



**UNIVERSIDADE LUTERANA DO BRASIL  
CURSO DE ODONTOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA  
NÍVEL MESTRADO  
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO RADIOLOGIA**

**INFLUÊNCIA DO TEMPO DE EXPOSIÇÃO NO DESEMPENHO DA  
SUBTRAÇÃO RADIOGRÁFICA NO DIAGNÓSTICO DE LESÕES ARTIFICIAIS  
DE CÁRIE**

**MICHELE KRAUSE CHEVARRIA**

**CANOAS, RS  
Março de 2008**

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**MICHELE KRAUSE CHEVARRIA**

**INFLUÊNCIA DO TEMPO DE EXPOSIÇÃO NO DESEMPENHO DA  
SUBTRAÇÃO RADIOGRÁFICA NO DIAGNÓSTICO DE LESÕES  
ARTIFICIAIS DE CÁRIE**

**Dissertação de Mestrado apresentada  
ao Programa de Pós-Graduação em  
Odontologia do Curso de Odontologia  
da Universidade Luterana do Brasil,  
como pré-requisito final para  
obtenção do título de Mestre em  
Odontologia, área de concentração  
Radiologia Odontológica.**

**Orientadora: Profa. Dra. Vania Regina  
Camargo Fontanella.**

**CANOAS, RS  
Março de 2008**

## **AGRADECIMENTOS**

---

## AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha orientadora, Professora **Vania Fontanella**, pela confiança depositada, pelo apoio concedido e pela dedicação a este trabalho. O teu imensurável comprometimento com tudo o que se dedica a fazer é um modelo de profissionalismo. O tempo compartilhado contigo durante estes dois anos foi de grande inspiração para mim.

Aos meus pais **Érico e Vera**, pelos conselhos serenos nas horas de cansaço, pela compreensão da minha ausência física e muitas vezes mental. Vocês são meus exemplos de sucesso profissional e, principalmente, pessoal.

Ao **Marcos**, meu marido entusiasta e companheiro, pelos reforços de incentivo para que eu conquistasse mais este desafio. Pela compreensão da minha dedicação a este trabalho e, conseqüentemente menor atenção aos nossos momentos e ao adiamento de nossos planos familiares.

Aos meus irmãos, **Gisleine, Cleiton e Cleandro**, pelo entusiasmo, de alguma forma particular, que encontro em cada um de vocês.

A todas as minhas amigas, pela amizade e pela compreensão dos poucos encontros e conversas que tivemos nestes últimos dois anos.

Aos meus colegas de mestrado, em especial minhas mais novas amigas, **Mísia e Naiara** pela colaboração no trabalho, por esta razão também às colegas de profissão **Renata e Fernanda**.

À professora **Célia Mahl**, pelas tardes compartilhadas na clínica e pelos ensinamentos profissionais e de vida, assim como aos professores **Sérgio e Carlos**.

À **Cristiane** e à **Madalena**, fiéis escudeiras, por entenderem o meu eventual mau humor e a minha falta de tempo para resolver os problemas do consultório.

Ao corpo docente do curso de Mestrado da Faculdade de Odontologia da Universidade Luterana do Brasil, bem como aos funcionários desta instituição, pela assistência e dedicação.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização desta dissertação.

**RESUMO**

---

## RESUMO

Objetivou-se neste estudo avaliar a influência do tempo de exposição no desempenho da subtração radiográfica no diagnóstico de lesões artificiais de cárie. Foram utilizados neste estudo 50 pré-molares, os quais foram isolados com esmalte, deixando apenas uma área de 1mm de diâmetro nas superfícies proximais para a desmineralização com ácido clorídrico 18% por 5 tempos diferentes: 1, 2, 3, 4 e 5 minutos. Todos os dentes foram radiografados com sistema digital CCD Cygnus com 0,20 e 0,25s, antes e após a desmineralização, para proceder à subtração radiográfica. De acordo com a análise histológica, os grupos 1 e 2 não diferiram entre si e apresentaram as menores médias de percentual de profundidade de desmineralização do esmalte, seguidos pelos grupos 3 e 4 que também não diferiram entre si, e o grupo 5 ( $F=34,30$ ;  $p=0,000$ ) com maior média diferindo de todos os outros grupos. Na análise por subtração radiográfica, os grupos 3, 4 e 5 foram avaliados e verificou-se que existe diferença significativa quanto à intensidade de *pixels* entre os grupos comparados apenas para o tempo de exposição 0,25s. O teste de comparações múltiplas de Tukey indicou que o grupo 3 apresentou intensidade de *pixels* média significativamente inferior ao grupo 5. O grupo 4 não diferiu significativamente dos demais ( $F=3,55$ ;  $p=0,035$ ). Na análise subjetiva dos grupos 1, 2 e 3 a concordância intra e inter-examinadores foi significativa. Para ambos os tempos de exposição foi encontrada associação significativa na identificação das imagens de desmineralização do grupo 3. O tempo de exposição não interferiu significativamente no desempenho dos observadores, expresso pela sensibilidade, especificidade e acurácia dos diagnósticos. Pode-se concluir que a subtração digital radiográfica detectou subjetiva e quantitativamente perda mineral; a variação no tempo de exposição não resultou em diferenças significativas na média da diferença de intensidade de *pixels*, porém o aumento de 0,20 para 0,25s mostrou haver diferença entre os grupos; a associação entre a detecção da imagem correspondente à desmineralização e a presença de lesão relacionou-se ao tempo em que o dente permaneceu em contato com o ácido e não ao tempo de exposição, que também não interferiu nos valores de sensibilidade, especificidade e acurácia dos três observadores.

**PALAVRAS-CHAVE:** Radiografia Dentária Digital; Técnica de Subtração; Cárie Dentária.



**ABSTRACT**

---

## ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the effects of different exposure times in diagnosis of artificial caries using digital subtraction radiography. 50 pre-molars were isolated with nail polish, leaving only 1 millimeters of diameter each approximal surface for being corroded by the chloridric acid 18% for 5 different periods of time: 1, 2, 3, 4 and 5 minutes. The teeth were radiographed using CCD Cignus system with exposure times of 0,20 and 0,25s, before and after demineralization, to proceed digital subtraction radiography. Histological analysis showed no differences between groups 1 and 2, which had the lowest enamel demineralization depth percentage mean, followed by groups 3 and 4 which also did not differ, and group 5 ( $F=34,30$ ;  $p=0,000$ ), the highest mean, that differed from all other groups. For digital subtraction analysis, groups 3, 4 and 5 were evaluated and showed significant difference in *pixels* intensity between groups when 0,25s time exposure was used. Tukey test showed significant lower mean for group 3 comparing to group 5. Group 4 did not differ significantly from the others ( $F=3,55$ ;  $p=0,035$ ). On the subjective analysis, groups 1, 2 and 3 had significant agreement intra and interexaminer. For both exposure times there was significant association of demineralization image to group 3. Exposure time did not interfere with observers' opinions, measured by diagnosis sensibility, specificity and accuracy. It can be concluded that digital subtraction radiography showed subjective and quantitative mineral loss; different exposure times did not change significantly intensity *pixels* mean, but the increase to 0,25s showed differences between groups; relations between demineralization image and presence of caries lesion happened due to acid contact and not because time exposure, which also did not change sensitivity, specificity and accuracy values of the three observers.

**KEY WORDS:** Radiography, Dental, Digital; Subtraction Technic; Dental Caries.

## SUMÁRIO

---

# SUMÁRIO

|   |            |
|---|------------|
| <b>AGRADECIMENTOS.....</b>                                      | <b>II</b>  |
| <b>RESUMO.....</b>  | <b>V</b>   |
| <b>ABSTRACT.....</b>  | <b>VII</b> |
| <b>LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....</b>                                | <b>12</b>  |
| <b>LISTA DE ABREVIATURA, SIGLAS E SÍMBOLOS.....</b>             | <b>15</b>  |
| <b>1 ANTECEDENTES E JUSTIFICATIVA.....</b>                      | <b>17</b>  |
| <b>2 PROPOSIÇÃO.....</b>  | <b>32</b>  |
| <b>3 METODOLOGIA.....</b>                                       | <b>34</b>  |
| <b>3.1 Seleção da Amostra.....</b>                              | <b>35</b>  |
| <b>3.2 Exame Clínico.....</b>                                   | <b>35</b>  |
| <b>3.3 Preparo da amostra.....</b>                              | <b>35</b>  |
| <b>3.4 Exame Radiográfico.....</b>                              | <b>37</b>  |
| <b>3.5 Desmineralização.....</b>                                | <b>38</b>  |
| <b>3.6 Subtração Radiográfica.....</b>                          | <b>38</b>  |
| <b>3.6.1 Avaliação Quantitativa das Imagens Subtraídas.....</b> | <b>39</b>  |
| <b>3.6.2 Avaliação Subjetiva das Imagens Subtraídas.....</b>    | <b>40</b>  |
| <b>3.7 AVALIAÇÃO HISTOLÓGICA.....</b>                           | <b>40</b>  |
| <b>3.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....</b>                             | <b>41</b>  |
| <b>4 RESULTADOS.....</b>  | <b>42</b>  |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>4.1 Avaliação Histológica .....</b>  | <b>43</b> |
| <b>4.2 Subtração Radiográfica: análise quantitativa da diferença<br/>média de intensidade de <i>pixels</i>.....</b> | <b>44</b> |
| <b>4.3 Subtração Radiográfica: análise subjetiva dos<br/>observadores.....</b>                                      | <b>46</b> |
| <b>5 DISCUSSÃO.....</b>   | <b>49</b> |
| <b>6 CONCLUSÕES.....</b>  | <b>56</b> |
| <b>7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>  | <b>61</b> |
| <b>ANEXO.....</b>   | <b>65</b> |

## **LISTA DE ILUSTRAÇÕES**

---

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|   |    |
|---|----|
| <b>FIGURA 1.</b> Seqüência de preparo dos dentes da amostra: inclusão em bloco de gesso e isolamento da superfície, mantendo-se desprotegida apenas uma pequena área de contato proximal..... | 36 |
| <b>FIGURA 2.</b> Fixação dos elementos para a padronização geométrica da exposição.....   | 37 |
| <b>FIGURA 3.</b> Obtenção dos valores de histograma de uma área teste em imagem de subtração.....   | 39 |
| <b>FIGURA 4.</b> Imagens de secção histológica de um dente de cada grupo..  | 43 |
| <b>FIGURA 5.</b> Imagens de subtração de um dente de cada grupo, com tempo de exposição 0,20s.....  | 44 |
| <b>TABELA 1.</b> Comparação do percentual de profundidade da desmineralização do esmalte entre os grupos, avaliado nas secções histológicas.....  | 44 |
| <b>TABELA 2.</b> Comparação da diferença média de intensidade de pixels em relação ao controle entre os grupos de estudo, por tempo de exposição.....   | 45 |
| <b>TABELA 3.</b> Comparação da diferença média de intensidade de <i>pixels</i> em relação ao controle nos dois tempos de exposição para cada grupo.....                                       | 45 |

|  |    |
|--|----|
| <b>TABELA 4.</b> Resultados do valor de Kappa para a verificação da concordância entre as respostas do mesmo observador.....   | 46 |
| <b>TABELA 5.</b> Resultados do valor de Kappa para a verificação da concordância entre as respostas dos três observadores na avaliação subjetiva das imagens de subtração..... | 46 |
| <b>TABELA 6.</b> Comparação dos resultados da Análise Subjetiva entre os grupos para o tempo de exposição 0,20.....  | 47 |
| <b>TABELA 7.</b> Comparação dos resultados da Análise Subjetiva entre os grupos para o tempo de exposição 0,25.....  | 47 |
| <b>TABELA 8.</b> Resultados do teste Exato de Fisher para a comparação dos dois tempos de exposição na Análise Subjetiva por grupo.....  | 48 |
| <b>TABELA 9.</b> Valores de sensibilidade, especificidade e acurácia de cada observador por grupo e tempo de exposição.....  | 48 |



## **LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS**

---

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

- % por cento
- $\mu\text{m}$  micrometro
- ANOVA Análise de Variância
- CCD Charge-Coupled Device
- CF caries finder
- cm centímetro
- Des-re desmineralização/remineralização
- dpi dots per inch
- et al et ali= e outros
- F Frequência absoluta acumulada
  
- FOTI fibra óptica de transiluminação
- JAD junção amelo-dentinária
- JPEG Joint Photographic Expert Group
- K teste estatístico de Kappa
- Kvp quilovoltagem pico
- Ltda empresa limitada
- mA miliamperagem
- Medline Base de dados da literatura internacional da área médica e biomédica, produzida pela National Library of Medicine
  
- ml mililitro
- mm milímetro
- p Proporção em uma amostra
- pH potenz Hydrogen= potencial hidrogênico
- Pixel aglutinação de *Picture* e *Element*, unidade de imagem digital
- RGB *red, green, blue* – sistema de exibição de cores em monitor
- RVG RadioVisioGraphy
- S segundos
- SPSS *Statistical Package for the Social Sciences*
- UCLA University of Califórnia, Los Angeles
- ULBRA Universidade Luterana do Brasil

## **ANTECEDENTES E JUSTIFICATIVA**

---

# 1 ANTECEDENTES E JUSTIFICATIVA

As aplicações clínicas da descoberta dos raios X em 1895 revolucionaram a medicina e a odontologia, por permitir a visualização do interior das estruturas humanas. Com o passar dos anos, este método evoluiu e assumiu uma abrangência universal na pesquisa diagnóstica do ser humano.

Desde então até os dias atuais, a Radiologia vem obtendo importantes avanços associados à acentuada informatização dos equipamentos, os quais proporcionaram o desenvolvimento de novos métodos para o diagnóstico.

A radiografia é um método para diagnóstico complementar muito útil para o exame de tecidos duros, entre eles o esmalte que reveste a coroa dentária, tecido mineral mais duro do organismo humano, constituído por 95% de minerais e 5% de água e matriz orgânica (THYLSTRUP; FEJERSKOV, 1995).

Considerando que lesões de cárie proximal em dentes posteriores são de difícil diagnóstico clínico devido ao contato das faces proximais, com ampla dimensão méso-distal, o que impossibilita a visualização direta destas superfícies especialmente quando as lesões são incipientes (BIASI; ABREU JÚNIOR, 2005), o método radiográfico é o exame que possui as condições mais favoráveis para a visualização de perdas minerais dos tecidos duros do dente.

A associação do exame radiográfico ao exame clínico é considerada a melhor combinação para a avaliação e decisão diagnóstica (RIMMER; PITTS, 1990). Contudo, o exame radiográfico possui limitações, como a baixa sensibilidade, pois para que a lesão de cárie tenha expressão radiográfica já deve ter ocorrido perda mineral substancial (WENZEL *et al.*, 1990).

Além disso, a radiografia subestima a profundidade das lesões de cárie (BILLE; THYLSTRUP, 1982; TAN; EVANS; MORGAN, 2002) e não é capaz de identificar a condição da superfície em relação à presença ou não de cavidade (BILLE; THYLSTRUP, 1982; RIMMER; PITTS, 1990).

Para Koulourides e Axelsson (1977), as radiografias interproximais são utilizadas – tanto na prática clínica quanto em pesquisas epidemiológicas – para diagnosticar lesões de cárie em dentes posteriores. Segundo os autores, a comparação de uma seqüência de radiografias permite monitorar o comportamento destas lesões, assim como sua progressão. O diagnóstico precoce de lesões cariosas iniciais é muito importante, pois futuros tratamentos invasivos podem ser evitados. Por esta razão, métodos com maior acurácia e reprodutibilidade de mensuração da dimensão da radiolucidez proximal são desejáveis para a melhor compreensão do desenvolvimento natural de pequenas lesões de cárie (PITTS, 1984).

Feldens *et al.* (2003) compararam, em um estudo *in vitro*, as imagens radiográficas e o aspecto clínico de lesões de cárie proximal de uma amostra de 125 primeiros e segundos molares decíduos. Os resultados mostraram que existe forte correlação entre o aumento da extensão radiolúcida no exame radiográfico e a presença de cavidade em superfícies proximais. Em 98,4% das superfícies o exame radiográfico foi correto, enquanto que apenas 1,6% das cavidades proximais mesiais não apresentavam evidências radiográficas, representando o diagnóstico falso-negativo para presença de cavidade. As lesões restritas à metade externa e interna de esmalte, provavelmente sem cavidade, foram diagnosticadas corretamente em 89,4% e 75% dos casos, respectivamente. As superfícies com radiolucidez na metade externa e interna de esmalte e que apresentavam cavidade no exame clínico representaram 10,5% e 25% respectivamente. Assim, nos casos em que a radiolucidez estava presente na metade interna do esmalte, o exame radiográfico sugeriu haver maior chance de superfícies com cavidade serem consideradas híginas radiograficamente (diagnóstico falso-negativo). Quando a radiolucidez restringia-se ao terço externo da dentina, 92,3% dos casos possuíam cavidade, com as médias do exame radiográfico tendo um erro de apenas 7,7% (diagnóstico falso-positivo para presença de cavidade). Quando a radiolucidez se restringia aos dois terços internos de dentina, o exame radiográfico mostrou exata relação com a avaliação clínica, ou seja, em 100% dos casos as superfícies possuíam cavidade.

Concluíram que o exame radiográfico interproximal mostrou uma excelente capacidade de discriminar superfícies com ou sem cavidades em molares decíduos, porém mostrou baixo poder de diferenciar dentes hígidos daqueles que apresentavam lesões não cavidadas.

Assim, pode-se observar que nas radiografias que apresentam radiolucidez restrita ao esmalte, a probabilidade de haver cavidade nas lesões cariosas é muito pequena. No que diz respeito às lesões de cárie que envolvem a porção mais interna de dentina, estudos mostraram que 100% delas apresentavam cavidades. Entretanto, o exame radiográfico não é capaz de determinar com segurança a presença de cavidade em lesões proximais com extensão intermediária, isto é, da junção amelo-dentinária (JAD) até a porção mais externa de dentina, havendo grande variabilidade dos achados na literatura (BILLE; THYLSTRUP, 1982; PITTS; RIMMER, 1992; FELDENS *et al.*, 2003).

Outros métodos de diagnóstico têm sido pesquisados e associados ao exame radiográfico a fim de aumentar a confiabilidade do diagnóstico de lesões de cárie quando existe dúvida em relação à sua condição clínica. Um deles é a inspeção direta das superfícies, após separação dentária temporária. A impressão das superfícies após a separação também tem sido utilizada em inúmeros estudos como um método auxiliar na confirmação da presença de cavidade em superfícies proximais (HINTZE *et al.*, 1998; GROCHAU, 2001; MARIATH; CASAGRANDE; ARAÚJO, 2007).

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

Hintze *et al.* (1998) realizaram um estudo com o objetivo de avaliar a capacidade dos métodos visual e tátil, Fibra Óptica de Transiluminação (FOTI) e

radiografia interproximal no diagnóstico de cavidades de cáries proximais. Além disso, avaliaram a reprodutibilidade inter-observadores em todos os métodos de diagnóstico testados e no método de validação utilizado. Radiografias interproximais foram realizadas e avaliadas com um intervalo de dois dias entre os primeiros dois exames. Imediatamente após o uso de FOTI, separadores elásticos eram colocados nos espaços interproximais e removidos após três dias. As superfícies eram então reexaminadas, sendo este o método de validação do estudo para a presença de cavidade. Os resultados dos métodos de diagnóstico foram comparados com os resultados do método de validação para cada observador. A sensibilidade para a identificação de cavidade usando o exame visual e tátil foi de 0,12 a 0,50. Para FOTI e radiografia, a sensibilidade foi de 0 a 0,08 e 0,56 a 0,69, respectivamente. As especificidades excederam 0,90 para todos os métodos. A reprodutibilidade inter-examinadores foi menor para FOTI, seguido do exame visual e radiográfico. Assim, concluem que FOTI é o método de diagnóstico menos confiável entre os testados.

Para melhor elucidar o processo de desenvolvimento da doença cárie, bem como averiguar qual o melhor método para sua identificação precoce, lesões de cárie artificiais (*caries-like*) têm sido utilizadas (WHITE, 1987; WHITE; CHEN; NANCOLLAS, 1988). Diversos autores analisaram o processo de desmineralização utilizando modelos químicos para a obtenção de cáries artificiais (BROWN, 1974; FEATHERSTONE; RODGERS, 1981; FEATHERSTONE *et al.*, 1985; FEATHERSTONE; ZERO, 1992; DOTTO *et al.*, 2005).

Com o intuito de explorar os diversos modelos de desmineralização para pesquisas *in vitro*, bem como sua importância e relevância para futuras pesquisas *in vivo* e *in situ*, White (1995) fez um levantamento destes modelos e seus protocolos em mais de 300 referências acessadas pelo *Medline*. Dentre os modelos pesquisados, protocolos de remineralização, desmineralização, ciclagem de pH e processos “des-re”, o autor destaca que a grande vantagem dos experimentos *in vitro* consiste nas condições altamente controladas. Contudo, apresentam limitações significativas, principalmente no que se refere à

incapacidade de simular com fidelidade o complexo processo biológico que envolve a formação da cárie. Ainda assim, tais experimentos permitem o desenvolvimento de pesquisas nas quais um delineamento *in vivo* seria muito difícil e até mesmo impossível.

Um método de desmineralização *in vitro* utilizando gel acidificado (pH 4,8) foi desenvolvido por Lenhard *et al.* (1996), com o intuito de monitorar a progressão da desmineralização de tecidos dentários por meio de radiografias consecutivas padronizadas. Os autores enfatizam que apesar de subestimar a profundidade das lesões, o método radiográfico permite avaliar estágios consecutivos no processo de desmineralização do mesmo dente, enquanto que a análise histométrica requer amostras compostas por dentes diferentes para cada estágio de avaliação.

O uso do ácido clorídrico na odontologia tem sido empregado não somente em pesquisas sobre microabrasão do esmalte dentário (MATOS; TURBINO; MATSON, 1998; MENDES; MONDELLI; FREITAS, 1998), mas também no desenvolvimento de lesões artificiais de cárie. Dotto *et al.* (2005) aplicaram este ácido por 2, 3,5 e 5 minutos, criando assim lesões de cárie proximais em pré-molares humanos extraídos. Já Ferrari *et al.* (2006) utilizaram o mesmo ácido em tempos de 3, 6 e 9 minutos em oito dentes pré-molares.

Diversos estudos têm comparado a acurácia dos filmes radiográficos com os sistemas digitais (WENZEL *et al.*, 1990; DOVE; McDAVID, 1992; PFEIFFER *et al.*, 2000; TOVO *et al.*, 2000; HAAK *et al.*, 2001; ZOELLNER *et al.*, 2002). Os filmes radiográficos possuem uma variabilidade maior em relação à sensibilidade, especificidade e acurácia de acordo com o tempo de exposição e a quilovoltagem utilizada, se comparados aos sistemas digitais. Além disso, a qualidade da imagem final pode variar de acordo com o tipo de filme escolhido e o tempo de uso das soluções para o seu processamento (SYRIOPOULOS *et al.*, 1999).

Além disso, a interpretação das imagens radiográficas é uma atividade que exige conhecimento, mas também sofre influência da subjetividade do observador, dependendo da sua acuidade visual e experiência, podendo apresentar alta variabilidade intra e inter-examinador (GONÇALVES, 2005).



A introdução da radiologia digital se deu nos anos 80 do século passado e, desde então, os sistemas têm melhorado consideravelmente, tendo se tornado uma importante e útil tecnologia para diagnóstico em odontologia, pois oferece a possibilidade de uma avaliação quantitativa da imagem radiográfica por meio da análise numérica da mesma, não mais apenas uma avaliação subjetiva. Os diversos sistemas digitais existentes vêm acrescentando recursos à interpretação de imagens radiográficas, uma vez que algumas tarefas são realizadas pelo computador, diminuindo a variabilidade inerente ao desempenho dos observadores e as chances de erro (MOL; van der STELT, 1993). A radiologia digital disponibilizou não só a facilidade da obtenção da imagem, como também trouxe a reflexão sobre a redução da dose de radiação (van der STELT, 2005).

De acordo com Wenzel (2006), a radiografia digital tem sido cada vez mais utilizada por apresentar vantagens em relação à convencional, como redução da dose de radiação, menor tempo para obtenção da imagem, facilidade de visualização em monitor, possibilidade de melhora no contraste e definição da imagem, bem como aplicação de filtros, além de dispensar o processamento químico. Uma vez que estas radiografias se encontram em um computador, sistemas automatizados também podem ser utilizados para aumentar a acurácia do diagnóstico de lesões cariosas.

A imagem digital é formada por unidades denominadas *pixels*, que equivalem ao cristal de prata da emulsão de um filme radiográfico e representam um ponto na imagem digitalizada (HILDEBOLT *et al.*, 1997). A grande vantagem é que os *pixels* são ordenadamente distribuídos sobre o monitor do computador, com sua localização, cor ou tom de cinza representados por números. Este número de tonalidades de cinza normalmente encontrado nos sistemas digitais é de duzentos e cinqüenta e seis. O cinza mais escuro ou preto recebe o valor de zero e o mais claro ou branco, o valor de duzentos e cinqüenta e cinco (KHADEMI, 1996).

Na radiologia digital, parâmetros quantitativos são acrescentados à interpretação radiográfica já que, além dos critérios normalmente avaliados, como tamanho, bordas, limites e padrão interno de lesões, no modo digital se dispõem

de informações matemáticas para a análise de imagens (MOL; van der STELT, 1992). Números podem ser somados, subtraídos, multiplicados, divididos, comparados, impressos e enviados via *internet*. Isso permite que o operador manipule uma imagem, otimizando a interpretação e o diagnóstico (KHADEMI, 1996).

Uma radiografia pode exibir mais de mil tons de cinza, porém o olho humano somente poderá distinguir 16 a 24 tons de cinza, podendo raramente chegar a 30 ou 40, demonstrando uma grande incapacidade de interpretação das várias densidades radiográficas exibidas em uma radiografia. Diferenças sutis que não são percebidas pela análise visual, como o discernimento entre dois tons de cinza bastante similares numa radiografia, podem passar a ser detectados na análise numérica. A mensuração de diferenças de números entre tons de cinza específicos em diferentes áreas permite perceber a presença de maior ou menor quantidade de tecido mineral, mostrando áreas de reabsorções ósseas ou lesões incipientes de cárie (SARMENTO; PRETTO; COSTA, 1999; OHKI; OKANO; NAKAMURA, 1994).

Para a obtenção de uma radiografia digital, a imagem obtida pela passagem de um feixe de raios X por um corpo é registrada em uma determinada superfície e então transferida para o computador. A superfície de registro pode ser um sensor eletrônico, uma placa óptica ou ainda um filme radiográfico convencional, posteriormente digitalizado (SARMENTO; PRETTO; COSTA, 1999). Assim, existem atualmente, três métodos para a obtenção de imagens radiográficas digitais: o método digital direto, o método digital indireto e a radiografia digitalizada (KHADEMI, 1996; SARMENTO; PRETTO; COSTA, 1999).

O método direto substitui o filme radiográfico por um sensor do tipo *charge-coupled device* (CCD - dispositivo acoplado de carga) conectado ao computador por meio de cabos. O método indireto substitui o filme por placas de fósforo fotoestimulável que armazenam a imagem latente e posteriormente são lidas por um *scanner a laser* (WENZEL *et al.*, 1995; KHADEMI, 1996). Para obtenção da radiografia digitalizada, a imagem do filme convencional é transferida para o computador através de *scanner*, câmara fotográfica ou filmadora digital

(KHADEMI, 1996). Equipamentos cada vez mais acessíveis atualmente permitem a obtenção de imagens radiográficas digitalizadas de alta qualidade e baixo custo (OHKI; OKANO; NAKAMURA, 1994). Entretanto, uma desvantagem desse método é a variação de densidade óptica que pode ocorrer devido à digitalização de imagens através de *scanner*, já que a leitura depende de características específicas do aparelho, do local de posicionamento da radiografia na tela do leitor de transparência e tempo para captura da imagem (CHEN; HOLLENDER, 1995).

Förner *et al.* (1999) avaliaram se um receptor de imagem digital CCD (Trophy RVG), combinado com um programa de análise de imagem (Visualdent), eram efetivos no diagnóstico precoce de lesões simuladas de cárie proximal. As diferentes densidades da lesão, do esmalte, da dentina e da polpa do dente foram obtidas nas imagens radiográficas e comparadas entre si. Os resultados mostraram diferença estatisticamente significativa entre a densidade da lesão e do esmalte hígido, indicando o potencial de utilização do sistema no diagnóstico de lesões de cárie proximais precoces.

Pfeiffer *et al.* (2000) compararam três sistemas digitais com um filme radiográfico convencional, utilizando diferentes tempos de exposição e voltagens em um único aparelho. Concluíram que as imagens digitais nem sempre apresentaram boa definição de detalhes e acurácia em relação ao filme convencional, mas ajustes puderam ser realizados para modificar o contraste e o brilho, otimizando a visualização das áreas de interesse. O tempo de exposição utilizado para os sistemas digitais foi aproximadamente a metade do necessário para os filmes.

A fim de avaliar a capacidade diagnóstica para detecção de lesões dentinárias em superfícies proximais de molares decíduos, por meio do exame radiográfico convencional com filmes e digital com placas de fósforo (Digora), Tovo *et al.* (2000) utilizaram diferentes tempos de exposição em diferentes aparelhos. O método digital foi mais sensível que os filmes, e estes, por sua vez, foram mais específicos. A acurácia média do sistema digital suplantou a dos

filmes, porém os autores não encontraram variação numérica significativa entre os dois métodos e entre os diferentes tempos de exposição.

Wenzel *et al.* (1990) realizaram um estudo com objetivo de avaliar a profundidade de lesões de cárie oclusal pelos métodos visual, radiográfico convencional, radiográfico digital e histológico, o qual era tido como critério de validação. Para isso utilizaram 47 pré-molares e molares permanentes extraídos que foram avaliados visualmente, em radiografias convencionais, imagem digitalizada sem manipulação e submetida a ajuste de contraste. Foram realizadas mensurações da profundidade de cárie nas radiografias digitalizadas. Observaram que os exames clínico e radiográfico convencional subestimaram a profundidade da lesão. A acurácia da avaliação radiográfica aumentou substancialmente com o processamento digital das radiografias. O resultado de medidas de profundidade da lesão nas radiografias digitalizadas teve forte correlação com as medidas histológicas. O estudo sugere que o processamento digital de imagens radiográficas auxilia no diagnóstico e nas estimativas da profundidade de lesões de cárie oclusais.

De acordo com Dove e McDavid, (1992) sabe-se que as radiografias interproximais possuem relativa acurácia na detecção de cáries proximais. Por esta razão, avaliaram a capacidade de um programa de computador em melhorar a acurácia diagnóstica destes exames, digitalizando as imagens radiográficas e utilizando os dados obtidos em um histograma e inversão de tons de cinza para refinar as mesmas. As imagens computadorizadas e as imagens dos filmes convencionais foram comparadas, não apresentando diferenças significativas.

Com o objetivo de comparar a acurácia do diagnóstico na decisão de dez observadores em restaurar ou não lesões proximais de cárie, Haak *et al.* (2001) utilizaram três diferentes sistemas de radiografia intra-bucal: filme convencional, placa de fósforo e sensor CCD. Os observadores avaliaram radiografias interproximais quanto à necessidade de tratamento invasivo levando em consideração a existência de cavitação. Não houve diferenças significativas entre os grupos. A acurácia na decisão pelo tratamento restaurador, baseada nas

radiografias convencional e digital foi similar, porém o sistema digital apresentou maior tendência a fornecer diagnósticos verdadeiros-positivos.

Hintze (2006) utilizou quatro diferentes sistemas de radiografia digital, dois sistemas de placas de fósforo (Digora e DenOptix) e dois sistemas CCD (Dixi e Sidexis). Objetivou comparar e avaliar se duas modalidades diferentes de *software* influenciam na acurácia diagnóstica de lesões de cárie. Não encontrou diferença estatisticamente significativa na comparação dos sistemas digitais, assim como o *software* não influenciou a acurácia diagnóstica dos mesmos.

Zoellner *et al.* (2002) utilizaram um gel acidificado de hidroxietilcelulose (pH 4,9) em diferentes tempos de exposição e avaliaram a perda mineral por meio de duas técnicas radiográficas, digital direta (Sistema CCD Sidexis) e convencional (filme de sensibilidade E). Concluíram que os métodos radiográficos pesquisados apresentam desempenho que não difere estatisticamente, contudo a concordância inter-examinadores para lesões em esmalte foi extremamente baixa ( $k = 0,2$ ).

Segundo Wenzel *et al.* (2002), o uso de sistemas computadorizados para o diagnóstico de lesões cariosas em radiografias digitais tem sido estudado com o intuito de igualar ou melhorar o diagnóstico realizado por observadores humanos.

Firestone *et al.* (1998) testaram o efeito do sistema Caries Finder (CF) no diagnóstico e nas decisões terapêuticas de dezesseis observadores, que analisaram filmes radiográficos e imagens digitais, comparando-os com os resultados do CF. Os observadores tinham que responder se havia presença de cárie e se havia a necessidade restauradora. A acurácia do CF e dos observadores após a análise das imagens digitais e das recomendações do CF para diagnosticar lesões de cáries foi superior a dos observadores após a análise dos filmes radiográficos.

Gakenheimer (2002) avaliou a eficácia de um detector de cáries computadorizado (Logicon Caries Detector) combinado ao sistema de radiografia digital Trophy RadioVisioGraphy (RVG), a fim de mensurar a sensibilidade, especificidade e a acurácia deste *software* em relação ao diagnóstico visual prévio, primeiramente em uma fase laboratorial, com dentes extraídos e,

posteriormente, em uma fase clínica, durante tratamento de pacientes. Dezenove observadores treinados diagnosticaram 175 superfícies com lesões e dentes adjacentes hígidos incluídos como superfícies controle. Os observadores primeiramente analisaram as imagens apenas visualmente e após repetiram o procedimento com o auxílio do *software*. O programa analisa mudanças na densidade radiográfica para identificar regiões desmineralizadas do dente e determina a probabilidade da lesão de cárie estar presente no esmalte e na dentina, baseado na comparação com um banco de dados de casos conhecidos de cáries, desenvolvido pela UCLA. O autor constatou que o programa apresentou efetividade, tanto na fase laboratorial, quanto na clínica.

Posteriormente, utilizando o mesmo sistema de detecção de cáries, Wenzel (2001) e Wenzel *et al.* (2002) observaram que o programa tem baixa acurácia na detecção de lesões de cárie proximal, uma vez que mais de um terço das superfícies avaliadas indicaram diferentes probabilidades de lesões, revelando uma baixa sensibilidade, sendo considerado menos acurado que observadores humanos na detecção de lesões proximais de cárie.

Um programa de detecção de cárie foi desenvolvido por Duncan *et al.* (1995) com o intuito de diagnosticar lesões proximais e contribuir na decisão de tratamento restaurador. Compararam os resultados do programa com as decisões de um grupo de dentistas experientes, sendo que houve similaridade no número de superfícies indicadas para tratamento. Na avaliação inter-examinadores, ocorreu uma variação maior nas superfícies corretamente identificadas pelos dentistas do que nas apontadas pelos usuários do *software*. Concluíram então, que *softwares* com este propósito podem elevar o potencial de acurácia do diagnóstico de lesões de cárie proximal.

Sanden *et al.* (2003) compararam o efeito da aplicação de filtros na imagem radiográfica com e sem o uso de simulador de tecidos moles, e ainda, diferentes tempos de exposição (normal e reduzido), no que se refere à reprodutibilidade e validação do diagnóstico de cáries proximais visualizadas em radiografias digitalizadas de filmes de sensibilidade D e E. Concluíram que a

manipulação digital das imagens foi decisiva para uma melhora significativa na validação das medidas de profundidade de lesão.

Já Eickholz *et al.* (1999) radiografaram 34 dentes extraídos com lesões proximais de cárie e posteriormente, digitalizaram as radiografias no *software* FRIACOM, onde a profundidade de cada lesão foi medida antes e depois da aplicação de filtros de magnificação (7 e 18 vezes). Concluíram que neste estudo a manipulação da imagem digital falhou em propiciar resultados de significância estatística, uma vez que nem a reprodutibilidade, nem a validação das medidas de profundidade das lesões foram beneficiadas pelo uso dos filtros, em comparação à análise histométrica.

A subtração digital de imagens radiográficas é uma técnica que aumenta a sensibilidade do diagnóstico radiográfico de lesões de cárie, pois permite visualizar alterações entre duas imagens, imperceptíveis ao olho humano. Segundo Ávila *et al.* (1996), a subtração radiográfica pode mostrar alterações na densidade mineral tão baixas quanto 5%, enquanto que visualizando uma única radiografia é preciso de 30 a 60% de perda mineral. Além disso, através da subtração obtêm-se os resultados por meio de uma avaliação quantitativa dos dados paramétricos relativos aos valores de cinza na região de interesse, satisfatórios para comprovar a perda mineral no esmalte proximal (DOTTO *et al.*, 2005).

Eberhard *et al.* (2000) monitoraram a progressão de lesões de cárie proximal de 14 dentes molares extraídos, submetidos à desmineralização utilizando um gel acidificado. Radiografias foram executadas com 7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias de desmineralização, digitalizadas, padronizadas quanto à tonalidade de cinza e submetidas à subtração radiográfica. A progressão das lesões foi perfeitamente observada nas subtrações, tendo alta sensibilidade. A avaliação de uma área retangular delimitada na imagem subtraída permitiu a constatação de mudanças estatisticamente significativas nos níveis de cinza das lesões induzidas, em comparação à observação da imagem total do dente.

Wenzel *et al.* (2000) compararam a reprodutibilidade da subtração digital de imagens e dos filmes convencionais na avaliação do comportamento de

lesões de cárie. Radiografias interproximais de 49 pacientes foram obtidas num espaço de tempo de 1 a 2 anos, sendo então digitalizadas e subtraídas com as radiografias iniciais respectivas. Dos sete observadores, um era especialista em radiologia e seis eram alunos cursando o último ano da faculdade de Odontologia. Para a reprodutibilidade deste estudo, 10% das imagens digitalizadas e também das subtrações foram repetidas. A concordância de diagnóstico intra-observadores foi estatisticamente maior nas subtrações do que nos filmes, sugerindo que este método pode ser útil na avaliação do comportamento de lesões de cárie.

Em outro estudo, utilizando terceiros molares erupcionados e extraídos, sem evidência clínica de cavitação, Wenzel e Halse (1992) avaliaram a influência do tratamento com flúor por tempos variados, em lesões de cárie oclusais, bem como a validação do diagnóstico por meio da subtração radiográfica, em comparação à radiografia convencional. Concluíram que a subtração radiográfica é confiável como ferramenta de diagnóstico de lesões de cárie oclusal em dentina, porém não obteve sensibilidade maior que a avaliação convencional dos pares de imagens.

Utilizando dentes extraídos com lesões de cárie pré-existentes, Maggio *et al.* (1990) avaliaram a progressão e a inativação de lesões em dentina. Radiografias seqüenciais foram obtidas utilizando um dispositivo para a orientação da posição dos dentes, dos filmes radiográficos e do localizador do tubo de raios X. Por meio da subtração radiográfica foi possível identificar o aumento da radiopacidade (remineralização) em dentes incubados em saliva e também o aumento da radiolucidez (desmineralização) em dentes incubados em Glucose a 5% e Sucrose a 5%.

Ferrari *et al.* (2006) avaliaram lesões artificiais de cárie produzidas por ácido clorídrico 18% em 3, 6 e 9 minutos, através da subtração de imagens digitalizadas. Obtiveram um resultado significativo nas imagens subtraídas, porém concluíram que as imagens originais tiveram resultados ainda melhores.



Diferentes programas de subtração radiográfica têm sido utilizados. Güneri *et al.* (2006) compararam quatro diferentes sistemas de subtração radiográfica e não encontraram diferença significativa entre eles.

Inúmeras pesquisas continuam sendo realizadas em busca de um método não invasivo que, isoladamente ou em conjunto com a inspeção visual, apresente novas alternativas que possam auxiliar no diagnóstico de lesões de cárie proximal. Considerando que o diagnóstico das lesões de cárie apresenta uma série de dificuldades, torna-se importante o estudo de qualquer recurso que possa auxiliar esse processo (GONÇALVES *et al.*, 2005). Pesquisas com sistemas de radiografia digital são essenciais não somente em relação à qualidade da imagem e à acurácia diagnóstica, mas certamente também para que, futuramente, este recurso de fundamental importância no diagnóstico de cárie possa ter uma maior utilização clínica (WENZEL, 2006).

**PROPOSIÇÃO**

---

## 2 PROPOSIÇÃO

O presente estudo tem como proposta avaliar o desempenho diagnóstico da subtração digital de imagens radiográficas obtidas por radiografias digitais diretas, de lesões de cárie artificiais, desenvolvidas *in vitro* por meio do uso de ácido clorídrico a 18%, em dentes pré-molares humanos, considerando a influência de dois diferentes tempos de exposição:

- na diferença entre os valores de intensidade de *pixel* obtidos nas áreas onde foi aplicado o ácido em relação a uma área controle; e
- na precisão diagnóstica de observadores quanto à presença ou ausência de lesão de cárie nas imagens subtraídas.

## **METODOLOGIA**

---

## **3 METODOLOGIA**

### **3.1 Seleção da Amostra**

Este trabalho de pesquisa foi realizado utilizando 50 dentes pré-molares humanos, extraídos por razão desconhecida, hígidos ao exame visual, obtidos de diferentes clínicas Odontológicas com o consentimento informado do paciente ou seu responsável, tendo sido aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos e Animais da ULBRA, protocolo CEP-ULBRA 2007-147H (Anexo I), estando de acordo com a Resolução n° 196/96 do Conselho Nacional de Saúde/Ministério da Saúde e suas complementares, Resoluções 240/97, 251/97, 292/99, 303/00 e 340/04 do CNS/MS. Até o momento do experimento, os dentes ficaram armazenados em água destilada.

### **3.2 Exame Clínico**

Foi realizada uma profilaxia prévia dos 50 dentes com o uso de escova Robson e pasta profilática. O exame clínico das superfícies proximais foi realizado por um examinador, dispendo de seringa tríplice e um refletor de luz clínico-odontológico a fim de excluir dentes que possuíam lesões de cárie de qualquer tipo, assim como restaurações. Apenas dentes hígidos foram incluídos na amostra.

### **3.3 Preparo da Amostra**

A figura 1 mostra a seqüência do preparo dos dentes da amostra. Para a padronização da posição do dente nas tomadas radiográficas, foi confeccionado

um modelo de encaixe, empregando uma caixa de plástico no tamanho 1 x 1 x 1cm, na qual os dentes foram incluídos com a porção radicular ficando coberta por gesso pedra Herodent (Vigodent S.A. – Rio de Janeiro – RJ). O gesso, após a manipulação manual, era acomodado nos recipientes plásticos previamente vaselinados e os dentes então incluídos, ficando as coroas dentárias expostas. As raízes mais longas foram cortadas para que os dentes tivessem tamanho similar, também para que não houvesse efeito de pêndulo quando dispostas sobre o sensor CCD, evitando assim diferentes posições na repetição das radiografias.

As coroas dos dentes foram preparadas para o experimento, selecionando-se uma pequena área mesial e outra distal na região do ponto de contato, ou seja, logo abaixo do equador anatômico das coroas. Um disco de borracha de 1mm de diâmetro, confeccionado com dique de borracha para isolamento absoluto e perfurador de dique, foi colado com cola branca lavável Tenaz (Henkel Ltda – Itapevi – SP) na região acima descrita. Após a secagem da cola, as coroas dos dentes foram isoladas com esmalte vermelho para unhas Risquè (Niasi Indústria de Cosméticos Ltda – Taboão da Serra – SP). Os discos de borracha foram então removidos com o auxílio de uma pinça e os dentes lavados para a remoção do resíduo deixado pela cola. Desta forma, apenas esta pequena área estaria exposta ao tratamento ácido.



Figura 1. Seqüência de preparo dos dentes da amostra: inclusão em bloco de gesso e isolamento da superfície, mantendo-se desprotegida apenas uma pequena área de contato proximal.

### 3.4 Exame radiográfico

Os dentes já incluídos no modelo de encaixe foram radiografados com o sistema digital direto CCD Cygnus Ray MPS (Progeny – Buffalo Grove – IL – EUA) (Figura 2), aparelho Gnatus 70X (Gnatus Equipamentos Médico-Odontológicos Ltda – Ribeirão Preto – SP) operando em 70kVp e 10mA, distância focal de 30 cm e dois diferentes tempos de exposição: 0,20s e 0,25s, totalizando 100 radiografias iniciais.

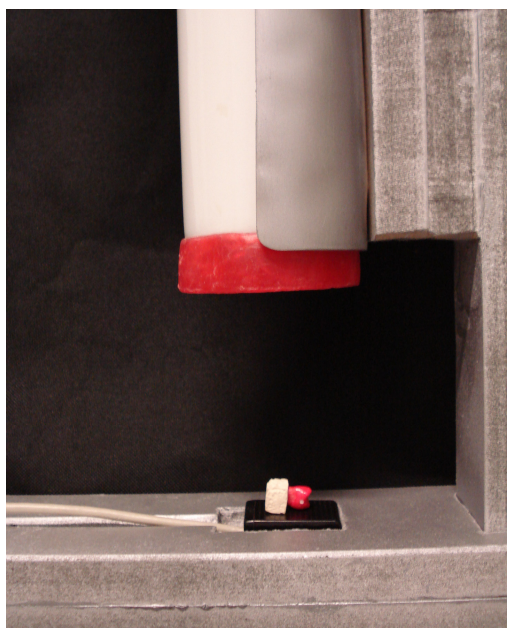


Figura 2. Fixação dos elementos para a padronização geométrica da exposição.

Uma placa de cera utilidade com espessura de 2cm foi posicionada na extremidade do cilindro do aparelho, com o intuito de simular a densidade dos tecidos moles. O sensor CCD e o cilindro do aparelho de raios X foram afixados em um dispositivo posicionador, com a finalidade de padronizar geometricamente a técnica quanto à angulação vertical (perpendicular ao sensor), angulação horizontal (paralela às faces proximais dos dentes) e distância focal (30 cm) para todas as incidências. Os dentes foram dispostos um a um sobre o sensor e a incidência deu-se no sentido vestibulo-lingual. Após cada tempo de

desmineralização, os dentes foram radiografados novamente, repetindo-se os mesmos tempos de exposição utilizados no exame radiográfico prévio.

### **3.5 Desmineralização**

Os dentes foram divididos em cinco grupos de 10 dentes, sendo cada grupo submetido a um tempo diferente de desmineralização: 1, 2, 3, 4 e 5 minutos.

As amostras foram inseridas em um recipiente de vidro contendo 50ml de ácido clorídrico 18% (Farmácia Escola da Ulbra – Canoas – RS) pelos tempos determinados e após lavadas em água corrente e secas para proceder o exame radiográfico.

### **3.6 Subtração Radiográfica**

Para proceder à subtração radiográfica, um operador treinado, utilizando o programa Adobe Photoshop 6.0 (Adobe Systems – San Jose – CA – EUA) subtraiu as imagens radiográficas posteriores à desmineralização em seus diferentes tempos e das respectivas radiografias iniciais, formando uma terceira imagem. Para controle negativo do método, foram realizadas subtrações das imagens iniciais de cada dente com a sua duplicata digital. Para tanto, a imagem inicial foi copiada e colada como uma nova camada sobre a imagem após a desmineralização. A esta nova camada foi aplicado filtro de inversão dos tons de cinza e opacidade de 50%. As duas imagens foram, então, ajustadas para a coincidência do contorno da imagem do dente. Nas imagens do grupo controle negativo a camada superior foi ligeiramente deslocada em lateralidade, para simular a não concordância absoluta do contorno do dente.



### 3.6.1 Avaliação Quantitativa das Imagens Subtraídas

As imagens de subtração foram avaliadas quantitativamente em uma área padronizada no esmalte proximal (mesial e distal) e outra, controle, em região correspondente à dentina hígida, de forma a expressar apenas a diferença (ruído) entre as duas tomadas radiográficas, visto que esta área não sofreu alteração. Destas, foi obtida, por meio da ferramenta histograma do programa Adobe Photoshop 6.0, a média dos valores de intensidade de *pixel* (Figura 3).

Foi então calculada a diferença entre a área controle – que expressa o valor de *pixel* esperado para áreas inalteradas – e cada uma das duas áreas teste do mesmo dente.

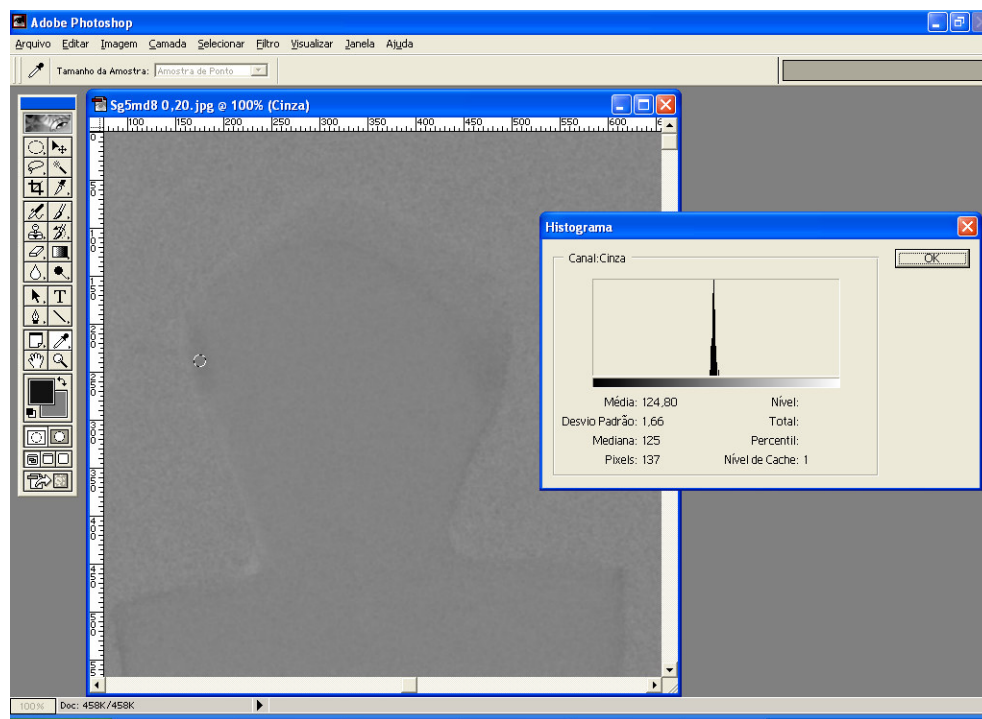


Figura 3. Obtenção dos valores de histograma de uma área teste em imagem de subtração.

### **3.6.2 Avaliação Subjetiva das Imagens Subtraídas**

As imagens subtraídas foram, então, avaliadas por três radiologistas experientes com a técnica de subtração e cegos quanto ao grupo a que pertenciam as imagens, os quais decidiram individualmente pela presença ou ausência de perda mineral em cada uma das faces proximais das coroas dentárias. As imagens de controle negativo, da desmineralização de todos os grupos e dos diferentes tempos de exposição foram agrupadas de forma aleatória em uma apresentação multimídia com fundo preto para otimizar a interpretação.

Para avaliar a reprodutibilidade dos observadores, 20% das imagens foram inseridas em duplicata e em ordem aleatória nesta apresentação.

### **3.7 Avaliação histológica**

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

As hemi-secções histológicas foram simultaneamente digitalizadas em *scanner* (HP Photosmart 2610 – Hewlett-Packard – Greeley – CO – EUA) no modo reflexivo e com a tampa aberta, com ajuste automático de brilho e contraste, em tamanho original, com resolução de 2400 dpi e padrão de cores RGB.

Utilizando a régua eletrônica do programa Photoshop 6.0 um observador calibrado realizou medidas, em *pixels*, da profundidade da lesão de cárie e da

espessura do esmalte na face correspondente das secções histológicas adquiridas, calculando o percentual da profundidade da lesão em relação à espessura do esmalte.

### **3.8 Análise Estatística**

Para a verificação da normalidade dos dados foi utilizado o teste não-paramétrico Kolmogorov-Smirnov.

Com o objetivo de comparar os grupos entre si, nas análises histológica e radiográfica quantitativa, foram realizados os testes estatísticos Análise de Variância (ANOVA), complementado pelo teste de comparações múltiplas de Tukey.

Para a comparação entre tempos de exposição quanto aos valores de intensidade de *pixels* foi utilizado o teste de comparações de médias t-student para dados pareados.

Na análise subjetiva, o grau de concordância individual e entre os três observadores foi avaliado pelo Teste de Kappa. Para a verificação da existência de uma associação significativa entre estas avaliações e os grupos de estudo, por tempo de exposição, foi utilizado o teste Qui-quadrado.

Finalmente, foram calculados valores de especificidade, sensibilidade e acurácia de cada observador, por tempo de exposição, utilizando os recursos da *home page* VassarStats (<http://faculty.vassar.edu/lowry/VassarStats.html>).

O nível de significância foi de 5%. O processamento e a análise destes dados foram realizados no *software* estatístico SPSS versão 10.0.

## RESULTADOS

---

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Avaliação Histológica

A figura 4 mostra imagens de secção histológica de um dente de cada grupo. Durante o preparo histológico houve perda de várias amostras, sendo quatro superfícies do grupo 1, seis do grupo 2, quatro do grupo 3 e três dos grupos 4 e 5. Observa-se que nos grupos 1 e 2 a desmineralização foi superficial, ao contrário dos demais grupos, nos quais se observa a formação explícita de cavidades.

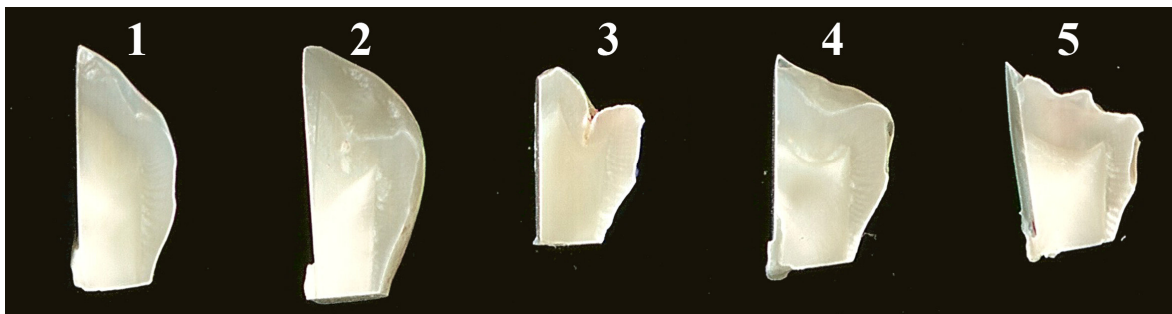


Figura 4. Imagens de secção histológica de um dente de cada grupo.

Por meio dos resultados do teste Análise de Variância (Tabela 1) verificou-se que existe diferença significativa entre os grupos comparados quanto ao percentual de profundidade da desmineralização do esmalte. Observou-se por meio dos resultados do teste de comparações múltiplas de Tukey que os grupos 1 e 2 não diferiram entre e si e apresentaram as menores médias, seguidos pelos grupos 3 e 4 que também não diferiram entre si, e por fim, com maior média diferindo de todos os outros grupos, o grupo 5 ( $F=34,30$ ;  $p=0,000$ ).

**Tabela 1.** Comparação do percentual de profundidade da desmineralização do esmalte entre os grupos, avaliado nas secções histológicas.

| <i>Grupo</i> | <i>n</i> | <i>Média (%)</i>   | <i>Desvio-padrão (%)</i> | <i>F</i> | <i>p</i> |
|--------------|----------|--------------------|--------------------------|----------|----------|
| Grupo 1      | 6        | 8,87 <sup>A</sup>  | 1,63                     | 34,30    | 0,000    |
| Grupo 2      | 4        | 12,64 <sup>A</sup> | 2,45                     |          |          |
| Grupo 3      | 6        | 26,75 <sup>B</sup> | 9,10                     |          |          |
| Grupo 4      | 7        | 31,24 <sup>B</sup> | 5,56                     |          |          |
| Grupo 5      | 7        | 40,93 <sup>C</sup> | 4,83                     |          |          |

\* Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si

#### 4.2 Subtração radiográfica: análise quantitativa da diferença média de intensidade de *pixels*

Na Figura 5 se encontram imagens de subtração de um dente de cada grupo. Nos grupos 1 e 2 as áreas escuras que expressam a perda mineral foram diminutas, impedindo a sua precisa mensuração. Desta forma, estes grupos foram excluídos da avaliação quantitativa dos valores de *pixel* das imagens subtraídas.

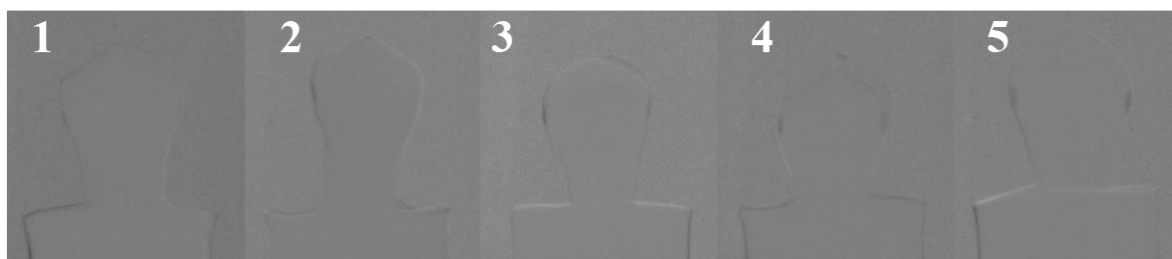


Figura 5. Imagens de subtração de um dente de cada grupo, com tempo de exposição 0,20s.

A Tabela 2 mostra que o maior tempo no ácido resulta, independentemente do tempo de exposição, em aumento da perda mineral, expressa por valores que se distanciam da média da intensidade de *pixels* da área controle (inalterada). Contudo, empregando-se a Análise de Variância verificou-se que existe diferença significativa entre os grupos comparados apenas para o tempo de exposição 0,25s, onde o teste de comparações múltiplas de Tukey indica que o Grupo 3 apresenta diferença significativamente inferior ao

Grupo 5. O Grupo 4 não diferiu significativamente dos demais ( $F=3,55$ ;  $p=0,035$ ). Por meio dos resultados do teste t-student para amostras pareadas (Tabela 3) verificou-se que não existe diferença significativa entre os dois tempos de exposição quanto às diferenças médias de intensidade de *pixels* para nenhum dos grupos comparados.

**Tabela 2.** Comparação da diferença média de intensidade de pixels em relação ao controle entre os grupos de estudo, por tempo de exposição.

| <b>Grupo</b>      | <i>n</i> | <i>Média</i>        | <i>Desvio-padrão</i> | <i>F</i> | <i>p</i> |
|-------------------|----------|---------------------|----------------------|----------|----------|
| <b>Tempo 0,20</b> |          |                     |                      |          |          |
| Grupo 3           | 20       | 9,06                | 5,07                 | 2,98     | 0,059    |
| Grupo 4           | 20       | 11,47               | 4,98                 |          |          |
| Grupo 5           | 20       | 13,05               | 5,52                 |          |          |
| <b>Tempo 0,25</b> |          |                     |                      |          |          |
| Grupo 3           | 20       | 9,48 <sup>A</sup>   | 5,00                 | 3,55     | 0,035    |
| Grupo 4           | 20       | 11,07 <sup>AB</sup> | 4,04                 |          |          |
| Grupo 5           | 20       | 13,70 <sup>B</sup>  | 5,94                 |          |          |

\* Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si

**Tabela 3.** Comparação da diferença média de intensidade de *pixels* em relação ao controle nos dois tempos de exposição para cada grupo.

| <i>Comparação</i> | <i>N</i> | <i>Média</i> | <i>Desvio-padrão</i> | <i>Diferença Média*</i> | <i>t</i> | <i>p</i> |
|-------------------|----------|--------------|----------------------|-------------------------|----------|----------|
| <b>Grupo 3</b>    |          |              |                      |                         |          |          |
| Tempo 0,20        | 20       | 9,06         | 5,07                 | -0,42                   | -0,919   | 0,369    |
| Tempo 0,25        | 20       | 9,48         | 5,00                 |                         |          |          |
| <b>Grupo 4</b>    |          |              |                      |                         |          |          |
| Tempo 0,20        | 20       | 11,47        | 4,98                 | 0,40                    | 0,883    | 0,388    |
| Tempo 0,25        | 20       | 11,07        | 4,04                 |                         |          |          |
| <b>Grupo 5</b>    |          |              |                      |                         |          |          |
| Tempo 0,20        | 20       | 13,05        | 5,52                 | -0,65                   | 1,400    | 0,178    |
| Tempo 0,25        | 20       | 13,70        | 5,94                 |                         |          |          |

\* Diferença média entre os tempos de exposição comparados

### 4.3 Subtração radiográfica: análise subjetiva dos observadores.

Quanto à reprodutibilidade intra-observador (Tabela 4), verificou-se que para todas as comparações realizadas existiu um grau de concordância significativo entre as duas leituras realizadas pelo mesmo observador. Para a reprodutibilidade inter-observadores, a estatística Kappa (Tabela 5) demonstra haver concordância significativa entre os três observadores.

**Tabela 4.** Resultados do valor de Kappa para a verificação da concordância entre as respostas do mesmo observador.

| Comparação   | Valor Kappa | p     |
|--------------|-------------|-------|
| Observador 1 | 0,7%        | 0,000 |
| Observador 2 | 0,81%       | 0,000 |
| Observador 3 | 0,91%       | 0,000 |

**Tabela 5.** Resultados do valor de Kappa para a verificação da concordância entre as respostas dos três observadores na avaliação subjetiva das imagens de subtração.

| Comparação                  | Valor Kappa | p     |
|-----------------------------|-------------|-------|
| Observador 1 X Observador 2 | 0,74%       | 0,000 |
| Observador 1 X Observador 3 | 0,62%       | 0,000 |
| Observador 2 X Observador 3 | 0,76%       | 0,000 |

Verificou-se, por meio dos resultados do teste Exato de Fisher (Tabelas 6 e 7), que existe associação significativa entre os resultados da análise subjetiva e os grupos de estudo. Observou-se, para ambos os tempos de exposição, que o resultado positivo (presença de imagem compatível com desmineralização) está associado ao Grupo 3 e o resultado negativo (ausência de imagem compatível com desmineralização) está significativamente associado ao Grupo 1. Para o grupo 2 não ocorreram resultados significativos ( $\chi^2=7,474$ ;  $p=0,027$  para tempo



de 0,20s e  $\chi^2=9,878$ ;  $p=0,008$  para 0,25s). Nesta análise, em que não foram consideradas as imagens de controle negativo, não foram incluídos os grupos 4 e 5 devido ao fato da evidente presença de imagens desmineralizadas, corretamente identificadas em sua totalidade pelos observadores.

**Tabela 6.** Comparação dos resultados da Análise Subjetiva entre os grupos para o tempo de exposição 0,20.

| <i>Resultado</i> | <b>Grupos</b>  |                |                | <b>Total</b> |
|------------------|----------------|----------------|----------------|--------------|
|                  | <i>Grupo 1</i> | <i>Grupo 2</i> | <i>Grupo 3</i> |              |
| Positivo         | 12             | 17             | 19             | 48           |
|                  | 60,0%          | 85,0%          | 95,0%          | 80,0%        |
| Negativo         | 8              | 3              | 1              | 12           |
|                  | 40,0%          | 15,0%          | 5,0%           | 20,0%        |
| Total            | 20             | 20             | 20             | 60           |
|                  | 100,0%         | 100,0%         | 100,0%         | 100,0%       |

**Tabela 7.** Comparação dos resultados da Análise Subjetiva entre os grupos para o tempo de exposição 0,25.

| <i>Resultado</i> | <b>Grupo</b>   |                |                | <b>Total</b> |
|------------------|----------------|----------------|----------------|--------------|
|                  | <i>Grupo 1</i> | <i>Grupo 2</i> | <i>Grupo 3</i> |              |
| Positivo         | 13             | 14             | 20             | 47           |
|                  | 65,0%          | 70,0%          | 100,0%         | 78,3%        |
| Negativo         | 7              | 6              |                | 13           |
|                  | 35,0%          | 30,0%          |                | 21,7%        |
| Total            | 20             | 20             | 20             | 60           |
|                  | 100,0%         | 100,0%         | 100,0%         | 100,0%       |

O mesmo teste estatístico foi empregado para comparar os resultados obtidos com os dois tempos de exposição, Em nenhum dos grupos foram encontradas diferenças significativas (Tabela 8).

**Tabela 8.** Resultados do teste Exato de Fisher para a comparação dos dois tempos de exposição na Análise Subjetiva por grupo.

| Comparação | $\chi^2$ | p     |
|------------|----------|-------|
| Grupo 1    | 0,107    | 1,000 |
| Grupo 2    | 1,290    | 0,451 |
| Grupo 3    | 0,026    | 1,000 |

Foram então calculados os valores de sensibilidade, especificidade e acurácia para cada um dos observadores, por tempo de exposição, considerando-se os grupos 1, 2 e 3 em conjunto, com prevalência na amostra de 0,5 (Tabela 9). Observa-se que o tempo de exposição não interferiu no desempenho de nenhum dos observadores. Comparando o desempenho dos observadores, apenas a sensibilidade da avaliação do observador 1 foi superior à do observador 3, nos dois tempos de exposição.

**Tabela 9.** Valores de sensibilidade, especificidade e acurácia de cada observador por grupo e tempo de exposição.

| Observador | Sensibilidade | IC 95%      | Especificidade | IC 95%      | Acurácia |
|------------|---------------|-------------|----------------|-------------|----------|
| <b>1</b>   |               |             |                |             |          |
| 0,20s      | 0,93          | 0,83 – 0,98 | 0,97           | 0,87 – 0,99 | 0,95     |
| 0,25s      | 0,88          | 0,77 – 0,95 | 0,96           | 0,87 – 0,99 | 0,93     |
| <b>2</b>   |               |             |                |             |          |
| 0,20s      | 0,73          | 0,60 – 0,84 | 0,98           | 0,90 – 1,00 | 0,86     |
| 0,25s      | 0,77          | 0,64 – 0,86 | 1,00           | 0,93 – 1,00 | 0,88     |
| <b>3</b>   |               |             |                |             |          |
| 0,20s      | 0,68          | 0,55 – 0,79 | 0,98           | 0,90 – 1,00 | 0,83     |
| 0,25s      | 0,65          | 0,52 – 0,77 | 0,97           | 0,87 – 0,99 | 0,80     |

**DISCUSSÃO**

---

## 5 DISCUSSÃO

Este estudo possui um delineamento *in vitro* já que se optou pelo desenvolvimento artificial de lesões para posterior comprovação histológica e aferição da profundidade. Além disso, cada elemento dentário foi radiografado em diferentes momentos e com diferentes tempos de exposição à radiação X, o que inviabilizaria, por questões éticas, um estudo *in vivo*. Segundo Hintze e Wenzel (1996) não existem diferenças no diagnóstico de cárie quando radiografias são obtidas em condições clínicas ou laboratoriais.

Os dentes foram armazenados em água destilada com o objetivo único de evitar a desidratação, não tendo sido consideradas a manutenção dos tecidos moles e das propriedades físicas dos tecidos mineralizados, uma vez que na literatura não existe uma padronização em relação a qual meio de armazenagem deve ser utilizado.

Lesões proximais são de difícil acesso para o exame visual, tornando a radiografia um instrumento de fundamental importância (BIASI; ABREU JÚNIOR, 2005). Por esta razão as lesões artificiais de cárie foram desenvolvidas nas superfícies proximais para que a capacidade diagnóstica da subtração radiográfica fosse verificada nos diferentes tempos de exposição.

Neste estudo, objetivou-se o desenvolvimento de uma lesão incipiente, com diâmetro de 1mm na superfície, já que lesões menos extensas, mesmo que mais profundas, são mais dificilmente identificadas que lesões superficialmente mais extensas.

O objetivo desta pesquisa não foi demonstrar o desenvolvimento da doença cárie, mas sim testar o desempenho diagnóstico da subtração radiográfica e verificar se ele varia em função do tempo de exposição com que as imagens são obtidas. Por esta razão, as lesões artificiais de cárie foram desenvolvidas a partir do uso do ácido clorídrico 18%, um ácido forte e concentrado, capaz de promover perda mineral em minutos (DOTTO, 2003).

Constatou-se que a aplicação do ácido removeu uma camada de esmalte proximal dos dentes utilizados neste estudo, principalmente nos grupos com maiores tempos de contato com o ácido. Este ácido é indicado, em associação à pedra pomes, para a técnica da microabrasão de dentes manchados, pois é capaz de remover inclusive manchas de fluorose, uma vez que remove uma camada de esmalte de 80 a 300 µm (MATOS; TURBINO; MATSON, 1998; MENDES; MONDELLI; FREITAS, 1998). Este fato contra-indica seu emprego em pesquisas que visem avaliar a remineralização das lesões por ele criadas.

Com a ação do ácido, seja *in vitro* ou *in vivo*, aumenta a solubilidade da hidroxiapatita que forma os prismas do esmalte dentário. Para Thylstrup e Fejerskov (1995), o esmalte desmineralizado é mais poroso, sendo as variações na porosidade um indicativo de alterações no conteúdo mineral, o que viabiliza a detecção radiográfica das lesões.

Ferrari *et al.* (2006) utilizaram este ácido em três tempos diferentes: 3, 6 e 9 minutos, enquanto Dotto *et al.* (2005) o aplicaram por 2, 3,5 e 5 minutos. Neste estudo, havia a intenção de promover um desgaste mínimo da estrutura do esmalte, sendo que o menor tempo escolhido foi de um minuto e os seguintes 2, 3, 4 e 5 minutos. Não foi utilizado o mesmo grupo de dentes para exposição incremental aos cinco tempos de condicionamento, por ser o ácido clorídrico um ácido muito forte e atuar em profundidade, podendo haver efeito residual na amostra mesmo após lavagem com água corrente (DOTTO *et al.*, 2005). Desta forma a amostra foi dividida em cinco grupos e o ácido aplicado separadamente em cada um deles pelo tempo de condicionamento específico.

Para a avaliação histológica foi realizado um único corte no centro da lesão, apesar de que, segundo Hintze e Wenzel (2003), os métodos histológicos de hemi-secção e de seccionamento seriado, quando comparados, diferem bastante quanto aos seus desempenhos em relação a mensuração de lesões de cárie, já que com cortes seriados é possível determinar com precisão qual deles representa a maior profundidade da lesão em uma determinada superfície. Neste estudo, porém, foi possível identificar a progressão da perda de estrutura dentária nos cinco grupos, sendo que os grupos 1 e 2 não diferiram entre si e

apresentaram as menores médias de proporção de comprometimento do esmalte em profundidade, seguidos pelos grupos 3 e 4 que também não diferiram entre si e, por fim, com maior média, o grupo 5, que diferiu de todos os demais grupos. Durante o procedimento dos cortes, diversas amostras foram perdidas devido à dificuldade de visualização e correto posicionamento do disco de corte no centro da lesão.

O uso do *scanner* de mesa foi a opção escolhida para a digitalização das hemi-seções dentárias, por facilitar a obtenção destas imagens e das medidas da profundidade das lesões artificiais de cárie. Larentis (2005) validou uma metodologia que suporta a substituição do uso do estereomicroscópio pelo *scanner* de mesa para aquisição de imagens de hemi-seções dentárias com a finalidade de obtenção de medidas horizontais e verticais.

As radiografias desta pesquisa foram obtidas empregando-se um sensor CCD pela facilidade de obter as imagens digitais (WENZEL, 2006). Este tipo de receptor de imagem radiográfica resulta em acurácia similar e por vezes superior à dos filmes empregados em radiografias convencionais (HAAK *et al.*, 2001). Sensores do tipo CCD têm sido amplamente utilizados em pesquisas de cárie, por também dispensar os químicos para o processamento da imagem dos filmes e possibilitar a redução, pela metade, da dose de radiação utilizada em radiologia convencional (WENZEL *et al.*, 1990).

O olho humano não é capaz de identificar corretamente os tons de cinza muito próximos em uma radiografia e, por isso, é difícil estabelecer corretamente a profundidade de lesões de cárie sem utilização de algum recurso auxiliar (Ohki *et al.*, 1994). Por esta razão, optamos por utilizar a técnica da subtração radiográfica de imagens.

De acordo com Dotto *et al.* (2005) e Ferrari *et al.* (2006), é muito difícil conseguir uma perfeita reprodutibilidade geométrica com os aparelhos radiográficos intrabucais, mesmo com o uso de posicionadores para filme, pois para proceder à subtração, são necessárias duas radiografias idênticas executadas em tempos diferentes. Neste estudo, foi utilizado um posicionador para a padronização da angulação vertical (perpendicular ao sensor), angulação

horizontal (paralela às faces proximais dos dentes) e a distância focal (30 cm) para todas as incidências. Além disso, os dentes da amostra foram incluídos em um modelo de encaixe individual onde foi vazado o gesso pedra visando, desta forma, manter os dentes na mesma posição nas tomadas radiográficas seguintes. Com estes recursos obteve-se uma excelente padronização, visto que na subtração foi possível ajustar perfeitamente a imagem pós-desmineralização à imagem inicial.

A subtração radiográfica foi obtida por meio de ferramentas disponíveis no programa Adobe Photoshop 6.0, por ser este um programa que oferece diferentes soluções para a manipulação das imagens, como sobreposição, inversão de tons, aplicação de transparência, além da possibilidade de rotacionar a imagem a fim de obter a melhor sobreposição de duas incidências radiografias.

As imagens subtraídas no programa Adobe Photoshop 6.0 foram armazenadas em formato JPEG 12, pois esse formato de arquivo e essa compressão não causam perda de informação das imagens digitais e resultam em um espaço pequeno ocupado no disco rígido de um microcomputador (MAHL *et al.*, 2003; GEGLER *et al.*, 2006).

As medidas de intensidade de *pixels* foram obtidas com a ferramenta histograma do programa Adobe Photoshop 6.0, somente dos grupos 3, 4 e 5 minutos, já que o desgaste causado pela desmineralização dos grupos 1 e 2 resultou em áreas muito pequenas para a mensuração das médias e desvio padrão das mesmas.

Objetivou-se neste estudo comparar a influência do tempo de exposição na avaliação por subtração radiográfica de lesões de cárie, já que este fator pode interferir no diagnóstico (SYRIOPOULOS *et al.*, 1999) e que a diminuição da dose de radiação é sempre desejável com vistas à radioproteção. Os dois tempos diferentes utilizados (0,20s e 0,25s) foram reduzidos em relação ao método convencional e, de acordo com os resultados deste estudo (tabela 3), não diferiram significativamente quanto à densidade de *pixels* quando comparados grupo a grupo. Este achado permite considerar a possibilidade de reduzir ainda

mais o tempo de exposição quando, em situação clínica, pretende-se avaliar lesões de cárie incipientes.

Contudo, diferenças significativas entre os grupos quanto à intensidade de *pixels* foram observadas somente quando o tempo de exposição foi maior (Tabela 2). Este é um aspecto importante a se considerar em pesquisa, pois com o aumento do tempo de permanência do dente no ácido existe a tendência de aumentar tridimensionalmente a lesão, ou seja, além do aumento na sua profundidade (Tabela 1) ocorre também aumento de sua dimensão vestibulo-lingual, expressa por aumento na radiolucidez.

Ferrari *et al.* (2006) encontraram um aumento significativo na quantidade de *pixels* semelhantes na área desmineralizada, tanto nas imagens originais quanto nas subtrações. Diferentemente dos resultados deste estudo, concluíram que a subtração não forneceu informações a mais do que existia nas radiografias iniciais, porém, enfatizaram que essa técnica apresenta a vantagem de permitir ao operador visualizar o quanto de perda ou ganho mineral ocorreu em determinado período de tempo, já que esse ganho ou perda assumirá tonalidades mais escuras na imagem subtraída.

Os resultados deste estudo estão de acordo com os de Dotto *et al.* (2005) quanto à não haver variação significativa nas médias dos níveis de cinza das imagens subtraídas devido a uma variação nos fatores de exposição aos raios X. Em relação aos três tempos de aplicação do ácido no esmalte proximal (2, 3,5 e 5 minutos), já no tempo de aplicação ácida de 2 minutos, observaram uma variação estatisticamente significativa no valor médio dos *pixels*.

A avaliação subjetiva envolveu as imagens dos Grupos 1, 2 e 3, já que as áreas desmineralizadas dos grupos 4 e 5 minutos eram bem definidas e não deixaram qualquer dúvida quanto à ação do ácido. De acordo com Gonçalves (2005), a interpretação das imagens radiográficas é uma atividade que exige conhecimento, pois sofre influência da subjetividade do operador, dependendo da sua acuidade visual e experiência, podendo apresentar alta variabilidade intra e inter-examinadores. Neste estudo, as três observadoras têm formação de especialistas em Radiologia e experiência prévia com a técnica de subtração



radiográfica, tendo apresentado reprodutibilidade boa (observadora 1) e excelente (observadoras 2 e 3). A concordância entre as mesmas foi boa, sem diferenças significativas e está de acordo com os resultados de Wenzel *et al.* (2000). Os resultados da análise resultaram em associação significativa entre a decisão pela presença de lesão e as imagens do Grupo 3, assim como entre a decisão pela ausência de lesão e as imagens do Grupo 1 (Tabelas 6 e 7). Estas associações não foram influenciadas pelo tempo de exposição (Tabela 8). Assim, mesmo em lesões incipientes a profundidade da lesão interfere no seu diagnóstico pela técnica de subtração radiográfica.

A análise por subtração radiográfica resultou em valores de acurácia que variaram de 0,83 a 0,95 para o tempo de exposição de 0,20s e de 0,80 a 0,93 para o de 0,25s (Tabela 9), evidenciando, mais uma vez, a ausência de impacto do tempo de exposição no diagnóstico. Para todos os observadores a especificidade (0,97 a 1,00) foi maior que a sensibilidade (0,65 a 0,93), contudo o observador 1 apresentou desempenho superior ao observador 3 quanto à sensibilidade. Estes resultados estão de acordo com Gonçalves (2005), visto que o observador 1 é o que apresenta mais experiência com imagens de subtração.

Estudos que utilizaram um programa computadorizado para avaliação das imagens radiográficas obtiveram resultados semelhantes ao deste estudo. Heaven, Weems e Firestone (1994) compararam o diagnóstico de dentistas experientes sem o uso de um programa para detecção de lesões de cárie com o de outro grupo de dentistas utilizando este programa. No que diz respeito ao exame radiográfico, a sensibilidade aumentou significativamente quando usado o programa e a especificidade não alterou. Em relação à acurácia, quando utilizado o programa, esta foi igual ou superior a dos examinadores que não utilizaram o programa. Firestone *et al.* (1998) verificaram que a sensibilidade e a acurácia na detecção de lesões de cárie por dentistas após análise de imagens radiográficas digitais, seguindo a recomendação do programa de detecção de cáries CariesFinder (CF), assim como a análise do CF sozinho foi significativamente maior do que a análise de filmes radiográficos.

**CONCLUSÕES**

---

## 6 CONCLUSÕES

Os resultados do presente estudo permitem concluir que:

- a subtração digital de imagens radiográficas digitais diretas de lesões de cárie artificiais, desenvolvidas *in vitro* por meio do uso de ácido clorídrico a 18%, em dentes pré-molares humanos permite a detecção subjetiva e quantitativa da perda mineral;

- a variação no tempo de exposição não resultou em diferenças significativas na média da diferença de intensidade de *pixels*, porém o aumento de 0,20 para 0,25s permitiu que se expressasse a diferença entre os grupos;

- a associação entre a detecção da imagem correspondente à desmineralização e a presença de lesão relacionou-se ao tempo em que o dente permaneceu em contato com o ácido e não ao tempo de exposição, que também não interferiu nos valores de sensibilidade, especificidade e acurácia alcançados pelos três observadores.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

---

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ávila MAG, Lima ACLG, Holland KB, Prado MM. A radiologia e o computador: a radiografia por subtração de imagens. ROBRAC 1996; 6(17):10-3.

Biasi FB, Abreu Jr MJN. Comparação entre imagem digital convencional e invertida na detecção e estimativa da profundidade de cáries proximais. RPG Rev Pós-Grad. 2005;12(1):103-110.

Bille J, Thylstrup A. radiographic diagnosis and clinical tissue changes in relation to treatment of approximal carious lesions. Caries Res. 1982;16(1):1-6.

Brown WE. Physicochemical mechanisms of dental caries. J Dent Res. 1974; 53(2): 204-216.

Chen SK, Hollender L. Digitizing of radiographs with a flatbed scanner. J Dent. 1995 Aug;23(4): 205-8.

Dotto GN. Subtração Digital Radiográfica: identificação precoce de perdas minerais em esmalte. Dissertação (Mestrado em Biopatologia Bucal – Área de concentração Radiologia Odontológica) Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista, 2003. 141f.

Dotto GN, Dotto PP, Moraes LC, Médici Filho E, Moraes MEL, Castilhos JCM, et al. Subtração digital radiográfica – Identificação precoce de perdas minerais em esmalte. Cienc Odontol Bras. 2005 jan/mar;8(1): 82-89.

Dove SB, McDavid WD. A comparison of conventional intra-oral radiography and computer imaging techniques for the detection of proximal surface dental caries. Dentomaxillofac Radiol. 1992 Aug;21(3):127-34.

Duncan RC, Heaven T, Weems RA, Firestone AR, Greer DF, Patel JR. Using computers to diagnose and plan treatment of approximal caries. Detected in radiographs. J Am Dent Assoc. 1995 Jul;126(7):873-82.

Eberhard J, Hartman B, Lenhard M, Mayer T, Kocher T, Eickholz P. Digital subtraction radiography for monitoring dental demineralization - An in vitro study. Caries Res. 2000;34:219-224.

Eickholz P, Kolb I, Lenhard M, Hassfeld S, Staehle H. Digital radiography of interproximal caries: effect of different filters. *Caries Res.* 1999 May/Jun; 33(3):234-41.

Featherstone JDB, Rodgers BE. Effect of acetic, lactic and other organic acids on the formation of artificial carious lesions. *Caries Res.* 1981;15:377-385.

Featherstone JDB, Holmen L, Thylstrup A, Fredebo L, Shariati M. Chemical and histological changes during development of artificial caries. *Caries Res.* 1985;19: 1-10.

Featherstone JDB, Zero DT. An in situ model for simultaneous assessment of inhibition of demineralization and enhancement of remineralization. *J Dent Res.* 1992; 71(Spec Iss): 804-10.

Feldens CA, Tovo MF, Kramer PF, Feldens EG, Ferreira SH, Finkler M. an in vitro study of the correlation between clinical and radiography examinations of proximal carious lesions in primary molars. *J Clin Pediatr Dent.* 2003 Winter;27(2):143-7.

Ferrari KC. Avaliação da subtração radiográfica digital na detecção de cáries proximais simuladas. *Rev Odonto Ciência* 2006;21(51):67-70.

Firestone AR, Sema D, Heaven TJ, Weems RA. The effect of a knowledge-based, image analysis and clinical decision support system on observer performance in the diagnosis of approximal caries from radiographic images. *Caries Res.* 1998; 32(2):127-34.

Forner L, Llena MC, Almerich JM, Garcia-Godoy F. Digital radiology and image analysis for approximal caries diagnosis. *Oper Dent.* 1999 Sep-Oct; 24(5):312-5.

Gakenheimer DC. The efficacy of a computerized caries detector in intraoral digital radiography. *J Am Dent Assoc.* 2002 Jul;133(7):883-90.

Gegler A, Mahl CEW, Fontanella V. Reproducibility of and file format effect on digital subtraction radiography of simulated external root resorptions. *Dentomaxillofac Radiol.* 2006;35(1):10-3.

Gonçalves MA, Cordeiro RCL, Pinto LAMS, Oliveira WS. Efetividade dos recursos de imagem digital e desempenho do examinador na determinação da profundidade da lesão de cárie oclusal. *Rev. ABRO* 2005 Jan/Jun; 6(1):17-23.

Grochau CH. Acurácia dos exames clínico e radiográfico no diagnóstico e tratamento restaurador de cárie proximal. Dissertação (Mestrado em Odontologia - área de concentração em Clínica Odontológica/Cariologia) - Faculdade de Odontologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001. 56f.

Güneri P, Gogüs S, Tugsel Z, Ozturk A, Gungor C, Boyactoglu H. Clinical efficacy of a new software developed for dental digital subtraction radiography. *Dentomaxillofac Radiol.* 2006; 35: 417-21.

Haak R, Wicht MJ, Noack MJ. Conventional, digital and contrast-enhanced bitewing radiographs in the decision. *Caries Res.* 2001 May-Jun; 35(3):193-9.

Heaven TJ, Weems RA, Firestone AR. The use of a computer-based image analysis program for the diagnosis of approximal caries from bitewing radiographs. *Caries Res.* 1994;28: 55-58.

Hildebolt CF, Fletcher G, Yokoyama-Crothers N, Conover GL, Vannier MW. A comparison of the response of storage phosphor and film radiography to small variations in X-ray exposure. *Dentomaxillofac Radiol.* 1997 May; 26(3):147-51.

Hintze H, Wenzel A, Danielsen B, Nyvad B. Reliability of visual examination, fibre-optic transillumination, and bite-wing radiography, and reproducibility of direct visual examination following tooth separation for the identification of cavitated carious lesion in contacting approximal surfaces. *Caries Res.* 1998 May/June; 32(3):204-9.

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

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

Khademi JA. Digital images & sound. *J Dent Educ.* 1996 Jan;60(1): 41-6.

Koulourides T, Axelsson P. Experimental and clinical studies of caries arrestment. *Caries Res* 1977; 11: 130.

Larentis NL. Avaliação da profundidade de lesões de cárie proximal por exames clínico, radiográfico com uso de filtro digital de cor e de secções histológicas digitalizadas em scanner. Dissertação (Mestrado em Odontologia - área de concentração em Clínica Odontológica/Radiologia) - Faculdade de Odontologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005. 75f.

Lenhard M, Mayer T, Pioch T, Eickholz, P. A method to monitor dental demineralisation in vitro. *Caries Res.* 1996; 30:326-33.

Maggio JJ, Hausmann EM, Allen K, Potts TV. A model for dentinal caries progression by digital subtraction radiography. *J Prosthet Dent.* 1990 Dec; 64(6): 727-32.

Mahl CEW, Gegler A, Braga CPA, Machado LX, Fontanella V. Efeitos da compressão JPEG na subtração radiográfica digital quantitativa de perda óssea alveolar simulada. *Rev Fac Odontol Porto Alegre* 2003;44:31-3.

Mariath AAS, Casagrande L, de Araújo FB. Grey levels and radiolucent lesion depth as cavity predictors for approximal dentin caries lesions in primary teeth. *Dentomaxillofac Radiol.* 2007 Oct;36(7):377-81.

Matos AB, Turbino ML, Matson E. Efeito das técnicas de microabrasão no esmalte: estudo em microscopia eletrônica de varredura. *Rev Odontol Univ São Paulo* 1998;12(2):105-11.

Mendes RF, Mondelli J, Freitas CA. Avaliação da quantidade de desgaste do esmalte dentário submetido à microabrasão. *Rev. FOB* 1999;7(1/2):35-40.

Mol A, van der Stelt PF. Locating the periapical region in dental radiographs using digital image analysis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1993 Mar;75(3): 373-82.

Mol A, van der Stelt PF. Application of computer-aided image interpretation to the diagnosis of periapical bone lesions. *Dentomaxillofac Radiol.* 1992 Nov;21(4): 190-4.

Ohki M, Okano T, Nakamura T. Factors determining the diagnostic accuracy of digitized conventional intraoral radiographs. *Dentomaxillofac Radiol.* 1994 May; 23(2):77-82.

Pitts NB. Detection and measurement of approximal radiolucencies by computer-aided image analysis. *Oral Surg.* 1984 Sept;58(3):358-66.

Pitts NB, Rimmer PA. An in vivo comparison of radiographic and directly assessed clinical caries status of posterior approximal surfaces in primary and permanent teeth. *Caries Res.* 1992 Mar/Apr;26(2):146-52.

Pfeiffer P, Schmage P, Nergiz I, Platzer U. Effects of different exposure values on diagnostic accuracy of digital images. *Quint Int.* 2000;31(4):257-60.

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

Sanden E, Koob A, Hassfeld S, Staehle HJ, Eickholz P. Reliability of digital radiography of interproximal dental caries. *Am J Dent.* 2003 Jun;16(3):170-6.

Sarmento VA, Pretto SM, Costa NP. Entendendo a imagem digitalizada. *Rev. Odonto Ciência* 1999 Jun; 27(1):171-8.

Syriopoulos K, Velders XL, Sanderink GCH, van Ginkel FC, van Amerongen JP,



- van der Stelt PF. The effect of developer age on the detection of approximal caries using three dental films. *Dentomaxillofac Radiol.* 1999; 28(4):208-213.
- van der Stelt, PF. Filmless imaging - The uses of digital radiography in dental practice. *JADA* 2005; 136:1379-87.
- Tan PLB, Evans RW, Morgan MV. Caries, bitewing, and treatment decisions. *Aust Dent J.* 2002 June;47(2):138-41.
- Thylstrup A, Fejerskov O. características clínicas e patológicas da cárie dentária In:\_\_\_\_. *Cariologia clínica*, 2 ed., São Paulo: Santos, 1995, Cap. 6, p. 111-57, 1995.
- Tovo MF, Vono BG, Tavano, O. Comparação entre filmes radiográficos e o sistema digital Digora, no diagnóstico de lesões de cárie dentinária em superfície proximal de molares decíduos. *Pesqui Odontol Bras.* 2000 Out/Dez;14(4):399-405.
- Wenzel A. A review of dentist's use of digital radiography and caries diagnosis with digital systems. *Dentomaxillofac Radiol.* 2006; 35:307-314.
- Wenzel A, Fejerskov O, Joyston-Bechal S, Groeneveld A. Depth of occlusal caries assessed clinically, by conventional film radiographs, and digitized, processed radiographs. *Caries Res.* 1990;24:327-33.
- Wenzel A, Halse A. Digital subtraction radiography after stannous fluoride treatment for occlusal caries diagnosis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1992; 74(6):824-828.
- Wenzel A, Borg E, Hintze H, Grondhal HG. accuracy of caries diagnosis in digital images from charge-coupled device and storage phosphor systems: an in vitro study. *Dentomaxillofac Radiol.* 1995 Jul;24(4):250-4.
- Wenzel A, Anthonisen PN, Juul MB. Reproducibility in the assessment of caries lesion behavior: A comparison between conventional and subtraction radiography. *Caries Res.* 2000;34:214-8.
- Wenzel A. Computer-automated caries detection in digital bitewings: consistency of a program and its influence on observer agreement. *Caries Res.* 2001 Jan-Feb; 35(1):12-20.
- Wenzel A, Hintze H, Kold LM, Kold S. Accuracy of computer-automated caries detection in digital radiographs compared with human observers. *Eur J Oral Sci.* 2002 Jun; 110(3):199-203.

White DJ. Use of synthetic Polymer gels for artificial carious lesion preparation. Caries Res. 1987; 21:228-42.

White DJ, Chen WC, Nancollas GH. Kinetic and physical aspects of enamel remineralization – A constant composition study. Caries Res. 1988;22:11-9.

White DJ. The application of in vitro models to research on demineralization and remineralization of the teeth. Adv Dent Res. 1995 Nov;9(3):175-93.

Zoellner A, Diemer B, Weber HP, Stassinakis A, Gaengler P. Histologic and radiographic assessment of caries-like lesions localized at the crown margin. J Prosthet Dent. 2002 jul;88(1):54-9.

# ANEXO 1



**UNIVERSIDADE LUTERANA DO BRASIL**  
**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E EXTENSÃO**  
**COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA EM SERES HUMANOS E ANIMAIS**

## TERMO DE AVALIAÇÃO

| CEP-ULBRA 2007-147H   |  |            |  |                  |  |     |  |                       |  |                      |  |                      |  |            |  |  |  |  |  |
|---|--|------------|--|------------------|--|-----|--|-----------------------|--|----------------------|--|----------------------|--|------------|--|--|--|--|--|
| Título: AVALIAÇÃO RADIOGRÁFICA DO PROCESSO DE DESREMINERALIZAÇÃO EM LESÕES ARTIFICIAIS DE CÁRIE |  |            |  |                  |  |     |  |                       |  |                      |  |                      |  |            |  |  |  |  |  |
| Autora e Pesq. Resp: Michele Krause Chevarria   |  |            |  |                  |  |     |  |                       |  |                      |  |                      |  |            |  |  |  |  |  |
| Prof. Orient.: Vania Regina Camargo Fontanelia  |  |            |  |                  |  |     |  |                       |  |                      |  |                      |  |            |  |  |  |  |  |
| Tipo de projeto:  |  | Pesquisa   |  | Doutorado (tese) |  | x   |  | Mesário (Dissertação) |  | TCC (Pós Lato Sensu) |  | TCC (Graduação)      |  | Grupo: III |  |  |  |  |  |
| Curso: Odontologia  |  |            |  |                  |  |     |  |                       |  | Dir. Pesq.:          |  | ingresso: 15/06/2007 |  |            |  |  |  |  |  |
| Instituição onde será realizada: Ulbra Canoas/RS  |  |            |  |                  |  |     |  |                       |  |                      |  |                      |  |            |  |  |  |  |  |
| Número de   |  | No centro: |  | Projeto          |  | Sim |  | x                     |  | Nacional             |  | Cooperação           |  | Sim        |  |  |  |  |  |
| Sujeitos  |  | Total: 10  |  | Multicêntrico.   |  | x   |  | Não                   |  | Internacional        |  | Estrangeira:         |  | x Não      |  |  |  |  |  |
| Patrocinador: Autora  |  |            |  |                  |  |     |  |                       |  |                      |  |                      |  |            |  |  |  |  |  |
| Data: Reunião Ordinária de 28/06/2007   |  |            |  |                  |  |     |  |                       |  |                      |  |                      |  |            |  |  |  |  |  |

O projeto de pesquisa, acima identificado, foi avaliado e aprovado pelo plenário do Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos e Animais da ULBRA, por estar de acordo com as normas vigentes na Resolução nº. 196/96 do Conselho Nacional de Saúde/Ministério da Saúde, e em suas complementares (Resoluções 240/97, 251/97, 292/99, 303/00, 304/00 e 340/04 do CNS/MS) que regulamentam a pesquisa envolvendo seres humanos.

O (a) pesquisador (a) responsável deverá apresentar relatório(s) anual (is) e final a este CEP, informando os resultados da pesquisa, bem como comunicar a data de conclusão da mesma.

Canoas, 29 de junho de 2007.

  
**DR. JOSÉ SCHNEIDER SANTOS**  
Coordenador do CEP-ULBRA

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)