

SIBELE PEREIRA-OLIVEIRA

**AVALIAÇÃO DE CÁRIES PROXIMAIS POR MEIO DA
MICROTOMOGRÁFIA, TOMOGRAFIA CONE BEAM E
RADIOGRAFIAS DIGITAIS**

São Paulo

2009

Sibele Pereira-Oliveira

**Avaliação de cáries proximais por meio da
microtomografia, tomografia Cone Beam e radiografias
digitais**

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia
da Universidade de São Paulo, para obter o
título de Doutor, pelo Programa de Pós-
Graduação em Odontologia.

Área de Concentração: Diagnóstico Bucal –
Radiologia e Semiologia

Orientador: Prof. Dr. Cláudio Fróes de Freitas

São Paulo

2009

FOLHA DE APROVAÇÃO

Pereira-Oliveira S. Avaliação de cáries proximais por meio da microtomografia, tomografia cone beam e radiografias digitais [Tese de Doutorado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 2009.

São Paulo/...../2009

Banca Examinadora

1)Prof(a). Dr(a). _____

Titulação: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

2) Prof(a). Dr(a)._____

Titulação: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

3)Prof(a). Dr(a). _____

Titulação: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

4) Prof(a). Dr(a)._____

Titulação: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

5) Prof(a). Dr(a)._____

Titulação: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à Odontologia, profissão que escolhi e que muito contribuiu para minha formação como pessoa. Por meio dela aprendi a conhecer melhor o ser humano em toda sua complexidade física, psíquica e emocional. Por meio dela aprendi que somos falíveis, mesmo que com todo estudo, dedicação e esforço tentemos não o sê-lo. Por meio dela percebi a necessidade da compaixão com os pacientes, com os colegas e com todos os seres humanos em geral. Por seu intermédio pude conhecer Mestres da Ciência e da Vida, amizades que levarei para sempre, além do âmbito profissional. Com ela aprendi a perseverar, a buscar, a aprender. Entendi a importância de se ouvir, de dar a devida atenção e de se observar pequenos detalhes. Com ela aprendi a usar a curiosidade e o conhecimento de uma maneira altruísta. E muito mais do que tudo, aprendi que a humildade deve caminhar com a excelência.

AGRADECIMENTO ESPECIAL

Aos meus Orientadores, Mestres e amigos Prof. Dr. Cláudio Fróes de Freitas e Profa. Dra. Marlene Fenyo Pereira Titular do Curso de Odontologia da Universidade de São Paulo, meu sincero agradecimento. Obrigada pela amizade, incentivo e apoio.

Meu agradecimento especial para Profa. Dra. Andréa Gonçalves Ferreira Zandoná. Qualquer agradecimento parece ínfimo diante de tanta dedicação, apoio, amizade, generosidade e conhecimento. Jamais esquecerei o ombro amigo nos momentos de desespero, a serenidade para mostrar o caminho e a prudência apoiada na Ciência para extrair de mim, sempre o meu melhor.

Ao meu pai, que me ama e me ensina a perseverar. Você sempre será o meu herói.

À minha mãe, que me ama e me dá entusiasmo e ânimo. Você sempre será meu porto seguro e minha fonte de inspiração.

Ao meu amor, Rubens Augusto Abrão Tempski, por me ouvir e me compreender.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Masatoshi Ando, obrigada pela orientação, por compartilhar comigo todo seu conhecimento e me ajudar incansavelmente na realização desta pesquisa.

Ao Prof. Dr. Domenick T. Zero, Diretor do Oral Health Institute da IUPUI, pela oportunidade, pelo apoio, pela amizade e confiança.

Aos meus eternos Mestres da Radiologia, Prof. Monir Tacla, Prof. Dr. Fernando Henrique Westphalen e Profa. Dra. Ana Lúcia Tolazzi pelos ensinamentos na Ciência e na Vida, pela amizade sincera e pelo carinho.

Ao Prof. Dr. James Williams, pela oportunidade de trabalhar com a microtomografia, pela amizade e pelo auxílio com todos os softwares testados para as análises microtomográficas.

A todos os professores do Oral Health Institute da Indiana University pelo apoio, amizade e pela ajuda. Meu agradecimento especial ao Prof. Dr. Carlos Gonzalez-Cabezas, Margarita Fontana e Francisco Eraso. A e o amor pela pesquisa faz a IUPUI grandiosa.

A todos os funcionários e técnicos da IUPUI (Indiana University) que me ajudaram com diversos equipamentos, com a resolução de problemas burocráticos ou apenas com um sorriso de ânimo. Jamais me esquecerei de cada um de vocês. Meu agradecimento especial para, Jennifer, Molly Jackson e Christian.

Às grandes amigas de todas as horas, de bons e maus momentos, Alessandra Coutinho, Alinne Maria Zandavali, Luciana Reis Azevedo, Maria Ângela Naval Machado, Rosângela Sayuri Saga Kamikawa, Rubia Becker, Sandra Cardoso, Silvia D'Íppólito e Vânia Dacheux. Obrigada pelo amparo, pelo respeito, pelo carinho e simplesmente por me escutarem nas horas de desabafo. Agradeço principalmente a paciência...

À Profa. Dra. Carolina Steiner Oliveira e Profa. e futura Dra. Michele Baffi Diniz pela amizade em terras longínquas, por compartilhar conhecimentos, alegrias e tristezas, mas sobretudo pelo apoio e pela convivência. Jamais me esquecerei do carinho de deixar o jantar a minha espera quando eu trabalhava até altas horas...

À Prof. Dra. Cristiane Sá Roriz Fonteles, pela amizade, respeito e carinho. Por compartilhar comigo toda sua experiência, conhecimento e paixão pela Ciência.

À Profa. Dra. Márcia Olandoski, pela paciência e inestimável orientação na análise estatística.

À Maria Cecília Forte Muniz pela amizade, auxílio e dedicação aos alunos e professores da Radiologia da Universidade de São Paulo.

Aos alunos da Pós-Graduação pelo agradável convívio nesses anos.

Às bibliotecárias Vânia Martins Bueno de O. Funaro, Luzia M. Zoppei Murgia e Moraes, Glauci E.D. Fidelis e Maria Aparecida Pinto pela relevante colaboração na efetivação e conclusão deste trabalho.

À Alessandra Moreira de Lima, Kátia Tiezzi dos Santos e Nair Hatsuko Tanaka Costa pelos serviços prestados à Pós-Graduação.

Pereira-Oliveira S. Avaliação de cáries proximais por meio da microtomografia, tomografia cone beam e radiografias digitais [Tese de Doutorado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 2009.

RESUMO

A cárie dentária continua sendo um grande desafio para os Cirurgiões-Dentistas pela dificuldade de diagnóstico, sobretudo em superfícies proximais. Muitos equipamentos se destinam a facilitar o exame do paciente, tendo como principal objetivo o diagnóstico de cáries incipientes. Dentre os exames mais utilizados está a radiografia interproximal associada ao exame clínico. O Sistema Internacional de Avaliação e Detecção de Cáries (ICDAS) vem sendo bem aceito tanto para o uso clínico como para pesquisas *in vitro* e *in vivo*, apresentando ótimos resultados. Além da técnica interproximal, a tomografia cone beam (CBCT) vem entrando no cotidiano da Odontologia, mas pouco se sabe sobre o seu desempenho para avaliação de cáries iniciais em superfícies proximais. A microtomografia (μ CT) é um novo método de avaliação destinado a pequenos espécimes e se assemelha a uma versão em miniatura da tomografia axial computadorizada, gerando imagens na ordem de micrômetros. Este método vem sendo utilização em pesquisas para se avaliar tecidos mineralizados, devido à sua habilidade de aferir com precisão o coeficiente de atenuação linear. O método padrão ouro que define com maior precisão os estágios da cárie é o histológico. Contudo, para sua avaliação é necessário destruir os espécimes. Este trabalho teve por objetivo avaliar o desempenho do método ICDAS, de radiografias digitais pela técnica interproximal, da CBCT e da μ CT para lesões

precoces de cárie, com relação à histologia. Houve correlação entre os dados obtidos com o sistema ICDAS para superfícies proximais e as imagens da μ CT, no que diz respeito à classificação quanto à profundidade das lesões. A μ CT tem correlação positiva com a histologia tanto na classificação das lesões como na profundidade, contudo esta relação poderia ser maior se uma melhor resolução fosse conseguida. As radiografias digitais pela técnica interproximal tiveram o melhor desempenho com relação à μ CT e à histologia, sendo este desempenho muito semelhante ao método clínico ICDAS. A CBCT obteve o pior desempenho, contudo ainda assim houve correlação positiva com a histologia e com a μ CT. A associação do método clínico ICDAS e as radiografias interproximais digitais tiveram o melhor desempenho com relação à histologia. A grande vantagem da microtomografia quando comparada a outros métodos de avaliação da doença cárie, é a manutenção da integridade dos espécimes, a informação tridimensional e isotrópica, possibilitando o uso dos espécimes em outro momento, sem a perda de eventuais características presentes nos mesmos.

Palavras-Chave: cárie dentária, International Caries Detection Assessment System (ICDAS), microtomografia, radiografias digitais, tomografia cone beam (CBCT)

Pereira-Oliveira S. Assessment of proximal caries lesions through microtomography, cone beam CT and digital radiographs. [Tese de Doutorado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 2009.

ABSTRACT

Dental caries is still a great challenge to dentists, mainly in proximal surfaces due to its difficult diagnosis. Many types of equipment have been designed to minimize this problem, specially aiming early caries detection. Among all, one of the most used by clinicians is the interproximal radiograph. The International Caries Assessment System (ICDAS) is a clinical evaluation method that is well accepted and used having a good performance not only for in vivo but also for in vitro studies. Cone beam CT (CBCT) is also being assessed in the overall Dentistry, but its performance on early caries detection has not extensively being evaluated. Microtomography (μ CT) is a new assessment method which is addressed to small specimens and is similar to a miniature version of axial computed tomography, producing images with micrometrical definition. μ CT is being assessed in dental research to evaluate mineral content of hard tissues, due to its ability to measure precisely the linear attenuation coefficient. The gold standard method to measure early caries lesions is histological method. However, to perform it, it's necessary to cut the specimen. This study had the aim to evaluate the ICDAS, digital X-rays with the interproximal technique, CBCT and μ CT performance for early caries lesions, when compared to histology. ICDAS for proximal surfaces and μ CT had a positive correlation through the lesion's depth. μ CT had a positive correlation with histology when analyzing lesions' depth and the classification relating to the severity of the lesion, although

this relation could be better if a better resolution could be achieved. Digital bite-wing radiographs had the best performance among all exams when comparing to μ CT and histology, similar to what we notice with the ICDAS results. CBCT had the worst results when comparing to μ CT and histology, but it was still considered a good relation. The best performance was achieved with the association of ICDAS and digital bite-wing radiographs when comparing to histology. The great advantage of μ CT when compared to other validating methods to evaluate dental caries is that it doesn't destroy the specimens, it gives tridimensional and isotropic information, making possible to use the specimens again, without losing inner properties.

Keywords: dental caries, International Caries Detection Assessment System (ICDAS), microtomography, digital X-rays, cone beam computed tomography (CBCT)

SUMÁRIO

	p.
1 INTRODUÇÃO	13
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	16
2.1 International Caries Detection Assessment System (ICDAS).....	16
2.2 Radiografia Digital.....	18
2.3 Tomografia Cone Beam (CBCT)	21
2.4 Microtomografia (μCT)	24
2.5 Histologia.....	33
3 PROPOSIÇÃO	35
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	36
4.1 Material.....	36
4.2 Método	36
5 RESULTADOS.....	59
6 DISCUSSÃO	79
7 CONCLUSÕES	91
REFERÊNCIAS.....	92
ANEXOS.	97

1 INTRODUÇÃO

O grande avanço na tecnologia proporcionou à Área da Saúde diversos benefícios. É notável nas últimas décadas o desenvolvimento e aprimoramento de novos métodos visando a elaboração do diagnóstico. A radiografia digital é sem dúvida um exame complementar que num futuro será indispensável ao profissional da Área da Saúde. Seus benefícios em termos de qualidade de imagem, velocidade de obtenção da mesma são inúmeros. Com os recursos da informática, presentes nos softwares, a radiografia digital tornou-se um exame imprescindível no cotidiano do Cirurgião- Dentista.

A tecnologia também nos beneficiou com a introdução da tomografia computadorizada. Na Odontologia, a tomografia cone beam (CBCT) vem se inserindo, atualmente, no dia a dia do Cirurgião-Dentista nas mais diversas necessidades. As imagens em volumétricas das estruturas que necessitam de uma detalhada investigação podem aumentar a acurácia no diagnóstico. Atualmente a CBCT está sendo avaliada até mesmo no seu desempenho para a observação de lesões incipientes de cárie (TSUCHIDA; ARAKI; OKANO, 2007).

A microtomografia (μ CT) é um novo método de diagnóstico por imagem que possui diversas aplicações, principalmente para a avaliação de tecidos duros. A μ CT tem uma ampla área de atuação em pesquisa, abrangendo a área biomédica, ciência dos materiais, eletrônica, Geologia, Agronomia entre outras. Na Odontologia, este método é bastante utilizado para se avaliar o conteúdo mineral do esmalte e em uma série de mensurações, devido à sua acurácia em se aferir o coeficiente de atenuação linear. Vários estudos vêm sendo realizados com o auxílio deste exame

com o intuito de se avaliar a densidade mineral, assim como a qualidade óssea (DAVIS; WONG, 1996; EFEOGLU; WOOD; EFEOGLU, 2005).

Em 1982, dez anos após a invenção da tomografia computadorizada, Elliot e Dover desenvolveram o primeiro equipamento de μ CT. Os pesquisadores escanearam uma concha de *biomphala glabrata*, com uma resolução de μ 12 m. Descreveram o microtomógrafo como uma versão em miniatura da tomografia axial, com uma resolução na ordem de micrômetros (ANDERSON et al., 1996; DAVIS; WONG, 1996). Atualmente alguns equipamentos de μ CT possuem a mesma tecnologia dos tomógrafos cone beam (RÜHLI et al., 2007). A μ CT também tem a capacidade de formar imagens tridimensionais de tecidos duros, provenientes de padrões estruturais, o que é impossível na histomorfometria convencional.

Vários estudos têm usado a μ CT para avaliar o tecido ósseo (CIOFFI et al., 2007; DAVIS; WONG, 1996; MUSCHITZ et al., 2007; RÜHLI et al., 2007; SCHWEIZER et al., 2007). A μ CT permite a avaliação de diferenças espaciais nos espécimes analisados, devido a sua possibilidade em obter várias secções (MERCER; ANDERSON; DAVIS, 2003). Com as imagens obtidas por este novo método, podemos adquirir medidas qualitativas dos dados computadorizados. Isto se deve porque houve um grande desenvolvimento das imagens 3D e dos softwares utilizados no processamento e avaliação destes dados (MERCER; ANDERSON; DAVIS, 2003). A qualidade e aprimoramento das imagens da μ CT são inquestionáveis, contudo, a microscopia investigativa de cortes finos, usando-se a luz polarizada, ainda é o melhor exame para se observar padrões morfológicos ou mesmo modificações histológicas, como por exemplo, respostas reacionais de um tecido, ou disposição de fibras colágenas. Ainda assim, a μ CT pode ser um excelente recurso na investigação histológica, pois é capaz de avaliar o espécime

como um todo, detectando pequenas modificações na estrutura do mesmo, devido a afecções e, desta forma, orientar a direção dos cortes histológicos para análise posterior (OLEJNICZAK et al., 2007).

É muito difícil mensurar a progressão da cárie dentária, por ser um processo multifatorial, complexo e dinâmico. Seu desenvolvimento é contínuo e deveria ser mensurado, se possível, em estágios, representando um momento da perda da estrutura dental.

Um grupo de cariologistas idealizou um sistema de avaliação clínica baseada em sinais característicos, os quais podem classificar as lesões de cárie e com isso, planejar o tratamento. Este sistema é denominado Sistema Internacional de Avaliação e Detecção de Cáries (International Caries Detection and Assessment System – ICDAS).

É impraticável se classificar a cárie dentária por meio dos métodos tecnológicos existentes, para o uso in vivo. A maioria das pesquisas que aborda o tema cárie avalia seus estágios precoces por meio de alguns testes, sendo os mais usuais o teste de microdureza, microrradiografia transversa (TMR), avaliação com microscópio eletrônico de varredura ou avaliação com microscópio eletrônico de luz polarizada. O fator limitante destes métodos é que os espécimes não podem ser utilizados novamente, pois para sua análise estes precisam ser destruídos.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 International Caries Detection Assessment System (ICDAS)

O critério ICDAS foi desenvolvido por um grupo internacional de pesquisadores da Área da Cariologia, com o intuito de integrar novos critérios em um sistema standard para a detecção da cárie. Desde sua introdução, ICDAS vem sendo bem aceito tanto para o uso clínico como para pesquisas in vitro e in vivo. Ismail et al. (2006), relataram em seu trabalho sobre diagnósticos precoces de lesões de cárie por meio do Sistema Internacional de Avaliação na Detecção de Cáries (International Caries Detection and Assessment System – ICDAS). O estudo dos referidos autores foi desenvolvido no Detroit Center for Research on Oral Health Disparities (DCR-OHD). Os pesquisadores utilizaram uma escala de zero a seis, onde o escore zero representava o dente hígido e o escore seis, uma cavidade extensa. A avaliação histológica dos dentes extraídos mostrou semelhança na desmineralização cariiosa, em dentina, com os códigos do sistema ICDAS. A confiabilidade dos seis examinadores em classificar as superfícies dos dentes, pelo sistema ICDAS, variou de bom para excelente. O estudo concluiu que o sistema ICDAS é prático, possui validade correlacional com a avaliação histológica, no exame de fóssulas e fissuras de dentes extraídos.

Baseados nos dados coletados no Detroit Center for Research on Oral Health Disparities (DCR-OHD), Ismail et al. (2007), avaliaram a validade correlacional do método ICDAS para cáries de fóssulas e fissuras. Os dados avaliados neste estudo

indicaram que mesmo quando os examinadores não possuíam experiência prévia em avaliações epidemiológicas, o método ICDAS tinha uma confiabilidade considerada de boa a excelente. O método ICDAS provou ainda ter validade e confiabilidade discriminatória, no que diz respeito a severidade generalizada, quando avalia-se uma população. O valor diagnóstico do sistema ICDAS era indiscutível, contudo, o sistema não foi capaz de diferenciar lesões ativas ou inativas.

Jablonski-Momeni et al. (2008) avaliaram a reprodutibilidade e acurácia do método ICDAS, na detecção de cáries oclusais em dentes humanos extraídos. Para validar o método ICDAS, os autores usaram secções seriadas e microscopia. Cem dentes foram avaliados por quatro Cirurgiões-Dentistas, por meio do sistema ICDAS, usando escores de zero a seis. Após esta avaliação, os dentes foram seccionados de forma seriada e avaliados de acordo com a profundidade da lesão, por meio de dois sistemas de classificação histológica (DOWNER, 1975; EKSTRAND; RICKETTS; KIDD, 1997). Os autores concluíram que o método ICDAS demonstrou reprodutibilidade e foi considerado preciso na detecção de cáries oclusais em diferentes estágios da doença. Os dados deste estudo foram comparáveis aos dados de outros estudos que usavam sistemas de classificação visual similar.

Rodrigues et al. (2008), fizeram um estudo comparativo da performance de métodos baseados na fluorescência, exames radiográficos e o método visual ICDAS, para o diagnóstico de lesões de cárie em superfícies oclusais. O estudo foi realizado com 119 molares de humanos, por dois Cirurgiões-Dentistas experientes, usando dois dispositivos a laser fluorescente (LF e caneta LF), uma câmera fluorescente (FC), ICDAS e radiografias intraorais interproximais (BW). Depois de mensurar, os dentes foram preparados para avaliação histológica, para se determinar a extensão das lesões de cárie. Os autores concluíram que as canetas LF, FC e ICDAS

apresentaram melhor sensibilidade e que LF e BW melhor especificidade. ICDAS associado a BW provou ter o melhor desempenho e a melhor combinação para a detecção de cáries em superfícies oclusais. Assim como o estudo de Jablonski-Momeni et al. em 2008, os autores consideraram que o sistema ICDAS foi um método confiável na avaliação de cáries oclusais.

Kühnisch et al. (2008), realizaram um estudo epidemiológico com a finalidade de comparar o desempenho do critério diagnóstico da Organização Mundial de Saúde (WHO) e do método ICDAS em fissuras oclusais e fóssulas palatais e bucais em primeiros molares permanentes, em crianças de 8 a 12 anos, de idade cronológica, da cidade de Ennepe-Ruhr na Alemanha. Adicionalmente, foram realizados exames com equipamento de laser fluorescente (DIAGNOdent 2095), para se determinar se existia uma correlação com a avaliação pelo método ICDAS em avaliações in vivo. Ainda, foi investigado o índice de placa bacteriana e rugosidades das superfícies, como marcadores de atividade de cárie. Este estudo concluiu que o método ICDAS possuía um melhor potencial diagnóstico, quando comparado ao método tradicional proposto pela WHO. Concluiu-se ainda que o DIAGOdent não aumentou ou mesmo melhorou o desempenho diagnóstico e ainda aumentou o tempo operacional, além de elevar o custo do exame.

2.2 Radiografia Digital

Devido à localização anatômica topográfica, as lesões de cárie proximais são de difícil detecção, quando avaliadas somente por meio de exames clínico-visuais. O

método mais usado para complementar a avaliação clínica, na detecção de cáries, em superfícies proximais ainda é a radiografia interproximal. Comparada a métodos clínicos e exploratórios, as radiografias interproximais tem maior potencial de detectar lesões de cárie proximais (HOPCRAFT; MORGAN, 2005). O desenvolvimento e aprimoramento dos sistemas digitais trouxeram este exame para o cotidiano da Odontologia. As vantagens dos sistemas digitais são: qualidade diagnóstica, compatíveis com os equipamentos radiológicos convencionais, aquisição em tempo real da imagem, diminuição da dose de radiação e tem excelente aceitação, do ponto de vista ecológico.

Attaelmanan, Borg e Gröndahl (1999) avaliaram o desempenho de 4 sensores digitais intraorais, com respeito a suas características físicas fundamentais. Os sistemas digitais utilizados foram: Schick Technologies Inc (Long Island, NY) e Gendex Dental Systems (Milão, Itália). As características físicas testadas foram: área de transferência ampla, variações na escala de cinza, resposta à razão do ruído (RNR), teste de perceptibilidade, resolução do contraste e funções da transferência de modulação. Os autores concluíram que a nova geração de sensores radiográficos digitais de radiografias digitais diretas, teve uma evolução quando comparada com a geração anterior, principalmente devido à diminuição do tamanho dos pixels e maior eficiência tecnológica dos sensores, melhorando a resolução e a RNR.

Hintze, Wenzel e Frydenberg (2002), avaliaram a acurácia na detecção de cáries usando 4 sistemas digitais indiretos com placa de fósforo (DenOptix, Cd-dent, Digora – blue and white plates), e um sistema de radiografia convencional (Ektaspeed Plus). Foram aplicados dois tempos de exposição diferentes para cada sistema. Quatro examinadores avaliaram as superfícies proximais e oclusais,

pesquisando lesões de cárie em esmalte e/ou dentina, usando uma escala contendo cinco níveis de graduação. Para cáries proximais, usando o tempo de exposição maior, não houve diferenças significantes entre os sistemas DenOptix, Digora blue, Digora white e o filme Ektaspeed Plus, mas todos estes eram mais acurados que o sistema Cd-dent. Para cáries oclusais, com o tempo de exposição maior, o Digora blue provou ser o sistema mais acurado. O tempo de exposição influenciou na acurácia diagnóstica dos sistemas DenOptix e Digora blue na detecção de cáries proximais. Quando a camada de fósforo era mais fina, a resolução das imagens aumentava devido à diminuição do espalhamento de fótons, mas se necessitava de uma maior dose de radiação, para se obter uma imagem com maior resolução. Uma consequência prática da presente descoberta com os sistemas DenOptix e Digora blue, podia ser que o tempo de exposição usado para estes dois sistemas deveria ser maior que 10% do tempo considerado ideal para o filme E-speed.

Navarro, Puy e Godoy (2008) tiveram como propósito avaliar e comparar a eficiência diagnóstica de um sistema digital (RVG) associado ao programa diagnóstico Logicom; o RVG no modo básico; o RVG utilizando-se da ferramenta magnificação; e um sistema radiográfico convencional (Kodak DF-58). Os autores avaliaram 384 superfícies proximais de 192 dentes posteriores. As imagens obtidas foram comparadas com secções histológicas dos dentes usando microscópio ótico. Um único avaliador realizou todas as análises e as conclusões foram que o programa Logicom aumentou a sensibilidade, especialmente em lesões com cárie dentinária. A radiografia convencional teve um melhor desempenho com relação à especificidade e valor preditivo positivo. Eles concluíram que o sistema digital RVG juntamente com o programa Logicom, eram eficientes no diagnóstico de cáries

proximais, com os valores de sensibilidade mais altos do que os outros sistemas. A maior especificidade foi detectada com o sistema radiográfico convencional.

Schulte et al. (2008) avaliaram a concordância no diagnóstico de cáries proximais, usando diferentes sistemas digitais. As imagens foram importadas como pasta TIFF em um sistema referencial. Quatro examinadores avaliaram radiografias interproximais referentes a 60 faces de 30 dentes, usando o software de referência de cada sistema. Depois dos exames radiográficos, os dentes foram seccionados para avaliação histológica e foram feitas comparações entre os resultados. Concluiu-se que a perda de informação devido à transferência das imagens não afetou significativamente o diagnóstico. Todavia, deve-se sempre optar por um formato digital conhecido para se evitar compressão de dados.

Como os exames digitais, a tomografia cone beam também vem sendo amplamente utilizada e seu desempenho vem sendo avaliado na detecção de cáries dentais. Com o objetivo de avaliar novos métodos diagnósticos presentes na atualidade, temos como objetivo também, avaliar a performance do CBCT na detecção de cáries proximais.

2.3 Tomografia Computadorizada Cone Beam (CBCT)

A CBCT é um método tomográfico computadorizado que tem sido usado para vários propósitos: avaliação pré-cirúrgica para Implantodontia (HATCHER; DIAL; MAYORGA, 2003), auxiliar no diagnóstico de afecções periapicais (LOFTHAG-HANSEN et al., 2007), em Cirurgia Maxilo-Facial (ZIEGLER et al., 2002), contudo, não existe uma revisão extensa, disponível na avaliação de seu desempenho para a

detecção de cáries incipientes. Este não é um método amplamente usado para se avaliar perda mineral, devido à pouca resolução, todavia, novos avanços tem sido desenvolvidos, proporcionando o melhoramento das imagens e possibilitando desta forma, pesquisas na detecção precoce de lesões de cárie.

Kalathingal et al. (2007) compararam a acurácia da tomografia computadorizada local (LCT) e das radiografias convencionais para detecção de cáries proximais e avaliação da profundidade das mesmas, por meio de um modelo in vitro. Seu estudo consistia de 24 dentes molares e pré-molares extraídos, com 18 lesões de cárie em superfícies proximais. Eles concluíram que o uso de CBCT na Odontologia para imagens tridimensionais estava rapidamente ganhando atenção. Neste estudo, a avaliação da profundidade das cáries mostrou que LCT teve melhor desempenho que as radiografias convencionais, mas também se concluiu que o benefício de se ter uma melhor avaliação da profundidade, não se justificava o aumento demasiado da dose de radiação, requerida para se obter estas imagens.

Haider-Neto, Wenzel e Gotfredsen (2008) comparou a acurácia no diagnóstico de cáries por meio de dois sistemas de CBCT (NewTom 3G e Accuitomo 3DX) com dois receptores intraorais, um digital e um filme radiográfico. Os dentes foram seccionados clinicamente após a aquisição das imagens e foi feita a microscopia para validar os resultados. Concluiu-se que o NewTom 3G possuía uma acurácia diagnóstica menor para a detecção de lesões de cárie do que as modalidades intraorais e o Accuitomo 3DX. O Accuitomo 3DX teve uma sensibilidade maior que os sistemas intraorais para a detecção de lesões em dentina.

Peker, Toraman Alkurt e Altunkayanak (2007) compararam o desempenho entre as radiografias convencionais, as radiografias digitais e um sistema panorâmico com a função tomográfica linear, para detecção de cáries proximais.

Foram avaliados 48 dentes extraídos, que foram montados em modelos e posteriormente os exames foram realizados. A presença ou ausência de cárie foi classificada de acordo com uma tabela, com escores de 1 a 5, sendo avaliada por dois Radiologistas Maxilofaciais. A profundidade das lesões foi confirmada com avaliação histológica. Os autores concluíram que o tomograma linear foi comparável com as radiografias convencionais e com as digitais, para a detecção de cáries proximais.

Loubele et al. (2008) avaliaram a qualidade da imagem em um fantoma antropomórfico e em um fantoma físico, combinada com a dose de radiação em quatro sistemas de CBCT e um sistema de tomografia computadorizada multislice (MSCT). Para se avaliar a acurácia segmentada dos cortes, foram usados um crânio macerado e um fantoma de contraste (físico). Ambos foram escaneados com um scanner a laser. Os fantasmas foram escaneados em cinco sistemas CBCT: Accuitomo 3D, MercuRay, NewTom 3G, i-CAT e Sensation 16. As estruturas foram segmentadas com um limiar considerado ótimo. A qualidade da imagem foi avaliada por meio de medidas de segmentação da mandíbula, em um crânio macerado e a segmentação de cilindros no fantoma físico. A espessura do osso da mandíbula e o diâmetro dos cilindros no fantoma de contraste foram medidos por meio de linhas, em regiões correspondentes às imagens tomográficas e comparações foram feitas com o crânio propriamente dito. Os resultados na avaliação da qualidade da imagem foram acumulados no 95.^o percentil da diferença absoluta, obtida entre as medidas de espessura, obtidas nos sistemas tomográficos e a espessura real medida nos fantasmas. A dose de radiação foi avaliada por meio de uma medida técnica, o perfil de dose integral. A maior dose de radiação foi observada no Somatom Sensation 16 e no MercuRay. A menor dose foi observada no Accuitomo 3D, que também possuía

a menos área de imagem. O melhor binômio dose de radiação versus qualidade da imagem foi encontrado no sistema de CBCT i-CAT.

2.4 Microtomografia (μ CT)

A μ CT tem sido amplamente utilizada para avaliar o conteúdo mineral de tecidos duros, mais precisamente, o tecido ósseo. Este fato se deve à acurácia deste método em se medir o coeficiente de atenuação linear. Muitos estudos têm mostrado sua utilização para medir a densidade mineral, bem como a qualidade óssea (DAVIS; WONG, 1996; EFEOGLU; WOOD; EFEOGLU, 2005) e poucos avaliaram seu uso em tecidos dentários (ANDERSON et al., 1996; WONG et al., 1991; GAO et al., 1993).

No trabalho de Anderson et al. (1996), a μ CT foi usada para medir o conteúdo mineral de pérolas de esmalte de molares humanos permanentes. A média do conteúdo mineral foi calculada por meio do coeficiente de atenuação linear, proveniente de regiões originadas dos cortes microtomográficos, considerando que o componente inorgânico era a hidroxiapatita. Estes valores foram comparados a estudos similares com μ CT, onde se avaliou o conteúdo mineral do esmalte e da dentina em pré-molares superiores permanentes. Um gradiente de conteúdo mineral nas pérolas de esmalte foi encontrado, reduzindo na superfície do esmalte até a junção amelodentinária, semelhante ao encontrado no esmalte das coroas dos pré-molares superiores. Contrastando com este fato, o conteúdo mineral da dentina nas pérolas de esmalte foi maior que o encontrado na junção amelodentinária dos pré-

molares, apresentando uma direção de mineralização contrária à encontrada na dentina dos pré-molares. Neste estudo, usou-se um penetrômetro de alumínio (Al) para calibrar os parâmetros de aquisição das imagens, como foi descrito por Mercer, Anderson e Davis (2003). O conteúdo mineral nos cortes microtomográficos foi calculado presumindo que a absorção da radiação aconteceu somente pela porção mineral. A porção mineral, por sua vez, foi considerada como sendo somente a hidroxiapatita que possuía uma densidade de 3.14g/cm^2 e um coeficiente de atenuação linear de 15.20 por cm por $\text{AgK}\alpha$ de radiação (dados publicados por McMaster et al., 1969).

Davis e Wong (1996) revisaram a literatura sobre a μCT em tecidos ósseo e dentário. Nesta revisão, os autores ressaltaram a evolução da tomografia e μCT , os tipos de equipamentos disponíveis com diferentes tipos de feixes incidentes. Eles relataram as aplicações da μCT no estudo de tecidos duros. Por ser uma extensa e detalhada revisão sobre a μCT , este trabalho é citado como referência em diversos outros estudos envolvendo a μCT . Os autores citaram um estudo de Wong et al. (1991) que descrevia a possibilidade de se fazer uma relação entre um molar e um incisivo em desenvolvimento de um camundongo, por meio da observação de suas imagens com a μCT . Presumindo que o conteúdo mineral era hidroxiapatita pura, eles determinaram que as concentrações minerais para dentina do molar, dentina do incisivo, esmalte do molar e esmalte do incisivo eram 1.62, 1.46, 2.65 e 2.65 g.cm^{-3} respectivamente. A distribuição tridimensional mineral de um incisivo de rato também foi investigada por Wong et al. (1995 b, c). Eles também relataram que a μCT era usada para quantificar medidas de perda mineral após a desmineralização no esmalte, em um estudo de Gao et al. (1993). Revisando a literatura os autores descreveram a μCT como um método confiável para se avaliar perdas minerais em

tecidos duros, mas não mostraram a validação da μ CT quando comparada a métodos padrão ouro.

Mercer, Anderson e Davis (2003) estudaram por meio da μ CT a ablação causada na dentina e no esmalte dentário pelo uso sequencial de laser de Er-YAG. A ablação era causada em espécimes dentais de humanos, cortados em blocos e em condições padrão. A μ CT foi usada para se constatar e quantificar os efeitos do laser nestas amostras. Os autores utilizaram um equipamento de μ CT que foi desenvolvido e construído na universidade de Queen Mary de Londres. Os autores citaram as vantagens desse equipamento, que eram, entre outras, a eliminação de artefatos em forma de anel (ring artifacts), a distância de trabalho era maior, estando os espécimes em câmaras próprias, podendo permanecer num ambiente com umidade, caso fosse necessário. Os parâmetros microtomográficos usados foram: 50 kV e 1.6 mA com filtro de 2 mm Al, ponto focal de 100 μ m x 100 μ m e a distância focal de 49 cm, com o detector posicionado a 6 cm de distância do espécime. Cada espécime demorou 10 horas para se adquirir a imagem de μ CT. Foram obtidas imagens seqüenciais de 2D e 3D, em tempos diferentes, com o objetivo de se demonstrar o progresso das crateras formadas após o uso sequencial do laser, tanto em esmalte como em dentina. Medidas quantitativas destes dados resultaram em valores que derivaram da razão de progressão da profundidade da cratera formada por unidade de energia e o volume de tecido duro removido por unidade de energia. Estes valores foram comparados com dados de outros estudos e os resultados estavam em concordância com aqueles.

Wong et al. (2004), usaram a μ CT com o intuito de determinar as concentrações minerais em molares decíduos. Os autores pretenderam estudar o padrão de distribuição e concentração mineral no esmalte destes molares. Eles

presumiram que o conteúdo mineral do esmalte era a hidroxiapatita com uma densidade de 3.15 g.cm^3 . Os valores do coeficiente de atenuação linear (LAC) foram calibrados usando a média de LAC de um fio de Alumínio, e seu valor de 6.87 cm^{-1} em 21.1 keV de dados publicados por McMaster et al. (1969). As imagens reconstruídas foram analisadas usando um software próprio. Para cada corte, a região do esmalte era circunscrita usando-se um polígono pré-definido. Obteve-se uma imagem binária selecionando-se todos os voxels com LAC acima de 3 cm^{-1} a 1 e o resto era selecionado como 0. Para se eliminar efeitos parciais de volume nas margens da imagem, todos os voxels “1” com um ou mais voxels adjacentes “0”, eram redefinidos como 0. A nova imagem binária foi usada como um padrão para se determinar a distribuição e as médias de LACs de cada voxel. Admitindo que o conteúdo mineral do esmalte era a hidroxiapatita, com uma densidade de 3.15 g.cm^3 , os LACs foram convertidos em concentrações minerais de esmalte por meio da fórmula:

$$Ce = \frac{\mu_e \times \mu_{Al \text{ (pub)}}}{\mu_{Al} \times \mu_{m \text{ HAP}}}$$

Onde μ_e é a medida de LAC do esmalte, $\mu_{Al \text{ (pub)}}$ é a medida do fio de Alumínio de dados anteriormente publicados, μ_{Al} a medida de LAC do fio de Al e $\mu_{m \text{ HAP}}$ o coeficiente de atenuação da hidroxiapatita ($4.82 \text{ cm}^2.\text{g}^{-1}$ em 22.1 keV) de dados anteriormente publicados. Como em outros estudos, usou-se o concentrações conhecidas de Al para se determinar o conteúdo mineral do dente avaliado.

Efeoglu, Wood e Efeoglu (2005) usaram a μ CT para avaliar se o clareamento dental causava desmineralização na estrutura do dente. Os autores investigaram os possíveis efeitos da desmineralização do esmalte e dentina, com o uso de peróxido de carbamida a 10% por um período de 15 dias, sendo usado por 8 horas diárias.

Os autores recomendaram que o clareamento dental devesse ser revisto em pacientes que possuísssem uma predisposição maior à cárie, pois constataram que o peróxido de carbamida usado sob as condições especificadas acima descritas, causava desmineralização no esmalte dentário em 50 µm de profundidade, da superfície do esmalte. Os autores concluíram que a µCT era uma ferramenta excelente na avaliação do conteúdo mineral mais propriamente neste estudo, com relação à ação de agentes clareadores. Os autores consideraram que os valores em uma escala de cinza de uma imagem, estavam entre -1000 a +1000. Quanto maior o grau de mineralização da estrutura, maior seria o valor na escala correspondente à imagem. Os autores não esclareceram muito bem como chegaram a estes valores, mas citaram como limiar para dentina e esmalte, os valores de 296 e 580 respectivamente. Concluíram que a µCT era uma ferramenta excelente na avaliação do conteúdo mineral, mais propriamente neste estudo, com relação à ação de agentes clareadores. Por comparação entre os valores iniciais, com o esmalte hígido e com os valores finais, com o esmalte clareado, pode-se ratificar as conclusões deste estudo.

Os autores deste estudo postularam a teoria de que as forças exercidas nos tecidos mineralizados, influenciavam o grau de mineralização da cortical óssea, assim como da própria microestrutura. Cioffi et al. (2007) tinham por objetivo examinar as relações de distribuição de stress e de forças aplicadas na cortical da cabeça da mandíbula. Avaliaram por meio da µCT grau de mineralização da cortical óssea (GMCO) e a orientação dos sistemas de Havers. Desenvolveu-se uma hipótese de que as forças de estiramento exercidas eram inversamente proporcionais ao GMCO local e que as forças de estiramento principais eram orientadas paralelamente aos sistemas haversianos. Para executar este trabalho, 10

cabeças da mandíbula foram submetidas à μ CT. Vários modelos foram criados para simular pressão estática. Em cada cabeça da mandíbula, 18 regiões de interesse foram selecionadas para analisar diferenças regionais no GMCO, com relação à stress e pressões. Os autores admitiram que o grau de mineralização (DMB), de cada voxel, seria extraído do coeficiente de atenuação linear, calibrado de um fantoma, em uma relação direta. O fantoma utilizado possuía densidades de hidroxiapatita (HA) conhecidas: 0, 100, 200, 400 e 800 mg/cm³. As concentrações de Ca foram calculadas baseadas nas concentrações de HA ou DMB, por meio da multiplicação da concentração de Ca a um fator 2.5. Este fator se refere ao fato que aproximadamente 40% da hidroxiapatita consiste de Ca. Subsequentemente multiplicou-se este valor por 2g/cm³, que os autores admitiram que fosse a densidade do osso. Concluiu-se que a distribuição das forças, por elas mesmas, não poderiam explicar as diferenças regionais encontradas no GMCO. Em concordância com a segunda hipótese dos autores, a orientação da rede haversiana, da cabeça da mandíbula, estava intimamente relacionada com as orientações das forças de tensão. Os resultados deste estudo sugeriram que os tecidos ósseos subcondral e cortical eram estruturados para assegurar uma distribuição de suporte na cabeça da mandíbula, tendo desta forma um comportamento mecânico diferente. O osso subcondral exercia um papel de maior importância na transmissão das forças para as corticais anteriores e posteriores e, dessa forma assegurava uma ótima transmissão das forças na região do colo da cabeça da mandíbula e eventualmente ao ramo da mandíbula.

Rühli et al. (2007) também avaliaram modificações no tecido ósseo bem como na diploe por meio da μ CT. Foram investigadas mudanças estruturais em crânios humanos macerados, devido a várias etiologias (infecção, trauma, mudanças

endocrinológicas e neoplásicas), que tinham o diagnóstico confirmado por meio de autópsias. As imagens obtidas foram comparadas com secções histológicas finas, por meio da luz polarizada. Mudanças na superfície do tecido ósseo, assim como alterações da diploe puderam ser observadas. Contudo, os padrões morfológicos causados por resposta reacional, como por exemplo, disposição típica das fibras colágenas, só puderam ser observadas por meio de investigação microscópica de finos cortes histológicos. A grande vantagem da μ CT para este tipo de avaliação foi o grande número de cortes, podendo se observar diferenças espaciais no espécime analisado. A μ CT era uma ferramenta válida para o diagnóstico de vestígios de alterações ósseas. Suas vantagens com relação à histologia foram: menor tempo operacional; aquisição de imagem digital; e o fato das amostras não serem destruídas. Além disso, a μ CT podia orientar os cortes histológicos a serem feitos para posterior análise. O objetivo deste estudo foi apresentar pela primeira vez uma análise em profundidade dos valores e das limitações da μ CT, no estudo de alterações ósseas, comparando-se com o estudo microscópico de luz polarizada, em secções finas para exame histopatológico. Este estudo se limitou somente a amostras de tecido ósseo do crânio. Concluiu-se que a μ CT comparada à histologia, era um método menos destrutivo, o qual requeria um menor tempo para ser realizado e que demandava menos trabalho humano. Em alguns casos, a μ CT poderia ser suficiente para obter um diagnóstico, contudo sua resolução era mais baixa do que com o microscópio ótico. Se o diagnóstico não era conclusivo por meio da μ CT, somente com a microscopia de luz polarizada se poderia chegar a uma conclusão. De toda forma, os autores sugeriram que se usassem os dois métodos, sendo inicialmente a μ CT e depois a histologia. μ CT também poderia ser utilizada para analisar a arquitetura trabecular em uma imagem 3D por meio da

histomorfometria e através de imagens quantitativas de espalhamento eletrônico posterior (qBEI), para se obter o grau de mineralização da matriz óssea (MUSCHITZ et al., 2007).

Schweizer et al. (2007) descreveram a preparação e caracterização de novos materiais usados como fantasmas, para a calibração de um sistema de microtomografia, para se medir densidade mineral óssea (DMO). Os materiais possuíam uma média de densidade de hidroxiapatita (HAp) de 0.12 a 3.05 g cm⁻³ e foram preparados usando dois métodos diferentes. Uma das amostras continha HAp dissolvida num fluxo de lítio tetraborato (Li₂ B₄ O₇) em densidades entre 0.12 e 0.74 g cm⁻³. Este material tinha uma absorção relativamente baixa aos raios X, e era ainda um excelente solvente para medidas de absorção de um grande número de materiais. As concentrações minerais podiam ser facilmente ajustadas e eram precisas, pois se conseguiam misturar porções com exatidão de peso antes da mistura. As outras amostras foram preparadas pela compactação de HAp, diretamente numa prensa hidráulica, por meio de diferentes pressões. Os fantasmas foram avaliados e uma microescala de homogeneidade foi estabelecida por um microtomógrafo (μCT 40, Scanco Medical, Bassersdorf, Suíça). O estudo concluiu que os parâmetros de densidade permitiam a calibração dos microtomógrafos, para densidade de HAp, com uma acurácia relativa maior que 10%, possibilitando uma caracterização quantitativa espacial do conteúdo mineral ósseo.

Muitos laboratórios que empregam a μCT utilizam-na com a finalidade de medir a espessura e volume do esmalte, por ser um recurso imaginológico não destrutivo. O trabalho de Olejniczak et al. (2007) teve como objetivo comparar vários sistemas de μCT para avaliar quais as possíveis e relevantes diferenças específicas destes sistemas. Para tal, compararam volume, área de superfície e medidas

lineares provenientes de exemplares de dentes fósseis e dentes não fósseis usando 4 sistemas microtomográficos. Quatro sistemas de μ CT foram avaliados neste estudo: Scanco μ CT 40 (Departamento de engenharia biomédica, Universidade Stony Brook), Skyscan 1172 system, BIR Actis 300/225 FP system (ambos do Departamento de Evolução Humana, Instituto Max Planck para Antropologia Evolutiva) e o ID19 beamline (European Synchrotron Radiation Facility). A ênfase deste estudo não foi a comparação estatística, mas sim, a avaliação da qualidade das imagens geradas nos dois sistemas (cone beam ou não) e as diferenças entre mensurações realizadas nos 4 sistemas. Scanco e Skyscan eram sistemas cone beam (de aquisição volumétrica). O Skyscan tinha uma fonte maior de voltagem (100 kV contra 70 kV do Scanco). O sistema BIR possuía uma voltagem ainda maior (máxima de 225 kV) e acomodava exemplares maiores. As imagens foram adquiridas e depois reconstruídas em um software denominado VG Studio Max 1.2.1 (Volume Graphics, Heidelberg, Germany). Os dados coletados foram adquiridos por um único observador, com objetivo de se eliminar erros interobservadores. Os resultados indicaram que as medidas foram comparáveis entre os 4 sistemas (menos de 3 % de diferença entre os sistemas de μ CT). A medida mais estável foi a de volume e as medidas lineares foram as que tiveram maior variação (2%). Os autores tiveram uma preferência pelas imagens geradas pelo sistema Scanco, contudo, devemos ressaltar que os protocolos de aquisição foram diferentes para cada sistema e que as imagens foram analisadas apenas por um observador.

Huang et al. (2007) realizaram um estudo no qual se fez uma relação direta entre uma escala de tons de cinza e um fantoma com 3 densidades diferentes. Usou-se fantasmas de hidroxiapatita pura para se quantificar densidades minerais (MD) de lesões brancas de cárie (WSL). Mediram a MD de WSLs usando como

calibradores, discos com diferentes densidades de HA e converteram os valores de tons de cinza obtidos na microtomografia, baseados nos valores do fantoma. Eles avaliaram as densidades considerando uma relação linear.

2.5 Histologia

A histologia tem sido amplamente utilizada como uma referência na avaliação da profundidade de lesões, apesar da dificuldade no preparo de cortes finas.

Mendes, Nicolau e Duarte (2003), examinaram a efetividade do laser fluorescente para monitorar a remineralização in vitro de lesões de cárie. Dezesete lesões naturais, no esmalte, em molares decíduos foram divididas em duas partes: uma foi colocada em uma solução remineralizadora e a outra em água por 28 dias. A segunda parte foi usada como controle. O exame histológico foi usado como controle standard das lesões avaliadas. O exame foi executado com microscópio de luz polarizada a 50x de magnificação, com os cortes embebidos em água destilada. O contraste entre o esmalte sadio (birrefringência negativa) e o esmalte desmineralizado (birrefringência positiva) foi detectada e a profundidade do corpo da lesão foi determinada por um software.

Mendes et al. (2005) avaliaram a performance do equipamento de laser fluorescente (DIAGNOdent) na detecção e quantificação de cáries em superfícies lisas de dentes decíduos. As leituras do DIAGNOdent foram executadas e o local de maior valor em cada superfície foi indicado. Depois das leituras, as superfícies foram cortadas e as amostras foram avaliadas por meio de análise histológica e avaliação

da microdureza. A histologia também foi considerada neste trabalho, uma referência para se avaliar a profundidade da lesão.

Jablonski-Momeni et al. (2008) avaliaram a acurácia e a reprodutibilidade intra e inter-examinadores na detecção de cáries oclusais em dentes humanos extraídos usando o método ICDAS. Foram usadas secções seriadas e microscopia como referência que eram consideradas padrão ouro. O sistema ICDAS demonstrou reprodutibilidade e acurácia diagnóstica na detecção de cáries oclusais em vários estágios do processo da doença, provando ter relação de moderada a forte com suporte na análise histológica.

3 PROPOSIÇÃO

No presente estudo será realizada a correlação entre lesões naturais de cárie, classificadas segundo o critério ICDAS, com as radiografias digitais, com a tomografia cone beam, com a perda de conteúdo mineral determinada pela microtomografia e validada pela histologia; atendendo aos seguintes objetivos:

1. Determinar se existe correlação entre os escores do sistema ICDAS para superfícies proximais e as imagens da μ CT ao se determinar a profundidade das lesões e a perda mineral.
2. Determinar se a μ CT é um método confiável para avaliar lesões cariosas quando comparado com a histologia, considerada o método atual de eleição para avaliar o estágio da doença.
3. Comparar a efetividade das imagens da tomografia cone beam, radiografias digitais e os exames ICDAS com o exame histológico em cáries de superfícies proximais.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Material

A amostra foi constituída por 42 dentes do Banco de dentes da Universidade Positivo (UP, Curitiba, PR, Brazil).

A presente pesquisa obteve parecer consubstanciado favorável do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Positivo, sob o protocolo de número – 193/2008, com aprovação do Comitê de Ética da Indiana University, sob o protocolo de número NS0903-01, corroborada pela Comissão Nacional de Ética em Pesquisa – CONEP, sob o parecer número 175/2009; e posterior ciência ao Comitê de Ética em Pesquisa da FOU SP (Anexos A, B e C).

4.2 Métodos

4.2.1 Preparo da amostra

Os dentes foram estocados em solução de Timol 0,1%. Os dentes foram limpos por meio de profilaxia com escovas de Robson e água. Usou-se o critério de avaliação ICDAS para classificar as lesões em superfícies proximais. Esta avaliação foi realizada por dois avaliadores previamente capacitados. Uma pequena cavidade

foi feita próxima da junção amelocementária com uma broca $\frac{1}{2}$ para marcar a face mesial e duas pequenas cavidades marcaram a face distal. Os dentes foram numerados e randomizados.

4.2.2 Microtomografia

As imagens da microtomografia foram adquiridas em um microtomógrafo Skyscan 1172 localizado no Departamento de Pesquisas Médicas da Universidade de Indiana (IUPUI) (Skyscan 1172, Brussels-Belgium) (Figuras 4.1 a 4.4). Para se evitar a desidratação das amostras, os dentes foram enrolados em parafilme 'M' (Laboratory Film, American CAN Company, Greenwich, CT 06830).

Para obtenção dos parâmetros utilizados neste trabalho, foi realizado um estudo piloto (Anexo D). Os raios X foram gerados por um ânodo de tungstênio e um cintilador converteu os raios X incidentes em luz, a qual foi detectada por uma câmera digital CCD (2000 pixels x 2000 pixels). Os espécimes foram rotacionados a 360° e 0.2° de velocidade de rotação, com frame average de 4, sem movimentos randomizados. Usou-se o filtro de Alumínio e Cobre. Os dentes foram escaneados com uma potência de 80 kV e 124 μ A, produzindo uma imagem com matriz de 1500 x 1048 pixels. Cada exame durou três horas e utilizou 14 Gb de memória. Quando o espécime tinha um tamanho maior que a tela do programa, o exame duplicava sua duração, passando para seis horas e ocupando até 38 Gb de memória. Foram utilizados os recursos de correção geométrica e de correção do campo de aquisição (flat field). Os dentes foram reconstruídos aplicando redução máxima (designada

pelo escore 20) de artefatos em forma de anel, correção máxima de endurecimento do feixe (100%) com um histograma de contraste de 0,0100 x 0,0700 (BARRETT; KEAT, 2004). As imagens foram arquivadas em pastas TIFF de 16 bit, para se chegar a uma resolução de 2048 x 2048 pixels. O objetivo destes dados foi ter como resultado uma resolução de imagem de 6 µm de voxel isotrópico (Figuras 4.5 e 4.6). Para mensurações de conteúdo mineral e quantificação da densidade mineral, foi utilizado o software Image J (versão 1.34 s, Wayne Rasband, National Institute of Health, USA). O programa citado tem a capacidade de medir a profundidade, a quantidade de perda mineral, a densidade da lesão e também tem a capacidade de converter as imagens axiais em sagitais, possibilitando a avaliação da profundidade das lesões por meio de dois diferentes cortes. Para realizar estas análises, o coeficiente de atenuação linear foi convertido em valores de graduação de escala de cinza, admitindo que o componente de absorção dos raios X é a hidroxiapatita. O programa Image J também possibilita esta informação em valores de Unidades Hounsfield.



Figura 4.1 - Equipamento de μ CT Skyscan 1172 (Bruxelas, Bélgica)

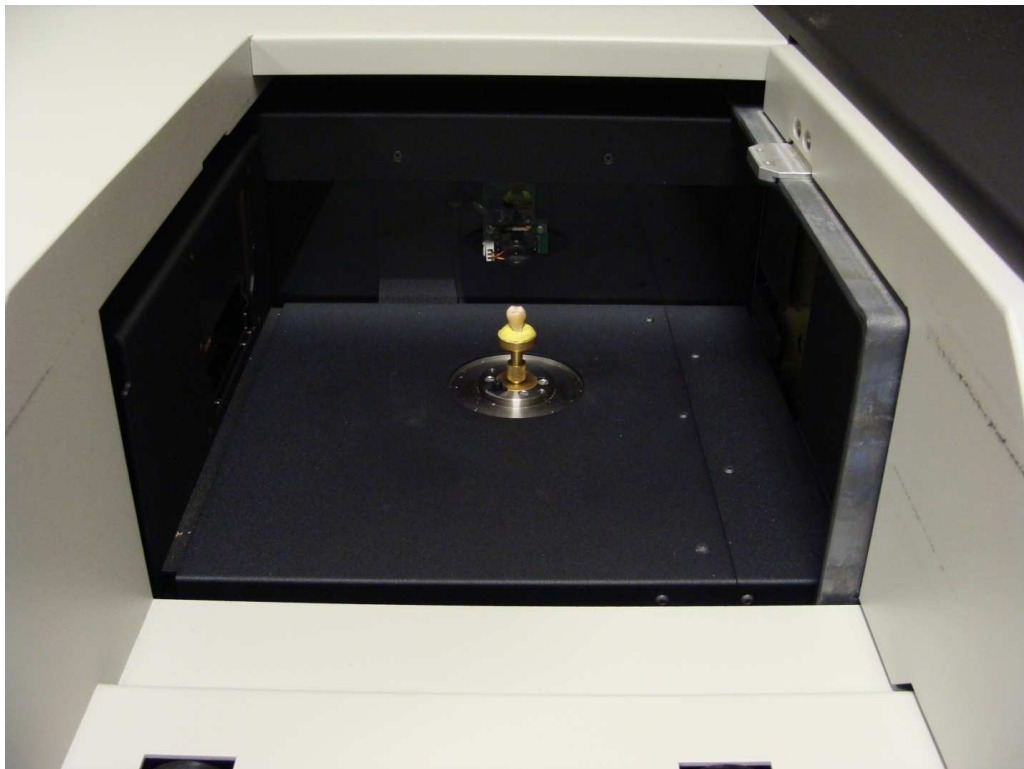


Figura 4.2 - Espécime posicionado antes da exposição



Figura 4.3 - Detalhe do espécime enrolado em parafilme



Figura 4.4 - Controles computadorizados do equipamento de μ CT



Figura 4.5 – Observa-se no espécime 1 pequenas áreas de desmineralização (seta)

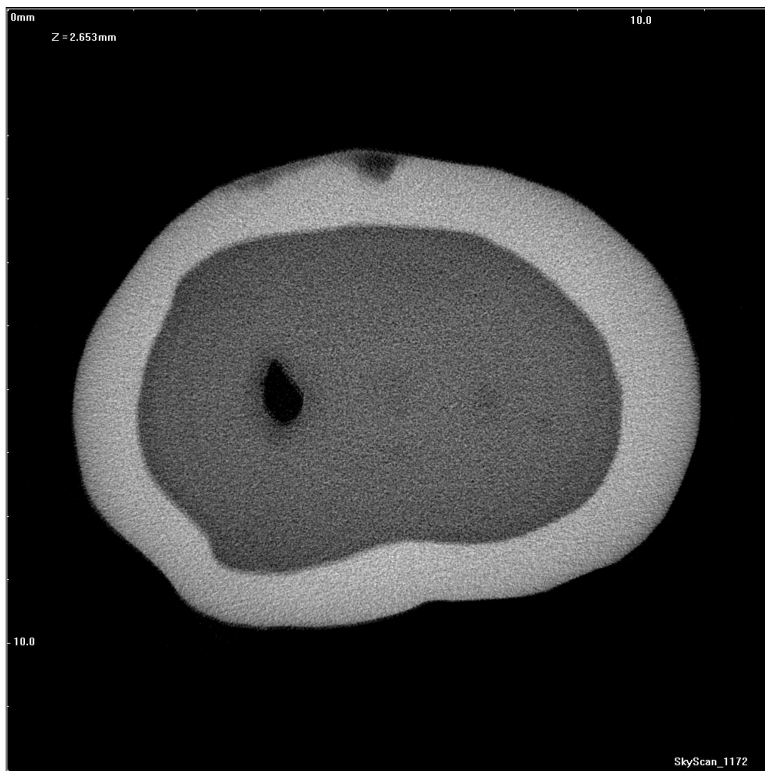


Figura 4.6 – Espécime 88 com marcada desmineralização da face distal

4.2.3 Radiografias digitais

Os dentes foram montados em modelos (Endo Model W/Natural Dentition Freight – D1-TRM 418, Kilgore International Inc., Coldwater MI USA) e fixados com cera número 7. Objetivou-se reproduzir os contatos proximais e foram montados hemi-arcos com no máximo cinco dentes (Figura 4.12). O dente mais anterior do hemi-arco foi utilizado apenas para recuperar o contato do dente anterior, que foi avaliado.

Os modelos foram radiografados com um sistema digital direto (Shick; Schick Technologies, Inc.). O sensor foi fixado com cera utilidade número 9 de forma a ficar paralelo aos dentes (Figuras 4.7 e 4.8). A fonte de radiação X foi direcionada perpendicularmente ao conjunto sensor/dente, e foi posicionada a 2 cm deste conjunto. As lesões radiolúcidas observadas nas imagens foram classificadas segundo o critério radiográfico ICDAS para cáries proximais:

0 = superfície hígida

1 = metade externa do esmalte

2 = metade interna do esmalte, incluindo a junção amelodentinária

3 = terço externo da dentina

4 = terço médio da dentina

5 = terço interno da dentina

6 = na polpa

7 = impossibilidade de se observar a superfície na imagem

As imagens obtidas foram arquivadas em formato TIFF (367 x 485 dpi, 256 tons de escala de cinza) e redimensionadas para 454 x 600 dpi (tamanho original da

aquisição das imagens). As áreas desmineralizadas foram mensuradas por meio do software Image Tool 3.0 (Image Tool Software, Roswell, GA) (MARIATH; CASAGRANDE; ARAÚJO, 2007) e foi levada em consideração a profundidade de acordo com a classificação descrita para cáries proximais.

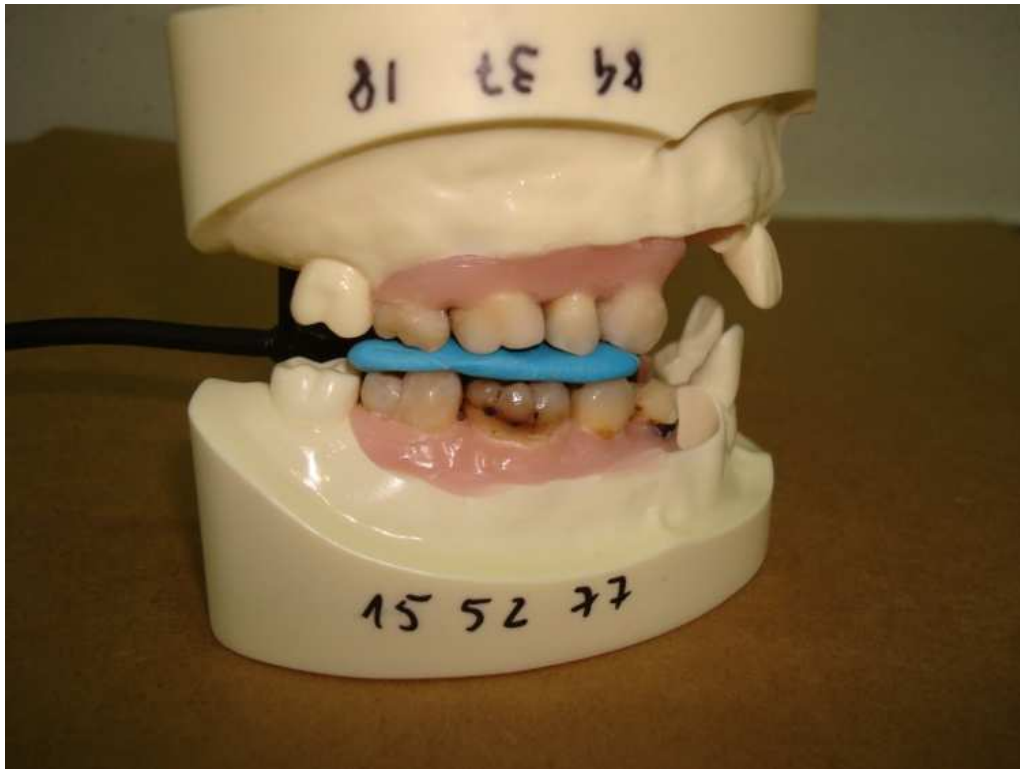


Figura 4.7 - Dentes montados nos modelos e com o sistema digital em posição

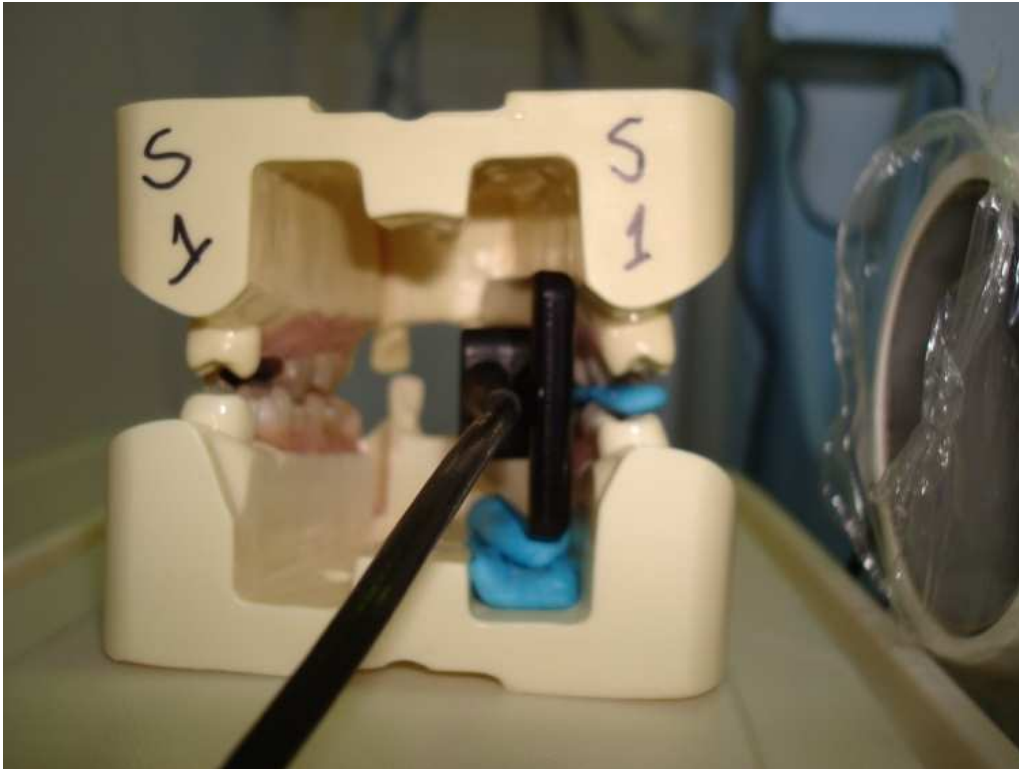


Figura 4.8 - Detalhe do sistema digital e do cilindro do aparelho de raios X em posição

4.2.4 CBCT

As imagens foram adquiridas ainda com os dentes montados nos modelos, usando o tomógrafo cone beam i-CAT (Imaging Sciences International, Hatfield, PA) (Figuras 4.9 a 4.11). Os parâmetros de aquisição foram 120 kVp, 5mA, tempo de rotação de 20 s, tempo de exposição de 7 s, e tamanho do voxel de 0.4 x 0.4 x 0.4 mm.

As imagens foram exportadas para o software do CBCT i-CAT que possui ferramentas de ajuste de contraste, densidade, magnificação, modificação da inclinação na tomografia, espessura dos cortes reconstruídos, entre outras. As

imagens hipodensas foram classificadas de acordo com o critério ICDAS já descrito acima.

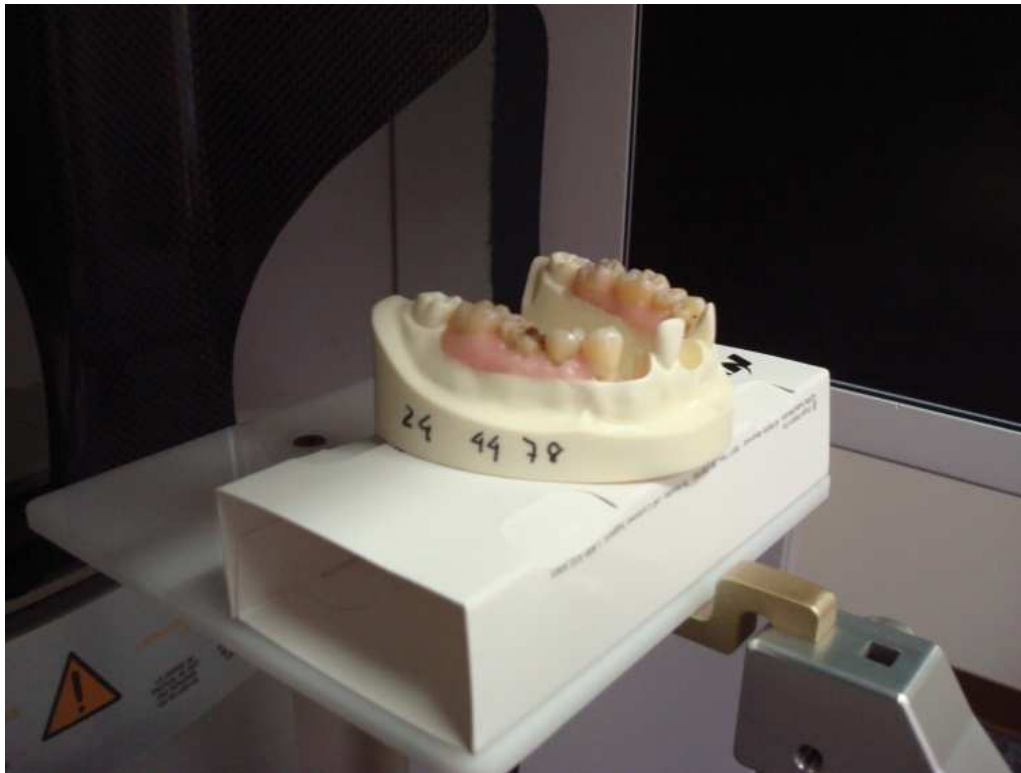


Figura 4.9 - Modelo com os dentes montados em posição para a execução da CBCT



Figura 4.10 - Modelo em posição para a execução da CBCT

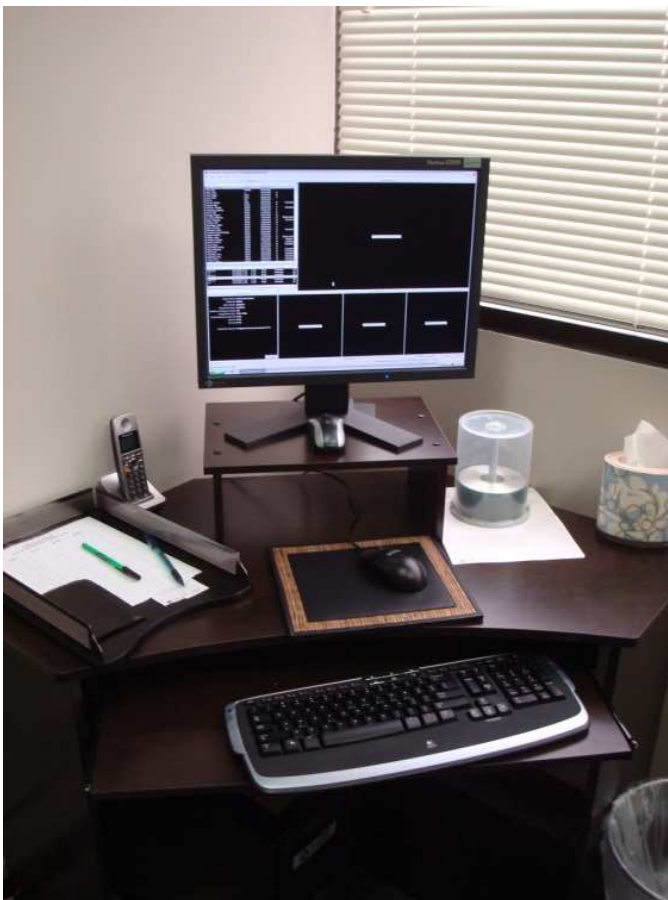


Figura 4.11 - Controles computadorizados do equipamento CBCT

4.2.5 ICDAS

Os modelos foram colocados em cabeças apropriadas para seu encaixe e foram examinados por três examinadores treinados, usando os critérios ICDAS para superfícies proximais:

Superfície Hígida: Código 0

Não deve haver evidência de cárie (mesmo após secagem de 5 s, não deve haver mudanças na translucidez do esmalte, ou modificação questionável). Superfícies com hipoplasias, fluoroses, atrição, abrasão ou erosões e manchas intrínsecas ou extrínsecas, serão consideradas hígidas (Figura 4.14).

Primeira mudança visual no esmalte: Código 1

Ao exame da superfície úmida, não há evidência de qualquer mudança na cor atribuída à atividade de cárie, mas à secagem prolongada (5 s), aparecerá uma opacidade inconsistente com aparência clínica de esmalte hígido.

Mudança visual distinta no esmalte quando examinado úmido: Código 2

Há opacidade no esmalte ou descoloração (mancha branca ou acastanhada) inconsistente com aparência clínica de esmalte hígido (Observação: a lesão é visível quando o esmalte está úmido ou seco). Adicionalmente, quando o dente é examinado pela face oclusal, esta opacidade ou descoloração pode ser vista como uma sombra confinada ao esmalte, sendo observada através da crista marginal (Figura 4.13).

Solução de continuidade do esmalte devido a cárie sem envolvimento dentinário visível: Código 3

Após secagem por 5 s há perda da solução de continuidade do esmalte, observada tanto pela superfície lingual como pela vestibular. No caso de dúvida, a sonda exploradora poderá ser delicadamente utilizada, passando sobre a lesão para confirmar a perda de integridade do esmalte (Figura 4.15).

Sombra escurecida proveniente da dentina com ou sem solução de continuidade do esmalte: Código 4

Esta lesão aparece como uma sombra proveniente do envolvimento da dentina através da crista marginal, paredes vestibular ou lingual aparentemente intactas. É mais facilmente observada quando o dente está úmido. A área escurecida é uma sombra intrínseca que pode ser cinza, azulada ou acastanhada.

Cavidade distinta com visível envolvimento dentinário: Código 5

Cavitação em esmalte opaco ou descolorido (branco ou marrom) com exposição da dentina no julgamento do examinador. Se houver dúvida, a sonda exploradora poderá ser levemente utilizada para confirmar o envolvimento de dentina.

Cavidade distinta e extensa com dentina visivelmente afetada: Código 6

Perda de estrutura dentária, cavidade extensa e claramente visível em ambas as paredes e no assoalho da cavidade. A crista marginal pode estar íntegra ou não. Este tipo de cavidade envolverá pelo menos metade da superfície, possivelmente atingindo a polpa.



Figura 4.12 - Detalhe dos dentes montados no modelo e fixados com cera 7 imitando as ameias



Figura 4.13 - Espécime 13 M, apresentando uma lesão classificada pelo escore ICDAS 2



Figura 4.14 - Espécime 19 D apresentando superfície hígida correspondendo ao escore ICDAS zero



Figura 4.15 - Espécime 52 D, fotografado e úmido, equivalente ao escore ICDAS 3

4.2.6 Histologia

Para a avaliação histológica os dentes foram inicialmente seccionados em duas metades. Cada metade foi fixada em bastões de plástico (Figuras 4.16 e 4.17) e foi colocada cera pegajosa na parte posterior (no lado da dentina) (Figuras 4.16 a 4.20) do corte para evitar que ao se cortar a secções de 100 μm , a secção não se soltasse ou mesmo fraturasse. A espessura de 100 μm foi sugerida por diversos autores para a avaliação histológica (ARNOLD et al., 2001). As secções de 100 μm foram feitas com um micrótomo para tecidos duros da marca Silverstone-Taylor (Scientific Fabrications, Littleton, CO, USA) (Figuras 4.21 a 4.24). As secções foram embebidas em água para evitar desidratação e fratura das secções e examinadas por meio da microscopia de luz incandescente (Model BH2, Olympus Optical Co., Ltd., Tokyo, Japan) com um aumento de 100x (ITOTA et al. 2003) (Figuras 4.25 a 4.27). O critério utilizado para as avaliações histológicas, seguiu o mesmo proposto para a avaliação das imagens digitais e da CBCT.

Cada corte recebeu um escore da classificação. A extensão da cavidade foi baseada na cor e nas mudanças de estrutura tanto no esmalte como na dentina. Além da classificação das lesões, as lesões foram medidas em sua maior profundidade, com o auxílio de uma escala que dividia 1 cm em 100 μm , isto é cada marcação na escala era equivalente a 10 μm . Todas as medidas e avaliações foram repetidas para se avaliar a reprodutibilidade pelo mesmo pesquisador.



Figura 4.16 - Detalhe de um espécime cortado para se realizar os cortes de 100 μ m

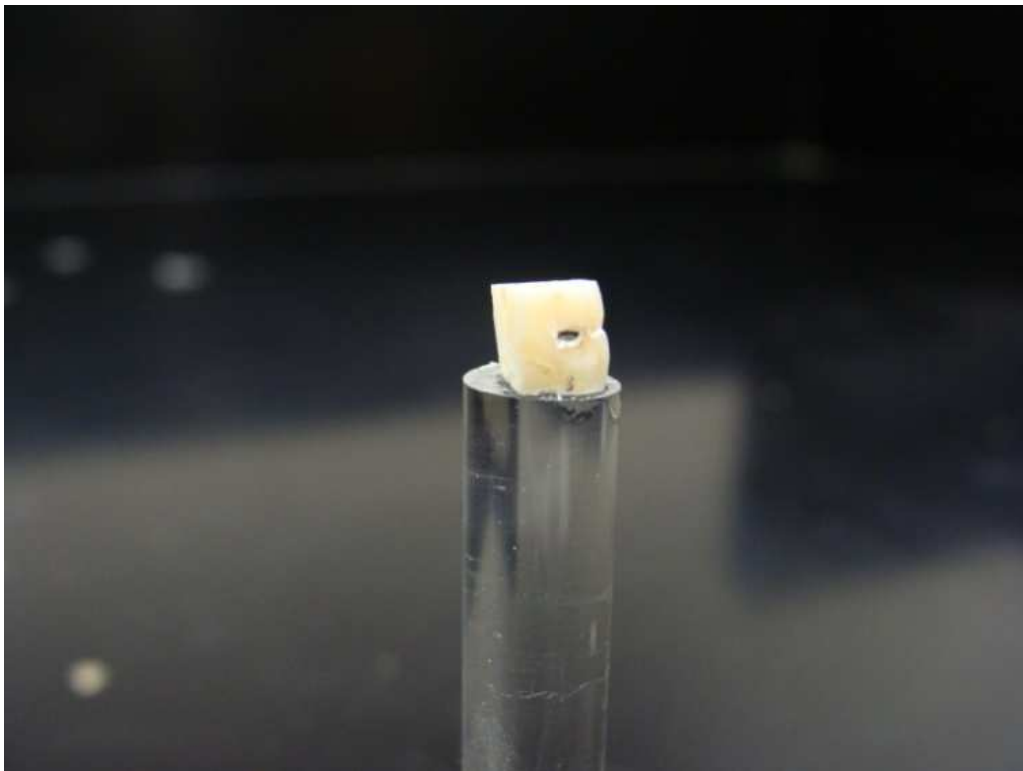


Figura 4.17 - Detalhe de outro espécime com evidente lesão de cárie

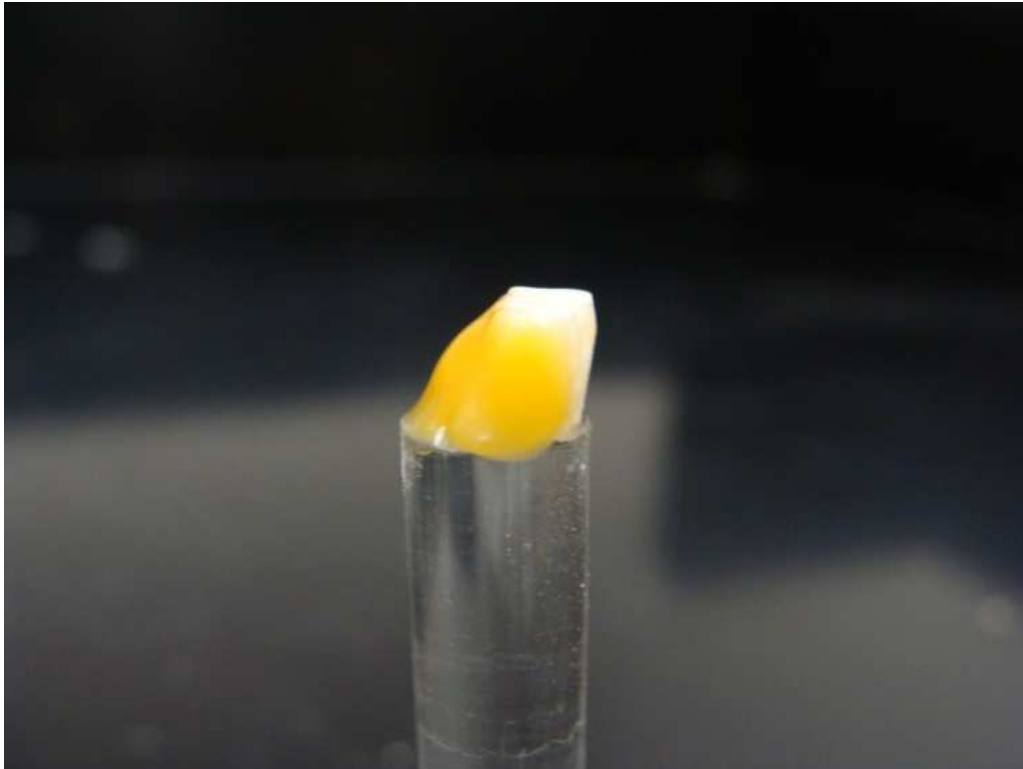


Figura 4.18 - Detalhe da cera na parte posterior da face para evitar a perda do corte fino



Figura 4.19 - Dentes devidamente preparados para o corte e identificados

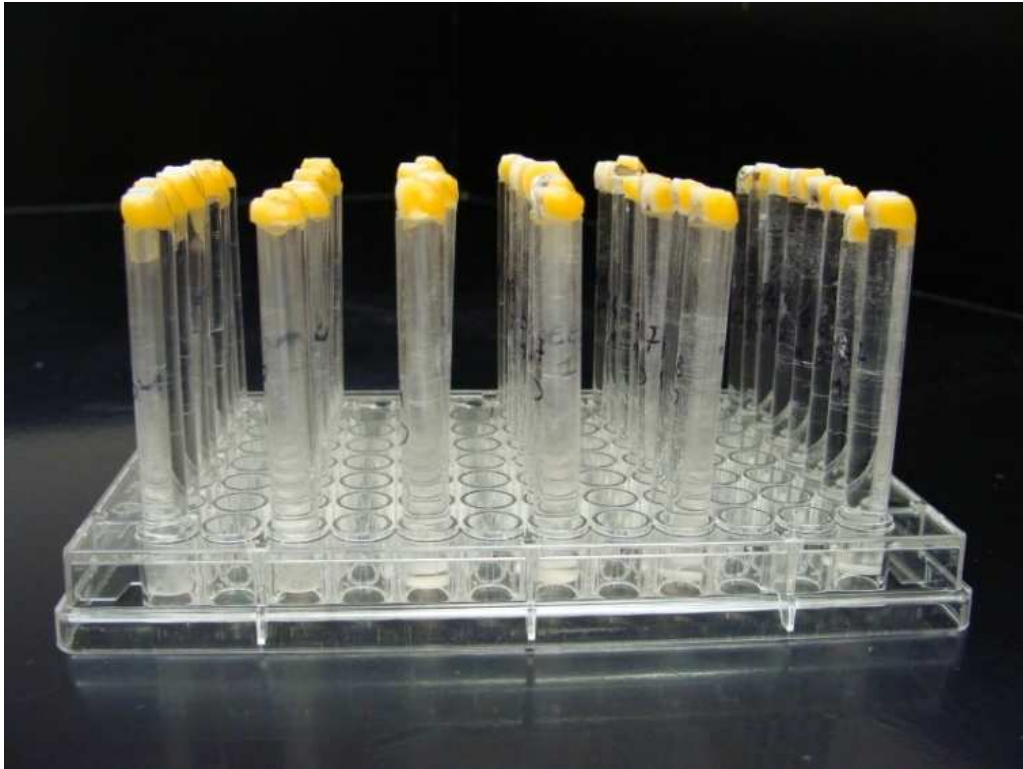


Figura 4.20 - Detalhe dos espécimes organizados para o corte

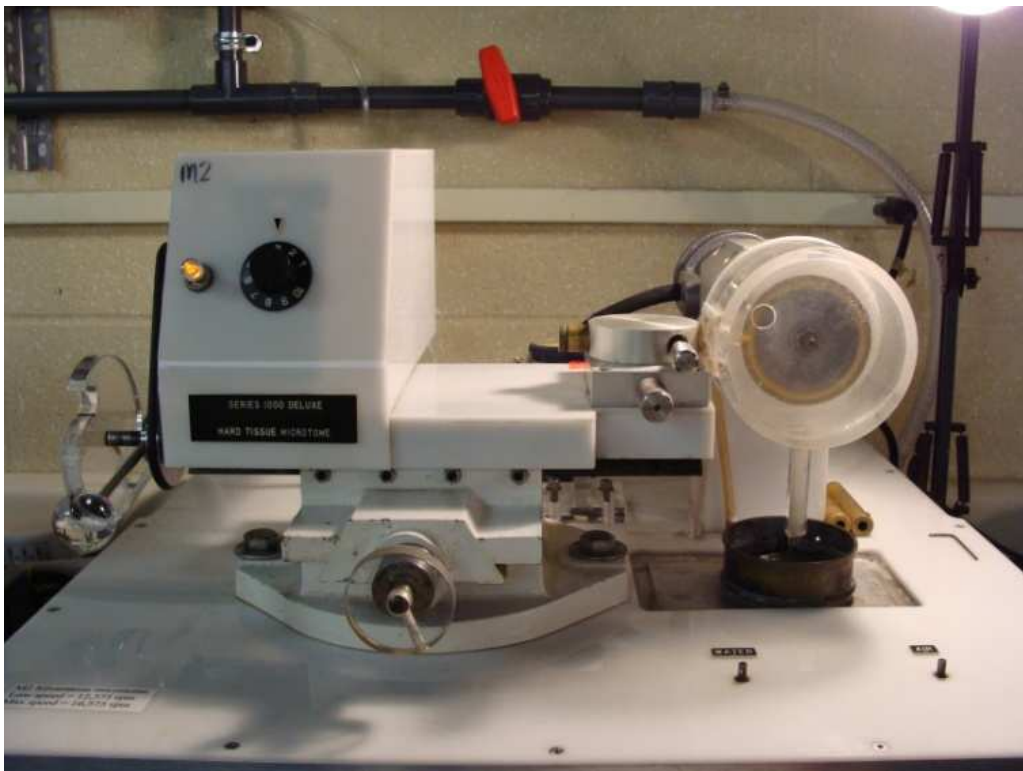


Figura 4.21 - Micrótomo Silverstone-Taylor



Figura 4.22 - Controles do micrótomo



Figura 4.23 - Close do espécime sendo seccionado



Figura 4.24 - Lâmina do micrótomo cortando o dente

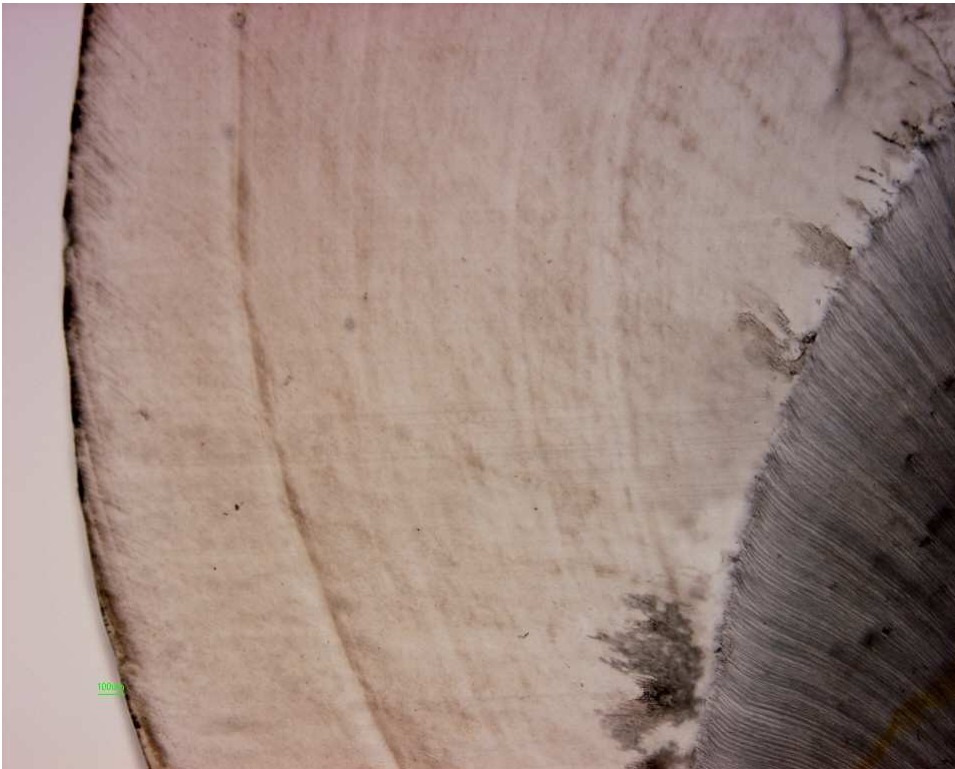


Figura 4.25 - 1D mostrando um espécime sem lesão de cárie

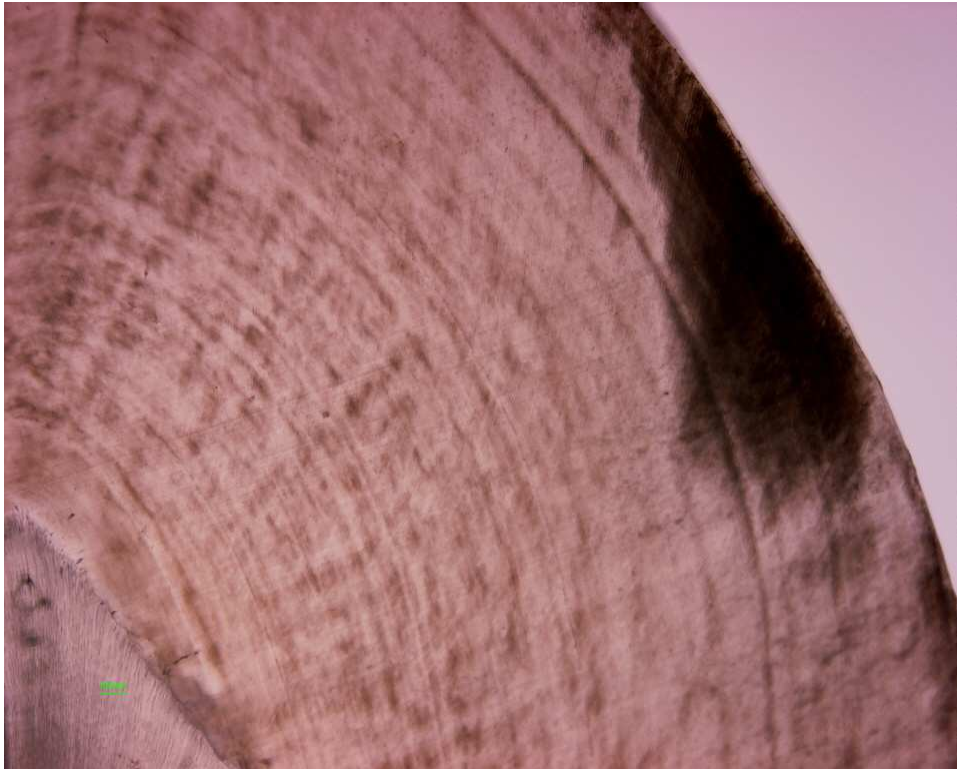


Figura 4.26 - Espécime 21M com uma lesão com classificação 1

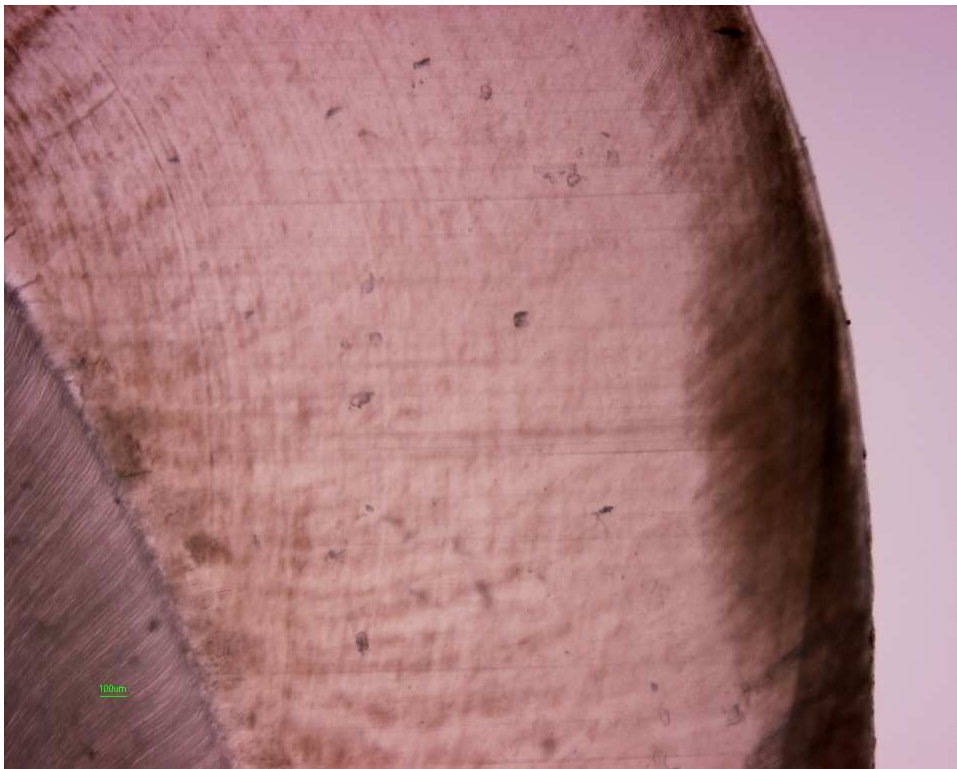


Figura 4.27 - Espécime 29M com lesão de cárie de classificação 1

4.2.7 Tratamento estatístico

A repetitividade do ICDAS, radiografias digitais, CBCT e os escores histológicos serão avaliados usando tabelas com duas vias de contingência e método estatístico kappa. Para a avaliação da associação entre dois métodos cujos resultados são expressos em escala ordinal (de 0 a 6) ou intervalar foi considerado o coeficiente de correlação de Spearman. Para a determinação de pontos de corte, para variáveis de profundidade e volume foram ajustadas curvas ROC, considerando-se a avaliação de histologia como padrão ouro. Com os pontos de corte definidos, foram estimadas as medidas de sensibilidade e especificidade. Intervalos foram construídos com 95% de confiança e valores de $p < 0,05$ indicaram significância estatística. Os dados foram organizados em planilha Excel e analisados com o programa computacional Statistica v.8.0.

Com uma amostragem de 84 superfícies, um intervalo de duas vias e 95% de confiabilidade para a correlação entre os métodos, irá estimar com ± 0.1 se as correlações verdadeiras forem 0.8.

5 RESULTADOS

5.1 Avaliação da concordância entre as duas leituras do mesmo observador

5.1.1 Histologia

Na tabela 5.1 são apresentados os resultados obtidos pelo avaliador nas duas leituras (tabela de contingência).

Tabela 5.1 - Avaliação da concordância das duas leituras por meio da avaliação histológica

Leitura1	Leitura2							Total
	0	1	2	3	4	5	6	
0	15	1	1					17
1	4	26						30
2	1	1	10					12
3			1	3				4
4				2				2
5						5		5
6							14	14
Total	20	28	12	5		5	14	84

Das 84 lesões, houve concordância em 86,9% dos casos. O coeficiente geral de Kappa estimado foi igual a 0,832 ($p < 0,001$) indicando uma excelente concordância. O intervalo de 95% de confiança para este índice é de 0,724 – 0,939. A tabela 5.2 apresenta os coeficientes de Kappa para cada uma das classificações

(escala de avaliação) juntamente com o valor de p e o intervalo de 95% de confiança.

Tabela 5.2 - Na avaliação histológica das lesões houve excelente concordância na leitura em cinco dos sete escores avaliados, sendo a concordância fraca apenas no critério 4

Classificação	Kappa	Valor de p	IC 95%	Concordância
0	0,757	<0,001	0,544 - 0,971	Excelente
1	0,842	<0,001	0,628 - 1	Excelente
2	0,806	<0,001	0,592 - 1	Excelente
3	0,648	<0,001	0,434 - 0,862	Boa
4	-0,012	0,912	0 - 0,202	Fraca
5	1	<0,001	0,786 - 1	Excelente
6	1	<0,001	0,786 - 1	Excelente

5.1.2 ICDAS

Na tabela 5.3 são apresentados os resultados obtidos pelo avaliador A1 nas duas leituras (tabela de contingência).

Tabela 5.3 - Comparação das leituras em tempos diferentes pelo método ICDAS pelo avaliador A1

	Leitura2							
Leitura1	0	1	2	3	4	5	6	Total
0	38	1					1	40
1		2	2					4
2	1		14	1				16
3			1	6	1			8
4			1		1			2
5				1		3		4
6			1				9	10
Total	39	3	19	8	2	3	10	84

Das 84 lesões, houve concordância em 86,9% dos casos. O coeficiente geral de Kappa estimado foi igual a 0,815 ($p < 0,001$) indicando uma excelente concordância. O intervalo de 95% de confiança para este índice é de 0,700 – 0,930. Na tabela 5.4 são apresentados os coeficientes de Kappa para cada uma das classificações (escala de avaliação) juntamente com o valor de p e o intervalo de 95% de confiança.

Tabela 5.4 - A concordância do avaliador A1 pelo método ICDAS foi considerada de excelente a boa

Classificação	Kappa	Valor de p	IC 95%	Concordância
0	0,928	<0,001	0,714 - 1 0,339 -	Excelente
1	0,553	<0,001	0,767 0,534 -	Boa
2	0,747	<0,001	0,961	Boa
3	0,724	<0,001	0,51 - 0,938 0,274 -	Boa
4	0,488	<0,001	0,702	Boa
5	0,851	<0,001	0,637 - 1	Excelente
6	0,886	<0,001	0,673 - 1	Excelente

Na tabela 5.5 são apresentados os resultados obtidos pelo avaliador A2 nas duas leituras (tabela de contingência).

Tabela 5.5 - Comparação das leituras em tempos diferentes pelo método ICDAS pelo avaliador A2

Leitura1	Leitura2							Total
	0	1	2	3	4	5	6	
0	18	1	3					22
1	4	2	1					7
2	5	2	20	1			1	29
3			2	9				11
4				1				1
5						3		3
6							11	11
Total	27	5	26	11		3	12	84

Das 84 lesões, houve concordância em 75,0% dos casos. O coeficiente geral de Kappa estimado foi igual a 0,673 ($p < 0,001$) indicando uma boa concordância. O intervalo de 95% de confiança para este índice é de 0,562 – 0,785. Na tabela 5.6 são apresentados os coeficientes de Kappa para cada uma das classificações (escala de avaliação) juntamente com o valor de p e o intervalo de 95% de confiança.

Tabela 5.6 - A concordância das leituras do avaliador A2 pelo método ICDAS em tempos diferentes foi considerada boa

Classificação	Kappa	Valor de p	IC 95%	Concordância
0	0,625	<0,001	0,412 – 0,839	Boa
1	0,282	0,010	0,068 – 0,496	Fraca
2	0,595	<0,001	0,381 – 0,808	Boa
3	0,791	<0,001	0,577 - 1	Excelente
4	-0,006	0,956	0 - 0,208	Fraca
5	1,000	<0,001	0,786 - 1	Excelente
6	0,950	<0,001	0,736 - 1	Excelente

Na tabela 5.7 são apresentados os resultados obtidos pelo avaliador A3 nas duas leituras (tabela de contingência).

Tabela 5.7 - Comparação das leituras em tempos diferentes pelo método ICDAS pelo avaliador A3

Leitura1	Leitura2							Total
	0	1	2	3	4	5	6	
0	25	1						26
1	3	2	2					7
2			22	1				23
3			2	6				8
4					4	1		5
5					1	3		4
6							11	11
Total	28	3	26	7	5	4	11	84

Das 84 lesões, houve concordância em 86,9% dos casos. O coeficiente geral de Kappa estimado foi igual a 0,831 ($p < 0,001$) indicando uma boa concordância. O intervalo de 95% de confiança para este índice é de 0,725 – 0,938. Na tabela 5.8 são apresentados os coeficientes de Kappa para cada uma das classificações (escala de avaliação) juntamente com o valor de p e o intervalo de 95% de confiança.

Tabela 5.8 - A concordância das leituras feitas pelo avaliador A3 foi considerada boa

Classificação	Kappa	Valor de p	IC 95%	Concordância
0	0,891	<0,001	0,677 - 1 0,148 -	Excelente
1	0,362	0,001	0,576	Fraca
2	0,856	<0,001	0,642 - 1 0,567 -	Excelente
3	0,780	<0,001	0,994	Excelente
4	0,787	<0,001	0,573 - 1 0,524 -	Excelente
5	0,738	<0,001	0,951	Boa
6	1	<0,001	0,786 - 1	Excelente

5.1.3 Radiografia digital direta pela técnica interproximal

Na tabela 5.9 são apresentados os resultados obtidos pelo avaliador nas duas leituras no método radiografia digital (tabela de contingência).

Tabela 5.9 - Concordância entre as leituras em tempos diferentes para o método radiografia digital direta

Leitura1	Leitura2							Total
	0	1	2	3	4	5	6	
0	47	3						50
1	1	7	1	1				10
2		1	2					3
3				5				5
4					2			2
5						4		4
6							7	7
Total	48	11	3	6	2	4	7	81

Das 84 faces avaliadas, 3 foram descartadas pela impossibilidade de análise. Das 81 lesões, houve concordância em 91,4% dos casos. O coeficiente geral de Kappa estimado foi igual a 0,856 ($p < 0,001$) indicando uma excelente concordância. O intervalo de 95% de confiança para este índice é de 0,736 – 0,976. Na tabela 5.10 são apresentados os coeficientes de Kappa para cada uma das classificações (escala de avaliação) juntamente com o valor de p e o intervalo de 95% de confiança.

Tabela 5.10 - A concordância nas leituras 1 e 2 da radiografia digital direta pelo método interproximal foi considerada de excelente a boa, com um desempenho melhor em cáries mais severas. Contudo, quando não havia cárie, a concordância foi considerada excelente

Classificação	Kappa	Valor de p	IC 95%	Concordância
0	0,897	<0,001	0,679 - 1 0,399 -	Excelente
1	0,617	<0,001	0,835 0,436 -	Boa
2	0,654	<0,001	0,872	Boa
3	0,902	<0,001	0,685 - 1	Excelente
4	1,000	<0,001	0,782 - 1	Excelente
5	1,000	<0,001	0,782 - 1	Excelente
6	1,000	<0,001	0,782 - 1	Excelente

5.1.4 CBCT

Na tabela 5.11 são apresentados os resultados obtidos pelo avaliador nas duas leituras (tabela de contingência).

Tabela 5.11 - Avaliação da concordância entre duas leituras em tempos diferentes no método CBCT

Leitura1	Leitura2							Total
	0	1	2	3	4	5	6	
0	37	4						41
1	8	8	2					18
2		1	4	1				6
3			1	6				7
4					2			2
5						1		1
6							9	9
Total	45	13	7	7	2	1	9	84

Das 84 lesões, houve concordância em 79,8% dos casos. O coeficiente geral de Kappa estimado foi igual a 0,702 ($p < 0,001$) indicando uma boa concordância. O intervalo de 95% de confiança para este índice é de 0,584 – 0,819. Na tabela 5.12 são apresentados os coeficientes de Kappa para cada uma das classificações (escala de avaliação) juntamente com o valor de p e o intervalo de 95% de confiança.

Tabela 5.12 - A concordância nas leituras do método CBCT foi considerada de boa a excelente, com um desempenho melhor em cáries mais severas

Classificação	Kappa	Valor de p	IC 95%	Concordância
0	0,714	<0,001	0,5 - 0,928	Boa
1	0,407	<0,001	0,193 - 0,62	Boa
2	0,583	<0,001	0,369 - 0,797	Boa
3	0,844	<0,001	0,63 – 1	Excelente
4	1	<0,001	0,786 – 1	Excelente
5	1	<0,001	0,786 – 1	Excelente
6	1	<0,001	0,786 – 1	Excelente

5.1.5 Microtomografia

Na tabela 5.13 são apresentados os resultados obtidos pelo avaliador nas duas leituras da μ CT (tabela de contingência).

Tabela 5.13 - Avaliação da concordância de duas leituras em tempos diferentes por meio do método μ CT

Leitura1	Leitura2							Total
	0	1	2	3	4	5	6	
0	37	4						41
1	8	8	2					18
2		1	4	1				6
3			1	6				7
4					2			2
5						1		1
6							9	9
Total	45	13	7	7	2	1	9	84

Das 84 lesões, houve concordância em 79,8% dos casos. O coeficiente geral de Kappa estimado foi igual a 0,759 ($p < 0,001$) indicando uma excelente concordância. O intervalo de 95% de confiança para este índice é de 0,652 – 0,865. Na tabela 5.14 são apresentados os coeficientes de Kappa para cada uma das classificações (escala de avaliação) juntamente com o valor de p e o intervalo de 95% de confiança.

Tabela 5.14 - O método teve uma excelente concordância nas lesões de 2 a 6 e uma boa concordância nas lesões 0 e 1

Classificação	Kappa	Valor de p	IC 95%	Concordância
0	0,714	<0,001	0,5 - 0,928	Boa
1	0,407	<0,001	0,193 - 0,62 0,369 -	Boa
2	0,583	<0,001	0,797	Excelente
3	0,844	<0,001	0,63 - 1	Excelente
4	1	<0,001	0,786 - 1	Excelente
5	1	<0,001	0,786 - 1	Excelente
6	1	<0,001	0,786 - 1	Excelente

5.2 Avaliação da concordância entre os avaliadores na leitura 1 do ICDAS

5.2.1 Avaliadores A1 e A2

Na tabela 5.15 são apresentados os resultados obtidos pelos avaliadores na primeira leitura (tabela de contingência).

Tabela 5.15 - Entre os avaliadores A1 e A2 houve uma concordância considerada boa entre as primeiras leituras

Avaliador A1	Avaliador A2							Total
	0	1	2	3	4	5	6	
0	22	5	12				1	40
1		1	3					4
2		1	13	2				16
3				7		1		8
4					1	1		2
5			1	1		1	1	4
6				1			9	10
Total	22	7	29	11	1	3	11	84

Das 84 lesões, houve concordância em 64,3% dos casos. O coeficiente geral de Kappa estimado foi igual a 0,528 ($p < 0,001$) indicando uma boa concordância. O intervalo de 95% de confiança para este índice é de 0,417 – 0,640. Na tabela 5.16 são apresentados os coeficientes de Kappa para cada uma das classificações (escala de avaliação) juntamente com o valor de p e o intervalo de 95% de confiança.

Tabela 5.16 - A concordância das primeiras leituras dos avaliadores A1 e A2 foi considerada boa na maioria dos escores e excelente no escore 6

Classificação	Kappa	Valor de p	IC 95%	Concordância
0	0,540	<0,001	0,326 - 0,754	BOA
1	0,124	0,254	0 - 0,338	FRACA
2	0,423	<0,001	0,209 - 0,637	BOA
3	0,703	<0,001	0,489 - 0,917	BOA
4	0,661	<0,001	0,447 - 0,874	BOA
5	0,255	0,020	0,041 - 0,469	FRACA
6	0,837	<0,001	0,623 - 1	EXCELENTE

5.2.2 Avaliadores A1 e A3

Na tabela 5.17 são apresentados os resultados obtidos pelos avaliadores A1 e A3 na primeira leitura (tabela de contingência).

Tabela 5.17 - Entre os avaliadores A1 e A3 houve uma concordância considerada boa, contudo a concordância foi pior do que entre os avaliadores A1 e A2

Avaliador A1	Avaliador A3							Total
	0	1	2	3	4	5	6	
0	25	6	8				1	40
1		1	3					4
2	1		11	2	2			16
3				5	1	1	1	8
4					1	1		2
5				1	1	1	1	4
6			1			1	8	10
Total	26	7	23	8	5	4	11	84

Das 84 lesões, houve concordância em 61,9% dos casos. O coeficiente geral de Kappa estimado foi igual a 0,498 ($p < 0,001$) indicando uma boa concordância. O intervalo de 95% de confiança para este índice é de 0,390 – 0,606. Na tabela 5.18 são apresentados os coeficientes de Kappa para cada uma das classificações (escala de avaliação) juntamente com o valor de p e o intervalo de 95% de confiança.

Tabela 5.18 - Entre os avaliadores A1 e A3 houve uma concordância considerada boa, contudo a concordância foi pior do que entre os avaliadores A1 e A2

Classificação	Kappa	Valor de p	IC 95%	Concordância
0	0,601	<0,001	0,387 - 0,815	BOA
1	0,124	0,254	0 - 0,338	FRACA
2	0,432	<0,001	0,218 - 0,646	BOA
3	0,586	<0,001	0,372 - 0,799	BOA
4	0,255	0,020	0,041 - 0,469	FRACA
5	0,213	0,051	0 - 0,426	FRACA
6	0,728	<0,001	0,514 - 0,942	BOA

5.2.3 Avaliadores A2 e A3

Na tabela 5.19 são apresentados os resultados obtidos pelos avaliadores na primeira leitura (tabela de contingência).

Tabela 5.19 - Entre os avaliadores A2 e A3 houve uma concordância considerada boa e melhor que as outras relações de concordância

Avaliador A1	Avaliador A3							Total
	0	1	2	3	4	5	6	
0	17	4	1					22
1	4	2	1					7
2	5	1	19	2	1		1	29
3			1	6	2		2	11
4					1			1
5						3		3
6			1		1	1	8	11
Total	26	7	23	8	5	4	11	84

Das 84 lesões, houve concordância em 66,7% dos casos. O coeficiente geral de Kappa estimado foi igual a 0,574 ($p < 0,001$) indicando uma boa concordância. O intervalo de 95% de confiança para este índice é de 0,468 – 0,680. Na tabela 5.20 são apresentados os coeficientes de Kappa para cada uma das classificações (escala de avaliação) juntamente com o valor de p e o intervalo de 95% de confiança.

Tabela 5.20 - Entre os avaliadores A1 e A3 houve uma concordância considerada boa, contudo a concordância foi pior do que entre os avaliadores A1 e A2

Classificação	Kappa	Valor de p	IC 95%	Concordância
0	0,592	<0,001	0,378 - 0,806	BOA
1	0,221	0,043	0,007 - 0,435	FRACA
2	0,610	<0,001	0,396 - 0,824	BOA
3	0,585	<0,001	0,371 - 0,798	BOA
4	0,309	0,005	0,095 - 0,522	FRACA
5	0,851	<0,001	0,637 - 1	EXCELENTE
6	0,686	<0,001	0,472 - 0,9	BOA

5.2 Avaliação da associação entre métodos em relação à escala

Testou-se a hipótese nula de correlação nula (ausência de associação), versus a hipótese alternativa de correlação diferente de zero. Na tabela 5.21 são apresentados os coeficientes de correlação de Spearman estimados, bem como o valor de p do teste estatístico.

Tabela 5.21- O método com melhor desempenho quando comparado à histologia foi a μ CT e o método com pior desempenho foi a CBCT. A radiografia interproximal provou ter um melhor desempenho que o exame clínico para cáries proximais

Métodos avaliados		N	Coeficiente de correlação de Spearman	Valor de p
ICDAS x	Radiog digital	81	0,779	<0,001
	CBCT	84	0,620	<0,001
	Microtom	84	0,838	<0,001
	Histologia	84	0,735	<0,001
Radiog digital x	CBCT	81	0,672	<0,001
	Microtom	81	0,833	<0,001
	Histologia	81	0,777	<0,001
CBCT x	Microtom	84	0,676	<0,001
	Histologia	84	0,604	<0,001
Microtom x	Histologia	84	0,785	<0,001
Combinação de ICDAS e Radiog digital	Histologia	84	0,872	<0,001
Combinação de ICDAS e Radiog digital	Microtom	84	0,752	<0,001

5.3 Determinação de pontos de corte para profundidade considerando a histologia como padrão ouro

Nas análises subseqüentes, os resultados da variável histologia (escala) foram considerados como padrão ouro. Desta forma, resultados de escala de 0 ou 1 foram classificados como resultado “favorável” e resultados de escala maiores que 1 foram classificados como resultados “desfavorável”. Para cada um dos métodos, foi ajustada uma curva ROC e testada a significância do ajuste. Em seguida, foi determinado o ponto de corte e as medidas de sensibilidade e especificidade considerando-se este ponto.

5.3.1 Microtomografia (profundidade axial)

Testou-se a hipótese nula de que a área sob a curva é igual a 0,5, versus a hipótese alternativa de área maior que 0,5. A área da curva estimada foi igual a 0,880 (IC 95%: 0,762 a 0,952) rejeitando-se a hipótese nula no nível de significância de 5% ($p < 0,001$).

O ponto de corte definido foi igual a: 0,46. Sendo assim, valores maiores do que 0,46 estão associados à classificação “desfavorável” na histologia. Considerando este ponto de corte, as medidas de sensibilidade e especificidade foram respectivamente iguais a: 88,5% (IC 95%: 69,8 – 97,6%) e 75,0% (IC 95%: 55,1 – 89,3%). No gráfico 5.1 pode ser visualizada a curva ajustada.

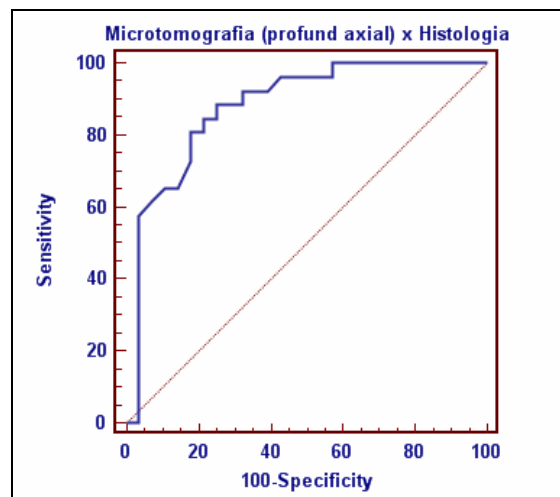


Gráfico 5.1 - Avaliação da sensibilidade e especificidade das medidas de profundidade da microtomografia por meio de cortes axiais, com relação à histologia

5.3.2 Microtomografia (profundidade sagital)

Testou-se a hipótese nula de que a área sob a curva é igual a 0,5, versus a hipótese alternativa de área maior que 0,5. A área da curva estimada foi igual a 0,859 (IC 95%: 0,733 a 0,941) rejeitando-se a hipótese nula no nível de significância de 5% ($p < 0,001$).

O ponto de corte definido foi igual a: 0,72. Sendo assim, valores maiores do que 0,72 estão associados à classificação “desfavorável” na histologia. Considerando este ponto de corte, as medidas de sensibilidade e especificidade foram respectivamente iguais a: 65,4% (IC 95%: 44,3 – 82,8%) e 96,0% (IC 95%: 79,6 – 99,9%). No gráfico 5.2 pode ser observada a curva ajustada.

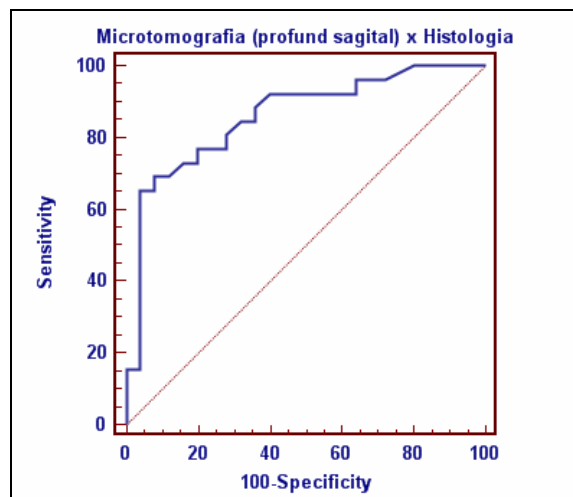


Gráfico 5.2 - Avaliação da sensibilidade e especificidade das medidas de profundidade da microtomografia por meio de cortes sagitais com relação à histologia

5.4 Avaliação da associação entre métodos em relação à profundidade:

Testou-se a hipótese nula de correlação nula (ausência de associação), versus a hipótese alternativa de correlação diferente de zero. Na tabela 5.22 são apresentados os coeficientes de correlação de Spearman estimados, bem como o valor de p do teste estatístico.

Tabela 5.22 - Tanto as medidas axiais quanto as sagitais obtidas com a μ CT tiveram correlação com a histologia

Métodos avaliados	n	Coeficiente de correlação de Spearman	Valor de p
μ CT (profundidade axial) x Histologia (profundidade)	69	0,598	<0,001
μ CT (profundidade sagital) x Histologia (profundidade)	68	0,620	<0,001

5.5 Avaliação das Medidas microtomográficas de Profundidade das Lesões por meio de cortes axiais e sagitais

Testou-se a hipótese nula de correlação nula (ausência de associação), versus a hipótese alternativa de correlação diferente de zero. Na tabela 5.23 são apresentados os coeficientes de correlação de Spearman estimados, bem como o valor de p do teste estatístico.

Tabela 5.23 - O coeficiente de correlação de Spearman identificou uma excelente correlação entre as medidas axiais e sagitais realizadas pela μ CT

Métodos avaliados	n	Coeficiente de correlação de Spearman	Valor de p
Microtomografia: prof axial x prof sagital	75	0,961	<0,001

A reprodutibilidade das mensurações da μ CT por meio de cortes sagitais e axiais também foi demonstrada por meio de gráfico de dispersão. No gráfico 5.3 pode-se observar a grande correlação entre as medidas axiais e sagitais obtidas com a μ CT.

Decidiu-se fazer ambas as medidas na microtomografia, porque as imagens iniciais eram axiais, mas, os cortes histológicos foram todos realizados no sentido sagital. Para melhor comparação entre as medidas da μ CT e da histologia, decidimos executar as medidas em ambos os sentidos e depois de comparadas entre si, comparar as medidas sagitais com a histologia.

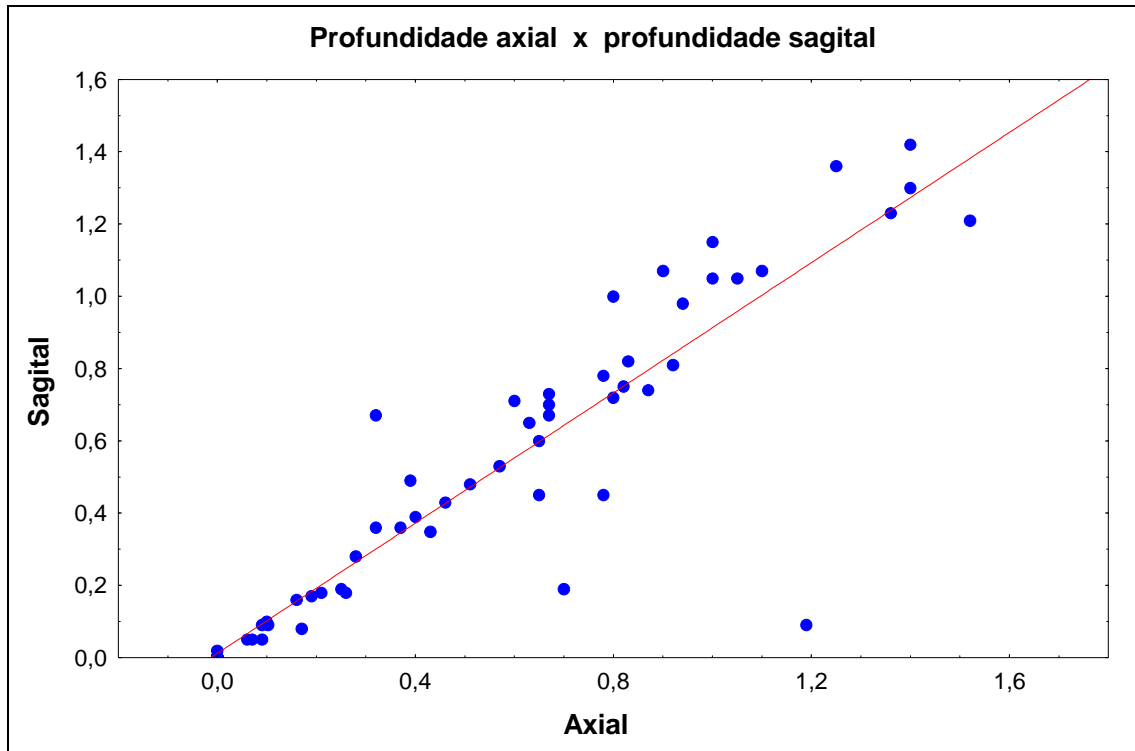


Gráfico 5.3 – Comparação das medidas efetuadas na μ CT com cortes axiais e sagitais

No presente estudo, o ajuste das curvas ROC teve por objetivo determinar pontos de corte para profundidade que estejam associados ao resultado da histologia. Como a histologia foi avaliada numa escala de 0 a 6, foram considerados dois níveis: 0 ou 1 (favorável) e 2,3,4,5 ou 6 (desfavorável), ou seja, as classificações foram agrupadas para que se tivesse uma variável dicotômica (padrão ouro).

Na microtomografia (profundidade axial), o ponto de corte indicado pelo ajuste da curva ROC foi igual a 0,5. Valores de profundidade axial maiores do que 0,5 estavam associados à histologia 2,3,4,5 ou 6 (piores classificações) e valores menores do que 0,5 estavam associados a histologia 0 ou 1 (melhores classificações). Considerando este ponto de corte, a sensibilidade foi de 88,5%, ou seja, se a histologia classificasse a lesão como 3,4,5 ou 6 (desfavorável), a

probabilidade da profundidade axial pela microtomografia seria maior do que 0,5 é de 88,5%. A especificidade foi de 75,0%, ou seja, se a histologia classificasse a lesão como 0 ou 1 (favorável), a probabilidade da profundidade axial pela microtomografia seria menor ou igual a 0,5 é de 75,0%.

6 DISCUSSÃO

O método ICDAS foi desenvolvido por um grupo composto por pesquisadores de diversos países da área da Cariologia, com o intuito de criar critérios padronizados para estabelecer um sistema padrão, na detecção de lesões de cárie. Desde sua introdução, o sistema ICDAS vem sendo bem aceito tanto para pesquisas *in vitro* e *in vivo*, como para o uso clínico. O método ICDAS requer constante capacitação e treinamento, contudo é prático, de fácil compreensão e possui validade correlacional com a avaliação histológica no exame de fóssulas e fissuras (JABLONSKI-MOMENI et al., 2008; ISMAIL et al., 2006). Os examinadores que participaram da avaliação, neste estudo, foram rigorosamente treinados, tanto pelo programa informatizado como por meio de treinamento clínico, com uma Pesquisadora pertencente ao grupo de Cariologistas, que desenvolveu o método ICDAS. Existem poucas publicações sobre avaliação do conteúdo mineral, de tecidos dentários, usando a microtomografia e nenhum correlaciona um sistema de avaliação classificatória clínica como o ICDAS à μ CT.

No presente estudo, o método ICDAS demonstrou boa reprodutibilidade intra-avaliador, como se pode observar por meio do valor de Kappa de cada avaliador e como mostram as tabelas de contingência 7.4, 7.6 e 7.8. A melhor reprodutibilidade do método, entre os três avaliadores foi a do avaliador A1 e isto provavelmente aconteceu por este avaliador pertencer ao grupo de Cariologistas, o qual criou o sistema de avaliação ICDAS e desta forma o que tinha maior vivência e melhor conhecimento do método. A confiabilidade dos três examinadores em classificar as superfícies dos dentes, pelo sistema ICDAS, variou de bom para excelente,

assemelhando-se aos estudos de Ismail et al. (2006) e Jablonski-Momeni et al. (2008) com a diferença de que o presente estudo avaliou superfícies proximais.

A concordância entre os três avaliadores foi considerada boa, sendo a melhor entre os avaliadores A2 e A3, que obtiveram 66,7% de lesões concordantes. O coeficiente geral de Kappa estimado entre os avaliadores A2 e A3 foi igual a 0,574 ($p < 0,001$) indicando esta boa concordância. A concordância entre os avaliadores A1 e A2 e entre os avaliadores A1 e A3 também foi considerada boa, mas com desempenho levemente pior em relação aos avaliadores A2 e A3. O coeficiente geral de Kappa estimado para a comparação dos avaliadores A1 e A2 foi de 0,528 ($p < 0,001$) e dos avaliadores A1 e A3 de 0,498 ($p < 0,001$). O desempenho foi semelhante ao observado no estudo de Rodrigues et al. (2008). Os estudos de Ismail et al. (2007) e de Jablonski-Momeni et al. (2008) obtiveram um melhor desempenho interobservador, contudo, ambos os estudos foram realizados se avaliando cáries oclusais, onde a exame clínico é mais fácil de ser realizado do que em cáries proximais. Enfatiza-se que os dentes avaliados foram montados em modelos e os contatos proximais foram restabelecidos para imitar a situação clínica. Foram ainda restabelecidas as ameias com cera número 7 para que fosse simulada uma situação real. Desta forma, justifica-se o pior desempenho do que em outros estudos, pela dificuldade anatômica de avaliação destas faces.

Zandoná e Zero (2006) revisaram a literatura no intuito de pesquisar novos métodos e equipamentos para a detecção de cárie. Os autores avaliaram estudos in vivo, in vitro e também estudos clínicos. Chegaram a conclusão que o melhor desempenho dos equipamentos e métodos avaliados tem relação com a localização da lesão e também com a experiência profissional. Assim como em outros estudos, os autores citaram o sistema ICDAS como um método confiável para avaliações

clínicas. Este trabalho confirma algumas conclusões relatadas por Zandoná e Zero (2006), pois, pode-se ratificar que a experiência profissional corroborou para um melhor desempenho, pois o avaliador A1 que tinha maior vivência com o sistema ICDAS, teve também a melhor reprodutibilidade.

O desempenho do sistema ICDAS comprovou ser de bom a excelente quando comparado ao método histológico, considerado padrão ouro (HUYSMANS; LONGBOTTOM, 2004), constatado por meio do coeficiente de correlação de Spearman de 0,735. O exame de radiografias digitais, pela técnica interproximal, teve um desempenho ainda melhor com coeficiente de correlação de Spearman igual a 0,777. Testou-se a hipótese nula de ausência de correlação (ausência de associação), versus a hipótese alternativa de correlação diferente de zero. O valor de p foi $<0,001$ em ambas as avaliações, onde concluímos que existe correlação entre o método ICDAS e das radiografias digitais pela técnica interproximal com a histologia.

Tanto o sistema ICDAS quanto as radiografias digitais tiveram um desempenho melhor do que a CBCT, quando comparado com a histologia, sendo as radiografias interproximais digitais, um dos métodos de aplicabilidade clínica. Isto se deve ao fato da análise ser realizada nas faces proximais, nas quais a atuação é melhor por meio do exame radiográfico do que por meio do exame clínico (HOPCRAFT; MORGAN, 2005). Neste estudo não se usou nenhum recurso de softwares para a avaliação das imagens, o que poderia ainda melhorar o desempenho das leituras. Esta sugestão baseou-se no estudo de Carneiro et al. (2009), no qual se avaliou o desempenho de um método quantitativo, baseado na mensuração de tons de cinza de lesões de cárie proximais, e concluiu-se que este recurso foi estatisticamente significativo para avaliação do comportamento dessas

lesões, após tratamento remineralizador. No estudo de Eickholz et al. (1999), entretanto, os recursos de softwares empregados em imagens digitais, não foram estatisticamente significantes para melhorar a reprodutibilidade, quando comparados com as avaliações das imagens sem o uso dos recursos. Também no estudo de Shi e Li (2009), o desempenho na detecção de cáries proximais foi avaliado por meio da comparação entre imagens em tons de cinza e imagens coloridas obtidas por meio de software, não demonstrando diferenças significantes entre ambas as avaliações. Conclusões semelhantes foram encontradas no estudo de Hintze (2006), em que foram testados quatro sistemas digitais, dois sistemas de placa de fósforo e dois de dispositivos de carga acoplada (CCD), juntamente com os softwares de cada sistema e mais um software comum a todos, na detecção de cáries proximais e oclusais. Deve-se considerar que os sistemas digitais estão em constante evolução, em termos de definição da imagem e introdução de novos recursos complementares, para avaliação dos dados adquiridos.

No presente estudo, procurou-se também, associar métodos auxiliares ao diagnóstico, como no estudo de Rodrigues et al. de 2008. Já é comprovado que a associação de radiografias com o exame clínico constitui o método mais usado e mais eficaz para se avaliar cáries, principalmente nas faces proximais (HOPCRAFT; MORGAN, 2005; NOVAES et al., 2009; RODRIGUES et al., 2008). O trabalho de Rodrigues et al. (2008) avaliou cáries em superfícies oclusais, ressaltando que não foi avaliado o desempenho do método ICDAS associado a radiografias interproximais, para a pesquisa de cáries proximais. A maioria dos trabalhos com cáries proximais associa exames clínicos com radiografias interproximais, e este estudo provou mais uma vez que esta associação é mais eficaz do que o uso de métodos isolados. Nas superfícies analisadas, o método ICDAS provou ser eficiente

devido à riqueza de detalhes nas descrições das características das lesões, para avaliação das superfícies analisadas. A concordância das radiografias digitais com o método clínico ICDAS foi considerada boa, com o coeficiente de Spearman igual a 0.779 e $p < 0.001$, rejeitando a hipótese nula e comprovando a correlação entre os dois métodos. Como o método ICDAS e a classificação para exames radiográficos ordenam as lesões pelo grau de severidade, pode-se avaliar com precisão a decisão do tratamento. A importância de ser preciso no diagnóstico reside em se decidir que caminho escolher no momento do tratamento, para que o paciente tenha sempre o maior benefício (BAELUM; HEIDMANN; NYVADI, 2006).

A CBCT não é considerada um exame de eleição para avaliação de cáries. Todavia por estar em constante evolução tecnológica, por ser um sistema tomográfico de imagem e por possuir um amplo campo de atuação, decidiu-se testar seu desempenho para a avaliação de cáries proximais. Para que a CBCT tivesse seu melhor desempenho, usou-se a máxima potência do aparelho, para obter melhor definição das imagens. O aumento da dose de radiação não acarretou problemas por se tratar de um estudo in vitro. Diferentemente do estudo de Kalathingal et al. (2007), verificou-se neste trabalho que o desempenho da CBCT foi o pior quando comparado a outros métodos ou associação de dois métodos, quando comparado aos métodos de referência ou padrão ouro (histologia e μ CT). No estudo supracitado, a avaliação da profundidade das cáries mostrou que a tomografia computadorizada local (LCT) teve melhor desempenho que as radiografias convencionais, mas os autores concluem que o benefício de se ter uma melhor avaliação da profundidade, não é justificado pelo aumento demasiado da dose. O presente trabalho, talvez trabalhar com um sistema CBCT diferente do estudo de Haiter-Neto, Wenzel e Gotfredsen (2008), não ratificou as conclusões deste estudo,

pois o desempenho da CBCT foi pior do que o sistema digital, contudo, a sensibilidade do i-CAT foi maior em dentina, concordando com as conclusões de Haiter-Neto, Wenzel e Gotfredsen et al. O estudo de Loubele et al. (2008) que comparou quatro sistemas CBCT e um multislice computed tomography (MSCT) concluíram que o melhor binômio dose de radiação versus qualidade da imagem foi encontrado no sistema de CBCT i-CAT.

Peker, Toramam Alkurt e Altunkayanak (2007) concluíram em seu trabalho que o desempenho das radiografias convencionais, radiografias digitais e da função tomográfica linear de um sistema panorâmico era semelhante. Os resultados da CBCT foram estatisticamente correlacionados com os dados histológicos e microtomográficos neste estudo, contudo, esta relação não foi tão estreita. O estudo de Peker, Toramam Alkurt e Altunkayanak (2007) compara duas tabelas de classificação das lesões de cáries, contudo a avaliação dos exames apenas descreve a presença ou ausência de cárie proximal. A correlação entre as classificações das lesões para a microtomografia, histologia, radiografia digital e CBCT eram diretamente correspondentes, o que possibilitou a uma correlação mais efetiva. Com isso, os resultados foram mais próximos da realidade, comparativamente à histologia.

A CBCT é uma realidade presente no cotidiano do Cirurgião-Dentista devido a sua facilidade em dispor secções de áreas de interesse, com a menor dose de radiação possível, além de possibilitar reconstruções volumétricas. Se a aquisição da imagem permite que seja feita pesquisa de cáries incipientes, esta deve ser feita. Concluímos que hoje, este exame não é indicado para a pesquisa de cáries, sobretudo cáries iniciais, podendo num futuro, modificar esta afirmativa, já que a tecnologia vem avançando rapidamente.

A μ CT é o exame que produz imagens com a maior riqueza de detalhes dos métodos, os quais utilizam radiação X e têm como princípio, imagens seccionais ou tomográficas (EFEOGLU et al., 2005; HUANG et al., 2007; MERCER et al., 2003; OLEJNICZAK et al, 2007) . É um exame indicado para avaliação de espécimes in vitro e é também utilizado para avaliações de espécimes provenientes de biópsias, com o intuito de direcionar cortes histológicos objetivando o melhor aproveitamento da análise histológica.

O presente estudo teve como objetivo estabelecer parâmetros microtomográficos ideais para avaliação de lesões de cárie, em superfícies proximais em coroas de dentes posteriores. Para se obter um melhor desempenho da μ CT, realizou-se um projeto piloto prévio, avaliando as melhores condições de potência, definição e qualidade da imagem, dentre outras características físicas. As imagens da μ CT foram adquiridas em um microtomógrafo Skyscan 1172, localizado no Departamento de Pesquisas Médicas da Universidade de Indiana (IUPUI) (Skyscan 1172, Brussels-Belgium). A melhor imagem neste estudo com o equipamento supracitado foi adquirida com os seguintes parâmetros: resolução de 2K, 80 kV, 124 μ A, tamanho do pixel de 6 μ m, velocidade de rotação de 0,2 filtro de Al e Cu e 360 graus de rotação para a aquisição; correção máxima (designada pelo score 20) de artefatos em forma de anéis (ring artifacts), correção máxima (100%) de endurecimento do feixe (beam hardening), com um limiar de contraste de 0,010 a 0,070 (threshold). Todas as imagens foram arquivadas em formato TIFF (16 bit). Alguns fatores limitantes foram encontrados durante a aquisição das imagens: o tempo para a aquisição das imagens era de no mínimo três horas, podendo estender-se até seis horas dependendo do tamanho do espécime; os arquivos gerados eram extremamente extensos e dependiam de espaço extra para seu

armazenamento, 14 Gb em média para cada espécime cuja μ CT demorava três horas e 38 Gb em média para cada espécime cuja μ CT demorava seis horas. A aquisição das imagens poderia ser feita com uma melhor resolução (4 K), contudo se gerariam arquivos mais pesados e com limitações para avaliações com os softwares de execução disponíveis, o que impossibilitou seu emprego. Acredita-se que num futuro próximo, imagens com maior definição serão conseguidas e serão passíveis de análise com os recursos que estão por surgir. Sem dúvida alguma, as imagens geradas apresentam riqueza de detalhes, grande qualidade, facilitando a interpretação. Se os avanços tecnológicos permitirem a geração de imagens com maior resolução e capazes de se analisar, a correlação dos dados obtidos entre μ CT e a histologia poderá ser mais próxima, capacitando este exame como o melhor para avaliação tanto da microarquitetura de tecidos mineralizados como também a definição precisa do conteúdo mineral, ou perdas minerais que possam ocorrer com estes tecidos. Mercer, Anderson e Davis (2003) realizaram um estudo único que analisou valores obtidos de uma série de medidas da mesma cratera no esmalte, em vários períodos diferentes, por aplicações contínuas de laser. Este estudo também enfatizou que a μ CT era um método válido para mensurações quantitativas em pesquisa odontológica. Esta afirmativa é ratificada com nossos resultados.

Outro objetivo almejado foi determinar se a μ CT é um método confiável para avaliar lesões cariosas, quando comparado com a histologia, considerada o método atual de eleição para avaliar o estágio da doença cárie. Não se encontrou na literatura revisada, trabalhos prévios que comparassem dados obtidos com a μ CT e a histologia. Como a histologia é o exame de eleição para se classificar a severidade da doença cárie, avaliou-se que esta comparação seria justificada. O intuito foi verificar se a μ CT poderia ter a mesma confiabilidade da histologia.

A μ CT obteve o melhor desempenho na comparação dos métodos isoladamente com a histologia, e houve correlação com as medidas de profundidade da μ CT e com a histologia. Não resta dúvida que estes dados poderiam ter uma correlação mais estreita, contudo atribuímos ao fato da pouca experiência do avaliador com as imagens e de não termos conseguido a melhor definição possível para análise.

Outro objetivo almejado foi o de determinar se existe correlação entre os escores do sistema ICDAS para superfícies proximais e as imagens da μ CT ao se determinar a profundidade das lesões e a perda mineral. A correlação do método ICDAS com a μ CT foi considerada excelente com um coeficiente de correlação de Spearman de 0.838 e $p < 0.001$. A correlação do método ICDAS com a histologia também foi considerada excelente com um coeficiente de correlação de Spearman de 0.833 e $p < 0.001$, diferença considerada praticamente nula. Contudo, quando o ICDAS foi combinado às radiografias digitais pela técnica interproximal a correlação com a μ CT e com a histologia também foi considerada excelente, todavia, a correlação foi mais próxima da histologia do que da μ CT. Os coeficientes de Spearman para a associação dos métodos com relação à histologia foram de 0.872 e para a μ CT foi de 0.752; ressaltando que os dados poderiam ter uma melhor correlação, se as imagens fossem adquiridas com uma melhor definição.

A μ CT adquire imagens com excelente resolução, sendo considerada atualmente a melhor imagem de um exame não destrutivo de tecidos duros dentários. Com os avanços tecnológicos, essas imagens podem ser melhoradas. Podem-se observar alguns dados interessantes nas imagens, que foram capturadas e que não eram, contudo, objetivo principal do nosso trabalho. Muitos dos espécimes da amostra possuíam traços de fraturas no esmalte, muitas vezes imperceptíveis clinicamente. Na imagem microtomográfica essas fraturas apareciam

com evidência e em muitos casos estavam associadas como desenvolvimento da cárie. Observamos que 26,2% da amostra desenvolveu cárie sem a presença de fratura no esmalte, ou a fratura não estava associada com o desenvolvimento da lesão de cárie. Em 20,24% dos espécimes se encontrou fraturas no esmalte, mas os mesmos não tinham lesões de cárie. Entretanto, 31% dos espécimes em que se observaram fraturas no esmalte, apresentavam lesões de cárie que se desenvolviam na extensão da fratura (Figuras 6.1 e 6.3), sendo 20,24% em esmalte e 10,71% na dentina. Estes dados corroboram para que estudos sejam direcionados com o intuito de avaliar a correlação do desenvolvimento de cáries e a presença de fraturas no esmalte.

Outro dado interessante foi que em alguns espécimes pode-se observar a presença de áreas hipomineralizadas na dentina. Estas áreas aparecem como aglomerados circulares hipodensos espalhados no corpo da dentina. Em alguns cortes histológicos, podem-se observar as mesmas com conformação semelhante à observada na μ CT. O percentual de espécimes com este achado foi de apenas 8,3%, contudo em 6% dos casos ocorreu desenvolvimento de cáries dentinárias, sugerindo que estudos direcionados para avaliação destas áreas hipomineralizadas merecem atenção com relação ao desenvolvimento de lesões de cárie na dentina (Figuras 6.2 e 6.3). Os dados relatados ressaltam a importância da μ CT com relação ao valor da informação tridimensional que a mesma agrega na elaboração do diagnóstico. A histologia se refere à situação de parte de uma lesão, todavia muito pode ser explicado e informado se houver uma investigação tridimensional.



Figura 6.1 – Desmineralização no esmalte desenvolvendo-se junto à fratura

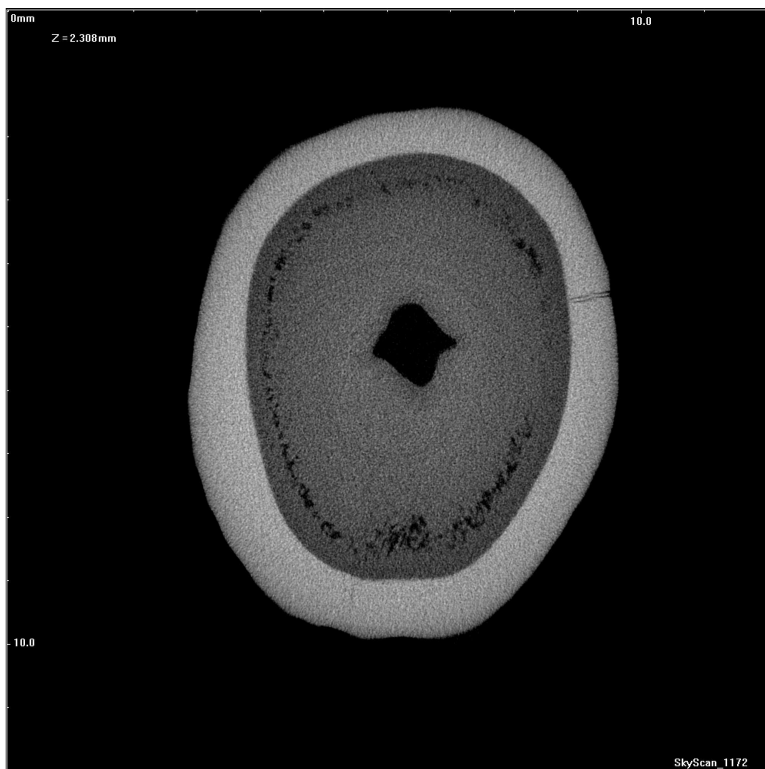


Figura 6.2 – Áreas hipomineralizadas na dentina



Figura 6.3 – Áreas hipomineralizadas na dentina e desmineralização desenvolvendo junto à fratura

7 CONCLUSÕES

- Houve correlação entre os dados obtidos com o sistema ICDAS para superfícies proximais e as imagens da μ CT, no que diz respeito à classificação quanto à profundidade das lesões.
- A μ CT tem correlação positiva com a histologia tanto na classificação das lesões como na profundidade, contudo esta relação poderia ser maior se uma melhor resolução fosse conseguida.
- As radiografias digitais pela técnica interproximal tiveram o melhor desempenho com relação à μ CT e à histologia, sendo este desempenho muito semelhante ao método clínico ICDAS.
- A CBCT obteve o pior desempenho, contudo ainda assim houve correlação positiva com a histologia e com a μ CT.
- A associação do método clínico ICDAS e as radiografias interproximais digitais tiveram o melhor desempenho com relação à histologia.
- A grande vantagem da microtomografia quando comparada a outros métodos de avaliação da doença cárie, é a manutenção da integridade dos espécimes, a informação tridimensional e isotrópica, possibilitando o uso dos espécimes em outro momento, sem a perda de eventuais características presentes nos mesmos.

REFERÊNCIAS¹

Anderson P, Elliot JC, Bose U, Jones SJ. A comparison of the mineral content of enamel and dentine in human premolars and enamel pearls measured by X-ray microtomography. *Archs Oral Biol* 1996;41(3):281-90.

Arnold WH, Gaengler P, Sabov K, Schmitz I, Gedalia I, Steinberg D. Induction and 3D reconstruction of caries-like lesions in an experimental dental plaque biofilm model. *J Oral Rehabil* 2001;28(8):748-54.

Attaelmanan AG, Borg E, Gröndahl H-G. Assessment of the Physical performance of 2 generations of 2 direct digital intraoral sensors. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Radiol Radiol Endod* 1999;88:517-23.

Baelum V, Heidmann J, Nyvad B. Dental caries paradigms in diagnosis and diagnostic research. *Euro J Oral Sci* 2006;114(4):263-77.

Barrett JF, Keat N. Artifacts in CT: Recognition and Avoidance. *Radiographics* 2004;24:1679-91.

Carneiro LS, Nunes CA, Silva MA, Leles CR, Mendonça EF. In vivo study of pixel grey-measurement in digital subtraction radiography for monitoring caries remineralization. *Dentomaxillofac Radiol* 2009 Feb;38(2):73-8.

Cioffi I, Van Ruijven LJ, Renders GA, Farella M, Michelotti A, Van Eijden TM. Regional variations in mineralization and strain distributions in the cortex of the human mandibular condyle. *Bone* 2007;41(6):1051-8.

Davis GR, Wong FS. X-ray micro tomography of bones and teeth. *Physiol Meas* 1996 Aug;17(3):121-46. Review.

Downer MC: Concurrent validity of an epidemiological diagnostic system for caries with the histological appearance of extracted teeth as validating criterion. *Caries Res* 1975;9: 231–46.

¹ De acordo com Estilo Vancouver. Abreviatura de periódicos segundo base de dados MEDLINE.

Efeoglu N, Wood D, Efeoglu C. Microcomputerised tomography evaluation of 10% carbamide peroxide applied to enamel. *J Dent* 2005;33(7):561-7.

Eickholz P, Kolb I, Lenhard M, Staehle HJ. Digital Radiography of Interproximal Caries: Effect of Different Filters. *Caries Res* 1999;33(3):234-41.

Ekstrand KR, Ricketts DN, Kidd EA: Reproducibility and accuracy of three methods for assessment of demineralization depth on the occlusal surface: an in vitro examination. *Caries Res* 1997;31:224–31.

Gao XJ, Elliott JC, Anderson P, Davis GR. Scanning microradiographic and microtomographic studies of remineralization of subsurface enamel lesions. *J Chem Soc Faraday Trans* 1993;89:2907–12.

Haider-Neto F, Wenzel A and Gottfredsen E. Diagnostic accuracy of cone beam computed tomography scans compared with intraoral image modalities for detection of caries lesions. *Dentomaxillofac Radiol* 2008;37:18–22.

Hatcher DC, Dial C, Mayorga C. Cone-beam CT for pre-surgical assessment of implants sites. *Journal of the California Dental Association* 2003;31(11):825-33.

Hintze H. Diagnostic accuracy of two software modalities for detection of caries lesions in digital radiographs from four dental systems. *Dentomaxillofac Radiol* 2006;35(2):78-82.

Hintze H, Wenzel A, Frydenberg M. Accuracy of caries detection with four storage phosphor systems and E-speed radiographs. *Dentomaxillofac Radiol* 2002;31:170-5.

Hopcraft MS, Morgan MV. Comparison of radiographic and clinical diagnosis of approximal and occlusal dental caries in a young adult population. *Community Dent Oral Epidemiol* 2005;33:212–8.

Huang TTY, Jones AS, He LH, Darendeliler MA. Characterisation of enamel white spot lesions using X-ray micro-tomography. *J Dent* 2007;35:737-43.

Huysmans MCDNJM, Longbottom C. The Challenges of Validating Diagnostic Methods and Selecting Appropriate Gold Standards. *J Dent Res* 2004;83:48-52.

Ismail AI, Sohn W, Tellez M, Amaya A, Sen A, Hasson H, et al.. The International Caries Detection and Assessment System (ICDAS): an integrated system for measuring dental caries. *Community Dent Oral Epidemiol* 2007;35:170–8.

Ismail AI, Sohn W, Tellez M, Sen A, Amaya A. The International Caries Detection and Assessment System (ICDAS): an integrated system for measuring dental caries. *Community Dent Oral Epidemiol* 2006;34:1–9.

Jablonski-Momeni A, Stachniss B, Ricketts DN, Heinzl-Gutenbrunner M, Pieper K. Reproducibility and Accuracy of the ICDAS-II for Detection of Occlusal Caries in vitro. *Caries Res* 2008;42:79-87.

Kalathingal SM, Mol A, Tyndall DA, Caplan DJ. In vitro assessment of cone beam local computed tomography for proximal caries detection. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007;104:699-704.

Kühnisch J, Berger S, Goddon I, Senkel H, Pitts N, Heinrich-Weltzien R. Occlusal caries detection in permanent molars according to WHO basic methods, ICDAS II and laser florescent measurements. *Community Dent Oral Epidemiol* 2008;36:475-84.

Lofthag-Hansen S, Huumonen S, Gröndahl K, Gröndahl H-G. Limited cone-beam CT and intraoral radiography for the diagnosis of periapical pathology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007;103:114-9

Loubele M, Jacobs R, Maes F, Denis K, White S, Coudyzer W, et al.. Image quality vs radiation dose of four cone beam computed tomography scanners. *Dentomaxillofac Radiol* 2008;37:309-19.

Mariath AAS, Casagrande L e de Araújo FB. Grey levels and radiolucent lesion depth as cavity predictors for approximal dentin caries lesions in primary teeth. *Dentomaxillofac Radiol* 2007;36: 377–81.

McMaster WH, Kerr Del Grande N, Mallett JH and Hubbell JH. Compilation of x-ray cross sections. Lawrence Radiation Laboratory Report UCRL-50174 section II, rev 1, section IV;1969.

Mendes FM, Nicolau J, Duarte DA. Evaluation of the Effectiveness of Laser Fluorescence in Monitoring in vitro Remineralization of Incipient Caries Lesions in Primary Teeth. *Caries Res* 2003;37:442–4.

Mendes FM, Siqueira WL, Mazzitelli JF, Pinheiro SL, Bengtson AL. Performance of DIAGNOdent for detection and quantification of smooth-surface caries in primary teeth. *J Dent* 2005;33:79–84.

Mercer CE, Anderson P, Davis GR. Sequential 3D X-ray microtomographic measurement of enamel and dentine ablation by an Er:YAG laser. *Br Dent J* 2003;194(2):99-104.

Muschitz C, Roschger P, Patsch J, Pollhammer I, Koller B, Klaushofer K, et al.. High-dose bisphosphonate therapy in an urgent case of spontaneous multiple vertebral fractures in a 55 year old woman. *Wien Med Wochenschr* 2007;157(15-16):388-91.

Navarro LF, Puy MCL, Godoy FG. Diagnostic performance of radiovisiography in combination with a diagnosis assisting program versus conventional radiography and radiovisiography in basic mode and with magnification. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2008;13(4):E261-5.

Novaes TF, Matos R, Braga MM, Imparato JCP, Raggio DP, Mendes FM. Performance of a Pen-Type Laser Fluorescence Device and Conventional Methods in Detecting Approximal Caries Lesions in Primary Teeth – in vivo Study. *Caries Res* 2009;43: 36-42.

Olejniczak AJ, Tafforeau P, Smith TM, Temming H, Hublin JJ. Technical note: compatibility of microtomographic imaging systems for dental measurements. *Am J Phys Anthropol* 2007;134(1):130-4.

Peker I, Toraman Alkurt M, Altunkaynak B. Film tomography compared with film and digital bitewing radiography for proximal caries detection. *Dentomaxillofac Radiol* 2007;36:495–9.

Rodrigues JA, Hug I, Diniz MB, Lussi A. Performance of fluorescence methods, radiographic examination and ICDAS II on occlusal surfaces in vitro. *Caries Res* 2008;42(4):297-304.

Rühli FJ, Kuhn G, Evison R, Müller R, Schultz M. Diagnostic value of micro-CT in comparison with histology in the qualitative assessment of historical human skull bone pathologies. *Am J Phys Anthropol* 2007;133(4):1099-111.

Schulte AG, Wittchen A, Stachniss V, Jacquet W, Bottenberg P. Approximal Caries Diagnosis after Data Import from Different Digital Radiography Systems:

Interobserver Agreement and Comparison to Histological Hard-Tissue Sections. *Caries Res* 2008;42:57–61.

Schweizer S, Hattendorf B, Schneider P, Aeschlimann B, Gauckler L, Müller R, et al.. Preparation and characterization of calibration standards for bone density determination by micro-computed tomography. *Analyst* 2007;132(10):1040-5.

Shi XQ, Li G. Detection accuracy of approximal caries by black-and-white and color-coded digital radiographs. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2009;107(3):433-6.

Tsuchida R, Araki K, Okano T. Evaluation of a limited cone-beam volumetric imaging system: comparison with film radiography in detecting incipient proximal caries. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007;104:412-6

Wong FSL, Elliott JC, Anderson A, Davis GR. Three dimensional mineral distribution in the enamel of a rat incisor measured by x-ray microtomography. *Bone* 1995b;16:690.

Wong FSL, Elliott JC, Anderson A, Davis GR. Three dimensional mineral distribution in the dentine of a rat incisor measured by x-ray microtomography. *J Dent Res* 1995c; 74: 849.

Wong FSL, Elliott JC, Anderson A, Davis GR. X-ray microtomographic study of the mineral content and structure of a mouse mandible. *J Dent Res* 1991;70:691.

Wong FSL, Anderson P, Fan H, Davis GR. X-ray microtomographic study of mineral concentration distribution in deciduous enamel. *Arch Oral Biol* 2004;49: 937—44.

Zandoná AF, Zero DT. Diagnostic tools for early caries detection. *J Am Dent Assoc* 2006;137:1675-84.

Ziegler CM, Woertche R, Brief J, Hassfeld S. Clinical indications for digital volume tomography in oral and maxillofacial surgery. *Dentomaxillofac Radiol* 2002;31:126-30.

ANEXO A – Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa da IUPUI

IUPUI/CLARIAN INSTITUTIONAL REVIEW BOARD (IRB) REVIEW
APPLICATION FOR RESEARCH NOT SUBJECT TO FDA OR COMMON RULE
DEFINITIONS OF HUMAN SUBJECTS RESEARCH

NS0903-01

SECTION I: PERSONNEL INFORMATION

Principal Investigator: Dr. Andrea Ferreira Zandona **Department:** OH
(Last, First, Middle Initial-----must have faculty/staff status or faculty sponsor must sign)
Building/Room No.: OH **Phone:** 4-8822 **E-Mail:** azandona@iupui.edu
Contact Information:
Name: Sue Kelly **Address:** OH 106 **Phone:** 4-3954
Fax: 4-5425 **E-Mail:** sakelly@iupui.edu
Co-Investigator: Sibele Pereira De Oliveira **Phone:** _____
Protocol Title: Evaluation of proximal caries lesions through microtomography, cone-beam CT, digital radiographs and ICDAS
Sponsor/Funding Agency: none **PI on Grant:** _____
Sponsor Protocol #/Grant #: _____ **Period:** From: March 09 to Mar 10
Sponsor Type: ☐ Federal ☐ State ☐ Industry ☐ Not-for-Profit ☐ Unfunded; ☒ Internally Funded
Grant Title (if different from project title): _____

SECTION II: PROJECT TYPE

Refer to the Checklist for Determining Whether an Activity Requires Review by the IUPUI/Clarian IRB for additional information.

- ☐ **Research Involving Data on Decedent PHI.** Please indicate that the following criteria are satisfied:
- ☐ The use is solely for research on the identifiable health information of decedents.
 - ☐ The PHI sought is necessary for the purposes of the research; and
 - ☐ Upon request, the covered entity disclosing the data may require the investigator to provide documentation of the death of the individual(s) about whom information is being sought.

- ☐ **Limited Data Set.** The research uses or discloses PHI as a limited data set for research purposes.

This project type may only be selected if the following is true: Your data set excludes 16 specified identifiers that are listed in the regulations, including: name, street address, telephone and fax numbers, e-mail address, social security number, certificate/license number, vehicle identifiers and serial numbers, URLs and IP addresses, and full face photos and other comparable images. The limited data set could include the following identifiable information: admission, discharge, and service dates, date of death, age (including age 90 and older), and five digit zip code.

Indicate from where the data will be obtained:

- ☐ The data will be provided from a covered entity (e.g. division, department, or practice plan) separate from that of the investigator. **NOTE: A data use agreement must be established between the entity(ies) providing the data and the investigator.** See the Confidentiality and Privacy SOP for additional information.
- ☐ The data will be obtained from within the investigator's own covered entity (e.g. his/her own data or that of the department). **No data use agreement is required.**
- ☐ Other, please explain: _____
- ☐ **De-Identified Health Information.** The research involves the use or disclosure of de-identified health information.

This project type may only be selected if the following is true: The health information excludes all of the following: (1) Name; (2) All geographic subdivisions smaller than a state, including street address, city, county, precinct, zip codes if the geographic unit of combining all the same three initial digits contains more than 20,000 people; (3) All elements of dates (except year) for dates directly related to an individual, including birth date, admission date, discharge date, date of death; and all ages over 89 and

ANEXO B – Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Positivo



COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
 Rua Prof. Pedro Viriato Parigot de Souza, 5.300
 Fone: (41) 3317-3260 ou 3317-3290
 Fax: (41) 3317-3030
 cep@up.edu.br

PROTOCOLO Nº 193 /2008

**PARECER CONSUBSTANCIADO DE PROJETO DE PESQUISA ANALISADO PELO
 COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA DO UNICENP**

IDENTIFICAÇÃO

1. Título do Projeto: Definição de novos critérios da evolução da cárie dentária por meio de microtomografia
2. Professor orientador: Cláudio Froes de Freitas
3. Aluno(s) envolvido(s): Sibebe Pereira de Oliveira
4. Instituição do pesquisador: Universidade Positivo Universidade de São Paulo
5. Local onde será realizada a pesquisa: Clínica de odontologia da UP
6. Grupo da pesquisa: **CAAE: 0160.1.094.094-08**

OBJETIVO

7. Estabelecer padrões microtomográficos pertinentes a perda mineral no processo de evolução da doença cárie e estabelecer uma nova classificação da progressão da doença baseada nas imagens microtomográficas.

SÍNTESE DO PROJETO

8. O presente estudo consiste em estabelecer padrões microtomográficos pertinentes a perda mineral no processo de evolução da doença cárie e estabelecer uma nova classificação da progressão da doença baseada nas imagens microtomográficas. Para tanto utilizar-se-á de 160 dentes coletados nas dependências da UP. Serão coletados dentes com necessidade de extração e que possuam cáries coronárias em superfície lisa. Serão limpos e avaliados clinicamente sobre o critério ICDAS II seguindo para tomadas radiográficas utilizando um sistema digital direto (RVG-ii) perpendicularmente ao tecido cariado. As lesões serão mensuradas de acordo com classificações para cáries proximais. A partir deste momento análise microtomográfica serão realizadas em dentes cariosos e íntegros para estabelecer parâmetros microtomográficos comparando análise radiográfica, dentes íntegros e imagens microtomográficas.

COMENTÁRIOS DO RELATOR

9. Bom projeto de pesquisa contudo, recomenda-se a carta de anuência do responsável pela clínica de odontologia da Universidade Positivo.

PARECER FINAL

Recomenda a aprovação	Não recomenda a aprovação	Em pendência	<input checked="" type="checkbox"/> Aprovado com recomendação
-----------------------	---------------------------	--------------	---


MARIA FERNANDA TORRES
 COORDENADORA



ANEXO C – Ciência do Comitê de ética em Pesquisa da USP

Dados Preliminares

Para se determinar os parâmetros que serão utilizados neste estudo, executou-se uma pesquisa prévia onde se selecionou 4 dentes (2 molares e 2 pré-molares) com lesões avaliadas segundo o critério ICDAS e classificadas nos códigos zero a dois, em superfícies proximais. O dente número 1 foi classificado com o código 0 em ambas as superfícies; o dente número 2 recebeu a classificação 0 em uma superfície proximal e 1 em outra; o dente número 3 foi classificado com o código 0 em uma das superfícies e com código 1 em outra; e o dente número 4 possuía código ICDAS 2 em ambas as superfícies. Em cada dente selecionado, foi preparada uma pequena cavidade, abaixo da junção amelocementária e a mesma foi preenchida com sulfato de bário e sobre este, foi feita uma restauração de resina composta. As imagens da μ CT foram adquiridas em um microtomógrafo Skyscan 1172 localizado no Departamento de Pesquisas Médicas da Universidade de Indiana (IUPUI) (Skyscan 1172, Brussels-Belgium). Para evitar a desidratação das amostras, os dentes foram enrolados em parafilme 'M' (Laboratory Film, American CAN Company, Greenwich, CT 06830).

Os parâmetros iniciais foram selecionados do estudo de Huang et al. (2007). Para se otimizar estes parâmetros, foram feitas modificações no regime de trabalho da tomografia (kV e μ A), rotação da exposição, velocidade de rotação, no intuito de se poder observar as lesões com código 1 ICDAS. Foram testados quinze parâmetros diferentes de aquisição e dezesseis de reconstrução nos dentes selecionados. Como as lesões do tipo 1 não estavam sendo identificadas com os

parâmetros escolhidos, os melhores parâmetros foram primeiramente determinados para as lesões do tipo 2 e a partir destes, conseguiu-se identificar as lesões do tipo 1. Os mesmos parâmetros foram executados no espécime 3, mas a lesão do tipo 1 não foi identificada. Depois de exame cuidadoso do referido dente, decidiu-se eliminá-lo do estudo piloto, pois como ele apresentava rizogênese incompleta, considerou-se que seus tecidos não eram suficientemente mineralizados.

Como a identificação de lesões do tipo 1 é a mais difícil de ser identificada, após a identificação daquela, decidiu-se determinar os parâmetros considerados excelentes, tanto para a aquisição quanto para reconstrução. Tomou-se como base o dente 2 com lesão do tipo 1 em uma das faces proximais. Foram determinados três padrões diferentes de aquisição, variando a rotação do feixe e a potência de exposição e quatro diferentes reconstruções para cada aquisição, variando o alinhamento da reconstrução, correção do endurecimento do feixe e limiar de contraste. Os parâmetros selecionados para se usar neste estudo foram os que apresentavam maior diferença no coeficiente de atenuação entre o esmalte hígido e a lesão, determinado pelo software Data Viewer (v. 1.3.2 <http://skyscan.be/products/downloads.htm>). Visualmente os parâmetros selecionados também foram considerados os mais fáceis de identificar as lesões iniciais: resolução de 2K, 80 kV, 124 μ A, tamanho do pixel de 6 μ m, velocidade de rotação de 0.2, filtro de Al e Cu e 360 graus de rotação para a aquisição; correção máxima (designada pelo score 20) de artefatos em forma de anéis (ring artifacts), correção máxima (100%) de endurecimento do feixe, com um limiar de contraste de 0,010 a 0,070. Todas as imagens foram arquivadas em formato TIFF (16 bit). As tabelas 1 e 2 mostram os parâmetros testados.

Tabela 1 - Aquisição

Aquisição	Resolução	Filtro	kv	μ A	Velocidade de rotação	Frame average	Rotação
1.1 ^a	2K	Al+Cu	80	124	0.2	4	360
1.1b	2K	Al+Cu	80	124	0.2	4	180
1.1 c	2K	Al+Cu	100	100	0.2	4	360

Tabela 2 – Reconstrução

Reconstruções	Redução dos artefatos em Anel	Redução do endurecimento do feixe	Limiares de contraste	Formato do Arquivo
Rec	20	88%	0 x 0.095	16 Tiff
Rec2	20	100%	0 x 0.095	16 Tiff
Rec3	20	100%	0 x 0.110	16 Tiff
Rec4	20	100%	0.010 x 0.070	16 Tiff

O Sulfato de bário não mostrou ter um bom desempenho como marcador da superfície analisada. Por ser um material muito radiopaco, produziu artefatos na imagem, contudo, os artefatos não interferiram na identificação das lesões, por estarem na junção amelocementária. De toda forma, decidiu-se por marcar as superfícies apenas com uma cavidade.