

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA  
NÍVEL MESTRADO  
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO CLÍNICA ODONTOLÓGICA  
ÊNFASE RADIOLOGIA

Linha de Pesquisa: Diagnóstico de Afecções Buco-Faciais

**AVALIAÇÃO CLÍNICA, RADIOGRÁFICA E HISTOLÓGICA DA  
PROFUNDIDADE DE LESÕES DE CÁRIE PROXIMAL EM  
MOLARES DECÍDUOS**

Camila Porto Alegre Braga

Orientadora: Prof. Dra. Vania Regina Camargo Fontanella

Dissertação apresentada ao programa de Pós-graduação em Odontologia, nível Mestrado, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como pré-requisito final para a obtenção do título de mestre em Clínicas Odontológicas, ênfase em Radiologia.

Porto Alegre, Junho de 2008.

## **AGRADECIMENTOS**

---

---

Agradeço a todos que fizeram parte dessa etapa e tornaram esse período especial!

À **Universidade Federal do Rio Grande do Sul**, que pela segunda vez faz parte de minha formação profissional e pessoal.

Aos meus pais, **Amauri e Sandra**, pela confiança, incentivo e apoio em todos os momentos.

Aos meus irmãos, **Carla e André**, exemplos de sucesso para mim.

Ao professor **Maximiano Tovo** por todas as dúvidas esclarecidas e sugestões. E pela paciência de tirar todas as fotos do trabalho.

Aos professores **Maximiano Tovo, Paulo Kramer, Simone Ferreira, Eliane Feldens, Henrique Ruschel e Ítalo Faraco Junior**. Pela ajuda durante toda a fase de coleta da amostra.

À professora **Clarissa Fatturi** pelo auxílio dado no laboratório de Cariologia.

Aos professores **Celia Mahl e Carlos Mahl** por todo conhecimento transmitido!

Às radiologistas **Naiara, Ana Elisa e Fernanda** pela troca de idéias e conhecimento. Em especial à Naiara pela longa amizade e pelas longas conversas sobre nossos trabalhos.

A todos os colegas do Mestrado que tornaram essa etapa muito agradável. Em especial às colegas **Juliana e Renata**.

Aos meus amigos, em especial a **Dine, Maria Carol, Maurício, Sabrina e Lore**, pelo companherismo.

Aos funcionários da Radiologia da UFRGS, **João, Marli, Lovane, Ábeas e Lúcia**, pela ajuda.

A Deus, que está sempre comigo.

E finalmente à minha orientadora, **Vania Fontanella**. Pela exemplar orientação, confiança, apoio, incentivo, conhecimento, disponibilidade e principalmente amizade. Sem tua participação, essa caminhada não seria tão agradável e gratificante. És para mim um exemplo. Obrigada por tudo!

**RESUMO**

---

---

## RESUMO

Esta dissertação é apresentada sob a forma de dois artigos. O primeiro avaliou a profundidade de lesões de cárie proximal em molares decíduos, comparando os exames clínico, radiográfico e histológico. Para isso, 85 superfícies de dentes extraídos ou exfoliados tiveram suas faces proximais diagnosticadas clinicamente, foram montados em blocos de resina, cada um com quatro dentes, simulando contatos proximais e então radiografados pelo método convencional. As radiografias foram digitalizadas e submetidas a uma escala de cores de acordo com a densidade média dos *pixels* da dentina de cada face, realizando-se a análise visual de todas as imagens sem e com uso do filtro de cor. Para análise quantitativa foi medida a profundidade da lesão nas imagens radiográficas sem e com a aplicação da escala de cores. Após, foi realizado o exame histológico para determinar a profundidade das lesões e a presença ou ausência de cavidade. Houve correlação direta forte entre os escores histológico e radiográfico com uso de cores. Sem o uso de cores a correlação foi moderada. Os diagnósticos histológicos de ausência de lesão e lesões restritas ao esmalte estão localmente associados aos diagnósticos clínicos de ausência de lesão e lesão não cavitada. Os diagnósticos histológicos de lesão em dentina estão localmente associados aos diagnósticos clínicos de lesões cavitadas. As medidas obtidas pelo exame histológico foram significativamente maiores que as do exame radiográfico e quando um ou dois desvios-padrão foram subtraídos da média de densidade óptica para a aplicação de cores, as médias resultantes não diferiram significativamente daquela do exame histológico ( $F=86,83$ ,  $p<0,001$ ). Conclui-se que este método de aplicação de cores é capaz de identificar todas as lesões com profundidade na metade interna de dentina quando elas verdadeiramente apresentam essa extensão histológica, sendo necessárias pesquisas clínicas que suportem os resultados encontrados *in vitro*. O segundo artigo é um estudo clínico que avaliou a profundidade de lesões de cárie proximal em dentes decíduos, comparando os exames clínico e radiográfico interproximal, com e sem a aplicação de cores, à moldagem. No total, 81 superfícies de dentes molares tiveram suas faces proximais diagnosticadas clinicamente, após separação temporária dos dentes com elástico ortodôntico. Foi realizada a moldagem das superfícies proximais, seguida de radiografias interproximais, quando necessárias. As radiografias foram digitalizadas e submetidas a uma escala de cores de acordo com a densidade média dos *pixels* da dentina, realizando-se a análise visual de todas as imagens sem e com uso do filtro de cor. Os diagnósticos clínicos de ausência de lesão e lesão não cavitada estão localmente associados aos diagnósticos radiográficos de lesão restrita ao esmalte, independentemente do uso ou não de cor, assim como à ausência de cavidade constatada pela moldagem. Os diagnósticos clínicos de lesão cavitada estão localmente associados ao diagnóstico radiográfico de lesão em metade interna de dentina com uso de cor e à presença de cavidade observada na moldagem. As superfícies sem cavidade detectada pela moldagem estão localmente associadas aos diagnósticos radiográficos de lesão restrita ao esmalte, independentemente do uso ou não de cor. Os escores radiográficos (*rank* médio = 1,60) foram significativamente menores que os escores radiográficos com uso de cor na faixa da média, média -1 desvio-padrão e média -2 desvios-padrão (*ranks* médios 2,64, 2,88 e 2,88, respectivamente), os quais não diferiram entre si. Conclui-se que a aplicação de cores resulta em melhor desempenho da radiografia na identificação de lesões cavitadas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Cárie Dentária; Radiografia Dentária; Processamento de Imagem Assistido por Computador.

## **ABSTRACT**

---

---

## ABSTRACT

This dissertation comprises two articles. In the first article, we assessed the depth of approximal carious lesions of deciduous molars, comparing clinical, radiographic and histological examinations. Eighty-five extracted or exfoliated teeth were selected for the study and their proximal adjacent surfaces were diagnosed clinically. For diagnosis, teeth were placed in resin blocks, each block had four teeth simulating proximal contact, and then radiographed by conventional method. Radiographs were digitized and submitted to color scale according to the mean pixel density on the dentin of each surface. Visual analysis of all images was performed with and without the use of color filter. For a quantitative analysis, lesion depth was measured on the radiographic images with and without application of color scale, followed by histological examination to determine lesion depth and presence or absence of cavitation. Strong direct correlation was found between the histological and radiographic scores with the use of color; without the use of color, correlation was moderate. Histological diagnoses of lesion absence and lesion restricted to the enamel were locally associated with clinical diagnoses of lesion absence and noncavitated lesion. Histological diagnoses of dentin lesion were locally associated with clinical diagnoses of noncavitated lesion. Measures obtained by histological examination were significantly higher compared to those obtained by radiographic examination and, when one or two standard deviations were subtracted from the mean optical density for application of color, resulting means did not significantly differ from the mean obtained in the histological examination ( $F=86.83$ ;  $p<0.001$ ). We concluded that this method of color application is capable of identifying deep-seated lesions in the internal-half of the dentin when they truly show that degree of histological extension; however, further investigations to support the results observed in vitro are necessary. The second article is a clinical study in which we assessed the depth of approximal carious lesions of deciduous teeth, comparing interproximal clinical and radiographic examinations, with and without color application, to molding. In total, 81 surfaces of molar teeth had their proximal adjacent surfaces diagnosed clinically, following temporary tooth separation using orthodontic elastomer. Proximal surfaces were molded, followed by interproximal radiography when necessary. Radiographs were digitized and submitted to color scale according to the mean pixel density on the dentin, all images being visually analyzed with and without the use of color filter. Clinical diagnoses of lesion absence and noncavitated lesion were locally associated with radiographic diagnoses of lesion restricted to the enamel, regardless of color use, as well as with absence of cavitation verified by molding. Clinical diagnoses of cavitated lesion were locally associated with radiographic diagnoses of lesion in the internal-half of the dentin using color and with the presence of cavitation observed in the molding. The surfaces with no cavitation detected by molding were locally associated with radiographic diagnoses of lesion restricted to the enamel, regardless of color use. Radiographic scores (mean rank = 1.60) were significantly lower than the radiographic scores obtained with the use of color in the mean range, mean -1 standard deviation and mean -2 standard deviations (mean ranks 2.64, 2.88 and 2.88, respectively), no difference being observed between each other. We concluded that application of color resulted in improved performance of radiography in identifying cavitated lesions.

**KEYWORDS:** Dental Caries; Radiography Dental; Image Processing, Computer-Assisted

**SUMÁRIO**

---

---

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	5
<b>ABSTRACT</b> .....	7
<b>SUMÁRIO</b> .....	9
<b>ANTECEDENTES E JUSTIFICATIVA</b> .....	11
Etiopatogenia da cárie dentária.....	12
Manifestação clínica da doença.....	13
Métodos de diagnóstico.....	15
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	29
<b>PROPOSIÇÃO</b> .....	34
<b>ARTIGO 1</b> .....	36
<b>ARTIGO 2</b> .....	55
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	73
<b>ANEXOS</b> .....	75

## **ANTECEDENTES E JUSTIFICATIVA**

---

---

## **ANTECEDENTES E JUSTIFICATIVA**

### **1.1 Etiopatogenia da cárie dentária**

Keyes (1962) estabeleceu o clássico conceito dos três círculos superpostos indicando que o dente, os microorganismos e o substrato devem estar presentes, ao mesmo tempo, para o desenvolvimento da cárie dentária. O conceito de causalidade, atualmente aceito, é bem mais complexo, pois sabe-se que o acúmulo de microorganismos capazes de converter carboidratos em ácidos nem sempre resulta em lesões de cárie (EKSTRAND, 2000). Dessa forma, a cárie dentária é caracterizada, atualmente, como uma doença multifatorial (THYLSTRUP, FEJERSKOV, 1995) sendo o processo metabólico bacteriano fortemente influenciado por uma multiplicidade de fatores existentes na cavidade bucal, tais com a concentração de flúor, a composição e a frequência da dieta, a composição e o fluxo da saliva, a capacidade tampão da saliva e da placa. Estes fatores, classificados como determinantes, não podem sozinhos ocasionar a perda mineral se as bactérias não estiverem presentes, mas influenciam, de maneira decisiva, o desenvolvimento da doença. Além disso, uma série de fatores sócio-econômicos e comportamentais interfere nos fatores determinantes e, desta maneira, na doença cárie (MALTZ, CARVALHO, 1999). O fator genético também determina o desenvolvimento da lesão de cárie apesar de que as oportunidades de interferir nesse fator, em termos de desenvolvimento do dente e composição química dos tecidos, são praticamente nulas (THYLSTRUP, FEJERSKOV, 1995).

A cárie dentária pode ser definida como um processo de dissolução do esmalte ou da dentina, causada pela ação bacteriana na superfície do dente. O dente está em constante troca de íons com o seu meio. Os ácidos orgânicos produzidos pela placa bacteriana são capazes de baixar o pH na interface placa-esmalte para níveis compatíveis com a desmineralização. Assim, quando o equilíbrio mineral da placa está em sua fase de desmineralização, o gradiente de difusão favorece que os íons da estrutura dentária permeiem a placa bacteriana. O processo de desmineralização ocorrerá quando a saída de íons dos tecidos mineralizados do dente for superior à entrada. Haverá remineralização quando a neutralização do pH pela saliva determinar a restituição desses minerais para o dente, os quais são depositados na forma de sais minerais menos solúveis que os originais e tornam o esmalte ou a dentina mais resistente a um novo ataque de desmineralização. Se a soma dos efeitos da remineralização tornarem-se iguais ou maiores do que a soma dos episódios de ataque o processo cariioso terá sido interrompido e a lesão não progredirá (OSTROM, 1984).

## **1.2 Manifestação clínica da doença**

A lesão de cárie observada clinicamente é um somatório de numerosos episódios de dissolução e reposição de minerais, em que há prevalência de perda mineral, sendo a manifestação de uma doença em desenvolvimento ou de um episódio passado e não a doença em si. Os sinais da doença em progressão são, quase sempre, diagnosticados apenas no estágio onde já ocorreu uma grande destruição tecidual e perda da integridade dentária (FEJERSKOV, 1997).

A lesão cariosa é a manifestação clínica de uma infecção bacteriana. A perda mineral pode progredir e causar uma lesão irreversível. A impossibilidade de controle da evolução do processo da doença leva à perda mineral e, no caso da cárie coronária, inicia no esmalte progredindo para a dentina, formando uma cavidade. Assim, a lesão de cárie pode ser organizada em uma escala que vai desde uma perda mineral inicial a nível ultra-estrutural até a total destruição do dente (MALTZ, CARVALHO, 1999).

O esmalte é composto de cristais de hidroxiapatita, dispostos de tal maneira que impedem a difusão da luz, quando esta incide sobre o dente. Um pequeno aumento na porosidade do esmalte, resultante do processo cariioso, levará a uma mudança nas suas propriedades ópticas, de tal forma que a luz passa a sofrer difusão (EKSTRAND, 2000). Quando um dente normal é seco, o ar que passa a ocupar os espaços intercristalinos não altera a translucidez do esmalte, pois estes espaços são muito pequenos. Já quando a porosidade do esmalte está alterada e os espaços intercristalinos estão aumentados, o ar substitui a água, causando diminuição da translucidez em função da diferença de refração do ar e da hidroxiapatita (THYLSTRUP, FEJERSKOV, 1995).

A lesão inicial de cárie coronária manifesta-se clinicamente como uma coloração esbranquiçada e uma superfície opaca e rugosa, podendo ser identificada clinicamente quando a superfície do esmalte é seca com ar comprimido. Em um estágio mais avançado a lesão pode ser identificada mesmo sem secagem da superfície e na presença de saliva. As lesões de cárie em estágio inicial podem evoluir até formar uma cavidade em esmalte ou em dentina, com a presença de tecido dentinário amolecido e de cor marrom-clara característico de lesões ativas. Na medida em que as condições que ocasionaram o desequilíbrio do processo de des-remineralização se modificam, pode ocorrer a

inativação da lesão de cárie, manifestando-se clinicamente como uma superfície lisa e brilhante ou uma cavidade com tecido dentinário escurecido e duro, característico das lesões inativas (MALTZ, CARVALHO, 1999).

### **1.3 Métodos de Diagnóstico**

O diagnóstico e o tratamento da cárie sofreram grandes modificações ao longo dos últimos anos, principalmente com a diminuição da prevalência da doença. A Odontologia migrou da chamada “era restauradora”, na qual o diagnóstico e o tratamento da doença eram baseados quase que exclusivamente no reparo da lesão já estabelecida, para uma Odontologia de promoção de saúde, baseada no diagnóstico de atividade de doença do paciente. Com essas mudanças, surge a necessidade de técnicas mais sofisticadas para o diagnóstico de cárie, capazes de detectar estágios iniciais de desenvolvimento da doença, permitindo que terapias não invasivas sejam utilizadas para o seu controle (MALTZ, CARVALHO, 1999).

O método de inspeção visual deve ser capaz de detectar desmineralização de esmalte, opacidade e descoloração como sinais iniciais de cárie (EKSTRAND et al., 1998). Para uma boa confiabilidade desse método, além de adequada iluminação, os dentes devem ser limpos, secos com jato de ar e submetidos a isolamento relativo antes de serem examinados. A inspeção visual baseia-se no registro de mudanças de coloração e configuração anatômica do dente ou das superfícies examinadas. Entretanto, o uso do método visual, sem nenhum outro exame complementar, apresenta limitações como, por

exemplo, no diagnóstico de superfícies proximais, devido à presença do ponto de contato, principalmente quando a lesão é pequena (EKSTRAND, 2000). Além disso, o aumento do uso de fluoretos dificultou ainda mais o diagnóstico de lesões de cárie oclusais apenas com a inspeção visual, devido ao aumento da mineralização da superfície externa do esmalte que pode manter a aparência clínica de superfície intacta (WENZEL et al., 1990).

O uso do método visual, associado ao exame radiográfico interproximal foi, durante muito tempo, bastante adequado para diagnosticar indivíduos com alta prevalência de cárie (RIJKOM, VERDONSCHOT, 1995). É consideravelmente maior o número de lesões de cárie detectadas com o auxílio do exame radiográfico quando comparado à avaliação clínica, sem uso de qualquer exame complementar (HINTZE, WENZEL, 1996). Entretanto, com o declínio da prevalência de cárie, apenas o uso desses métodos associados tem se mostrado inadequado para realização de um bom diagnóstico, que passa a ser focado na detecção de pequenas lesões cariosas (RIJKOM, VERDONSCHOT, 1995).

O exame radiográfico, apesar de constituir-se em uma ferramenta diagnóstica imprescindível para a detecção de alterações de tecidos mineralizados, apresenta limitações, tais como baixa sensibilidade e alta variabilidade interexaminador, pois é necessário que a perda mineral atinja proporções de 30 a 60% para que seja detectada na radiografia (MATTESON et al., 1996). Assim, existe a dificuldade de determinar a presença ou ausência de lesão de cárie radiograficamente (sensibilidade e especificidade do exame) e a velocidade de progressão da doença de acordo com as alterações minerais (NIELSEN et al., 1996).

Estudos sobre acurácia no diagnóstico de cárie em radiografias têm revelado sensibilidade de 50 a 70% para detecção de lesão em dentina, com valores de falso-positivo de 3 a 30% (WENZEL, 1998), enquanto os valores para detecção de lesões iniciais em esmalte têm sido consideravelmente menores (WHITE, YOON, 1997).

Além disso, através do exame radiográfico convencional é difícil determinar a profundidade das lesões cariosas, que são tradicionalmente avaliadas através de escalas ordinais de acordo com a extensão radiolúcida da lesão, que por sua vez não é bem definida, dificultando o diagnóstico. Sendo assim, o método radiográfico freqüentemente subestima a real profundidade das lesões de cárie (WENZEL et al., 1990). Outra limitação existente é a de conseguir relacionar presença de cavidade com a extensão radiolúcida da lesão no exame radiográfico, que determinará a necessidade de tratamento restaurador (TAN et al., 2002).

Pitts e Rimmer (1992) investigaram a correlação dos aspectos clínicos com a imagem radiográfica em lesões de cárie na superfície proximal, tanto em dentes decíduos quanto em permanentes, utilizando uma amostra de 211 indivíduos entre 5 e 15 anos. O método de validação do aspecto clínico foi o exame visual direto após a separação temporária dos dentes posteriores. Considerando os dentes decíduos, cujo total incluído na análise foi 756, observou-se a presença de cavidade em 95% das lesões proximais com radiolucidez atingindo a porção interna da dentina, 28% daquelas com extensão em metade externa de dentina e somente 3% das lesões com imagem radiolúcida até a JAD. Já na dentição permanente, na qual 1468 dentes compuseram a amostra, 100%, 40% e 10% respectivamente, apresentaram cavidade. Portanto, a extensão da radiolucidez, de acordo com este estudo, superestima a presença de cavidade em lesões proximais na

dentição decídua, sugerindo a necessidade de se considerarem as características de cada dentição.

Utilizando molares decíduos extraídos com o objetivo de relacionar a extensão da radiolucidez com a presença de cavidade nas superfícies proximais, Nielsen, Hoernoe e Wenzel (1996), após a avaliação de 72 superfícies proximais de molares decíduos, constataram que apenas uma pequena proporção de lesões com radiolucidez em esmalte apresentavam cavidade (10%), enquanto a maioria das lesões cariosas com radiolucidez em dentina, clinicamente mostravam presença de cavidade (65%).

Finkler (2001) realizou estudo *in vitro* para avaliar a relação entre os aspectos clínicos e radiográficos de lesões proximais. Selecionou 125 molares decíduos, dos quais 225 superfícies foram incluídas na amostra. Pôde observar 10% de superfícies com cavidade em lesões de cárie com radiolucidez até a metade externa do esmalte, chegando a 25% quando a radiolucidez incluía a porção interna do esmalte. Quando consideradas lesões com extensão radiográfica em dentina, mais de 90% apresentavam cavidade quando a radiolucidez alcançava a porção externa, já quando a porção interna da dentina era envolvida, na totalidade das superfícies observava-se cavidade. Concluiu que existe uma forte correlação entre profundidade de radiolucidez e cavidade clínica, sendo o exame radiográfico sensível na detecção de cavidade, e sua imagem característica é a presença de radiolucidez em dentina.

Feldens et al. (2003) realizaram um estudo *in vitro* utilizando uma amostra de 125 primeiros e segundos molares decíduos para estabelecer a correlação entre aparência clínica e radiográfica de lesões de cárie proximal. Os resultados mostraram que existe forte correlação entre aumento da extensão radiolúcida no exame radiográfico e a

presença de cavidade em superfícies proximais. Apenas 1,6% das cavidades proximais não apresentavam evidências radiográficas, representando o diagnóstico falso-negativo para presença de cavidade, enquanto que em 98,4% das superfícies o exame radiográfico foi correto. As lesões restritas à metade externa e interna de esmalte e, provavelmente sem cavidade, foram diagnosticadas corretamente em 89,4% e 75% dos casos, respectivamente. Nas superfícies com radiolucidez na metade externa e interna de esmalte 10,5% e 25% apresentaram cavidade no exame clínico, respectivamente. Assim, nos casos onde a radiolucidez estava presente na metade interna do esmalte, o exame radiográfico sugeriu haver maior chance de superfícies com cavidade serem consideradas híginas radiograficamente (diagnóstico falso-negativo). Essa margem de erro, que leva o profissional a observar e controlar a lesão, ao invés de optar por um tratamento restaurador, pode ser considerada pequena em valores numéricos e com pouco significado clínico. Isso ocorre porque a decisão de tratamento não é irreversível e o paciente deverá ser monitorado. Quando a radiolucidez restringia-se ao terço externo da dentina, 92,3% dos casos possuíam cavidade, com as médias do exame radiográfico tendo um erro de apenas 7,7% (diagnóstico falso-positivo para cavitação). Quando a radiolucidez se restringia aos dois terços internos de dentina, o exame radiográfico mostrou exata relação com a avaliação clínica, ou seja, em 100% dos casos as superfícies possuíam cavidade. O exame radiográfico interproximal mostrou uma excelente capacidade de discriminar superfícies com ou sem cavidades em molares decíduos. Entretanto, mostrou baixo poder de discriminar entre dentes hígidos e dentes com lesões não cavitadas.

A inspeção direta das superfícies, após separação dentária temporária, tem sido sugerida com a finalidade de complementar o diagnóstico da lesão quando existe dúvida em relação à sua condição clínica (HINTZE et al., 1998). Além disso, a impressão das superfícies após a separação tem sido utilizada em inúmeros estudos como um método auxiliar na confirmação da presença ou não de cavidade em superfícies proximais (HINTZE et al. 1998; MARIATH, 2003; GROCHAU, 2001).

Para Rimmer e Pitts (1990) o uso da técnica é de grande valor como auxiliar no diagnóstico de superfícies proximais. Entretanto, afirmam que o método de separação dentária não pode ser considerado conclusivo para o diagnóstico, pois não substitui o exame radiográfico interproximal. Para elas, apesar do exame clínico após a separação dentária permitir o diagnóstico mais acurado de cáries incipientes, é através da radiografia que temos a possibilidade de determinar a profundidade das lesões, apesar de sua baixa sensibilidade.

Hintze e colaboradores (1998), após a avaliação de diferentes métodos de diagnóstico (exame clínico convencional, fibra óptica de transluminação - FOTI, radiografia interproximal, visualização direta após separação), utilizaram o método de separação para validar a presença de cavidade na lesão cariosa proximal. A reprodutibilidade desta técnica não foi considerada adequada para ser utilizada como um padrão-ouro na avaliação de meios de diagnóstico na detecção de cavidade na superfície proximal. Entretanto, os autores afirmaram que o exame clínico após a separação pode ser considerado uma ferramenta de diagnóstico auxiliar ao exame clínico e radiográfico no manejo de lesões cariosas proximais. Wenzel (1998), confirmando a afirmação anterior, salienta que a inspeção clínica da superfície proximal não pode ser considerada

como um método de validação do diagnóstico radiográfico, podendo apenas ser útil na avaliação da acurácia de um método de detecção de cavidade da lesão cariiosa. O exame da moldagem ou do modelo da superfície proximal pode ser uma importante ferramenta na validação da presença de cavidade, na medida em que alterações cromáticas, bem como o pequeno espaço disponível para visualização e sondagem dificultam a identificação de cavidade cariiosa (PITTS, LONGBOTTOM, 1987).

A necessidade de técnicas mais sofisticadas para o diagnóstico de cárie tem surgido e muitas pesquisas estão sendo realizadas para a validação dos novos métodos de diagnóstico, tais como o uso de FOTI, medida de resistência elétrica, uso do DIAGNOdent e radiografia digital. Em geral, o uso de um teste adicional ao exame clínico e radiográfico aumentaria a acurácia na detecção de lesões de cárie (RIJKOM, VERDONSCHOT, 1995).

As imagens digitais têm sido cada vez mais utilizadas em Radiologia Odontológica para complementar o processo de diagnóstico. Os diversos sistemas digitais existentes vêm acrescentando recursos à interpretação de imagens radiográficas, uma vez que algumas tarefas são realizadas pelo computador, minimizando as chances de erro (MOL, STELT, 1993).

Para a obtenção de uma imagem radiográfica digitalizada, a informação obtida pela passagem de um feixe de raios X através de um corpo é registrada em uma determinada superfície e então transferida para um computador. A superfície de registro pode ser um filme radiográfico convencional, que depois será digitalizado por um *scanner*, um sensor eletrônico ou ainda uma placa óptica, a depender do sistema utilizado (SARMENTO et al., 1999).

Atualmente, existem três métodos para a obtenção de imagens radiográficas digitais: direto, semi-direto e indireto ou radiografia digitalizada. Estas imagens podem ser analisadas e manipuladas em programas específicos para radiografias (KHADEMI, 1996). Os dois primeiros sistemas substituem o filme radiográfico normal por um receptor conectado ao computador ou por uma placa óptica contendo fósforo, respectivamente (WENZEL et al., 1995).

A imagem digital é formada por unidades denominadas *pixels*, que equivalem ao cristal de prata da emulsão de um filme radiográfico e representam um ponto na imagem digitalizada. Nos sistemas digitais o valor de densidade óptica de cada *pixel* corresponde à sensibilização da placa ou do sensor pela radiação X (HILDEBOLT et al, 1997). A grande diferença entre os cristais de prata e os *pixels* é que esses últimos são ordenadamente distribuídos sobre o monitor do computador, com sua localização, cor ou tom de cinza representados por números. Números podem ser somados, subtraídos, multiplicados, divididos, comparados, impressos e enviados via *internet*. Isso permite que o operador ajuste uma imagem da forma que mais lhe convier, o que favorece a interpretação e o diagnóstico (KHADEMI, 1996).

Muitas vezes, diferenças sutis que não são percebidas pela análise visual, como o discernimento entre dois tons de cinza bastante similares numa radiografia, podem passar a ser detectados quando analisamos números. A simples constatação de diferenças numéricas entre tons de cinzas específicos em diferentes áreas pode revelar a presença de maior ou menor quantidade de tecido mineral, mostrando áreas de reabsorções ósseas ou incipientes lesões de cáries. Uma radiografia pode exibir mais de mil tons de cinza, porém o olho humano poderá distinguir até no máximo 50 dessas nuances (OHKI et al,

1994). Isso demonstra uma grande incapacidade de interpretação das várias densidades radiográficas exibidas em uma radiografia.

Numa imagem digitalizada no modo de 8 *bits* para cada *byte* pode se exibir até 256 tons de cinza ( $2^8=256$ ) (KHADEMI, 1996). Entende-se por densidade óptica um valor numérico que representa a média dos tons de cinza de uma área selecionada. Assim, quando se mensura a densidade óptica de determinadas áreas da imagem digitalizada, a observação de valores numéricos poderá facilitar a diferenciação entre a quantidade de tecido ou material que se interpôs à passagem dos raios X durante a exposição radiográfica (SARMENTO et al., 1998).

Quando, por sua vez, se analisa a dispersão de densidade óptica, significa dizer que se está comparando os valores de desvio padrão de densidade óptica de uma área. A análise de dispersão revela o quanto os tons de cinza da área em questão se afastam do tom de cinza médio desta região. Assim, quanto maior o desvio padrão, menor é a homogeneidade das nuances de cinza da área, e vice-versa. Isso pode significar que aquela área é composta por estruturas de densidades diferentes ou que aquela área foi irregularmente preenchida por algum material (YOSHIURA et al., 1997).

Assim sendo, é necessário que nos estudos *in vitro* a presença dos tecidos moles seja simulada. Braga et al. (2002) compararam a densidade óptica de diferentes materiais simuladores de tecidos moles, na região posterior da mandíbula, através da subtração radiográfica digital. Os materiais avaliados foram parafina, cera utilidade e resina acrílica, nas espessuras de 5, 10, 15 e 20 mm. Inicialmente, esses materiais foram posicionados apenas por vestibular e após por vestibular e lingual. Radiografias periapicais padronizadas foram realizadas e digitalizadas, imagens subtraídas, valores

médios e desvio padrão dos níveis de cinza foram obtidos. Todos os materiais simuladores diferiram significativamente do padrão ouro (peça de cadáver). Além disso, a posição do simulador em relação à peça óssea interferiu na densidade, sendo a cera o material que sofreu maior interferência, seguida da parafina e do acrílico. O material que melhor simulou o efeito dos tecidos moles foi o acrílico, na espessura de 20 mm.

Nos sistemas digitais pode-se alterar o brilho e o contraste da imagem, colocá-la em terceira dimensão, inverter as áreas radiopacas para radiolúcidas e vice-versa, aplicar relevo, escala de pseudocores, fazer mensurações lineares e angulares e obter valores numéricos para cada nuance de cinza, o que significa determinar a densidade óptica de áreas da imagem digitalizada (SARMENTO et al., 1999).

Para Wenzel (1993), a principal vantagem da imagem digital na clínica relaciona-se ao fato de que o profissional pode manipular as informações com diferentes ferramentas durante o exame. Além disso, ressalta que a tecnologia digital facilita as rotinas de trabalho, eliminando a necessidade de processamento químico.

Comparada com filmes convencionais, a acurácia no diagnóstico de cárie em radiografias digitais tem se mostrado bastante variada, com alguns sistemas digitais mostrando sensibilidade e especificidade equivalentes aos filmes e outros não (HINTZE, WENZEL, 2002). Com vistas ao aumento da reprodutibilidade e acurácia na detecção radiográfica de cárie, a validade dos sistemas automáticos de análise de imagens para detecção e monitoramento de lesões tem sido bastante investigada (PITTS, 1984).

Segundo Mol (2000) pode-se avaliar o aprimoramento da imagem subjetivamente (imagem visualmente mais agradável), contudo isso não implica, necessariamente, em diagnósticos mais precisos. A aplicação de cores às imagens radiográficas

(pseudocolorização), por exemplo, é um assunto controverso, pois ao passo em que o olho humano pode distinguir cores mais facilmente do que tons de cinza, na maioria das vezes, esse efeito distrai o observador do real conteúdo da imagem. Assim, o autor salienta que o uso indiscriminado de diferentes filtros, disponíveis na maioria dos programas para imagens digitais, deve ser evitado na ausência de evidências científicas que respaldem sua utilidade clínica.

Apesar de ser capaz de alterar a imagem final, o computador não fornece nenhuma informação adicional além daquela contida na imagem original. Assim, mesmo que a intensificação da imagem proporcione uma melhor estética da mesma, isso também pode vir a causar uma perda de informações clínicas e comprometimento do diagnóstico (WHAITES, 2003).

A análise de imagens computadorizadas tem sido proposta para detecção de medidas de profundidade de cárie em superfície proximal, as quais são bastante difíceis de serem obtidas pelo exame clínico e radiográfico (PITTS, 1984; PITTS, RENSON, 1986 a). O aumento da sensibilidade do diagnóstico a partir de imagens digitalizadas tem sido demonstrado através de métodos de análise automática (PITTS, RENSON, 1986 b; PITTS, 1987). Estudos recentes têm mostrado que a detecção de cáries proximais é facilitada pelo processamento digital de radiografias (WENZEL et al., 1990).

Wenzel et al. (1990) avaliaram a profundidade de lesões de cárie oclusal utilizando métodos visual, radiografia convencional, radiografia digital e exame histológico, tido como critério de validação. Para isso, utilizaram 47 pré-molares e molares permanentes extraídos que foram avaliados visualmente, em radiografias convencionais, imagem digitalizada sem manipulação e submetida a ajuste de contraste.

Foram realizadas mensurações de profundidade de cárie nas radiografias digitalizadas. Os autores observaram que os exames clínico e radiográfico convencional subestimaram a profundidade da lesão. A acurácia da avaliação radiográfica aumentou substancialmente com o processamento digital das radiografias. O resultado de medidas de profundidade de cárie nas radiografias digitalizadas teve forte correlação com as medidas histológicas ( $r=0,91$ ). O estudo sugere que o processamento digital de imagens radiográficas auxilia no diagnóstico de cárie e as estimativas da profundidade de cárie oclusal são mais acuradas.

Mariath et al. (2007) avaliaram os níveis de cinza e a extensão da radiolucidez de lesões de cárie como indicadores da presença de cavidade em lesões de cárie proximal em dentina em dentes decíduos. Para isso 51 crianças com lesão de cárie proximal na metade externa da dentina participaram do estudo. Foram realizadas radiografias interproximais e moldagem das lesões de cárie proximal após separação dentária temporária. As radiografias foram digitalizadas e mediu-se o nível de cinza em dentina hígida e cariada. As moldagens também foram digitalizadas e o tamanho das cavidades mediadas em milímetros. Concluiu-se que os níveis de cinza não indicam presença de cavidade em lesões de cárie interproximal na metade externa de dentina, contudo a extensão da radiolucidez nessas lesões tiveram associação com a presença de cavidade independente do tamanho da mesma.

Larentis et al. (2005) compararam medidas obtidas de imagens adquiridas em estereomicroscópio e *scanner* de mesa. Para isso 50 dentes extraídos de humanos, seccionados no sentido mesio-distal foram fotografados no estereomicroscópio e digitalizados em *scanner*, com resolução de 230 dpi. No programa Photoshop foram

realizadas medições horizontais e verticais de cada hemi-secção, nas imagens obtidas pelos dois métodos. O teste t para amostras pareadas com nível de significância de 5% demonstrou não haver diferenças significativas entre os dois métodos, tanto para as medidas horizontais ( $p=0,685$ ) quanto para as verticais ( $p=0,299$ ). Conclui-se que o *scanner* de mesa pode substituir o estereomicroscópio na aquisição de imagens de hemi-secções de dentes, com a finalidade de obtenção de medidas horizontais e verticais.

Pesquisas têm sido realizadas em busca de um método não invasivo que, isoladamente ou em conjunto com a inspeção visual, apresente novas possibilidades para o diagnóstico das lesões cariosas proximais. Entre as principais limitações do diagnóstico estão a dificuldade da realização do exame clínico, devido à superfície de contato entre os dentes, que dificulta o acesso; as limitações do exame radiográfico convencional, que não é capaz de mostrar pequenas perdas de conteúdo mineral e a dificuldade de determinar a profundidade das lesões de cárie associadas à presença de cavidade.

Larentis (2005) avaliou a profundidade de lesões de cárie proximal em dentes posteriores, comparando os exames clínico e radiográfico interproximal, com e sem a aplicação de cores, ao exame histológico. Para isso um programa digital foi criado possibilitando a aplicação de cores nas imagens radiográficas de maneira padronizada, de acordo com a densidade da imagem. As superfícies ( $n=142$ ) foram avaliadas clinicamente e radiografadas. As radiografias foram digitalizadas com scanner e foi realizado o exame histológico com cortes seriados (padrão-ouro). A profundidade das lesões foi aferida por meio de escores e de medidas nas imagens histológicas, radiográficas com e sem o uso de cor, em cada superfície da amostra. O programa não foi capaz de diferenciar superfícies hígidas e lesões em esmalte. Das lesões que histologicamente apresentavam alteração na

metade externa de dentina, 55,56% tiveram sua profundidade subestimada, contudo nenhuma era cavidade em dentina. Todas as lesões com profundidade histológica na metade interna de dentina apresentavam cavidade em dentina e mostraram a mesma extensão com a aplicação de cor na radiografia, superando os resultados obtidos com a radiografia sem cor. Em relação às medidas de profundidade as medidas resultantes não diferiram significativamente daquela do exame histológico. Portanto, o uso de um programa digital que determina de maneira padronizada como cada imagem deve ser colorida auxilia no diagnóstico de lesões de cárie que apresentam extensão histológica em dentina, especialmente aquelas que atinjam a sua porção interna.

## **REFERÊNCIAS**

---

---

**REFERÊNCIAS<sup>1</sup>**

BRAGA, C. P. A. et al. Materiais Simuladores de Tecidos Moles na Região Posterior da Mandíbula: Avaliação por Subtração Radiográfica Digital. In: SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 14., 2002, Porto Alegre. **Resumos...** Porto Alegre: UFRGS, 2002. P. 541.

EKSTRAND, K. Diagnóstico da Cárie. In: BUISCHI, Y. P. **Promoção de Saúde Bucal na Clínica Odontológica**, São Paulo: Artes Médicas, 2000, Cap. 6, p.127-148.

EKSTRAND, K.R et al. 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.**, Basel, v. 32, n. 4, p. 247-254, Jul/Aug. 1998.

FEJERSKOV, O. Concepts of Dental Caries and their Consequences for Understanding the Disease. **Community Dent. Oral Epidemiol.**, Munksgaard, v. 25, n. 1, p. 5-12, Feb. 1997.

FELDENS, C.A et al. An *In Vitro* Study of the Correlation Between Clinical and Radiography Examinations of Proximal Carious Lesions in Primary Molars. **J. Clin. Pediatr. Dent.**, Birmingham, v. 27, n. 2, p. 143-147, 2003.

FINKLER, M. **Avaliação *in vitro* da Correlação entre Exame Clínico e Radiográfico de Superfícies Proximais de Molares Decíduos**. Monografia (Especialização em Odontopediatria) – Faculdade de Odontologia, Universidade Luterana do Brasil, Canoas, 2001. 29p.

GROCHAU, C.H. **Acurácia dos Exames Clínico e Radiográfico no Diagnóstico e Tratamento Restaurador de Cárie Proximal**. Dissertação (Mestrado em Odontologia - área de concentração em Clínica Odontológica/Cariologia) - Faculdade de Odontologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001. 56f.

HILDEBOLT, C. F. et al. A Comparison of the Response of Storage Phosphor and Film Radiography to Small Variation in X-Ray Exposure. **Dentomaxillofac. Radiol.**, Houndsmills, v. 26, n. 3, p. 147-151, May 1997.

HINTZE, H. et al. Realibility of Visual Examination, Fibre-Optic Transillumination, and Bitewing Radiography, and Reproducibility of Direct Visual Examination following Tooth Separation for the Identification of Cavitated Carious Lesion in Contacting Approximal Surface. **Caries Res.**, Basel, v. 32, n. 3, p. 204-209, May/Jun. 1998.

---

<sup>1</sup> De acordo com a NBR 6023, de ago. 2002 e as abreviaturas dos títulos de Periódicos do Medline

HINTZE, H.; WENZEL, A. Influence of the Validation Method on Diagnostic Accuracy for Caries. A Comparison of Six Digital and Two Conventional Radiographic Systems. **Dentomaxillofac Radiol**, Houndsmills, v. 31, n. 1, p. 44-49, Jan. 2002.

KEYES, P.H. Bacteriological Findings and Biological Implications. **Int. Dent. J.**, London, v. 12, n. 4, p. 443-464, Jul/Aug. 1962.

KHADEMI, J. A. Digital Images & Sound. **J. Dent. Educ.**, Washington, v.60, n. 1, p. 41-46, Jan. 1996.

LARENTIS, N. L. **Avaliação da profundidade de lesões de cárie proximal por exames clínicos, radiográfico com uso de filtro digital de cor e de secções histológicas digitalizadas em scanner.** Dissertação (Mestrado em Odontologia – Área de concentração em clínica Odontológica/Odontopediatria) – Faculdade de Odontologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005. 75f.

MALTZ, M.; CARVALHO, J. Diagnóstico da Doença Cárie In: KRIEGER, L. (coord.) **ABOPREV - Promoção de Saúde Bucal**, 2 ed. São Paulo: Artes Médicas, 1999, Cap. 4, p. 69-87.

MARIATH, A. A. S. **Associação entre Critérios Clínicos e Presença de Cavidade Validada em Lesões Cariosas Proximais de Molares Decíduos.** Dissertação (Mestrado em Odontologia - área de concentração em Clínica Odontológica/Odontopediatria) - Faculdade de Odontologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003. 67f.

MARIATH, A. A. S. et al. Grey Levels and Radiolucent Lesion Depth as Cavity Predictors for Approximal Dentin Caries Lesions in Primary Teeth. **Dentomaxillofac Radiol.**, Houndsmills, v. 36, n. 7, p. 377-381, Oct. 2007.

MATTESON, S. R. et al. Advanced Imaging Methods. **Crit. Rev. Oral Biol. Med.**, Alexandria, v. 7, n. 4, p. 346-95, Jul. 1996.

MOL, A. Image Processing Tools for Dental Applications. **Dent. Clin. North Am.**, Philadelphia, v. 44, n. 2, p. 299-318, Apr. 2000.

MOL, A.; STELT, P.F. Locating the Periapical Region in Dental Radiographs Using Digital Image Analysis. **Oral Surg, Oral Med, Oral Pathol**, St. Louis, v. 75, n. 3, p. 373-382, Mar. 1993.

NIELSEN, L. L.; HOERNOE, M.; WENZEL, A. Radiographic Detection of Cavitation in Approximal Surfaces of Primary Teeth Using a Digital Storage Phosphor System and Conventional Film, and the Relationship Between Cavitation and Radiographic Lesion Depth: an in vitro Study. **Int. J. Paediatr. Dent.**, Oxford, v. 6, n. 3, p. 167-72, Sept. 1996.

OHKI, M. et al. Factors Determining the Diagnostic Accuracy of Digitized Conventional Intraoral Radiographs. **Dentomaxillofac. Radiol.**, Houndsmills, v. 23, n. 2, p.77-82, May 1994.

OSTROM, C. A. Cariologia Clínica In: MENAKER, L; MORHART, R. E.; NAVIA, J.M. **Caries Dentárias Bases biológicas**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1984. Cap. 10, p.219-230.

PITTS, N. B. Detection and Measurement of Approximal Radiolucencies by Computer-Aided Image Analysis. **Oral Surg, Oral Med, Oral Pathol**, St. Louis, v. 58, n. 3, p. 358-366, Sep. 1984.

\_\_\_\_\_. Detection of Approximal Radiolucencies in Enamel: A Preliminary Comparison Between Experienced Clinicians and an Image Analysis Method. **J. Dent**, Bristol, v. 15, n. 5, p. 191-197, Oct. 1987.

PITTS, N. B.; LONGBOTTOM, C. Temporary Tooth with Special Reference to the Diagnosis and Preventive Management of Equivocal Approximal Carious Lesion. **Quintessence Int.**, Berlin, v.18, n. 8, p.563-573, Aug. 1987.

PITTS, N. B.; RENSON C. E. Further Development of a Computer- Aided Image Analysis Method of Quantifying Radiolucencies in Approximal Enamel. **Caries Res.**, Basel, v. 20, n. 4, p. 361-70, Jul./Aug. 1986 a.

\_\_\_\_\_. Image Analysis of Bitewing Radiographs: A Histologically Validated Comparison with Visual Assessments of Radiolucency Depth in Enamel. **Br. Dent. J.**, v. 160, n. 6, p. 205-209, Mar. 1986 b.

PITTS, N. B.; RIMMER, P. A. An *in vivo* Comparison of Radiographic and Directly Assessed Clinical Caries Status of Posterior Approximal Surface in Primary and Permanent Teeth. **Caries Res.**, Basel, v.26, n. 2, p. 146-152, Mar./Apr. 1992.

RIJKOM, H.M.; VERDONSCHOT, E.H. Factors Involved in Validity Measurements of Diagnostic Tests for Approximal Caries – a Meta-Analysis. **Caries Res.**, Basel, v. 29, n. 5, p.364-70, Sep./Oct. 1995.

RIMMER, P. A.; PITTS, N. B. Temporary Elective Tooth Separation as a Diagnostic Aid in General Dental Practice. **Br. Dent. J.**, London, v. 169, n. 3/4, p.87-92, Aug. 1990.

SARMENTO, V. A. et al. Avaliação da Qualidade de Obtenção Endodôntica Através da Digitalização Direta de Imagens. **Rev. Odonto Ciência**, Porto Alegre, v. 26, n. 2, p. 139-155, dez. 1998.

SARMENTO, V. A. et al. Entendendo a Imagem Digitalizada. **Rev. Odonto Ciência**, Porto Alegre, v. 27, n. 1, p. 171-78, jun. 1999.

TAN P. L. B. et al. Caries, Bitewing, and Treatment Decisions. **Aust. Dent. J.**, Sydney, v. 47, n. 2, p. 138-41, Jun. 2002.

THYLSTRUP, A.; FEJERSKOV, O. Características Clínicas e Patológicas da Cárie Dentária In: \_\_\_\_\_. **Cariologia Clínica**, 2 ed., São Paulo: Santos, 1995, Cap. 6, p. 111-157, 1995.

WENZEL, A. Computer-Aided Image Manipulation on Intraoral Radiographs to Enhance Diagnosis in Dental Practice: a Review. **Int. Dent. J.**, London, v. 43, n. 2, p. 99-108, Apr. 1993.

\_\_\_\_\_. Digital Radiography and Caries Diagnosis. **Dentomaxillofac. Radiol.**, Houdsmills, v. 27, n. 1, p. 3-11, Jan. 1998.

WENZEL, A. et al. Depth of Occlusal Caries Assessed Clinically, by Convencional Film Radiographs, and Digitized, Processed Radiographs. **Carie Res.**, Basel, v. 24, n. 5, p. 327-333, Sep./Oct. 1990.

WENZEL, A. et al. Accuracy of Caries Diagnosis in Digital Images from Charge-Couple Device and Storage Phosphor Systems: an *In Vitro* Study. **Dentomaxillofacial Radiology**, Oxford, v. 24, n. 4, p. 250-54, Jul.1995.

WHAITES, E. Métodos alternativos e especializados no diagnóstico por imagem. In: \_\_\_\_\_. **Princípios de Radiologia Odontológica**. Porto Alegre: Artmed, 2003, 3 ed, Cap.17, p. 207-224.

WHITE, S.C.; YOON, D.C. Comparative performance of digital and convencional images for detecting proximal surfaces caries. **Dentomaxillofac. Radiol.**, Houndsmills, v. 26, n. 1, p.32-38, Jan. 1997.

YOSHIURA K. et al. Ultrasonographic texture characterization of salivary and neck masses using two-dimensional gray-scale clustering. **Dentomaxillofac. Radiol.**, Houndsmills, v. 26, n.6, p. 332-36, Nov. 1997.

**PROPOSIÇÃO**

---

---

## **PROPOSIÇÃO**

- Avaliar, *in vitro*, a profundidade de lesões de cárie proximal em molares decíduos, comparando os exames clínico e radiográfico interproximal, com e sem a aplicação de cores, ao exame histológico.

- Avaliar, *in vivo*, a profundidade de lesões de cárie proximal em molares decíduos, comparando os exames clínico e radiográfico interproximal, com e sem a aplicação de cores, à moldagem.

**ARTIGO 1**

---

---

## AVALIAÇÃO DE LESÕES DE CÁRIE PROXIMAL EM MOLARES DECÍDUOS: EXAMES CLÍNICO E RADIOGRÁFICO COM USO DE FILTRO DIGITAL DE COR - ESTUDO *IN VITRO*

BRAGA, Camila; FONTANELLA, Vania

### RESUMO

O objetivo do trabalho foi avaliar, *in vitro*, a profundidade de lesões de cárie proximal em molares decíduos, comparando os exames clínico e radiográfico interproximal, com e sem a aplicação de cores, ao exame histológico. Para isso 85 superfícies proximais foram avaliadas clinicamente e radiografadas. Para obtenção do padrão-ouro do estudo o exame histológico com cortes seriados foi realizado e as secções adquiridas, assim como as radiografias, digitalizadas em *scanner*. As imagens radiográficas foram submetidas à aplicação de cores de maneira padronizada, de acordo com a intensidade de *pixels* da dentina hígida. A profundidade das lesões foi aferida por meio de escores e de medidas nas imagens histológicas, radiográficas com e sem o uso de cor em cada superfície da amostra. Houve correlação direta forte entre os escores histológico e radiográfico com uso de cores. A correlação entre estes escores sem o uso de cores foi moderada. As medidas obtidas pelo exame histológico foram significativamente maiores que as do exame radiográfico e quando um ou dois desvios-padrão foram subtraídos da média de densidade óptica para a aplicação de cores, as médias resultantes não diferiram significativamente daquela do exame histológico ( $F=86,83$ ,  $p<0,001$ ). Os escores histológicos 0 a 3 estão localmente associados aos escores clínicos 0 a 2 e os escores 4 e 5 aos escores clínicos 3 a 4. Conclui-se que este método de aplicação de cores é capaz de identificar todas as lesões com profundidade na metade interna de dentina quando elas verdadeiramente apresentam essa extensão histológica, sendo necessárias pesquisas clínicas que suportem os resultados encontrados *in vitro*.

**Unitermos:** Cárie Dentária; Radiografia Dentária; Processamento de Imagem Assistido por Computador.

## INTRODUÇÃO

O diagnóstico de lesões de cárie proximal apresenta limitações, especialmente quando se trata de lesões com pequenas dimensões, devido ao ponto de contato e à dimensão vestibulo-lingual dos dentes posteriores, que dificultam a identificação direta da superfície (Rimmer, Pitts, 1990). Por essa razão, a associação entre exame clínico criterioso e exame radiográfico de qualidade assumiu um papel imprescindível para o diagnóstico dessas superfícies (Bille, Thylstrup, 1982; Rimmer, Pitts, 1990; Pitts, Rimmer, 1992). Entretanto, o exame radiográfico apresenta limitações, tais como a baixa sensibilidade (Wenzel et al. 1990) e a alta variabilidade inter e intra-examinador (Goldman et al., 1972; Goldman et al., 1974). Além disso, o método subestima a profundidade das lesões cariosas (Bille, Thylstrup, 1982; Wenzel et al., 1990; Shrout et al., 1996; Tan et al., 2002) e não é capaz de identificar a condição clínica quanto à presença ou não de cavidade, um dos fatores determinantes na indicativa de tratamento conservador ou invasivo (Bille, Thylstrup, 1982; Rimmer, Pitts, 1990; Tan et al., 2002). A limitação do exame radiográfico em determinar com precisão a presença de cavidade em superfície proximal, principalmente nas lesões com extensão intermediária (Bille, Thylstrup, 1982; Pitts, Rimmer, 1992; Akapata, 1996; Feldens et al., 2003), é responsável por inúmeros sobretratamentos (Bille, Thylstrup, 1982; Tan et al., 2002), tornando importante o estudo de qualquer recurso que possa auxiliar nesse processo.

As imagens radiográficas digitais têm sido cada vez mais utilizadas no processo de diagnóstico (Mol, Stelt, 1993). Programas que acompanham os sistemas digitais oferecem recursos de manipulação das imagens, tais como ajuste de brilho e contraste, determinação do nível de cinza com exibição de histograma, inversão das tonalidades de

cinza, aplicação de pseudocores, magnificação de uma área de interesse e utilização de régua eletrônica, o que pode facilitar alguns aspectos da interpretação e permitir análises quantitativas (Versteeg et al., 1997).

De acordo com Wenzel et al. (1990) o processamento digital aumenta substancialmente a acurácia na determinação de medidas de profundidade de cárie. Entretanto, apesar das medidas digitais apresentarem mais precisão do que as obtidas sobre as radiografias convencionais, elas não estão livres de erros (Dunn, Kantor, 1993), principalmente devido à dificuldade de diferenciar tons de cinza muito próximos (Ohki et al., 1994). Utilizando os próprios recursos dos sistemas digitais é possível transformar as distintas tonalidades de cinza em cores diferentes, o que facilitaria a diferenciação de áreas mais ou menos densas, já que o olho humano pode distinguir cores mais facilmente. Entretanto, na maioria das vezes, esse efeito distrai o observador do real conteúdo da imagem (Mol, 2000). Assim, o filtro de pseudocolorização é citado na literatura como o pior recurso digital auxiliar de diagnóstico (Gonçalves et al., 2005). Um grande empecilho à aceitação universal de uma escala de cores sobre as imagens digitais é a falta de padronização. Assim, o vermelho pode significar uma maior densidade num sistema e uma pequena, em outro sistema (Scarfe et al., 1999).

A partir do desenvolvimento de um programa digital que determina de maneira padronizada como cada imagem deve ser colorida, o objetivo desse trabalho foi avaliar, *in vitro*, a profundidade de lesões de cárie proximal em dentes decíduos posteriores, comparando os exames clínico e radiográfico interproximal, com e sem a aplicação de cores, ao exame histológico.

## **METODOLOGIA**

### **Realização de exame clínico, radiográfico e histológico**

O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, parecer número 24/06. Foram incluídos na amostra molares superiores e inferiores com lesão de cárie em superfície proximal, em diferentes estágios de progressão. Foram excluídos dentes que apresentavam ampla destruição coronária ou restaurações nas superfícies proximais. A presença de lesão de cárie profunda na superfície oclusal também foi critério de exclusão.

Com base no estudo de Larentis (2005) realizou-se o cálculo amostral fazendo-se uso do Software  $\eta$  Query Advisor 3.0 com poder de 80% e erro de 5%. Estimou-se 55 superfícies para a realização deste trabalho.

Foram utilizados 85 superfícies proximais de dentes decíduos humanos extraídos, armazenados em solução de formalina neutra a 2% tamponada, obtidos do Banco de Dentes da Universidade de São Paulo.

Foi realizada uma profilaxia prévia dos dentes com escova Robson e pasta profilática. O exame clínico das superfícies proximais dos dentes foi realizado por um examinador, dispondo de seringa tríplice e um refletor de luz clínico-odontológico. Os escores clínicos atribuídos foram: 0- superfície hígida; 1- superfície com lesão de cárie ativa sem cavidade; 2- superfície com lesão inativa sem cavidade; 3- superfície com lesão de cárie ativa com cavidade; 4- superfície com lesão inativa com cavidade.

Após a realização do exame clínico, os dentes foram montados em blocos de parafina cobrindo sua porção radicular, cada um com três dentes, criando quatro

superfícies de contatos proximais para simular sua posição na cavidade bucal. As superfícies sem contato dos dois dentes do início e final de cada bloco não foram utilizadas.

Para simulação dos tecidos moles foi adicionada, por vestibular de cada bloco, uma placa de acrílico autopolimerizável (Artigos Odontológicos Clássico - São Paulo - SP) com espessura de 2 cm. As radiografias foram realizadas com filmes Kodak Insight® nº 2 (Kodak – São Paulo – SP – BR) com aparelho de raios X Pro 70 Intra® (Prodental Equipamentos Odontológicos Ltda – Ribeirão Preto – SP –BR) calibrado, operando em regime de 70 kVp, 10 mA, 0,4 segundos de exposição e distância foco-filme de 28 cm. Os filmes foram processadas pelo método automático (DentX 9000® – DentX – Elmsford – Nova Iorque – EUA) em ciclo seco a seco de 4,5 minutos.

Para validação do diagnóstico, foi realizada análise histológica com cortes seriados. Os dentes foram cortados logo abaixo de seu colo, com a finalidade de separar a coroa das raízes. A porção coronária foi fixada em uma placa de acrílico com cera (Horus azul, Denstply/Herpo – Petrópolis – RJ – BR) e adaptada a uma cortadeira (Isomet™ Low Speed Saw, Buehler – Lake Bluff – IL – EUA), sendo então seccionada no centro, no sentido vestibulo-palatino, com disco diamantado dupla face (Disco Buehler® número 11-4243, Lake Bluff – IL – EUA) sob refrigeração. Cada secção obtida também foi fixada na placa de acrílico e adaptada à cortadeira com a finalidade de obter cortes na direção mesio-distal com espessura aproximada de 500 µm, sendo um deles no centro da lesão.

### **Digitalização das imagens**

As radiografias foram digitalizadas individualmente por meio de um *scanner* de mesa com leitor de transparência Epson Perfection 2450® (Epson – Long Beach – Califórnia – EUA), com o auxílio de uma máscara em acrílico preto, contendo aberturas com as mesmas dimensões dos filmes utilizados, de forma a posicionar as radiografias na mesa do *scanner* e impedir a incidência de luz fora de seus limites. Os parâmetros de digitalização foram: ajuste automático de brilho e contraste, tamanho original, resolução de 300 dpi e 256 tons de cinza. As imagens resultantes foram armazenadas no formato JPEG (*Joint Photographic Experts Group*), compressão 3:1.

Os dois lados de cada secção histológica obtida também foram digitalizadas no mesmo *scanner*, no modo reflexivo e com a tampa aberta, com ajuste automático de brilho e contraste, em tamanho original, com resolução de 2400 dpi e padrão de cores RGB.

### **Obtenção dos escores radiográficos**

As imagens radiográficas digitalizadas foram avaliadas por um observador em monitor LCD de 14", com resolução de 1024 x 768 *pixels* e fundo preto, em ambiente escurecido, com distância de 50 a 100 cm. Não foi permitido ao observador o acesso aos resultados do exame clínico. Os escores radiográficos atribuídos foram: 0- superfície hígida; 1- superfície com radiolucidez na metade externa de esmalte; 2- superfície com radiolucidez na metade interna de esmalte; 3- superfície com radiolucidez na junção amelo-dentinária (JAD); 4- superfície com radiolucidez na metade externa da dentina; 5- superfície com radiolucidez na metade interna da dentina.

### **Obtenção de medidas e escores histológicos**

As imagens das secções histológicas foram avaliadas nas mesmas condições do exame radiográfico. O observador não possuía acesso aos resultados da avaliação clínica e radiográfica durante a realização da análise histológica. Utilizando a régua eletrônica do programa Photoshop CS2 (Adobe Systems – San Jose – CA – EUA) o observador realizou medidas, em *pixels*, de profundidade de lesões de cárie nas secções histológicas adquiridas.

Para cada superfície, a secção histológica que apresentou a maior profundidade de lesão foi selecionada e dado os seguintes escores histológicos: 0- superfície hígida; 1- superfície com lesão na metade externa de esmalte; 2- superfície com lesão na metade interna de esmalte; 3- superfície com lesão na JAD; 4- superfície com lesão na metade externa da dentina; 5- superfície com lesão na metade interna da dentina. A medida resultante de cada superfície selecionada e o seu escore foram considerados o padrão-ouro do estudo.

### **Padronização das imagens**

Cada imagem radiográfica digitalizada foi recortada, de maneira que fosse possível separar a metade mesial e distal de cada dente e então colocada ao lado da histológica correspondente à mesma superfície. A imagem histológica foi duplicada, redimensionada para 300 dpi e sobre ela colada como camada transparente à imagem radiográfica, de maneira a padronizar a inclinação das imagens radiográficas e histológicas das mesmas superfícies. Para padronizar as imagens em relação ao seu

tamanho, devido à ampliação do exame radiográfico, foram realizadas as mesmas guias de referências de medidas nas secções histológicas e nas radiografias. Não foram realizadas medidas de profundidade das imagens com escore histológico 1, 2 e 3, visto que o programa digital de cores não funcionou para essas lesões. Para as lesões com escore histológico 4 e 5 foram realizadas medidas da JAD até o início da câmara pulpar, devido a muitas dessas superfícies possuírem cavidade e, por isso, perderem sua referência externa (figura 1)

### **Filtro digital de cor (FDC)**

Um FDC, criado especificamente para essa finalidade, foi utilizado para colorir de maneira padronizada as imagens radiográficas de acordo com a intensidade de *pixels* de cada superfície. Para isso, nas superfícies radiográficas que apresentavam escores histológicos 0, 1, 2 e 3 um pequeno quadrado foi demarcado em esmalte, na metade do mesmo, não incluindo a área da lesão, e a média da densidade óptica e desvio-padrão obtidos.. Nas superfícies radiográficas que apresentavam escores histológicos 4 e 5 foi demarcado um pequeno em dentina, na metade da distância entre a JAD da superfície oclusal e o teto da cavidade pulpar, não incluindo a área da lesão, e a média da densidade óptica e desvio-padrão obtidos (Figura 1). O intervalo entre o valor médio da densidade previamente estabelecido para cada superfície e o valor 255 foi o escolhido para que as áreas cujas densidades se incluíssem nesse intervalo fossem coloridas.

A imagem original foi triplicada e em cada cópia foram utilizados diferentes critérios para aplicação de cores. Na primeira, foi utilizado o intervalo de *pixels* situado entre a média da densidade do esmalte daquela imagem e o valor 255, na segunda a

média da densidade diminuída de um desvio-padrão até o valor 255 e, na terceira, a média de densidade diminuída de dois desvios-padrão até o valor 255. A todas as imagens radiográficas com cor foram atribuídos os mesmos escores do exame radiográfico (0 a 5). (Figura 2)

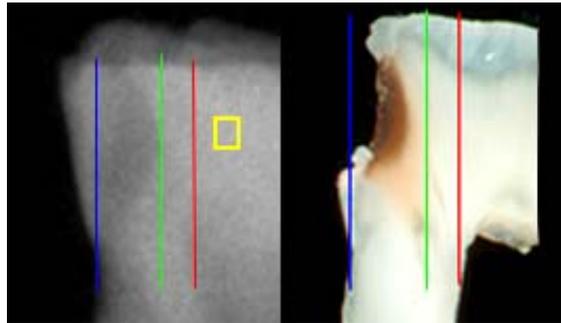


Figura 1. Metodologia para a obtenção de medidas: nas lesões em dentina foram traçadas guias de referência na JAD (azul) e no início da câmara pulpar (vermelho). A profundidade da lesão foi marcada em verde. Em amarelo a posição do quadrado para obtenção da densidade óptica média em dentina.

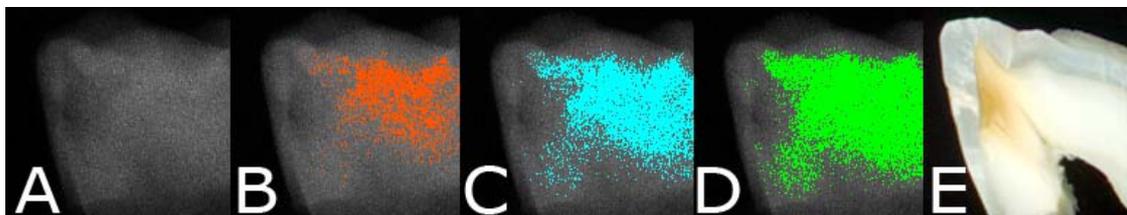


Figura 2. Exemplo de imagem radiográfica digitalizada sem a aplicação de cores (A), utilizando o filtro de cor com base na média da densidade óptica da dentina (B), diminuindo 1 desvio-padrão (C), 2 desvios-padrão (D) e secção histológica (E) do mesmo dente.

### **Realização de medidas radiográficas**

Foram realizadas medidas de profundidade das lesões de cárie, em *pixels*, nas radiografias sem e com a utilização do FDC. Nas imagens radiográficas com cor, a maior profundidade da lesão era determinada pela área do início dos *pixels* que apresentavam-se coloridos e em continuidade. Assim, a medida da profundidade das lesões de cárie

correspondia à área que não se apresentava colorida na imagem (figura 1). Nos casos que apresentavam escores radiográficos 0, 1, 2 e 3 não foram obtidas medidas, visto que o programa digital de cores não funcionou para essas lesões.

### **Reprodutibilidade**

Para avaliar a reprodutibilidade do observador em relação aos escores estabelecidos, os exames clínico, radiográfico e histológico foram repetidos em 100% das superfícies com intervalo mínimo de uma semana até que fosse atingido Kappa maior do que 0,8.

Para avaliar a reprodutibilidade das medidas de profundidade das lesões nas imagens radiográficas e histológicas, 20% das superfícies foram selecionadas de maneira aleatória para a repetição das medidas após uma semana. A análise por meio do Coeficiente de Correlação Intraclasse ( $r_i=0,997$ ;  $p<0,001$ ) e do Teste t para amostras pareadas ( $\alpha=5\%$ ) não evidenciou diferenças estatísticas entre elas.

### **Análise Estatística**

Para avaliar a correlação dos escores clínico, radiográfico sem e com uso de cor e histológico, utilizou-se o Coeficiente de Correlação de Spearman. Para comparação das medidas de profundidade das lesões de cárie obtidas pelo exame histológico e radiográfico sem e com utilização de cores, utilizou-se a Análise de Variância com delineamento em blocos casualizados, complementado pelo teste de Comparações Múltiplas de Tukey, ao nível de significância de 5%.

## RESULTADOS

A tabela 1 mostra o coeficiente de correlação de Spearman dos escores histológico e radiográfico sem e com uso de cores. Para isso os critérios histológicos de 0 a 3 foram agrupados, bem como os critérios radiográficos. Verifica-se correlação direta forte entre os escores histológico e radiográfico com uso de cores na faixa da média -1 desvio-padrão e média -2 desvios-padrão. A correlação entre os escores histológico e radiográfico com uso de cores na faixa da média e sem o uso de cores foi moderada.

Tabela 1 – Coeficiente de Correlação de Spearman entre os escores histológicos e radiográficos.

	Histológico	Radiográfico	Cor Média	Cor Média - 1DP
Radiográfico	0,693			
Cor Média	0,594	0,663		
Cor Média - 1DP	0,839	0,826	0,700	
Cor Média - 2DP	0,862	0,798	0,697	0,962

Todas as correlações foram significativas no nível de significância de 1%

As medidas de profundidade da lesão foram realizadas apenas na fração da amostra que recebeu escore histológico 4 ou 5 (n=49). Na tabela 2 observa-se que as médias das medidas obtidas pelo exame histológico foram significativamente maiores que as do exame radiográfico e significativamente menores que as do exame radiográfico com uso de cor na faixa da média. Quando um ou dois desvios-padrão foram subtraídos da média de densidade óptica para a aplicação de cores, as médias resultantes não diferiram significativamente daquela do exame histológico (F=86,83, p<0,001).

Tabela 2 - Comparação entre as médias das medidas de profundidade de lesões de cárie (em *pixels*) com extensão em dentina determinada histologicamente, obtidas pelos métodos histológico, radiográfico e radiográfico com aplicação de cores.

Grupo	Profundidade da lesão ( <i>pixels</i> )	
	Média	Desvio-padrão
Radiográfico	28,60 <sup>C</sup>	23,74
Cor Média	48,40 <sup>A</sup>	24,50
Cor Média - 1DP	42,86 <sup>B</sup>	23,35
Cor Média - 2DP	39,98 <sup>B</sup>	24,16
Histológico	42,00 <sup>B</sup>	24,81

Médias seguidas de letras distintas diferem significativamente - Análise de Variância utilizando o delineamento em blocos casualizados, complementada pelo teste de Comparações Múltiplas de Tukey, ao nível de significância de 5%.

Com a finalidade de verificar se existe associação entre os escores clínicos e histológicos foi aplicado o teste  $\chi^2$  complementado pela Análise de Resíduos Ajustados. Os critérios clínicos de 0 a 2 e 3 a 4 foram agrupados, bem como os critérios histológicos de 0 a 3. Verifica-se, na tabela 3, que o escore histológico 0 a 3 está localmente associado ao escore clínico 0 a 2 e os escores 4 e 5 ao escore clínico 3 a 4.

Tabela 3 – Distribuição da amostra de acordo com os escores clínico e histológico.

Escore clínico	Escore Histológico						Total	
	0 a 3		4		5			
	n	%	n	%	n	%	n	%
0 a 2	32	94,1*	4	10,3	0	0,0	36	42,4
3 a 4	2	5,9	35	89,7*	12	100,0*	49	57,6
Total	34	100,0	39	100,0	12	100,0	85	100,0

$\chi^2=62,59$ ;  $p<0,001$

\* Análise de Resíduos Ajustados:  $p<0,05$

## DISCUSSÃO

A escolha por um estudo com delineamento *in vitro*, utilizando dentes humanos decíduos extraídos foi devido à necessidade da realização do exame histológico das

superfícies dentárias. Segundo Hintze e Wenzel (1996) não existem diferenças no diagnóstico de cárie quando radiografias são obtidas em condições clínicas ou laboratoriais.

De acordo com Hintze e Wenzel (2003) os métodos histológicos de hemi-seção e de seccionamento seriado, quando comparados, diferem bastante quanto aos seus desempenhos em relação ao diagnóstico de lesões de cárie. Segundo as autoras, através de cortes seriados é possível determinar com precisão qual deles representa a maior profundidade da lesão em uma determinada superfície. Por esse motivo, o exame histológico com cortes seriados, foi realizado para determinar a profundidade das lesões de cárie.

Larentis et al. (resultados não publicados) validaram uma metodologia que suporta a substituição do uso do estereomicroscópio pelo *scanner* de mesa para aquisição de imagens de hemi-seções dentárias com a finalidade de obtenção de medidas horizontais e verticais. Por facilitar a realização de pesquisas, todas as seções nesse estudo foram digitalizadas com *scanner* de mesa para posterior realização de medidas da profundidade de lesões de cárie.

De acordo com os resultados de Wenzel et al. (1995) não houve diferenças significativas em relação à acurácia no diagnóstico de cárie comparando as imagens armazenadas nos formatos TIFF e JPEG. Assim, todos os arquivos de imagem foram armazenados nesse formato, o qual não causa perda de informação das imagens digitais e resulta em um espaço pequeno ocupado no disco rígido de um microcomputador.

Segundo Chen e Hollender (1995) o local de posicionamento da radiografia na tela do leitor de transparência pode causar variação de densidade óptica. Assim, as

radiografias foram digitalizadas individualmente, padronizando seu posicionamento na mesa do *scanner*.

Hermans et al. (1998), sugerem que apenas um observador calibrado deva realizar mensurações em um estudo, eliminando a variabilidade inter-observadores. Assim, optamos por apenas um observador calibrado realizar todas as medidas de profundidade de lesões de cárie.

De acordo com Wenzel et al. (1990) é necessária uma perda mineral substancial para que uma lesão de cárie tenha expressão radiográfica e essa limitação se confirmou no presente estudo, já que 83% das lesões sem cavidade não apresentavam expressão radiográfica. Ao contrário, o uso do FDC não foi capaz de diagnosticar nenhuma superfície hígida, mostrando em todas a presença de lesão, concordando com os resultados de Larentis (2005), que aplicou em FDC em radiografias proximais de dentes permanentes com lesão de cárie proximal. Em relação às lesões com extensão até a JAD (escores histológicos 1 a 3), o exame radiográfico com cores não levou a nenhum resultado falso negativo. Entretanto, para o diagnóstico dessas lesões o FDC apresenta limitações, já que não é capaz de diferenciá-las das superfícies hígidas.

Nas superfícies com comprometimento histológico em metade externa de dentina (n=39) o exame radiográfico permitiu a correta identificação da profundidade da lesão em apenas 14 superfícies. A aplicação de cores nestes casos não resultou em nenhuma superfície interpretada como hígida. A profundidade da lesão foi corretamente estimada em 71,79% dos casos. Dessas lesões incorretamente diagnosticadas (n=11), nenhuma apresentava cavidade em dentina. Quando o FDC mostrou extensão na metade externa de dentina (n=28) todas as lesões apresentaram cavidade em dentina.

Das lesões que apresentaram histologicamente extensão em metade interna de dentina, cerca da metade tiveram sua profundidade subestimada na radiografia, ao passo em que 83,33% foram corretamente identificadas quando a cor foi aplicada e todas apresentavam cavidade em dentina. Assim, a incapacidade do exame radiográfico determinar com segurança a presença de cavidade de uma lesão proximal, especialmente quando a radiolucidez se estende na metade externa de dentina (Bille, Thylstrup, 1982; Pitts, Rimmer, 1992; Akapata, 1996; Feldens et al., 2003), pode ser diminuída com o uso do FDC, já que ele foi capaz de identificar quase todas as lesões com profundidade na metade interna de dentina quando elas verdadeiramente apresentam essa extensão histológica, diferente do exame radiográfico.

As medidas radiográficas realizadas nesse estudo subestimaram a profundidade das lesões de cárie, concordando com os achados da literatura (Bille, Thylstrup, 1982; Tan; Evans, Morgan, 2002). Entretanto, nos casos das lesões que histologicamente apresentavam alteração em dentina e que o FDC foi utilizado a partir da média de densidade óptica da superfície, as medidas de profundidade obtidas não diferiram significativamente daquela do exame histológico, bem como constatado no estudo realizado por Larentis et al (2005).

Os resultados de Larentis (2005) se assemelham aos resultados obtidos nesse estudo. No entanto, Larentis (2005) preconiza o uso do FDC nas faixas da média e média – 1 desvio-padrão. No presente estudo, preconiza-se o uso do FDC nas faixas da média – 1 desvio-padrão e média – 2 desvios-padrão. Assim, pode-se adotar o uso do FDC na faixa da média – 1 desvio-padrão tanto para aplicá-lo em radiografias de dentes permanentes quanto em radiografias de dentes decíduos.

O olho humano que não é capaz de identificar corretamente os tons de cinza muito próximos em uma radiografia e, por isso, é difícil estabelecer corretamente a profundidade de lesões de cárie sem utilização de algum recurso auxiliar (Ohki et al., 1994). De acordo com resultados desse estudo, a aplicação de cores às imagens radiográficas facilita esse processo, contrariando o observado por Gonçalves et al. (2005), quando o uso de cores dificultou a determinação da profundidade de lesões de cárie proximais. Essa divergência de resultados certamente deve-se ao fato do programa utilizado determinar de maneira padronizada como cada imagem deve ser colorida, ao contrário dos filtros de pseudocolorização que acompanham os sistemas digitais (Scarfe et al., 1999), já que a média de densidade varia muito em relação a qual dente e superfície estamos avaliando.

Assim, o FDC é capaz de identificar todas as lesões com profundidade na metade interna de dentina quando elas verdadeiramente apresentam essa extensão histológica. Novas perspectivas para o diagnóstico das lesões de cárie proximal surgem, sendo necessárias pesquisas clínicas que suportem os resultados encontrados *in vitro*.

## **REFERÊNCIAS**

Akapata ES, Farid MR, Al-Saif K, Roberts EAU. Cavitation at radiolucent areas on proximal surface of posterior teeth. *Caries Res* 1996;30:313-316.

Bille J, Thylstrup A. Radiographic diagnosis and clinical tissue changes in relation to treatment of approximal carious lesion. *Caries Res* 1982;16:1-6.

Chen SK, Hollender L. Digitizing of radiographs with a flatbed scanner. *J Dent* 1995;23:205-208.

Dunn SM, Kantor ML. Digital radiology: facts and fictions. *J Am Dent Assoc* 1993; 124:38-47.

Feldens CA, Tovo MF, Kramer PF, Feldens EG, Ferreira SH, Finkler M. An in vitro study of the correlation between clinical and radiographic examinations of proximal carious lesions in primary molars. *J Clin Pediatr Dent* 2003;27:143-147.

Goldman M, Pearson AH, Darzenta, N. Endodontic success – who's reading the radiograph? *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1972;33: 432-437.

Goldman M, Pearson AH, Darzenta N. Reliability of radiographic interpretations. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1974;38:287-293.

Gonçalves MA, Cordeiro RCL, Santos-Pinto LAM, Oliveira WS. Efetividade dos recursos de imagem digital e desempenho do examinador na determinação da profundidade da lesão de cárie oclusal. *Revista da ABRO* 2005;6:17-23.

Hermans R, Feron MF, Bellon E, Dupont P, Bogart WV, Baert AL. Laryngeal tumor volume measurements determined with CT: a study on intra and interobserver variability. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1998; 40: 553-57.

Hintze H, Wenzel A. Diagnostic outcome of methods frequently used for caries validation. A comparison of clinical examination, radiography and histology following hemisectioning and serial tooth sectioning. *Caries Res* 2003;37:115-24.

Hintze H, Wenzel A. Clinical and laboratory radiographic caries diagnosis. A study of the same teeth. *Dentomaxillofac Radiol* 1996;25:115-118.

Larentis, NL. Avaliação da profundidade de lesões de cárie proximal por exames clínicos, radiográfico com uso de filtro digital de cor e de secções histológicas digitalizadas em *scanner*. Dissertação (Mestrado em Odontologia – Área de concentração em clínica Odontológica/Odontopediatria) – Faculdade de Odontologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005. 75f.

Mol, A. image processing tools for dental applications. *Dent Clin North Am* 2000; 44:299-318.

Mol A, Stelt PF. Locating the periapical region in dental radiographs using digital image analysis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1993;75:373-382.

Ohki M, Okano T, Nakamura T. Factors determining the diagnostic accuracy of digitized conventional intraoral radiographs. *Dentomaxillofac Radiol* 1994;23:77-82.

Pitts NB, Rimmer PA. An in vivo comparison of radiographic and directly assessed clinical caries status of posterior approximal surfaces in primary and permanent teeth. *Caries Res* 1992;26:146-152.

Rimmer PA, Pitts NB. Temporary elective tooth separation as a diagnostic aid in general dental practice. *Br Dent J* 1990;11:87-92.

Scarfe WC, Czerniejewski VJ, Farman AG, Avant SL, Molteni R. In vivo accuracy and reliability of colorcoded image enhancements for the assessment of periradicular lesion dimensions. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1999;88:603-611.

Shrout MK et al. Digital enhancement of radiographs: can it improve caries diagnosis? *J Am Dent Assoc* 1996;127:469-473.

Tan, PLB, Evans RW, Morgan MV. Caries, bitewing, and treatment decisions. *Aust Dent J* 2002;47:138-41.

Versteeg CH, Sanderink, GCH, van der Stelt, PF. Efficacy of digital intra-oral radiography in clinical dentistry. *J Dent* 1997; 25:215-224.

Wenzel A, Borg E, Hintze H, Gröndahl HG. Accuracy of caries diagnosis in digital images from charge-couple device and storage phosphor systems: an in vitro study. *Dentomaxillofac Radiol* 1995;24:250-254.

Wenzel A, Fejerskov O, Joyston-Bechal S, Groeneveld A. Depth of occlusal caries assessed clinically, by conventional film radiographs, and digitized, processed radiographs. *Carie Res* 1990;24:327-333.

**ARTIGO 2**

---

---

## AVALIAÇÃO DE LESÕES DE CÁRIE PROXIMAL COM APLICAÇÃO DE CORES NO EXAME RADIOGRÁFICO - ESTUDO CLÍNICO EM MOLARES DECÍDUOS

BRAGA, Camila; TOVO, Maximiano; FONTANELLA, Vania

### RESUMO

O objetivo do trabalho foi avaliar, *in vivo*, a profundidade de lesões de cárie proximal em dentes decíduos posteriores, comparando os exames clínico e radiográfico interproximal, com e sem a aplicação de cores, à moldagem. Para isso 81 superfícies de dentes molares decíduos superiores e inferiores em boca tiveram suas faces proximais diagnosticadas clinicamente, após separação temporária dos dentes com elástico ortodôntico. Foi feita a moldagem das superfícies proximais com silicona de adição. As radiografias foram digitalizadas através do uso de um *scanner*. A partir da utilização de um programa digital, foi possível a aplicação de cores nas imagens radiográficas de maneira padronizada, de acordo com a intensidade de *pixels* de cada superfície. A profundidade das lesões foi aferida por meio de escores nas imagens radiográficas com e sem o uso de cor em cada superfície da amostra. Os escores clínicos 0 a 2 estão localmente associados aos escores 0 a 3 atribuídos nos exames radiográficos, independentemente do uso ou não de cor, assim como ao escore 0 da moldagem. Os escores clínicos 3 e 4 estão localmente associados ao escore 5 atribuído nos exames radiográficos com uso de cor e ao escore 1 da moldagem. As superfícies sem cavidade detectada pela moldagem estão localmente associadas aos escores radiográficos 0 a 3, independentemente do uso ou não de cor. As superfícies com cavidade na moldagem estão localmente associadas ao escore radiográfico 4 e ao escore 5 em todos os exames radiográficos com uso de cor. Os escores radiográficos (*rank* médio = 1,60) são significativamente menores do que os escores radiográficos com uso de cor na faixa da média, média -1 desvio-padrão e média -2 desvios-padrão (*ranks* médios 2,64, 2,88 e 2,88, respectivamente), os quais não diferem entre si. Conclui-se que a aplicação de cores resulta em melhor desempenho da radiografia na identificação de lesões cavitadas.

**Unitermos:** Cárie Dentária; Radiografia Dentária; Processamento de Imagem Assistido por Computador.

## **INTRODUÇÃO**

O diagnóstico e o tratamento da cárie sofreram grandes modificações ao longo dos últimos anos, principalmente com a diminuição da prevalência da doença.

O uso do método visual, associado ao exame radiográfico interproximal, foi, durante muito tempo, bastante adequado para diagnosticar indivíduos com alta prevalência de cárie (RIJKOM, VERDONSCHOT, 1995).

O exame radiográfico, apesar de constituir-se em uma ferramenta diagnóstica imprescindível para a detecção de alterações de tecidos mineralizados, apresenta limitações, tais como baixa sensibilidade e alta variabilidade interexaminador, pois é necessário que a perda mineral atinja proporções de 30 a 60% para que seja detectada na radiografia (MATTESON et al., 1996).

Além disso, através do exame radiográfico convencional é difícil determinar a profundidade das lesões cariosas, que são tradicionalmente avaliadas através de escalas ordinais de acordo com a extensão radiolúcida da lesão, que por sua vez não é bem definida, dificultando o diagnóstico. Sendo assim, o método radiográfico frequentemente subestima a real profundidade das lesões de cárie (WENZEL et al., 1990). Outra limitação existente é a de conseguir relacionar presença de cavidade com a extensão radiolúcida da lesão no exame radiográfico, que determinará a necessidade de tratamento restaurador (TAN et al., 2002).

As imagens radiográficas digitais têm sido cada vez mais utilizadas no processo de diagnóstico (MOL, STELT, 1993). Programas que acompanham os sistemas digitais oferecem recursos de manipulação das imagens, tais como ajuste de brilho e contraste, determinação do nível de cinza com exibição de histograma, inversão das tonalidades de

cinza, aplicação de pseudocores, magnificação de uma área de interesse e utilização de régua eletrônica, o que pode facilitar alguns aspectos da interpretação e permitir análises quantitativas (VERSTEEG et al., 1997).

De acordo com Wenzel et al. (1990) o processamento digital aumenta substancialmente a acurácia na determinação de medidas de profundidade de cárie. Entretanto, apesar das medidas digitais apresentarem mais precisão do que as obtidas sobre as radiografias convencionais, elas não estão livres de erros (DUNN, KANTOR, 1993), principalmente devido à dificuldade de diferenciar tons de cinza muito próximos (OHKI et al., 1994). Utilizando os próprios recursos dos sistemas digitais é possível transformar as distintas tonalidades de cinza em cores diferentes, o que facilitaria a diferenciação de áreas mais ou menos densas, já que o olho humano pode distinguir cores mais facilmente. Entretanto, na maioria das vezes, esse efeito distrai o observador do real conteúdo da imagem (MOL, 2000). Assim, o filtro de pseudocolorização é citado na literatura como o pior recurso digital auxiliar de diagnóstico (GONÇALVES et al., 2005). Um grande empecilho à aceitação universal de uma escala de cores sobre as imagens digitais é a falta de padronização. Assim, o vermelho pode significar uma maior densidade num sistema e uma pequena, em outro sistema (SCARFE et al., 1999).

A partir do desenvolvimento de um programa digital que determina de maneira padronizada como cada imagem deve ser colorida, Larentis (2005) e Braga et al (resultados não publicados) avaliaram, *in vitro*, a profundidade de lesões de cárie proximal em dentes permanentes e decíduos posteriores, respectivamente, comparando os exames clínico e radiográfico interproximal, com e sem a aplicação de cores, ao exame histológico. Em ambos estudos concluiu-se que o FDC é capaz de identificar quase todas

as lesões com profundidade na metade interna de dentina quando elas verdadeiramente apresentam essa extensão histológica. No entanto são necessárias pesquisas clínicas que suportem os resultados encontrados *in vitro*.

Assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar, *in vivo*, a profundidade de lesões de cárie proximal em dentes decíduos posteriores, comparando os exames clínico e radiográfico interproximal, com e sem a aplicação de cores, a moldagem.

## **METODOLOGIA**

### **Realização de exame clínico, radiográfico e moldagem**

O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, parecer número 24/06 e do Curso de Odontologia da Universidade Luterana do Brasil, parecer número 2006-259H. Foram incluídos na amostra dentes decíduos molares superiores e inferiores com lesão de cárie em superfície proximal, em diferentes estágios de progressão. Foram excluídos dentes que apresentavam ampla destruição coronária ou restaurações nas superfícies proximais. A presença de lesão de cárie profunda na superfície oclusal também foi critério de exclusão.

Com base no estudo de Larentis (2005) realizou-se o cálculo amostral fazendo-se uso do Software  $\eta$  Query Advisor 3.0 com poder de 80% e erro de 5%. Estimou-se 55 superfícies para a realização deste trabalho.

Um exame clínico inicial, para seleção de dentes cariados, foi realizado pelos alunos de Graduação do Curso de Odontologia da ULBRA no ambulatório de Odontopediatria.

As radiografias foram realizadas, por um operador experiente, de maneira padronizada, com filmes Kodak Insight® nº 2 (Kodak – São Paulo - SP- BR), com o auxílio de posicionador interproximal Indusbello® (Indusbello - Londrina - PR) servindo de guia para o cilindro de um aparelho de raios Gnatus 70C ® (Gnatus Equipamentos Odontológicos Ltda - Ribeirão Preto - SP) em regime de 70 kVp, 8 mA e 0,4 segundos de exposição. Foram incluídos na amostra dentes que apresentarem lesão de cárie em dentina nesse exame, totalizando 81 superfícies. As radiografias foram processadas pelo método automático (DentX 9000®- DentX – Elmsford – Nova Iorque - EUA) com soluções X-Omat® (Kodak – São Paulo - SP- BR), em ciclo seco a seco de 4,5 minutos e então acondicionadas em montagens plásticas.

Para a realização do exame clínico foi utilizada a técnica de separação temporária na superfície proximal previamente selecionada. Para tal, foi utilizado um elástico ortodôntico circular (Morelli, Sorocaba, São Paulo) por 2 a 3 dias, com o objetivo de viabilizar o exame clínico e a posterior impressão da superfície proximal em estudo, para validação do mesmo.

Após o período estabelecido, o elástico inserido foi removido, deixando um espaço entre as superfícies proximais. Estas foram limpas com escova Robson e pasta profilática.

Sob isolamento relativo, utilizando-se sonda exploradora e espelho plano, a lesão cariosa foi avaliada quanto ao aspecto clínico. A utilização da sonda foi realizada a fim

de avaliar a textura da superfície sem exercer pressão. A determinação da atividade da lesão utilizou os seguintes critérios: 0-Superfície hígida; 1- Superfície com lesão ativa sem cavidade; 2- Superfície com lesão inativa sem cavidade; 3- Superfície com lesão ativa com cavidade; 4- Superfície com lesão inativa com cavidade;

Após o exame clínico da lesão, a moldagem da região foi realizada com um material do tipo elastomérico, Silicona de Adição (Express-3M, Sumaré, Brasil).

As moldagens (foto1) foram avaliadas a olho desarmado, sem qualquer magnificação. As superfícies foram classificadas a partir dos seguintes critérios (escores): Sem cavidade (superfície íntegra ou leve erosão superficial); Cavidade: presença de uma superfície com rompimento do esmalte, configurando uma cavidade bem delimitada.

Os escores atribuídos às moldagens foram considerados o padrão-ouro do exame clínico.



Figura 1. Moldagem da lesão de cárie em face proximal com material do tipo elastomérico, Silicona de Adição, após separação dentária temporária com elástico ortodôntico circular.

### **Digitalização das imagens**

As radiografias foram digitalizadas individualmente por meio de um *scanner* de mesa com leitor de transparência Epson Perfection 2450® (Epson – Long Beach – Califórnia – EUA), com o auxílio de uma máscara em acrílico preto, contendo aberturas com as mesmas dimensões dos filmes utilizados, de forma a posicionar as radiografias na mesa do *scanner* e impedir a incidência de luz fora de seus limites. Os parâmetros de digitalização foram: ajuste automático de brilho e contraste, tamanho original, resolução de 300 dpi e 256 tons de cinza. As imagens resultantes foram armazenadas no formato JPEG (*Joint Photographic Experts Group*) nível 12.

### **Obtenção dos escores radiográficos**

As imagens radiográficas digitalizadas foram avaliadas por um observador em monitor LCD de 14”, com resolução de 1024 x 768 *pixels* e fundo preto, em ambiente escurecido, com distância de 50 a 100 cm. Não foi permitido ao observador o acesso aos resultados do exame clínico. Os escores radiográficos atribuídos foram: 0- superfície hígida; 1- superfície com radiolucidez na metade externa de esmalte; 2- superfície com radiolucidez na metade interna de esmalte; 3- superfície com radiolucidez na junção amelo-dentinária (JAD); 4- superfície com radiolucidez na metade externa da dentina; 5- superfície com radiolucidez na metade interna da dentina.

### **Filtro digital de cor (FDC)**

Um FDC, criado especificamente para essa finalidade, foi utilizado para colorir de maneira padronizada as imagens radiográficas de acordo com a intensidade de *pixels* de cada superfície. Para isso, nas superfícies radiográficas que apresentavam lesões com

escore 4 e 5 foi demarcado um pequeno quadrado em dentina, na metade da distância entre a JAD da superfície oclusal e o limite superior da cavidade pulpar, não incluindo a área da lesão, e a média da densidade óptica e desvio-padrão obtidos. O intervalo entre o valor médio da densidade previamente estabelecido para cada superfície e o valor 255 foi o escolhido para que as áreas cujas densidades se incluíssem nesse intervalo fossem coloridas.

A imagem original foi triplicada e em cada cópia foram utilizados diferentes critérios para aplicação de cores. Na primeira, foi utilizado o intervalo de *pixels* situado entre a média da densidade da dentina daquela imagem e o valor 255, na segunda a média da densidade diminuída de um desvio-padrão até o valor 255 e, na terceira, a média de densidade diminuída de dois desvios-padrão até o valor 255. A todas as imagens radiográficas com cor foram atribuídos os mesmos escores do exame radiográfico (0 a 5).

### **Reprodutibilidade**

Para avaliar a reprodutibilidade do observador em relação aos escores estabelecidos, os exames clínico e radiográfico foram repetidos em 100% das superfícies com intervalo mínimo de uma semana até que fosse atingido Kappa maior do que 0,8. Para a reprodutibilidade do exame clínico foram avaliadas superfícies proximais de dentes humanos decíduos extraídos, devido à limitação ética do afastamento da mesma superfície dentária em tempos diferentes em um estudo clínico.

### **Análise Estatística**

Para avaliar a existência de associação entre os escores clínico, radiográfico sem e com uso de cor e moldagem, utilizou-se o teste  $\chi^2$  complementado pela análise de resíduos ajustados. Para comparar os escores radiográficos sem e com uso de cor, utilizou-se o Teste Não-paramétrico de Friedman, complementado pelo seu teste de Comparações Múltiplas. Todas as análises foram realizadas com  $\alpha=5\%$ .

## **RESULTADOS**

A tabela 1 mostra a distribuição dos dentes da amostra de acordo com os escores clínico, radiográfico sem e com uso de cores e da moldagem. Verifica-se que os escores clínicos 0 a 2 estão localmente associados aos escores 0 a 3 atribuídos nos exames radiográficos, independentemente do uso ou não de cor, assim como ao escore 0 da moldagem.

Na mesma tabela verifica-se que os escores clínicos 3 e 4 estão localmente associados ao escore 5 atribuído nos exames radiográficos com uso de cor na faixa da média, média -1 desvio-padrão e média -2 desvios-padrão e ao escore 1 da moldagem.

Na tabela 2 observa-se a distribuição dos dentes da amostra de acordo com os escores da moldagem e do exame radiográfico. Observa-se que as superfícies sem cavidade detectada pela moldagem estão localmente associadas aos escores radiográficos 0 a 3, independentemente do uso ou não de cor. As superfícies com cavidade na moldagem estão localmente associadas ao escore radiográfico 4 e ao escore 5 em todos os exames radiográficos com uso de cor.

Tabela 1 – Distribuição da amostra de acordo com os escores clínicos, radiográficos e da moldagem.

Escore		Escore Clínico				Total	
		0 a 2		3 e 4			
		n	%	n	%	n	%
Radiográfico	0 a 3	16	80,0*	25	41,0	41	50,6
	4	3	15,0	23	37,7	26	32,1
	5	1	5,0	13	21,3	14	17,3
Cor Média	0 a 3	10	50,0*	8	13,1	18	22,2
	4	6	30,0	21	34,4	27	33,3
	5	4	20,0	32	52,5*	36	44,4
Cor Média - 1DP	0 a 3	5	25,0*	1	1,6	6	7,4
	4	12	60,0	29	47,5	41	50,6
	5	3	15,0	31	50,8*	34	42,0
Cor Média - 2DP	0 a 3	5	25,0*	1	1,6	6	7,4
	4	12	60,0	29	47,5	41	50,6
	5	3	15,0	31	50,8*	34	42,0
Moldagem	0	16	80,0*	0	0,0	16	19,8
	1	4	20,0	61	100,0*	65	80,2
BASE		20	100,0	61	100,0	81	100,0

Radiográfico  $\chi^2=9,27$ ;  $p=0,010$ Cor Média  $\chi^2=12,88$ ;  $p=0,002$ Cor Média-1DP  $\chi^2=16,16$ ;  $p<0,001$ Cor Média-2DP  $\chi^2=16,16$ ;  $p<0,001$ Moldagem  $\chi^2=60,81$ ;  $p<0,001$ \* Análise de Resíduos Ajustados:  $p<0,05$ 

Tabela 2 – Distribuição da amostra de acordo com os escores de moldagem e do exame radiográfico.

Escore		Escore Moldagem				Total	
		0		1			
		n	%	n	%	n	%
Radiográfico	0 a 3	14	87,5*	27	41,5	41	50,6
	4	1	6,3	25	38,5*	26	32,1
	5	1	6,3	13	20,0	14	17,3
Cor Média	0 a 3	9	56,3*	9	13,8	18	22,2
	4	5	31,3	22	33,8	27	33,3
	5	2	12,5	34	52,3*	36	44,4
Cor Média - 1DP	0 a 3	4	25,0*	2	3,1	6	7,4
	4	11	68,8	30	46,2	41	50,6
	5	1	6,3	33	50,8*	34	42,0
Cor Média - 2DP	0 a 3	4	25,0*	2	3,1	6	7,4
	4	11	68,8	30	46,2	41	50,6
	5	1	6,3	33	50,8*	34	42,0
BASE		16	100,0	65	100,0	81	100,0

Radiográfico  $\chi^2=10,91$ ;  $p=0,004$ Cor Média  $\chi^2=14,99$ ;  $p=0,001$ Cor Média-1DP  $\chi^2=15,69$ ;  $p<0,001$ Cor Média-2DP  $\chi^2=15,69$ ;  $p<0,001$ \* Análise de Resíduos Ajustados:  $p<0,05$

A tabela 3 mostra a distribuição dos dentes da amostra de acordo com os escores radiográficos sem e com uso de cores. Verifica-se que os escores radiográficos (*rank* médio = 1,60) são significativamente menores do que os escores radiográficos com uso de cor na faixa da média, média -1 desvio-padrão e média -2 desvios-padrão (*ranks* médios 2,64, 2,88 e 2,88, respectivamente), os quais não diferem entre si.

Tabela 3 - Distribuição da amostra de acordo com os critérios radiográficos com e sem uso de cores.

Escore	Grupo							
	Radiográfico		Cor Média		Cor Média - 1DP		Cor Média - 2DP	
	n	%	n	%	n	%	n	%
0 a 3	41	50,6	18	22,2	6	7,4	6	7,4
4	26	32,1	27	33,3	41	50,6	41	50,6
5	14	17,3	36	44,4	34	42,0	34	42,0
Total	81	100,0	81	100,0	81	100,0	81	100,0
<i>Rank</i> médio	1,60 <sup>B</sup>		2,64 <sup>A</sup>		2,88 <sup>A</sup>		2,88 <sup>A</sup>	

*Ranks* médios seguidos de letras distintas diferem significativamente através do Teste Não-paramétrico de Friedman, complementado pelo seu teste de comparações múltiplas, ao nível de significância de 5%.

## DISCUSSÃO

A partir do estudo de Larentis (2005) foi determinada uma metodologia para o uso de um FDC capaz de colorir as imagens radiográficas de forma padronizada, de acordo com a intensidade de *pixels* de cada superfície dentária. Os resultados desse estudo mostraram que o programa pode ser utilizado como auxiliar na determinação da profundidade e na detecção de cavidade em lesões de cárie proximal que se estendam em dentina. Braga (resultados não publicados) reproduziu a mesma metodologia com dentes decíduos. Segundo as autoras, surgiram novas perspectivas para o diagnóstico das lesões

de cárie proximal, sendo necessárias pesquisas clínicas que suportem os resultados encontrados *in vitro*. Desenvolveu-se assim a idéia da realização desse estudo clínico.

Cabe salientar que foram excluídas da amostra superfícies que não possuíam contato anatômico interproximal com o dente adjacente, já que isso elimina a dificuldade imposta ao exame clínico. Esse estudo se limitou ao diagnóstico das lesões cariosas que não apresentavam indícios clínicos de cavidade, como ruptura da crista marginal ou extensão a outras superfícies dentárias. Além disso, dentes que apresentassem restauração ou lesão de cárie profundas na superfície oclusal também não foram selecionados devido à impossibilidade da aplicação do FDC nesses casos.

Os escores radiográficos foram determinados a partir das radiografias convencionais em condições ideais de interpretação. Isso porque a partir dessa etapa é que ocorreu a seleção da amostra do estudo e as radiografias ainda não haviam sido transformadas em formato digital. Por outro lado, a determinação dos escores das lesões de cárie proximal após a aplicação de cores nas imagens baseou-se nas radiografias digitalizadas, em condições ideais, devido à necessidade da utilização dos programas Photoshop CS e FDC. Em relação ao diagnóstico de cárie, inúmeros autores afirmam que a imagem radiográfica digital apresenta eficácia diagnóstica equivalente à das radiografias convencionais (Hintze; Wenzel; Jones, 1994; Wenzel et al. 1995; Nielsen et al. 1996; Syriopoulos et al., 2000].

Segundo Hintze et al. (1998), o uso do exame visual direto após a separação dentária temporária, apresenta reprodutibilidade insuficiente para ser considerado padrão-ouro para a presença de cavidade. Isso porque fatores como o pequeno espaço disponível para a visualização, pigmentações do esmalte e a posição do dente avaliado interferem

negativamente no diagnóstico (Wenzel, 1998). No presente estudo, a reprodutibilidade do exame clínico deu-se em superfícies proximais de dentes extraídos, devido à limitação ética do afastamento da mesma superfície dentária em tempos diferentes em um estudo clínico. Assim, o método de validação utilizado para a presença de cavidade das lesões de cárie proximal foi o exame das moldagens. Entretanto, apesar da importância do exame das moldagens, ele não substitui o exame clínico após a separação dentária temporária na determinação da atividade das lesões, tornando importante a associação de ambos. Em relação à atividade das lesões, a aquisição de um padrão-ouro para esse estudo somente seria possível se fosse realizado tratamento invasivo de todas as lesões selecionadas, o que se tornou inviável, pois nem todas possuíam essa indicação terapêutica.

Ainda em relação à determinação dos escores clínicos, não foram diferenciadas superfícies com a presença de cavidade em esmalte ou dentina, devido às limitações do exame clínico após separação dentária temporária, já descritas anteriormente, diferente do estudo *in vitro* de Larentis (2005) e Braga (resultados não publicados). Além disso, essa diferenciação seria muito difícil e provavelmente subjetiva, de acordo com o tamanho das cavidades avaliadas nas impressões. Segundo Rimmer e Pitts (1990), a presença ou não de cavidade em superfície proximal é determinante na indicativa de tratamento invasivo. Entretanto, estudo mais recente (Grochau 2001) mostra que as lesões de cárie proximal que possuem indicativa de tratamento restaurador são aquelas que apresentam cavidade em dentina e estão em progressão. Lesões ativas sem cavidade e com cavidade em esmalte podem ser tratadas de maneira não invasiva. A não diferenciação da presença de cavidade em esmalte ou dentina pode gerar inúmeros sobretratamentos e isso foi certamente uma limitação do estudo.

Segundo Chen e Hollender (1995) o local de posicionamento da radiografia na tela do leitor de transparência pode causar variação de densidade óptica, o que poderia influenciar no uso do FDC. Assim, as radiografias foram digitalizadas individualmente, padronizando seu posicionamento na mesa do *scanner*. Além disso, de acordo com os resultados de Wenzel et al. (1995) não houve diferenças significativas em relação à acurácia no diagnóstico de cárie comparando as imagens armazenadas nos formatos TIFF e JPEG. Assim, todas as radiografias foram digitalizadas nesse formato pois não acarreta em perda de informação das imagens digitais e resulta em um espaço pequeno ocupado no disco rígido de um microcomputador (Mahl, 2003; Larentis et al., 2003; Gegler, Mahl, Fontanella; 2006).

Das 16 lesões que não apresentavam cavidade todas foram diagnosticadas como hígidas ou manchas no exame clínico. Das 65 lesões que apresentavam cavidade, 61 foram diagnosticadas como cavidade no exame clínico e 4 como manchas. Entretanto, essas superfícies eram cavidades com dimensões muito pequenas.

Das 16 lesões que não apresentavam cavidade, 4 apresentavam extensão radiográfica com o FDC até a JAD, 11 na metade externa de dentina e apenas 1 na metade interna de dentina. Das 65 superfícies que apresentavam cavidade, 27 apresentaram extensão radiográfica até a JAD. Com o uso do FDC apenas 2 apresentaram essa extensão, 30 estavam em metade externa de dentina e 33 em metade interna de dentina. Assim, o FDC é capaz de auxiliar na determinação da presença de cavidade.

Obviamente que a determinação da profundidade real dessas lesões avaliadas só seria possível com a realização do exame histológico das mesmas, o que é inviabilizado pela realização de um estudo clínico. Entretanto, esses resultados sugerem, concordando

com o estudo de Larentis (2005), que o FDC pode ter determinado a profundidade real de todas as lesões de cárie proximal da amostra, que é subestimada, na maioria das vezes, pelo exame radiográfico (Bille, Thylstrup; 1982; Wenzel et al.; 1990; Shrout et al.; 1996; Tan, Evans, Morgan; 2002). Isso porque é necessária uma perda mineral substancial para que uma lesão de cárie tenha expressão radiográfica (Wenzel et al. 1990), especialmente pela dificuldade do olho humano em diferenciar tons de cinza muito próximos (Ohki et al. 1994). Assim, a aplicação de cores nas imagens radiográficas com base em números certamente pode facilitar esse processo devido à facilidade de diferenciar áreas mais ou menos densas (Mol; 2000) e dos parâmetros quantitativos acrescentados à interpretação radiográfica (Mol, Van der Stelt; 1992), o que diminui a variabilidade inerente ao desempenho dos observadores e as chances de erro (Mol, Van der Stelt; 1993).

Conclui-se que a aplicação de cores resulta em melhor desempenho da radiografia na identificação de lesões cavitadas.

## **REFERÊNCIAS**

Bille J, Thylstrup A. Radiographic Diagnosis and Clinical Tissue Changes in Relation to Treatment of Approximal Carious Lesions. *Caries Res.*, Basel, v.16, n. 1, p. 1-6, Jan./Feb. 1982.

Chen SK, Hollender L. Digitizing of Radiographs with a Flatbed Scanner. *J. Dent.*, Bristol, v. 23, n. 4,, p. 205-8, Aug. 1995.

Dunn SM, Kantor ML. Digital radiology: facts and fictions. *J Am Dent Assoc* 1993; 124:38-47.

Gegler A, Mahl CEW, Fontanella V. Reproducibility of and file format effect on digital subtraction radiography of simulated external root resorptions. *Dentomaxillofac. Radiol.*, Houdsmills, v. 35 n. 1, p. 10-13, Jan. 2006.

Gonçalves MA, Cordeiro RCL, Santos-Pinto LAM, Oliveira WS. Efetividade dos recursos de imagem digital e desempenho do examinador na determinação

Grochau, CH. Acurácia dos Exames Clínico e Radiográfico no Diagnóstico e Tratamento Restaurador de Cárie Proximal. Dissertação (Mestrado em Odontologia - área de concentração em Clínica Odontológica/Cariologia) - Faculdade de Odontologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001. 56f.

Hintze, H, Wenzel A, Jones C. In Vitro Comparison of D- and E-Speed Film Radiography, RVG, and Visualix Digital Radiography for the Detection of Enamel Approximal and Dentinal Occlusal Caries Lesions. Caries Res., Basel, v. 28, n. 5, p. 363-7, Sept./Oct. 1994.

Hintze H. et al. Realibility of Visual Examination, Fibre-Optic Transillumination, and Bitewing Radiography, and Reproducibility of Direct Visual Examination following Tooth Separation for the Identification of Cavitated Carious Lesion in Contacting Approximal Surface. Caries Res., Basel, v. 32, n. 3, p. 204-209, May/Jun. 1998.

Larentis NL, Braga, CPA, Silva AE, Machado LX, Fontanella VRC. Efeito da resolução da imagem na subtração digital quantitativa de perda óssea alveolar simulada. Pesquisa Odontológica Brasileira 2003; **17**:77.

Larentis NL. Avaliação da Profundidade de Lesões de Cárie Proximal por Exames Clínicos, Radiográfico com Uso de Filtro Digital de Cor e de Secções Histológicas Digitalizadas em *Scanner*. Dissertação (Mestrado em Odontologia – Área de concentração em clínica Odontológica/Odontopediatria) – Faculdade de Odontologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005. 75f.

Mahl CEW. Recursos digitais no diagnóstico radiográfico de reabsorção radicular externa apical – Estudo *in vitro* simulando movimentação ortodôntica. [MSC Thesis]. Porto Alegre: Faculdade de Odontologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2003. 76p.

Matteson SR et al. Advanced Imaging Methods. Crit. Rev. Oral Biol. Med., Alexandria, v. 7, n. 4, p. 346-95, Jul. 1996.

Mol A, Van der Stelt PF. Application of Computer-Aided Image Interpretation to the Diagnosis of Periapical Bone Lesions. Dentomaxillofac. Radiol., Tokyo, v. 21 n. 4, p. 190-4, Nov. 1992.

Mol A, Van der Stelt PF. Locating the periapical region in dental radiographs using digital image analysis. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1993;75:373-382.

Mol A. Image Processing Tools for Dental Applications. Dent. Clin. North Am., Philadelphia, v. 44, n. 2, p. 299-318, Apr. 2000.

Nielsen LL, Hoerne M, Wenzel A. Radiographic Detection of Cavitation in Approximal Surfaces of Primary Teeth Using a Digital Storage Phosphor System and Conventional Film, and the Relationship Between Cavitation and Radiographic Lesion Depth: an in vitro Study. *Int. J. Paediatr. Dent.*, Oxford, v. 6, n. 3, p. 167-72, Sept. 1996.

Ohki M, Okano T, Nakamura T. Factors determining the diagnostic accuracy of digitized conventional intraoral radiographs. *Dentomaxillofac Radiol* 1994;23:77-82.

Rijkom HM, Verdonshot EH. Factors Involved in Validity Measurements of Diagnostic Tests for Approximal Caries – a Meta-Analysis. *Caries Res.*, Basel, v. 29, n. 5, p.364-70, Sep./Oct. 1995.

Rimmer PA, Pitts NB. Temporary Elective Tooth Separation as a Diagnostic Aid in General Dental Practice. *Br. Dent. J.*, London, v. 169, n. 3/4, p.87-92, Aug. 1990.

Scarfe WC, Czerniejewski VJ, Farman AG, Avant SL, Molteni R. In vivo accuracy and reliability of colorcoded image enhancements for the assessment of periradicular lesion dimensions. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1999;88:603-611.

Shrout MK et al. Digital Enhancement of Radiographs: Can It Improve Caries Diagnosis? *J. Am. Dent. Assoc.*, Chicago, v. 127, n. 4, p. 469-73, Apr. 1996.

Syriopoulos K et al. Radiographic Detection of Approximal Caries: a Comparison of Dental Films and Digital Imaging Systems. *Dentomaxillofac. Radiol.*, Tokyo, v. 29, n. 5, p. 312-8. Sept. 2000.

Tan PLB, Evans RW, Morgan MV: Caries, bitewing, and treatment decisions. *Aust Dent J* 2002;47:138-41.

Versteeg CH, Sanderink GCH, van der STELT PF: Efficacy of digital intra-oral radiography in clinical dentistry. *J Dent* 1997; 25:215-224.

Wenzel A, Fejerskov O, Joyston-Bechal S, Groeneveld A: Depth of occlusal caries assessed clinically, by conventional film radiographs, and digitized, processed radiographs. *Carie Res* 1990;24:327-333.

Wenzel A et al. Accuracy of Caries Diagnosis in Digital Images from Charge-Couple Device and Storage Phosphor Systems: an *In Vitro* Study. *Dentomaxillofacial Radiology*, Oxford, v. 24, n. 4, p. 250-54, Jul.1995.

\_\_\_\_\_. Digital Radiography and Caries Diagnosis. *Dentomaxillofac. Radiol.*, Houdsmills, v. 27, n. 1, p. 3-11, Jan. 1998.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

---

---

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O diagnóstico de lesões de cárie proximal continua sendo um problema para a Odontologia, devido à dificuldade da visualização direta dessas superfícies e das limitações que o exame radiográfico apresenta.

Estudos *in vitro* continuam sendo realizados na tentativa de estabelecer um método de diagnóstico confiável que determine corretamente a profundidade destas lesões. O padrão ouro mais indicado nesse tipo de estudo é a avaliação histológica, utilizada no artigo 1.

Na prática clínica, muitos dentistas optam pela realização do tratamento restaurador baseados na presença de alteração radiográfica em dentina, o que gera inúmeros sobretratamentos, já que lesões com essa profundidade radiográfica podem não apresentar cavidades ou progressão.

Assim, o artigo 2 busca um recurso de diagnóstico auxiliar para esse processo. De acordo com os resultados apresentados, novas expectativas em relação ao diagnóstico de lesões de cárie proximal surgem. Pois a aplicação de cores à radiografia, utilizando como referência a média de densidade óptica da dentina do dente em avaliação, resulta em melhor desempenho da radiografia na identificação de lesões cavitadas.

**ANEXOS**

---

---

## TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

### 1. IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO DE PESQUISA

Título do Projeto: AVALIAÇÃO CLÍNICA, RADIOGRÁFICA E HISTOLÓGICA DA PROFUNDIDADE DE LESÕES DE CÁRIE PROXIMAL EM MOLARES DECÍDUOS – ESTUDO *IN VIVO* E *IN VITRO*

Instituição onde será realizado: Universidade Luterana do Brasil e Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Nome dos pesquisadores e colaboradores: Vânia Regina Camargo Fontanella, Maximiano Ferreira Tovo, Camila Porto Alege Braga

Seu filho ou menor sob sua está sendo convidado(a) para participar do projeto de pesquisa acima identificado. O documento abaixo contém todas as informações necessárias sobre a pesquisa que estamos fazendo. Sua autorização para que ele participe neste estudo será de muita importância para nós, mas se retirar sua autorização, a qualquer momento, isso não lhes causará nenhum prejuízo.

### 2. IDENTIFICAÇÃO DO SUJEITO DA PESQUISA E DO RESPONSÁVEL

Nome do Menor:		Data de Nasc:	Sexo:
Nome:		Data de Nasc:	Sexo:
Nacionalidade:	Estado Civil:	Profissão:	
RG:	CPF/MF:	Telefone:	E-mail:
Endereço:			

### 3. IDENTIFICAÇÃO DO PESQUISADOR RESPONSÁVEL

Nome: Vania Regina Camargo Fontanella		Telefone: 81166838
Profissão: Dentista	Registro no Conselho Nº: 6693	E-mail: vaniafontanella@terra.com.br
Endereço: Rua Cel. Paulino Teixeira, 169/403 – 90420-160 Porto Alegre RS		

Eu, responsável pelo menor acima identificado, após receber informações e esclarecimento sobre este projeto de pesquisa, autorizo, de livre e espontânea vontade, sua participação como voluntário(a) e estou ciente:

#### 1. Da justificativa e dos objetivos para realização desta pesquisa

Cáries entre dentes “de leite” podem ser de difícil diagnóstico e a radiografia pode não mostrar com exatidão a sua profundidade. Este estudo tem o objetivo de verificar se um programa de computador permite verificar a correta profundidade da cárie na radiografia

#### 2. Do objetivo da participação de meu filho

A participação do seu filho ou menor pelo qual é responsável tem por objetivo coletar dados dos exames clínico e radiográfico, os quais serão igualmente realizados mesmo que ele não venha a participar da pesquisa. Também solicitamos a autorização para o uso do dente caso ele tenha indicação de extração.

#### 3. Do procedimento para coleta de dados

Os dados serão coletados durante os exames realizados na clínica de Odontopediatria do Curso de Odontologia da ULBRA, os quais fazem parte do protocolo de atendimento de pacientes pediátricos.

#### 4. Da utilização, armazenamento e descarte das amostras

O único material coletado será o dente de leite “caso tenha indicação de extração”. Os dentes serão submetidos a exame em microscópio e poderão também ser utilizados em pesquisas futuras.

#### 5. Dos desconfortos e dos riscos

Não existem riscos adicionais associados a participação na pesquisa, pois serão realizados nos pacientes apenas os procedimentos indicados pelas suas necessidades de diagnóstico e tratamento.

**6. Dos benefícios**

pesquisa pode beneficiar a sociedade pois pode resultar em uma maneira mais precisa de determinar a profundidade da cárie, diminuindo as complicações da mesma.

**7. Da isenção e ressarcimento de despesas**

A participação do meu filho ou menor sob minha guarda é isenta de despesas e não receberei ressarcimento porque não terei despesas na realização dos exames.

**8. Da forma de acompanhamento e assistência**

Meu filho ou o menor sob minha guarda receberá o tratamento conforme o plano de tratamento estabelecido pela equipe de Clínica Infantil do Curso de Odontologia da ULBRA e não sofrerá prejuízo algum decorrente da sua participação na pesquisa.

**9. Da liberdade de recusar, desistir ou retirar meu consentimento**

Tenho a liberdade de recusar, desistir ou de interromper a colaboração nesta pesquisa no momento em que desejar, sem necessidade de qualquer explicação. A minha desistência não causará nenhum prejuízo à minha saúde ou bem estar físico.

**10. Da garantia de sigilo e de privacidade**

Os resultados obtidos durante este estudo serão mantidos em sigilo, mas concordo que sejam divulgados em publicações científicas, desde que meus dados pessoais não sejam mencionados.

**11. Garantia de acesso e esclarecimento em qualquer etapa da pesquisa**

Tenho a garantia de tomar conhecimento e obter informações, a qualquer tempo, dos procedimentos e métodos utilizados neste estudo, bem como dos resultados, parciais e finais, desta pesquisa. Para tanto, poderei consultar o **pesquisador responsável** (acima identificado) ou o **Comitê de Ética em Pesquisa da ULBRA Canoas(RS)**, com endereço na Rua Farroupilha, 8001 – Prédio 14 – Sala 224, bairro São Luís, telefone (51) 477-9217, e-mail [comitedeetica@ulbra.br](mailto:comitedeetica@ulbra.br)

Declaro que obtive todas as informações necessárias e esclarecimento quanto às dúvidas por mim apresentadas e, por estar de acordo, assino o presente documento em duas vias de igual conteúdo e forma, ficando uma em minha posse.

\_\_\_\_\_ ( ), \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_  
Sujeito da Pesquisa

\_\_\_\_\_  
Responsável pelo Sujeito da Pesquisa

\_\_\_\_\_  
Pesquisador Responsável pelo Projeto

Testemunhas:

\_\_\_\_\_  
Nome:  
RG:  
CPF/MF:  
Telefone:

\_\_\_\_\_  
Nome:  
RG:  
CPF/MF:  
Telefone:

**CEP UFRGS**

CEP ULBRA

