram feitos através do *software* da Biostat 5.1 (Belém Pará).

Para efeito da análise dos dados, as imagens avaliadas como “definitivamente presente” e “provavelmente presente” foram consideradas como “sim” para a presença de cárie, enquanto aquelas classificadas como “incerto”, “provavelmente ausente” e “definitivamente ausente” foram consideradas como “não”.

RESULTADOS

A tabela 1 exhibe os valores obtidos ao realizar o exame microscópico nas amostras da pesquisa, para as quais 74 das 96 faces estudadas estavam híginas (77%), e 22 mostraram-se cariadas (23%), detectando-se, em 18 delas (18,75%), cárie em esmalte e, em quatro delas (4,25%), em dentina. A Tabela 1 apresenta além do diagnóstico obtido com a microscopia a distribuição das lesões de cárie observadas nos dentes acometidos.

Os principais aspectos observados, em cortes por microscópio estereoscópico, nas faces proximais dos dentes avaliados estão ilustrados abaixo (Figura 2).

Na tabela 2 encontram-se os valores de

sensibilidade, especificidade, acurácia, valor preditivo positivo (vpp) e valor preditivo negativo (vpn). Percebe-se que as avaliações realizadas apresentam maior especificidade do

que sensibilidade ao diagnóstico de cárie em esmalte. Embora estatisticamente não significativo, os dados apresentam valores satisfatórios de acurácia.

Tabela 1. Diagnóstico das faces proximais dos dentes da amostra ao exame microscópico.

Diagnóstico das Faces	Quantidade
Faces Híguas	74(77%)
Mancha Branca em Esmalte	18(18,75%)
Cárie em Dentina com Cavitação	01(1,05%)
Cárie em Dentina Oculta	03(3,20%)
Total	96(100%)

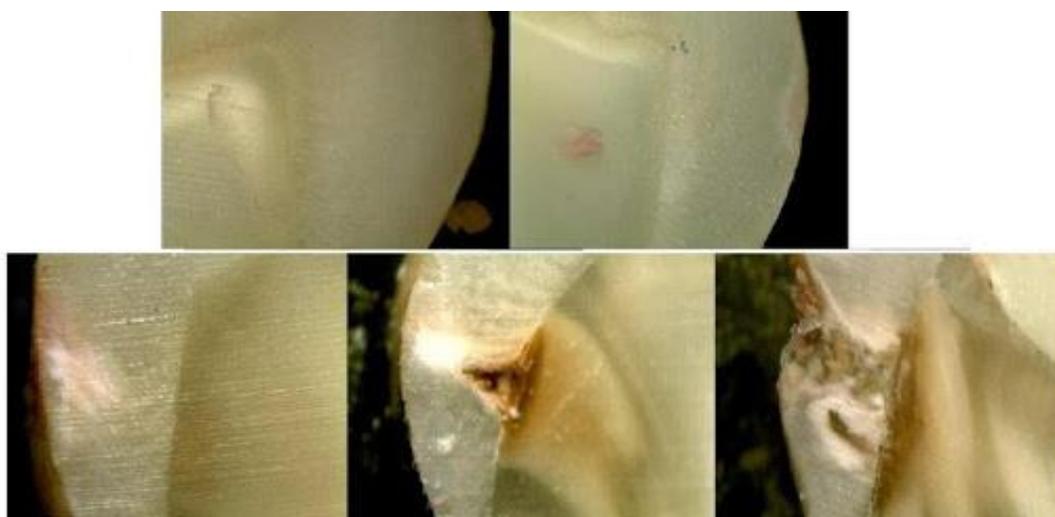


Figura 2. Principais aspectos observados nas faces proximais: Face hígida, Cárie ocupando menos de um terço de esmalte, Cárie ocupando mais de um terço de esmalte, Cárie oculta em dentina e Cárie cavitada em dentina, respectivamente.

Tabela 2. Sensibilidade, especificidade, acurácia, vpp e vpn do diagnóstico radiográfico de cárie com e sem aplicação das ferramentas.

	Sensibilidade	Especificidade	Acurácia	vpp	vpn	p valor
Avaliador1/ Sem Filtro	2(9,1%)	72(97,3%)	77,1%	50%	78,3%	0,0003
Avaliador2/ Sem Filtro	2(9,1%)	67(90,5%)	74%	0%	76,3%	0,0003
Avaliador 1/ Brilho e Contraste	0%	72(97,3%)	75%	0%	76,6%	0,0001
Avaliador 2/ Brilho e Contraste	2(9,1%)	67(90,5%)	71,9%	22,2%	77%	0,0209
Avaliador 1/ Negativo	2(9,1%)	73(98,6%)	78,1%	66,7%	78,5%	<0,0001
Avaliador 2/ Negativo	0%	74(100%)	77,1%	0%	77,1%	<0,0001

vpp - valor preditivo positivo. vpn - valor preditivo negativo

Decorridas duas semanas da primeira avaliação, as análises foram repetidas pelos avaliadores, e não foi observada diferença considerável nos resultados neste segundo momento.

A Figura 3 exemplifica imagem de lesões de cárie localizadas em esmalte e dentina obtidas através do sistema VistaScan Perio Plus. As imagens utilizadas na pesquisa foram avaliadas em seu estado natural posteriormente ajustando o

brilho e contraste e por fim utilizando o filtro negativo (Figura 3).

Observou-se na melhor condição de avaliação feita pelo avaliador 1 que houve diagnósticos classificados como incertos para faces cariadas nas três modalidades de estudo. Na avaliação sem filtro foi dito como incerto o diagnóstico de três faces cariadas, ao ajustar o brilho e contraste uma face apenas e ao utilizar o filtro negativo duas faces.

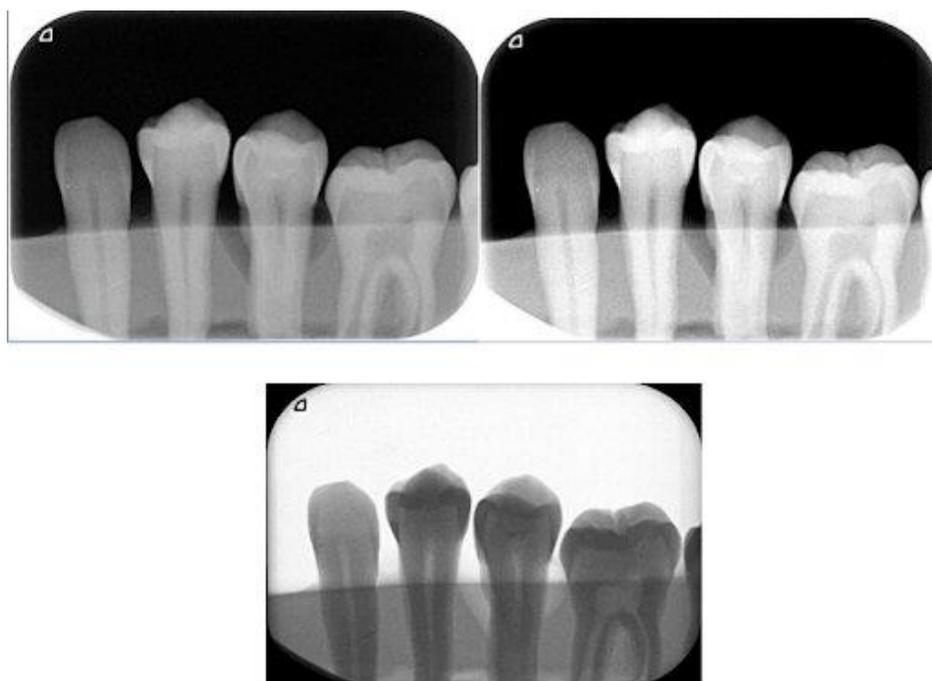


Figura 3. Radiografias realizadas no Durr VistaScan: sem aplicação de filtro, com ajuste de brilho e contraste e com filtro negativo, respectivamente, exibindo cárie na face mesial do primeiro pré-molar.

DISCUSSÃO

O presente estudo realizou uma avaliação *in vitro* de cáries incipientes utilizando radiografias digitais e analisou a aplicação de ferramentas de melhoramento nessas imagens. Os dentes selecionados para compor a amostra da pesquisa apresentavam desmineralizações naturais, sendo então condição clínica real. Logo, se manifestam com morfologia e penetração diferentes, simulando o diagnóstico clínico e imaginológico em seus níveis de dificuldade.

Neste trabalho observou-se que mais de noventa por cento das faces onde não havia doença cárie foram corretamente identificadas o que aponta que o exame tem alta especificidade para o reconhecimento das faces na ausência da doença. Sendo o diagnóstico de cárie, e daqui particularmente dessa amostra de características

desafiadoras, em sua maioria de manchas brancas e apenas quatro com envolvimento de dentina, sendo apenas uma cavitada; observou-se analisando a melhor condição de avaliação que apenas duas faces foram reconhecidas na avaliação sem filtro, sendo uma delas com envolvimento de dentina. Na avaliação utilizando o filtro negativo, também foram identificadas duas faces, sendo ambas manchas brancas, entretanto, ao ajustar brilho e contraste não foram identificadas nenhuma das lesões de cárie existentes. A presença de mancha branca obteve avaliação incerta no diagnóstico de cárie pelo avaliador 1, o que demonstra que o método deixou dúvidas em alguns momentos nesta condição. Na pesquisa realizada por Yalçın Yeler e Koraltan⁸ (2018) todas as modalidades de

técnicas radiográficas exibiram baixa sensibilidade no diagnóstico de cárie em esmalte apontando para o nível de dificuldade deste diagnóstico sem interferência do tipo de técnica.

Na amostra estudada uma das imagens apresentou sobreposição e foi classificada como cariada pelos dois avaliadores nos três momentos distintos, esta face é hígida ao estudo microscópico. É presente na literatura que duas radiopacidades juntas simulam uma radiolucidez conduzindo assim a um diagnóstico errôneo de cárie⁹.

Assim como diversos outros trabalhos, a limitação do exame radiográfico ao diagnóstico de cárie, principalmente cárie de esmalte, é reconhecido. A busca de um filtro que possa aprimorar ou melhorar este diagnóstico é constante na literatura, por estes resultados inexistem grande influência dessas ferramentas na tomada de decisão quanto ao diagnóstico de cárie. Uma explicação para este fato está no tamanho das lesões estudadas, por se tratar de lesões de mancha branca, as mesmas podem não ser evidentes radiograficamente, até que aproximadamente 30 a 40% de desmineralização tenha ocorrido^{2,3}.

A literatura é controversa ao fazer a abordagem de filtros ou recomendações da imagem para diagnóstico de cárie. Wenzel⁵ (1998) relatou que níveis altos de contraste poderiam estabelecer um melhor diagnóstico para cárie. No presente trabalho, a alteração de contraste feita pelos avaliadores pode não ter gerado diferenças de tonalidades de cinza necessárias para detectar as sutis perdas de minerais nas faces proximais. Embora a aplicação de filtros possa colaborar com diagnóstico de fraturas, reabsorções, a detecção de lesões em esmalte ainda é um desafio¹⁰.

Senel et al.¹¹ (2010) avaliaram os métodos de diagnóstico de cárie em faces proximais e perceberam que cada avaliador apresenta critérios individuais para estabelecer este diagnóstico, mesmo havendo instruções e calibrações prévias às avaliações das imagens. A concordância entre os examinadores pode estar relacionada com a experiência destes, a qualidade da imagem e as condições de avaliação. Esses resultados corroboram com o presente estudo, pois as avaliações que envolviam ajuste de brilho e contraste eram dinâmicas, sendo a mensuração do valor das alterações definida por cada avaliador segundo a sua acuidade visual havendo assim uma perda de controle do mínimo e do máximo que deveria

ser usado ao aplicar esta ferramenta. Já nas avaliações sem uso de filtro e com aplicação do filtro negativo não era necessária a modificação de valores em nenhum dos casos, o que pode ter contribuído para o filtro negativo ter um desempenho um pouco melhor com a presente amostra.

A interpretação de imagens digitais difere da de filme convencional, visto que estas são exibidas na tela do computador e, portanto, são afetadas pela resolução da mesma, tipo de arquivo de imagem e tamanho⁷. Nesta pesquisa foi usado o monitor Eizo RadiForce MX300W Clinical Review Monitor Specsem para as avaliações das imagens por se tratar de um monitor de alta qualidade para diagnóstico radiográfico¹². Algumas metodologias para o correto diagnóstico de cárie tem sido empregada como a utilização de um cartão simulando uma máscara preta fixada no monitor com o objetivo de impedir que a luz emitida por ele interfira na leitura das imagens avaliadas como foi observado no trabalho de Torres et al.⁴ (2011). Este recurso não foi empregado nesta pesquisa, o que pode ter dificultado a identificação das lesões pelos avaliadores.

Em um estudo realizado por Haiter-Neto et al.⁶ (2008) avaliou-se a aplicação de ferramentas de melhoramento da imagem como ajuste de brilho e contraste e zoom e concluíram que as imagens com e sem alteração de brilho e contraste apresentaram acurácia estatisticamente similar no diagnóstico de lesões cariosas. Com a amostra da presente pesquisa, foi observado que as imagens com ajuste de brilho e contraste não contribuíram de forma significativa para o diagnóstico de cárie, as imagens originais tiveram resultados melhores quando comparados com esta ferramenta. Nascimento et al.¹³ (2020) com resultados semelhantes aos aqui descritos, registraram que na avaliação subjetiva da qualidade de imagem os observadores demonstraram preferência por baixo brilho e alto contraste na análise destas imagens.

Castro et al.¹⁴ (2007) avaliaram o diagnóstico de cárie proximal comparando com a radiografia convencional, a radiografia digital sem melhoramento e radiografia digital utilizando o filtro negativo, perceberam que as três modalidades de diagnóstico se comportaram de forma semelhante no reconhecimento radiográfico de lesões de cárie. Na amostra aqui avaliada percebe-se que o filtro negativo exibiu comportamento um pouco melhor quando

comparado com os resultados das imagens sem melhoramento e aquelas em que foi ajustado o brilho e contraste, o que nos leva a pensar que é possível que o filtro negativo apresente um melhor desempenho no diagnóstico radiográfico de cáries interproximais incipiente ou com uma profundidade maior. Assim como, Sahu et al.¹⁵ (2020) registraram melhores resultados no diagnóstico de cárie oclusal em indivíduos com o filtro negativo, sendo que as lesões em esmalte exibiram resultados inferiores aos demais.

Mesmo sendo estudado aqui o diagnóstico de lesões de cárie naturais radiografadas simulando condições clínicas, este estudo apresenta as limitações inerentes a um estudo in vitro. Assim como, é possível que, com uma amostra maior com mais níveis de estratificação quanto a profundidade de esmalte comprometido pela cárie seja plausível discernir como os filtros podem contribuir com este reconhecimento, visto inclusive que recursos inovadores aplicados ao diagnóstico, como as redes neurais, também tem apresentado menor contribuição com o diagnóstico destas lesões em esmalte, permanecendo este um desafio à clínica diária^{16,17}.

CONCLUSÃO

A aplicação de ferramentas de melhoria da imagem como brilho e contraste e filtro negativo apresentam discreta colaboração ao diagnóstico de cárie em esmalte. Com melhor desempenho para o filtro negativo quando comparado ao brilho e contraste. Estatisticamente, observou-se que o diagnóstico de cárie tem comportamento semelhante na aplicação de ferramenta de melhoramento de brilho e contraste, assim como com filtro negativo.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos ao Laboratório do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA), Laboratório de Radiologia da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal da Bahia e ao Laboratório de Bioquímica do Instituto de Ciências da Saúde da UFBA por contribuírem para realização deste trabalho

REFERÊNCIAS

1. Wright JT. Defining the contribution of genetics in the etiology of dental caries. *J Dent Res.* 2010; 89(11): 1173-4. doi: 10.1177/0022034510379828
2. Yang J, Dutra V. Utility of radiology, laser fluorescence, and transillumination. *Dent Clin North Am.* 2005; 49(4):739-52. doi: 10.1016/j.cden.2005.05.010
3. Wenzel A. Cárie Dentária. In: White SC, Pharoah MJ. *Radiologia Oral Fundamentos e Interpretação.* 5 ed. Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda; 2007. (p. 297-311).
4. Torres MGG, Santos AS, Neves FS, Arriaga ML, Campos PSF, Rebello IC. Assessment of enamel-dentin caries lesions detection using bitewing PSP digital images. *J Appl Oral Sci.* 2011; 19(5):462-8. doi: 10.1590/s1678-77572011000500005
5. Wenzel A. Digital radiography and caries diagnosis. *Dentomaxillofac Radiol.* 1998; 27(1):3-11. doi: 10.1038/sj.dmfr.4600321
6. Neto FH, Pontual AA, Frydenberg M, Wenzel A. Detection of non-cavitated approximal caries lesions in digital images from seven solid-state receptors with particular focus on task-specific enhancement filters. An ex vivo study in human teeth. *Clin Oral Invest.* 2008; 12:217-23. doi: 10.1007/s00784-007-0173-5
7. Kositbowornchai S, Basiw M, Promwang Y, Moragorn H, Sooksuntisakoonchai N. Accuracy of diagnosing occlusal caries using enhanced digital images. *Dentomaxillofac Radiol.* 2004; 33(4):236-40. doi: 10.1259/dmfr/94305126
8. Yalçın Yeler D, Koraltan M. Diagnostic accuracy of five different techniques for detection of approximal caries. *Acta Odontol Turc.* 2018; 35(1):9-16. doi.org/10.17214/gaziaot.294870
9. Langlais RP, Langland OE, Nortjé CJ. *Diagnostic Imaging of the Jaws.* Sans Tache ed. *Radiologic Diagnosis of Dental Caries;* 1994. (p.163-79).
10. Abbas Shokri, Shahin Kasraei, Sima Lari, Majid Mahmoodzadeh, Amin Khaleghi, Saeid Musavi, et al. Efficacy of denoising and enhancement filters for detection of approximal and occlusal caries on digital intraoral radiographs. *J Conserv Dent.* 2018; 21(2): 162-8. doi: 10.4103/JCD.JCD_213_17
11. Senel B, Kamburoglu K, Uçok O, Yüksel SP, Ozen T, Avsever H. Diagnostic accuracy of different imaging modalities in detection of proximal caries. *Dentomaxillofac Radiol.* 2010; 39(8):501-11. doi: 10.1259/dmfr/28628723
12. Ekpo EU, McEntee MF. An Evaluation of Performance Characteristics of Primary Display Devices. *J Digit Imaging.* 2016; 29(2):175-82. doi: 10.1007/s10278-015-9831-3

13. Nascimento EHL, Gaêta-Araujo H, Vasconcelos KF, Freire BB, Oliveira-Santos C, Haiter-Neto F, et al. Influence of brightness and contrast adjustments on the diagnosis of proximal caries lesions. *Dentomaxillofac Radiol.* 2018; 47:20180100. doi:10.1259/dmfr.20180100
14. Castro VM, Katz JO, Hardman PK, Glaros AG, Spencer P. In vitro comparison of conventional film and direct digital imaging in the detection of approximal caries. *Dentomaxillofac Radiol.* 2007; 36(3):138-42. doi:10.1259/dmfr/15558921
15. Sahu RK, Rajguru JP, Pattnaik N, Bardhan D, Nayak B. Assessment of diagnostic accuracy of a direct digital radiographic-CMOS image with four types of filtered images for the detection of occlusal caries. *J Family Med Prim Care.* 2020; 9(1):206-14. doi:10.4103/jfmprc.jfmprc_934_19
16. María Prados-Privado, Javier García Villalón, Carlos Hugo Martínez-Martínez, Carlos Ivorra and Juan Carlos Prados-Frutos. Dental Caries Diagnosis and Detection Using Neural Networks: A Systematic Review. *J Clin Med.* 2020; 9:3579. doi:10.3390/jcm9113579
17. Hala LA, Mello JB, Carvalho PL. Evaluation of the effectiveness of clinical and radiographic analysis for the diagnosis of proximal caries for different clinical experience levels: Comparing lesion depth through histological analysis. *Braz J Oral Sci.* 2006; 5(17):1012-17.

Endereço para correspondência

Iêda Crusoé-Rebello

E-mail: iedacr@ufba.br