

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

**AVALIAÇÃO, *IN VITRO*, DA REPRODUTIBILIDADE DE UMA  
METODOLOGIA DE OBTENÇÃO DE RADIOGRAFIAS PERIAPICAIS  
PARA DIAGNÓSTICO DE REABSORÇÃO RADICULAR EXTERNA  
APICAL, EM DENTES SUBMETIDOS À MOVIMENTAÇÃO  
ORTODÔNTICA SIMULADA.**

Aderson Gegler

DISSERTAÇÃO APRESENTADA COMO PARTE DOS REQUISITOS  
OBRIGATÓRIOS PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE EM  
ODONTOLOGIA, NA ÁREA DE CONCENTRAÇÃO  
CLÍNICA ODONTOLÓGICA/RADIOLOGIA

Profa. Dra. Vania Fontanella  
ORIENTADORA

Porto Alegre (RS), outubro de 2003

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)

G299a

Gegler, Aderson

Avaliação, *in vitro*, da reprodutibilidade de uma metodologia para obtenção de radiografias periapicais para diagnóstico de reabsorção radicular externa apical, em dentes submetidos à movimentação ortodôntica simulada / Aderson Gegler ; Orientação de Vania Fontanella. – Porto Alegre, 2003.

78 f. : il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Faculdade de Odontologia. Programa de Pós-Graduação em Odontologia - Clínica Odontológica (Radiologia).

1. Reabsorção da raiz 2. Diagnóstico por imagem 3. Técnica de subtração  
4. Processamento de imagem assistida por computador 5. Interpretação de  
imagem assistida por computador I. Universidade Federal do Rio Grande do  
Sul. Faculdade de Odontologia II. Título

CDU 616.31-073.75

Bibliotecária: Eloisa Futuro Pfitscher

CRB 10/598

*AGRADECIMENTOS*

---

## AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia e seus professores, pelas contribuições ao crescimento científico.

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul e à Faculdade de Odontologia, pela oportunidade e pela formação profissional e acadêmica.

À Indusbello, pelo gentil atendimento e pelo apoio material à parte experimental deste trabalho.

Ao pessoal do Serviço de Radiologia pelo apoio técnico durante o experimento e por todos os litros de café.

Ao Colegas da Radiologia da ULBRA, pelo apoio, incentivo e pela confiança.

Aos colegas de consultório, grandes amigos, Altemir e Antônio, os quais eu não vi por muito tempo.

Ao grupo de pesquisa coordenado pela Professora Vania, pela dedicação a uma equipe e pelo trabalho por um objetivo comum.

Ao Carlos, meu colega de Faculdade e de Mestrado, pelas contribuições para o estudo da língua estrangeira, *danke schön, mein Freund*.

Ao Saldanha, Amigão, pelas horas de conversa e discussões, muitas delas até hoje inacabadas, alguém sempre pronto para ajudar. Obrigado pelas contribuições científicas.

Ao Mestre e Amigo João Batista, sempre presente nas horas decisivas, com palavras de apoio, apontando o caminho. Valeu a dica...

À Vania, Orientadora e, muito mais do que isso, Amiga, agradeço pelos ensinamentos, pelas conversas, pelas pizzas dos “serões”, pela confiança, dedicação, compreensão, pelas oportunidades, pelo mestrado.... Obrigado por ter atendido ao telefone nos finais de semana!

A minha Mãe, pela indescritível dedicação, bom humor, por ter confiado desde o princípio, pelas sempre presentes palavras de apoio, obrigado por todo o caminho.

Ao meu Pai, pelos valores que hoje norteiam minha vida.

Minha irmã, Magali, obrigado pelos livros e artigos e pela compreensão.

A minha Jenifer, pela compreensão, pelo apoio incondicional em todas as horas, pelo incentivo....

A todos que de uma forma ou de outra contribuíram para a realização deste sonho.

Obrigado.

*RESUMO*

---

---

## RESUMO

Para avaliar, *in vitro*, uma metodologia que visa a reprodutibilidade de radiografias periapicais, obtidas com posicionadores individualizados através de registros oclusais, de incisivos centrais superiores, submetidos à movimentação ortodôntica simulada – através da obtenção de medidas lineares do comprimento dos dentes, da comparação visual de pares de imagens observadas lado a lado, no monitor; e da subtração radiográfica digital qualitativa de imagens – foram utilizados 29 dentes incisivos centrais extraídos de humanos. Os dentes foram radiografados em um simulador de tecidos ósseo e moles, em diferentes inclinações no sentido vestibulo-palatino (0° inicial, 0° controle, -10°, -5°, +5° e +10°). As radiografias foram digitalizadas e submetidas, inicialmente, à análise quantitativa do comprimento dentário, através de régua eletrônica. Posteriormente, pares de imagens do mesmo dente (inicial X inclinação) foram exibidos em monitor a um observador, que as avaliou quanto a presença ou ausência de imagem compatível com reabsorção apical, atribuindo-lhes escores de 1 a 5. As imagens resultantes da subtração dos mesmos pares de radiografias foram avaliadas pelos mesmos critérios. As medidas lineares de comprimento dentário foram reprodutíveis ( $r = 0,99$ ) tanto na repetição das avaliações quanto na comparação entre as imagens 0° inicial e 0° controle, não diferindo significativamente (ANOVA,  $p = 0,827$ ) nas radiografias com diferentes angulações. A avaliação por subtração digital de imagens apresentou boa correlação ( $r = 0,798$ ) quando repetida em 20% da amostra, não diferindo, significativamente (Teste não paramétrico de Friedman,  $p = 0,379$ ), em relação aos escores atribuídos às imagens provenientes de diferentes angulações. A avaliação de pares de imagens apresentou média correlação ( $r = 0,413$ ) quando repetida em 20% da amostra, porém também não apresentou diferenças estatisticamente significativas (Teste não paramétrico de Friedman,  $p = 0,700$ ) nos escores atribuídos às imagens de acordo com a inclinação dos dentes. Tais resultados permitem concluir que a metodologia proposta para a obtenção, *in vitro*, de radiografias periapicais de incisivos centrais superiores, através do uso de um posicionador individualizado por registro oclusal, resultou em imagens reprodutíveis de comprimento dentário, mesmo quando a movimentação ortodôntica foi simulada através da inclinação do dente em até 20° no sentido vestibulo-palatino, quando avaliadas através das medidas de comprimento dentário e da subtração digital.

## PALAVRAS-CHAVE

Reabsorção da raiz; diagnóstico por imagem; técnica de subtração; processamento de imagem assistida por computador; interpretação de imagem assistida por computador

*ABSTRACT*

---

## ABSTRACT

To evaluate, *in vitro*, a methodology intended to reproduce, based on an individual film holder, periapical images of central incisors when simulating orthodontic movement, 29 human extracted upper central incisors were placed in a soft and hard tissues' simulator and radiographed by using an individual film holder in different inclinations in the buccal-palatal orientation ( $0^\circ$  baseline,  $0^\circ$  control,  $-10^\circ$ ,  $-5^\circ$ ,  $+5^\circ$  e  $+10^\circ$ ) but maintaining the beam-object-film relation constant. Radiographs were digitized and the teeth length were measured by the ruler function of an image-analyser software. Twenty percent of the images were randomly selected and the teeth length were remeasured. Afterwards pairs of images from the same tooth and different inclinations resulting in six combinations were exhibited on a screen and submitted to a blind observer for the evaluation of the presence or absence (scores 1 to 5) of root length alteration. The same criteria was used to evaluate the subtraction images from these pairs. Twenty percent of the pairs and the subtraction images were randomly selected and resubmitted to these evaluations. The linear measures of the roots' length were reproducible ( $r = 0.99$ ) and there were not statistical differences between the groups with different inclinations (ANOVA,  $p = 0.827$ ). The evaluation through the pairs of images presented a lower correlation ( $r = 0.413$ ) but there were not statistical differences between the groups with different inclinations (Friedman's non-parametric test,  $p = 0.700$ ). The evaluation through the subtraction technique showed a good correlation ( $r = 0.798$ ). There were not statistical differences between the groups with different inclinations (Friedman's non-parametric test,  $p = 0.379$ ). The methodology proposed using the individual film holder was capable of reproducing the teeth's images length in different inclinations up to 20 degrees in the buccal-palatal orientation, simulating orthodontic movement, when measuring by software and when submitted to digital subtraction.

## KEYWORDS

Root resorption; diagnostic imaging; subtraction technique; image processing, computer-assisted; image interpretation, computer-assisted

*LISTA DE ILUSTRAÇÕES*

---

---

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- FIGURA 1: Desenho esquemático da padronização para as tomadas radiográficas dos dentes da amostra, montados no simulador. 1: coroa do incisivo; 2: *bracket*; 3: registro coronário em acrílico; 4: haste do posicionador; 5: cera utilidade; 6: tábua óssea; 7: simulador de tecidos moles em acrílico autopolimerizável; 8: base de acrílico autopolimerizável; 9: filme radiográfico inserido no posicionador; 10: anel do posicionador; e 11: cilindro localizador do aparelho de raios X. 41
- FIGURA 2: Tomada radiográfica inicial, com angulação vertical de 0°. 42
- FIGURA 3: Tomadas radiográficas com inclinação do dente, no sentido vestibulo-palatino, em -10°, -5°, 5° e 10°. 43
- FIGURA 4: Pares de radiografias e suas respectivas imagens resultantes da subtração. 46
- FIGURA 5: Obtenção da medida de comprimento radicular, através da ferramenta régua eletrônica. 48
- FIGURA 6: Imagens digitalizadas apresentadas lado a lado. 50

*LISTA DE TABELAS*

---

---

## LISTA DE TABELAS

- TABELA 1: Valores médios das medidas obtidas pelo observador, inicialmente e na repetição, analisados pelo Teste **t** para amostras pareadas. Porto Alegre, outubro de 2003. 54
- TABELA 2: Escores atribuídos pelo observador às subtrações radiográficas digitais e aos pares de radiografias, quanto às modificações de tamanho e forma das imagens, inicialmente e nas repetições em 20% das imagens da amostra, analisados pelo Teste não paramétrico Wilcoxon. Porto Alegre, outubro de 2003. 55
- TABELA 3: Valores médios das medidas obtidas pelo observador na posição 0° e nas radiografias de controle, analisados pelo Teste **t** para amostras pareadas. Porto Alegre, outubro de 2003. 56
- TABELA 4: Valores médios atribuídos pelo observador para as medidas de cada grupo de angulações, submetidos à Análise de Variância, no nível de significância de 5% e utilizando delineamento em blocos casualizados ( $p = 0,827$ ). Porto Alegre, outubro de 2003. 56
- TABELA 5: Análise de Variância ao nível de significância de 5% e utilizando o delineamento em blocos casualizados. Porto Alegre, outubro de 2003. 57
- TABELA 6: Escores atribuídos pelo observador a cada um dos grupos experimentais, na avaliação das imagens de Subtração Radiográfica Digital. Os valores foram submetidos ao Teste não paramétrico de Friedman no nível de significância de 5%. Porto Alegre, outubro de 2003. 57
- TABELA 7: Escores atribuídos pelo observador a cada um dos grupos experimentais, na avaliação das imagens dos pares de radiografias. Os valores foram submetidos ao Teste não paramétrico de Friedman no nível de significância de 5%. Porto Alegre, outubro de 2003. 58

*LISTA DE ABREVIATURAS*

---

---

## LISTA DE ABREVIATURAS

ANOVA – Análise de Variância

CCD – *Charged Coupled Device*

CD-ROM – *Compact Disk – Read Only Media*

JPEG – *Joint Photographic Experts Group*

RDI – Reabsorção Dentinária Interna

ROC – *Receiver Operating Characteristic*

RRE – Reabsorção Radicular Externa

RREA – Reabsorção Radicular Externa Apical

SRD – Subtração Radiográfica Digital

TACT – *Tuned-Aperture Computed Tomography*

TC – Tomografia Computadorizada

*SUMÁRIO*

---

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA</b>	17
<b>2 OBJETIVOS</b>	34
2.1 OBJETIVO GERAL	35
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	35
<b>3 METODOLOGIA</b>	36
3.1 TIPO DE ESTUDO	37
3.2 OBTENÇÃO DA AMOSTRA	37
<b>3.2.1 Amostra</b>	37
<b>3.2.2 Critérios de Seleção</b>	38
3.3 CARACTERÍSTICAS DOS EXAMINADORES	38
<b>3.3.1 Examinadores</b>	38
<b>3.3.2 Cegamento</b>	39
<b>3.3.3 Calibragem</b>	39
3.4 EXPERIMENTO	40
<b>3.4.1 Confeção do bloco</b>	40
<b>3.4.2 Realização e padronização das radiografias</b>	42
<b>3.4.3 Processamento das radiografias</b>	44
<b>3.4.4 Digitalização das radiografias</b>	44
<b>3.4.5 Subtração radiográfica digital das imagens</b>	45
<b>3.4.6 Análise das imagens</b>	47
3.4.6.1 Análise de dados quantitativos	47
3.4.6.2 Análise de dados qualitativos	48
3.5 VALIDAÇÃO INTERNA DOS DADOS	51
3.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA	51
<b>3.6.1 Análise quantitativa</b>	51
<b>3.6.2 Análise qualitativa</b>	52
<b>4 RESULTADOS</b>	53
<b>5 DISCUSSÃO</b>	59
<b>6 CONCLUSÕES</b>	70
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	72
<b>ANEXOS</b>	77

*INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA*

---

## 1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

A Reabsorção Radicular Externa (RRE) é um processo no qual a agressão a tecidos dentários duros leva à perda de substância dos mesmos. Tem sido relacionada com a estimulação mecânica de macrófagos e osteoclastos devido a traumas; à reabsorção por pressão, como em casos de dentes retidos, tumores e, mais comumente, movimentação ortodôntica; à infecção, como em casos de contaminação via canal radicular ou periodonto; à anquilose dento-alveolar, quando o tecido dentário é substituído por osso (TRONSTAD, DEBELIAN, 1998); podendo, também, estar relacionada a alterações sistêmicas como a asma (McNAB *et al*, 1999) ou mesmo à predisposição genética (AL-QAWASMI *et al*, 2003).

O componente inflamatório, seja qual for a causa inicial, sempre está presente, sendo caracterizado histologicamente pelo predomínio de tecido de granulação, com células multinucleadas e uma área de necrose (TRONSTAD, DEBELIAN, 1998), podendo ser transitória ou progressiva, dependendo da natureza do estímulo inflamatório. Se este for bacteriano e prover a infecção pulpar, poderá continuar até a perda do dente, caso não seja estabelecido adequado tratamento (TROPE, 1998).

---

A RRE é um problema multidisciplinar, mais frequentemente observado em pacientes tratados ortodonticamente, sendo os dentes anteriores superiores, especialmente os incisivos centrais, relatados como os mais acometidos. Esse dado tem sido correlacionado com grandes comprimentos radiculares e *overjet* acentuado (PARKER, HARRIS, 1998). Também em dentes que apresentam dilaceração radicular, observa-se aumento na incidência de Reabsorção Radicular Externa Apical (RREA). Pacientes asiáticos demonstraram menor ocorrência de RREA do que caucasianos ou hispânicos (SAMESHIMA, SINCLAIR, 2001). Kuroi, Owman-Moll, Lundgren (1997) afirmam que o tempo de tratamento e o deslocamento apical total interferem significativamente na ocorrência de RREA.

Mirabella, Artun (1995) afirmam que, após o término do tratamento ortodôntico, 40% dos pacientes adultos de seu estudo tiveram um ou mais dentes reabsorvidos em pelo menos 2,5 mm, contra apenas 16,5% dos pacientes adolescentes. Os dentes tratados endodonticamente foram mais resistentes à RREA, quando comparados aos vitais. A mesma tendência foi descrita por Spurrier *et al* (1990), que observou reabsorção radicular em 67% dos dentes não tratados endodonticamente e em 33% dos tratados.

McNab *et al* (2000) estudaram a associação de RREA com o tipo de tratamento ortodôntico realizado, utilizando duas técnicas (Edgewise e Begg) em dentes posteriores. Encontraram incidência 2,3 vezes maior de RREA nos pacientes tratados com a mecânica de Begg em relação aos tratados com a técnica de Edgewise. Constataram, também, que pacientes que sofreram extração tiveram 3,72

vezes mais reabsorções do que os que não tiveram dentes extraídos. Os autores relacionaram esse fato com a maior quantidade de movimento ortodôntico a que esses dentes foram submetidos.

Comparando a técnica Edgewise padrão com a Straight-wire, Mavragani *et al* (2000) encontraram incidência significativamente maior de RREA ( $p \leq 0,05$ ) em incisivos centrais de pacientes tratados pela técnica padrão do que pela Straight-wire, o que não foi representativo para os incisivos laterais.

Parker, Harris (1998) avaliaram a relação da RREA com os tipos de movimentação ortodôntica, a técnica utilizada e o gênero do paciente. Os movimentos verticais, tanto apicais (intrusão) quanto incisais (extrusão), mostraram forte relação com a RREA, assim como o aumento do ângulo entre o incisivo central e o plano palatino, através de torque do dente em questão. Já movimentos horizontais, decorrentes da necessidade de extrações, não foram significativamente associados com a RREA. Os autores avaliaram pacientes tratados com as técnicas de Begg, Tweed e Straight-wire, não encontrando diferenças estatisticamente significativas entre elas, pois as três técnicas produziram a mesma quantidade de encurtamento radicular.

Laux *et al* (2000) compararam diagnósticos de RREA obtidos através de radiografias convencionais e cortes histológicos de 104 dentes extraídos, que apresentavam lesão apical. Destes, 53 foram examinados em radiografias periapicais e 51 em panorâmicas, sendo classificados como “sem reabsorção”, “com reabsorção moderada” e “com reabsorção severa”. Observaram que 19% dos dentes

foram diagnosticados radiograficamente como portadores de RREA, quando, na verdade, 81% deles revelaram quadro histológico de reabsorção, sendo que apenas 7% dos diagnósticos foram coincidentes. Concluíram que radiografias convencionais não são suficientes e sensíveis para um diagnóstico consistente de RREA.

Leach, Ireland, Whaites (2001) alertam que a radiografia panorâmica pode não mostrar com precisão os ápices radiculares dos incisivos superiores, principalmente em pacientes com má oclusão Classe II e III de Angle, sendo a técnica periapical do paralelismo o método de escolha para avaliação longitudinal de RREA. Contudo, variações geométricas, principalmente relacionadas à angulação vertical, que levam ao encurtamento ou ao alongamento da imagem, podem interferir no diagnóstico. Dessa forma, os autores preconizam que os fatores geométricos devem ser reproduzíveis e salientam a importância das vantagens adicionais das imagens digitais, as quais podem ser manipuladas.

A importância do diagnóstico precoce com objetivo de interromper o processo resorptivo é ressaltada por Nance *et al* (2000). Os autores utilizaram o método de Tomografia Computadorizada por Abertura Controlada – *Tuned-Aperture Computed Tomography* (TACT) – para diagnóstico dessa patologia em dentes extraídos de mandíbulas de cadáveres, nos quais criaram defeitos em superfícies radiculares (brocas esféricas 1/4, 1/2, 1 e 2). Os dentes foram reposicionados em seus respectivos alvéolos e radiografados pela técnica periapical do paralelismo, usando filmes radiográficos de sensibilidade “D” e também com

sistema digital (receptor CCD – *Charged Coupled Device*), porém variando arbitrariamente nove vezes a angulação, para possibilitar o uso do *software* para a reconstrução TACT. Observadores foram solicitados a diagnosticar a presença ou não de RRE através do TACT e das radiografias convencionais, em tempos separados. Na apresentação dos resultados, os autores mostram que radiografias convencionais não permitiram o diagnóstico de reabsorção em 218 (52%) dos 420 sítios produzidos, contra 185 (44%) casos não diagnosticados através do TACT, diferença que foi estatisticamente significativa.

Ericson, Kurol (2000a) analisaram Tomografias Computadorizadas (TC) axiais de pacientes com RRE em incisivos superiores relacionada à irrupção ectópica de caninos, comparando as imagens aos dentes, após sua extração. Concluíram que a TC foi capaz de revelar o grau de reabsorção e a presença ou não de envolvimento pulpar.

Ericson, Kurol (2000b) estudaram a extensão e a prevalência de RRE de incisivos superiores relacionada a caninos ectópicos. O incisivo lateral foi relatado como o dente mais afetado (38%), e a prevalência total de dentes reabsorvidos foi de 48% em uma população de 107 pacientes. A correlação entre reabsorção e irrupção ectópica foi altamente significativa ( $p < 0,001$ ). A RRE, quando diagnosticada, freqüentemente encontrava-se em estágio avançado, envolvendo a polpa de 60% dos incisivos laterais e de 43% dos centrais. Nesse estudo, a RRE foi 50% mais visualizada em TC do que em radiografias intrabucais.

Em um estudo para comparação de radiografias antes e após a realização de cavidades na superfície radicular de incisivos superiores, Goldberg, De Silvio, Dreyer (1998) observaram que não houve diferença entre os diagnósticos antes e após a realização das cavidades, quando em superfícies vestibulares e palatinas das raízes, com brocas de diâmetros 0,6 mm e 1,2 mm. Já com o diâmetro 1,8 mm, foi observada diferença significativa tanto para as cavidades das superfícies proximais quanto das vestibulares e palatinas. Quando a angulação horizontal foi variada, as cavidades localizadas nas superfícies vestibulares e palatinas, devido a sua projeção para o limite externo da imagem radiográfica da raiz, puderam ser visualizadas.

Levander, Bajka, Malmgren (1998), na tentativa de tornar possível o diagnóstico precoce de RREA, compararam radiografias convencionais a digitais (sistema Sens-A-Ray®). Avaliaram radiografias periapicais digitais da região de incisivos superiores de 45 pacientes com três e seis meses de tratamento ortodôntico. No estudo experimental, em uma mandíbula seca, produziram cavidades de três tamanhos nas superfícies proximais, vestibular e lingual das raízes de pré-molares. Inicialmente, foram obtidas radiografias ortorradiais, seguidas de outras duas incidências, com 20° de variação na angulação horizontal para mesial e 20° para distal. O mesmo foi realizado para obtenção das imagens digitais, porém com o sensor CCD substituindo o filme. Na análise *in vitro*, as cavidades foram avaliadas subjetivamente (presença ou ausência) e, na análise de pacientes, o tamanho dos dentes (distância entre o vértice radiográfico e a borda cervical do *bracket*) foi medido através de régua eletrônica do *software* utilizado. Não foram encontradas diferenças significativas entre os dois métodos radiográficos, porém

houve um aumento significativo do número de diagnósticos positivos nos dois métodos quando aumentado o tamanho da cavidade. No estudo clínico, onde foram acompanhados 92 incisivos superiores, os resultados mostraram que, após três meses de tratamento, a média de RREA foi de  $0,3 \pm 0,3$  mm e, após seis meses, de  $0,6 \pm 0,4$  mm.

Vários estudos (HINTZE *et al*, 1992; GRIFFITHS *et al*, 1996; YOUNG *et al*, 1996; CHRISTGAU *et al*, 1998; EBERHARD *et al*, 2000; HEO *et al*, 2001; HOLMES, GULABIVALA, STELT, 2001) avaliam sistemas para subtração radiográfica digital, a qual tem como objetivo suprimir imagens coincidentes de um par de radiografias da mesma região, tomadas em tempos diferentes entre elas, para detecção qualitativa e quantitativa de pequenas modificações na densidade óptica dos tecidos mineralizados, evidenciando alterações muito pequenas, mesmo aquelas não vistas quando o observador compara essas radiografias sem auxílio de nenhuma ferramenta (VANNIER, 1996).

Para avaliar a progressão da desmineralização da estrutura dentária, Eberhard *et al* (2000) realizaram cavidades tipo túnel em dentes decíduos hígidos extraídos, as quais foram preenchidas por ionômero de vidro. Posteriormente, os dentes foram imersos em meio ácido por 42 dias, para desmineralização. Foram realizadas tomadas radiográficas com intervalos de sete dias, e essas radiografias tiveram suas imagens subtraídas das iniciais. Os autores relatam que a subtração digital apresentou alta sensibilidade na monitorização da perda mineral.

Christgau *et al* (1996) empregaram a subtração radiográfica quantitativa para avaliação da densidade óssea após regeneração tecidual guiada. Foram avaliados 20 pacientes com um total de 30 lesões de furca tratadas com membranas. As radiografias realizadas foram a inicial, a de cinco e a de 13 meses de pós-operatório. As imagens de 13 meses foram subtraídas das iniciais e das de cinco meses, que também foram subtraídas das iniciais. A subtração radiográfica revelou ganho de densidade óssea significativo após o uso de regeneração tecidual guiada, porém houve um baixo coeficiente de correlação entre os achados clínicos e radiográficos. O maior ganho de densidade foi no período dos cinco aos 13 meses. Os autores concluíram que a subtração radiográfica digital é um método valioso, não invasivo e objetivo para se obter informações sobre mudanças de densidade óssea.

Jeffcoat *et al* (1996), em um estudo randomizado, pesquisaram a validação da subtração radiográfica digital em 17 humanos, examinados em três centros de pesquisa diferentes. Para as exposições radiográficas, foram utilizadas pastilhas de 1 mg, 7 mg e 10 mg de hidroxiapatita, que foram fixadas aos filmes no momento da exposição para simular ganho ósseo, e, então, comparadas a uma exposição sem pastilha. A sensibilidade da subtração radiográfica digital na detecção das pastilhas de 1 mg foi de 80%, 91,7% e 91,7% nos três centros anteriormente citados, e a especificidade foi de 100% para todas as pastilhas em todos os centros. Os autores consideraram o método sensível e específico na detecção de pequenas mudanças no conteúdo mineral, suportando a afirmação de que estudos podem ser realizados com imagens obtidas em diferentes centros de pesquisa.

Holmes, Gulabivala, Stelt (2001) utilizaram a subtração radiográfica digital na detecção de Reabsorção Dentinária Interna (RDI) simulada em dentes de dois cadáveres. Foram realizadas radiografias iniciais dos incisivos centrais superiores e, então, confeccionadas cavidades no interior da câmara pulpar e do canal radicular, através de brocas esféricas com diâmetro crescente (0,6 mm a 1,6 mm). A cada simulação de RDI, os espécimes foram novamente radiografados, sempre com o mesmo posicionador, individualizado através de um registro oclusal em material de moldagem à base de poliéster. Foram preparados 120 pares de radiografias para a avaliação de cinco observadores. Sessenta pares de radiografias sem lesões e outros 60 com lesões foram apresentados em ordem aleatória, para visualização em negatoscópio. Cada par apresentava uma imagem inicial e outra experimental ou de controle. Após, foram digitalizadas e subtraídas as imagens dos mesmos 120 pares, também preparadas para apresentação em monitor. Foi solicitado aos cinco observadores que completassem um questionário para análise estatística através da curva *Receiver Operating Characteristic* (ROC) tanto para os pares de radiografias quanto para as subtrações. As imagens das subtrações obtiveram melhor desempenho no diagnóstico de RDI do que as análises dos pares de radiografias convencionais, porém só foram observadas diferenças estatísticas no diagnóstico de lesões situadas no terço cervical.

Hausmann, Allen, Piedmonte (1991) pesquisaram a influencia da variação da projeção geométrica na detecção, por subtração radiográfica, de lesões na crista alveolar. Foram simuladas lesões em crânios secos e em diferentes sítios, dos quais 25% foram radiografados sem variar a angulação, 25% com +2° de angulação

vertical, 25% com +4° e 25% com +6°. A interpretação das subtrações foi realizada por 20 dentistas treinados, que avaliaram 64 sítios. Nos pares sem modificação de angulação, a sensibilidade esteve entre 97% e 99%, dependendo do tamanho da lesão simulada, e a especificidade para esse grupo foi de 85%. Nas variações de +2° a +6°, os autores relatam uma tendência à diminuição da sensibilidade quando aumentada a discrepância de ângulos, porém com diversas exceções. A especificidade diminuiu com o aumento das angulações. Os autores concluem que a variação de angulagem vertical entre as radiografias influencia negativamente a acurácia da interpretação.

Em relação às fontes de erro em subtração radiográfica digital, Wenzel, Sewerin (1991) citaram as diferenças geométricas como sendo a principal delas. Foram radiografados 17 pacientes, com posicionadores e registros oclusais individuais confeccionados em silicone, em três situações: duas incidências na primeira visita, por dois examinadores, com 10 minutos de intervalo; uma incidência aproximadamente três meses após, com o mesmo posicionador, sem ter sido realizado nenhum tipo de tratamento entre elas. As imagens foram digitalizadas em uma seqüência definida: a) aquisição da radiografia da primeira consulta, realizada pelo primeiro observador; b) cópia dessa imagem; c) repetição da aquisição “a”; d) aquisição da radiografia da primeira consulta, realizada pelo segundo observador; e e) aquisição da radiografia realizada três meses após. Todas as imagens foram processadas digitalmente para correção geométrica e equalização dos tons de cinza. A imagem “a” foi subtraída de todas as outras, sendo que “b-a” significa a habilidade de se reproduzirem os pontos de referência em imagens

iguais; “c-a”, a capacidade de converter imagem analógica em digital; “d-a” representa a reprodutibilidade interexaminador; e “e-a”, a reprodutibilidade da aquisição de imagens, mesmo com intervalo de tempo entre elas. Os autores obtiveram o histograma de cada imagem e analisaram os tons de cinza mais claros e mais escuros das mesmas. O desvio padrão foi considerado como ruído nas imagens e submetido a teste estatístico, verificando-se diferença significativa entre os grupos “b-a” e “c-a” e, também, entre “c-a” e “d-a”, não diferindo somente entre “d-a” e “e-a”. Os pesquisadores concluíram que a homogeneidade das radiografias, associada aos recursos de ajuste geométrico e à equalização do programa de subtração utilizado, são capazes de corrigir diferenças geométricas e de densidade que possam existir entre as radiografias a serem subtraídas. O problema da projeção geométrica nas tomadas radiográficas é citado constantemente nos trabalhos que utilizam a técnica de subtração radiográfica digital (GRÖNDAHL, GRÖNDAHL, WEBBER, 1984; HAUSMANN, ALLEN, PIEDMONTE, 1991; WENZEL, SEWERIN, 1991; HOLMES, GULABIVALA, STELT, 2001).

Gröndahl, Gröndahl, Webber (1984) avaliaram a influência da variação geométrica na detecção de pequenas lesões ósseas periodontais, produzidas com brocas no osso alveolar marginal de cinco mandíbulas secas. Radiografias convencionais de referência foram obtidas, seguidas de idênticas projeções, como controle. Incidências experimentais foram obtidas variando as angulações horizontal e/ou vertical ( $3^\circ$  e  $6^\circ$ ) antes e após a produção dos defeitos ósseos. Pares de radiografias foram apresentados a dez observadores, sendo que uma das imagens era a inicial e a outra a de controle ou experimental, que lhes atribuíram escores de

1 a 5, quanto à presença ou à ausência de lesão. Os mesmos pares de imagens foram digitalizados, subtraídos e, então, apresentados aos mesmos observadores, que avaliaram a presença ou a ausência de lesão, utilizando também escores de 1 a 5. Os autores observaram que o artefato (ruído) aumenta em função da angulação; contudo a detecção de pequenas lesões foi significativamente melhor em imagens de subtração do que em pares de radiografias, até mesmo em imagens com variação de 3° em qualquer das angulações.

Dove, McDavid, Hamilton (2000) afirmam que a subtração de duas radiografias, mesmo discrepantes do ponto de vista geométrico, é capaz de discriminar áreas de diferentes densidades. Nesse estudo, foram comparados um sistema de subtração digital e a interpretação radiográfica convencional na detecção de lesões periapicais e periodontais, as quais foram simuladas em um crânio seco, pela aposição de fragmentos de osso cortical. As radiografias iniciais foram tomadas ortorradiais e as subseqüentes, realizadas com variações tanto na angulação vertical quanto na horizontal. Na comparação entre radiografias com projeções variadas, a sensibilidade da subtração digital foi significativamente maior que através da comparação visual entre elas. Quando comparadas as subtrações de radiografias com projeções idênticas e aquelas subtrações de radiografias com variações na angulação, não foi demonstrada diferença significativa, pois o programa utilizado apresenta como recurso um algoritmo para ajuste geométrico entre as imagens.

Loftin *et al* (1998) avaliaram o efeito da orientação de fragmentos ósseos interpostos entre uma mandíbula e o feixe de raios X, quando mantidos os fatores geométricos da exposição. As imagens radiográficas foram digitalizadas, subtraídas e avaliadas, quantitativamente, por um observador. A orientação dos fragmentos interferiu, significativamente, nos resultados da subtração quantitativa.

Mol, Dunn (2003) também avaliaram o efeito da orientação de fragmentos ósseos interpostos entre uma mandíbula e o filme, na estimativa de alteração do conteúdo mineral através de subtração de imagens digitalizadas, porém corrigidas quanto à geometria. Observaram que a correção geométrica permitiu a detecção do fragmento ósseo quando a discrepância entre as radiografias era de até 6° em qualquer das angulações.

O primeiro trabalho encontrado na literatura sobre RRE utilizando subtração radiográfica digital foi o de Hintze *et al* (1992), em que foi avaliado se diferenças na densidade da imagem e o uso da ferramenta de inversão de tons de cinza influenciam o diagnóstico. O material de exame consistiu-se de cinco blocos mandibulares de cadáveres, contendo um molar e dois pré-molares sem patologia periapical. Os pré-molares foram extraídos e tiveram suas raízes divididas, vertical e horizontalmente, em nove localizações, onde foram ou não realizadas cavidades com brocas esféricas de diâmetros de 0,3 mm, 0,6 mm e 0,9 mm, de forma randomizada. As tomadas radiográficas foram feitas antes e após a confecção das cavidades, com tempos de exposição de 0,15 s, 0,35 s e 0,60 s, com incidência ortogonal e com auxílio de um dispositivo posicionador com a finalidade de

assegurar a reprodutibilidade das radiografias. A digitalização das imagens foi realizada através de uma câmera de vídeo conectada a um computador, e a subtração, entre as imagens antes e após a confecção das cavidades. Foram obtidas nove subtrações por bloco, combinando todos os tempos de exposição das radiografias. Após, a escala de contraste foi invertida, fazendo com que as cavidades, que resultaram em imagens escuras, passassem a ser claras. Quatro observadores avaliaram as imagens resultantes de subtração, no modo normal e com inversão de contraste, separadamente, e com intervalo de tempo entre as avaliações, indicando a presença ou não de cavidade. Foi observado que a densidade das radiografias não influenciou, significativamente, na acurácia do diagnóstico e que houve pouca variação intra e inter-observador. Já a inversão do contraste causou significativo incremento nessa acurácia para três observadores, porém, na média, não diferiu significativamente, o mesmo ocorrendo para a localização das cavidades.

A subtração radiográfica digital também foi estudada com relação ao diagnóstico de RREA por Heo *et al* (2001), os quais compararam a análise radiográfica convencional com a subtração digital. Foram radiografados 10 incisivos centrais superiores extraídos, com os ápices hígidos e inseridos em blocos de gesso, com angulações horizontais de 0° e 10°, combinadas a angulações verticais de 0°, 10° e 20°, obtendo, assim, seis variações. Após as radiografias iniciais, os ápices dentários foram desgastados (média de 0,5 mm) e os dentes novamente radiografados, com as mesmas angulações. Os dentes foram medidos, através de um paquímetro, antes e após as simulações de reabsorção. Para a

subtração, foi realizado o ajuste geométrico entre as imagens. Todas as imagens foram subtraídas da radiografia padrão e tiveram o tamanho dos dentes medidos com régua digital (*software* Emago®) por dois radiologistas. Os autores não encontraram diferenças significativas entre o tamanho real dos dentes, tanto hígidos quanto com reabsorção, e as medidas nas imagens geometricamente corrigidas e as medidas sobre as imagens de subtração, em qualquer angulação e para os dois observadores. Para a análise da interpretação da imagem resultante das radiografias convencionais, quatro radiologistas classificaram as 120 imagens em uma escala de 1 a 5 para a presença ou a ausência de reabsorção, cujos resultados foram analisados pela curva ROC. Na análise convencional dos pares de radiografias, as áreas ROC foram 0,5081, 0,6427, 0,6618 e 0,7658 para cada um dos observadores (média de 0,6446). Para a análise da imagem resultante da subtração, não foi possível a aplicação do teste, pois os resultados foram perfeitos, ou seja, todos os dentes submetidos a desgaste receberam escore 1 (certeza de presença de reabsorção), e todos os dentes não desgastados receberam escore 5 (certeza de ausência de reabsorção).

O principal empecilho para a utilização clínica rotineira da subtração radiográfica é o alto custo financeiro dos programas que permitem o ajuste geométrico entre as imagens. A utilização de um posicionador individualizado através de registro oclusal dos dentes da região, em acrílico autopolimerizável, tem se mostrado suficiente para a padronização geométrica (SOUZA, 2001; CRESTANI *et al*, 2001; MALTZ *et al*, 2002). Contudo, em pacientes ortodônticos, um dos problemas na padronização de imagens para diagnóstico de RREA é a

movimentação dentária, que varia de um dente para outro. Assim, torna-se necessário que se teste a reprodutibilidade geométrica de radiografias periapicais obtidas com um posicionador que seja individual para o dente a ser examinado, não sendo influenciado por modificações na posição dos dentes adjacentes.

*OBJETIVOS*

---

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Avaliar, *in vitro*, uma metodologia que visa a reprodutibilidade de radiografias periapicais, obtidas com posicionadores individuais, de incisivos centrais superiores, submetidos à movimentação ortodôntica simulada.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Avaliar a reprodutibilidade geométrica de imagens de incisivos centrais superiores, submetidos à movimentação ortodôntica simulada, em radiografias periapicais convencionais digitalizadas, através de:

- obtenção de medidas lineares do comprimento dos dentes;
- comparação visual de pares de imagens observadas lado a lado, no monitor; e
- subtração radiográfica digital qualitativa de imagens.

*METODOLOGIA*

---

### **3 METODOLOGIA**

#### **3.1 TIPO DE ESTUDO**

O presente estudo caracteriza-se por ser experimental, *in vitro*, por ter grupos de comparação controle e experimentais e por ser cego, devido ao fato de o examinador não identificar os grupos avaliados.

#### **3.2 OBTENÇÃO DA AMOSTRA**

##### **3.2.1 Amostra**

Foram utilizados 29 dentes incisivos centrais superiores, extraídos de humanos, provenientes da Disciplina de Endodontia da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Santa Maria, os quais já haviam sido utilizados em outras pesquisas. O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Anexo 1).

### 3.2.2 Critérios de Seleção

Foram incluídos, na amostra, apenas os dentes que apresentavam as seguintes características:

- ápices radiculares intactos ao exame visual;
- coroa suficientemente preservada para a colagem de *bracket* ortodôntico; e
- inexistência de anomalia de forma ou tamanho.

## 3.3 CARACTERÍSTICAS DOS EXAMINADORES

### 3.3.1 Examinadores

Foram utilizados dois examinadores, para que não houvesse identificação da amostra pelos mesmos na análise quantitativa e posterior vício durante a análise qualitativa. Ambos os examinadores possuíam experiência na avaliação e mensuração de imagens digitais e no emprego da técnica de Subtração Radiográfica Digital (SRD).

Para a análise quantitativa, um examinador obteve a medida linear do comprimento da imagem do dente em cada uma das imagens.

Para a análise qualitativa, outro examinador avaliou o resultado das subtrações digitais e analisou pares de radiografias de um mesmo dente, decidindo pela presença ou pela ausência de alteração no comprimento dentário.

### **3.3.2 Cegamento**

O presente estudo é considerado cego porque o examinador que avaliou as subtrações e os pares de radiografias não teve conhecimento de a que grupos pertenciam as imagens e se houve ou não variação de angulação entre as mesmas. Ao observador que realizou as medições não foram identificadas quais eram as imagens do mesmo dente nem quais eram as angulações dos mesmos em cada uma das imagens.

### **3.3.3 Calibragem**

Um dos examinadores foi orientado a obter a medida das imagens nas radiografias, e o outro, a procurar, nas subtrações e nas avaliações dos pares de radiografias, alterações que evidenciassem diferenças de tamanho nos dentes radiografados.

Após a repetição, com uma semana de intervalo, de 20% dos exames – escolhidos por sorteio, tanto quantitativos quanto qualitativos – para verificar a reprodutibilidade dos mesmos (HINTZE e WENZEL, 2003), foi calculado o Coeficiente de Correlação de Pearson e realizado o Teste *t* para amostras pareadas para a análise quantitativa e o Coeficiente de Correlação de Spearman e o Teste não paramétrico de Wilcoxon para a análise qualitativa.

## 3.4 EXPERIMENTO

### 3.4.1 Confeção do bloco

Um bloco simulador de tecidos foi confeccionado utilizando-se uma maxila proveniente do Departamento de Morfologia da Universidade Federal de Pelotas. A região anterior da maxila foi separada, através de osteotomia horizontal na altura do assoalho das fossas nasais e de duas osteotomias verticais na altura do pilar canino, bilateral, com um disco diamantado dupla face (KG Sorensen - Barueri - SP) montado em peça reta (Kavo - Joinville - SC).

Esse segmento foi dividido, através de uma osteotomia sagital, em metades vestibular e palatina, que foram então reposicionadas (Figura 1) em uma base de acrílico autopolimerizável (Artigos Odontológicos Clássico - São Paulo - SP). O espaço criado entre as tábuas ósseas foi preenchido com cera utilidade (Artigos Odontológicos Clássico - São Paulo - SP), de maneira a permitir a inserção de cada uma das raízes dentárias, até que a junção amelo-cementária coincidissem com a altura da crista alveolar, bem como a posterior simulação de movimentação ortodôntica.

Foram colados, por meio de cimento de ionômero de vidro Fuji Ortho LC® (GC Corporation - Tóquio - Japão), *brackets* Morelli® (Sorocaba - SP - Brasil) na superfície vestibular dos dentes, com o centro do *slot* horizontal distante 4 mm da borda incisal e centralizado no sentido méso-distal, para simular as condições clínicas que poderiam acarretar dificuldades para a confecção do registro coronário.



### 3.4.2 Realização e padronização das radiografias

As radiografias foram realizadas com filmes periapicais Kodak Insight® número 2 (Kodak - São Paulo - BR), com o auxílio de um posicionador para incisivos Indusbello® (Indusbello - Londrina - PR) servindo de guia para o cilindro de um aparelho de raios X Pro 70 Intra® com 70 kVp e 8 mA (Prodental Equipamentos Odontológicos Ltda - Ribeirão Preto - SP), de maneira que reproduzisse sempre as mesmas angulações. O tempo de exposição foi de 0,5 s.

Foram realizadas seis incidências para cada dente, sendo a primeira com o longo eixo do dente em 90° em relação ao plano horizontal; esta incidência foi considerada a de 0° inicial (Figura 2). Para a comparação com o grupo controle, as radiografias iniciais foram repetidas, realizando-se uma nova incidência com inclinação de 0° para cada dente.



FIGURA 2: Tomada radiográfica inicial, com angulação vertical de 0°.

A movimentação ortodôntica foi simulada pela inclinação do dente de forma que seu longo eixo fosse inclinado em  $-10^\circ$ ,  $-5^\circ$ ,  $+5^\circ$  e  $+10^\circ$  em relação ao plano vertical, medida através do goniômetro do aparelho de raios X, quando da inclinação do cabeçote, e, então, reposicionando o conjunto filme-dente-posicionador, de forma que a relação geométrica entre o ângulo de incidência dos raios X, dente e filme se mantivesse (Figura 3).

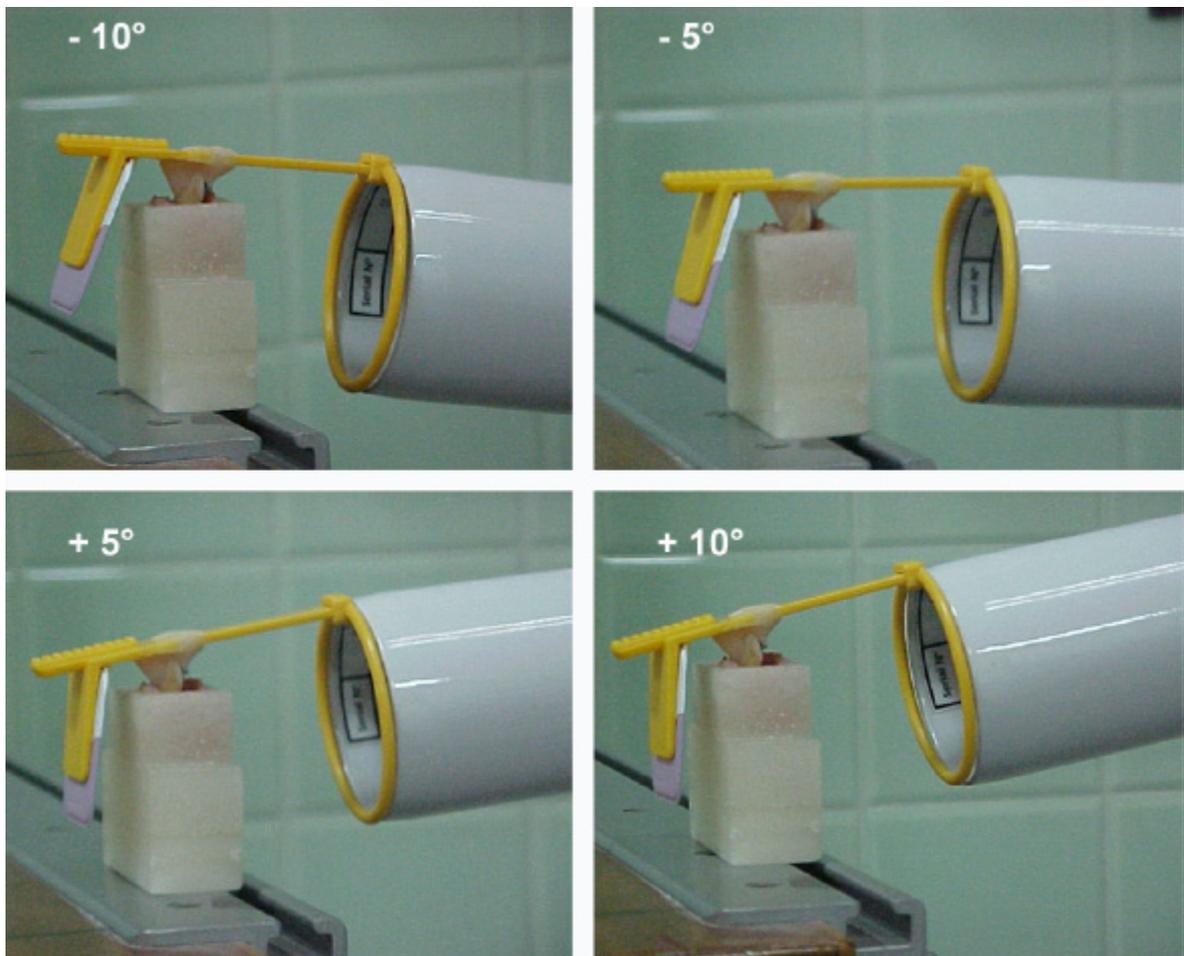


FIGURA 3: Tomadas radiográficas com inclinação do dente, no sentido vestibulo-palatino, em  $-10^\circ$ ,  $-5^\circ$ ,  $5^\circ$  e  $10^\circ$ .

### 3.4.3 Processamento das radiografias

As radiografias foram processadas pelo método automático (DentX 9000® - DentX - Elmsford - Nova Iorque - EUA), todas em um mesmo momento, com soluções novas e ciclo seco a seco de 4,5 minutos. As radiografias foram acondicionadas em montagens plásticas.

### 3.4.4 Digitalização das radiografias

A digitalização das radiografias para um microcomputador deu-se através de um *scanner* Epson Perfection 2450® (Epson - Long Beach - Califórnia - EUA) com leitor de transparências, utilizando-se uma máscara de acrílico preto, padronizando o posicionamento do filme sobre a superfície do mesmo e limitando a área de incidência de luz. As imagens foram capturadas em seu tamanho original, com 300 *dpi*, modo 8 *bits*, proporcionando 256 tons de cinza (LARENTIS *et al*, 2003) e armazenadas em CD-ROM no formato JPEG (*Joint Photographic Experts Group*) com compressão mínima (FONTANELLA *et al*, 2003; MAHL, GEGLER, FONTANELLA, 2003).

As radiografias do mesmo dente foram capturadas simultaneamente, utilizando-se a ferramenta de ajuste automático de brilho e contraste do programa de captura somente para a primeira delas, o qual não foi modificado para as demais, mantendo sempre um mesmo padrão.

### 3.4.5 Subtração radiográfica digital das imagens

As subtrações radiográficas (Figura 4) foram realizada através do programa Imagelab® (versão 2.3, Softium - Sistemas de Informática - São Paulo - SP) entre os seguintes grupos:

- a) radiografias com  $-10^\circ$  subtraídas das iniciais com  $0^\circ$ , para avaliar o efeito da angulação vertical discrepante em  $10^\circ$  negativos;
- b) radiografias com  $+10^\circ$  subtraídas das iniciais com  $0^\circ$ , para avaliar o efeito da angulação vertical discrepante em  $10^\circ$  positivos e validar o grupo **a**;
- c) radiografias com  $-5^\circ$  subtraídas das iniciais com  $0^\circ$ , para avaliar o efeito da angulação vertical discrepante em  $5^\circ$  negativos;
- d) radiografias com  $+5^\circ$  subtraídas das iniciais com  $0^\circ$ , para avaliar o efeito da angulação vertical discrepante em  $5^\circ$  positivos e validar o grupo **c**;
- e) radiografias com  $-10^\circ$  subtraídas das com  $+10^\circ$ , para avaliar o efeito da angulação vertical discrepante em  $20^\circ$ ; e
- f) radiografias com  $-5^\circ$  subtraídas das com  $+10^\circ$ , para avaliar o efeito da angulação vertical discrepante em  $15^\circ$ .

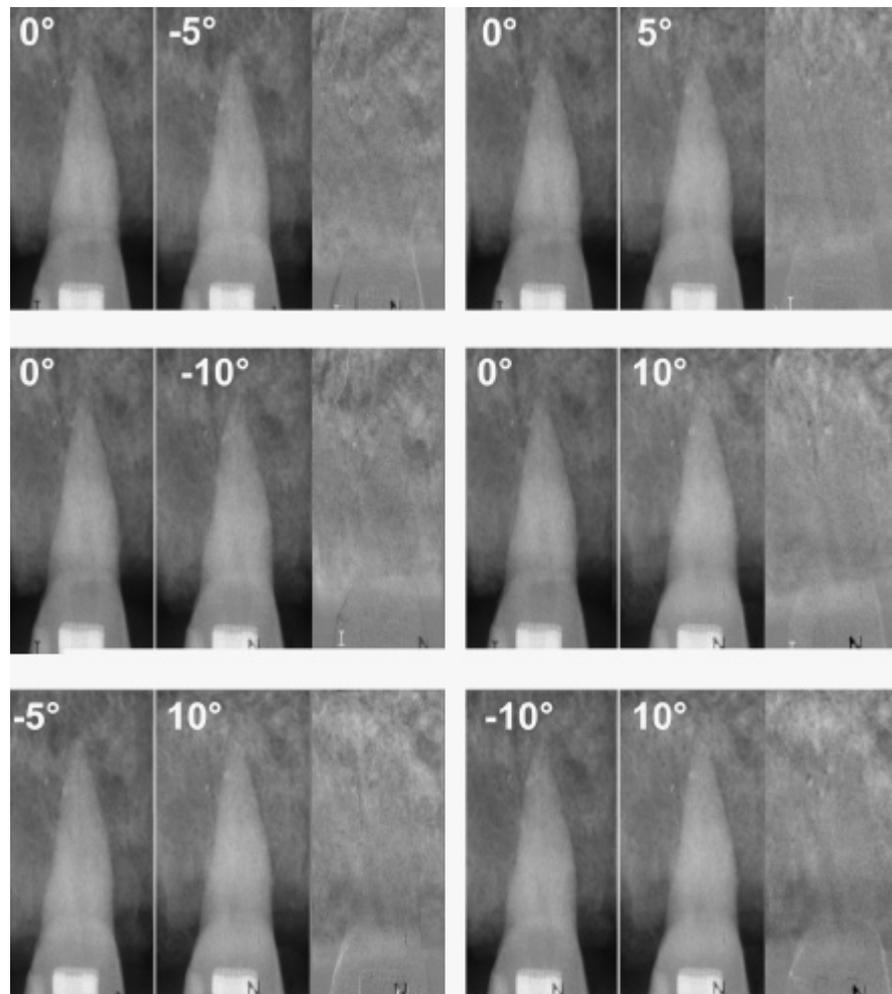


FIGURA 4: Pares de radiografias e suas respectivas imagens resultantes da subtração.

### 3.4.6 Análise das imagens

Tanto a análise quantitativa quanto a qualitativa foram realizadas em três sessões diferentes, com o objetivo de evitar viés de confundimento.

#### 3.4.6.1 Análise de dados quantitativos

As medições das imagens radiográficas dos dentes foram realizadas através da ferramenta régua eletrônica do programa Photoshop® (versão 6.0, Adobe Inc. - San Jose, Califórnia - EUA), em centímetro (Figura 5). Foram traçadas guias horizontais, uma tocando o ápice radicular e outra a porção mais apical da borda cervical do *bracket*. As medidas foram realizadas traçando-se uma reta perpendicular às duas guias, obtendo-se a distância entre as mesmas e, conseqüentemente, o comprimento do dente, desde o ápice radicular até a borda cervical do *bracket*, em cada uma das imagens. Foi permitido ao observador que ajustasse brilho e contraste em cada uma das imagens, para que obtivesse melhor definição das estruturas anatômicas de referência e, conseqüentemente, maior precisão nas medidas.

Através do Coeficiente de Correlação de Pearson e do Teste *t* para amostras pareadas, foi avaliada a reprodutibilidade das medidas realizadas pelo observador após o mesmo ter repetido 20% das medidas nas imagens radiográficas, escolhidas aleatoriamente.

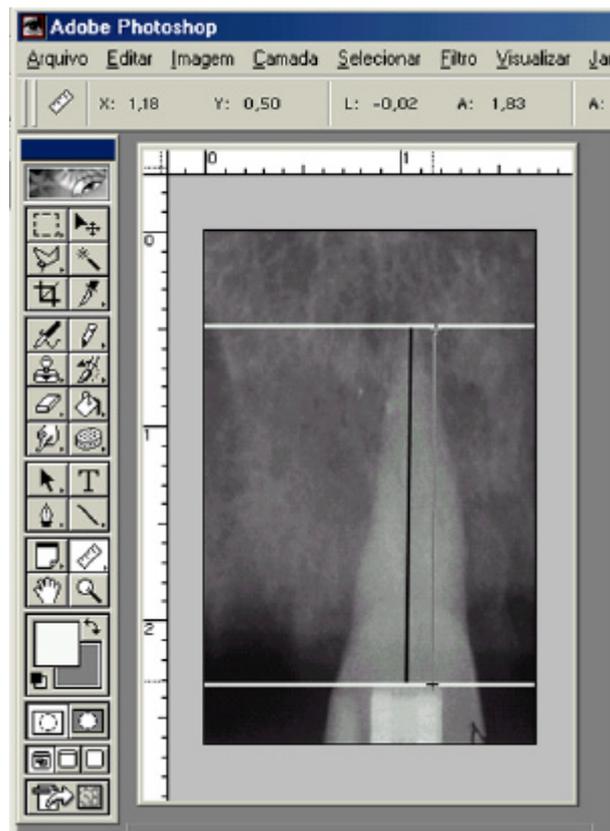


FIGURA 5: Obtenção da medida de comprimento radicular, através da ferramenta régua eletrônica.

#### 3.4.6.2 Análise de dados qualitativos

Para não haver vício do examinador durante as observações, já que as subtrações eram todas de dentes sem reabsorção, as 174 imagens foram apresentadas juntamente com outras 224 imagens dos mesmos dentes – porém com reabsorções – provenientes de outro trabalho da mesma linha de pesquisa, proporcionando confiabilidade aos resultados.

As imagens das subtrações com e sem reabsorções foram inseridas em uma mesma apresentação para visualização na tela de um computador. A ordem de

inserção das imagens na apresentação deu-se por sorteio, sendo o examinador desconhecedor da mesma.

O examinador, ao interpretar as imagens obtidas através das subtrações das radiografias, visualizadas em um monitor de 15 polegadas, com resolução de 1024x768 *pixels*, registrou se houve diferenças visuais nas densidades dessas imagens, no contorno dos ápices radiculares, expressas por áreas escuras ou claras, optando por um valor inteiro em uma escala de um a cinco, significando: 1 – certeza de ausência de reabsorção; 2 – provável ausência de reabsorção; 3 – impossível decidir pela presença ou ausência de reabsorção; 4 – provável presença de reabsorção; e 5 – certeza da presença de reabsorção.

Para a avaliação da reprodutibilidade geométrica das imagens através de radiografias convencionais digitalizadas, foi montada uma apresentação em monitor com as mesmas características da anterior, porém com os pares de radiografias de cada dente (Figura 6), correspondente ao mesmo par de radiografias utilizado para cada subtração, ou seja, as imagens do mesmo dente com um determinado grau de variação de angulação vertical entre elas. Essa apresentação, assim como a anterior, incluiu imagens de dentes com RREA. Para essa avaliação, o observador utilizou-se da mesma escala de 1 a 5 para o diagnóstico de presença ou ausência de RREA, indicada pela alteração no tamanho e forma da imagem do ápice radicular.

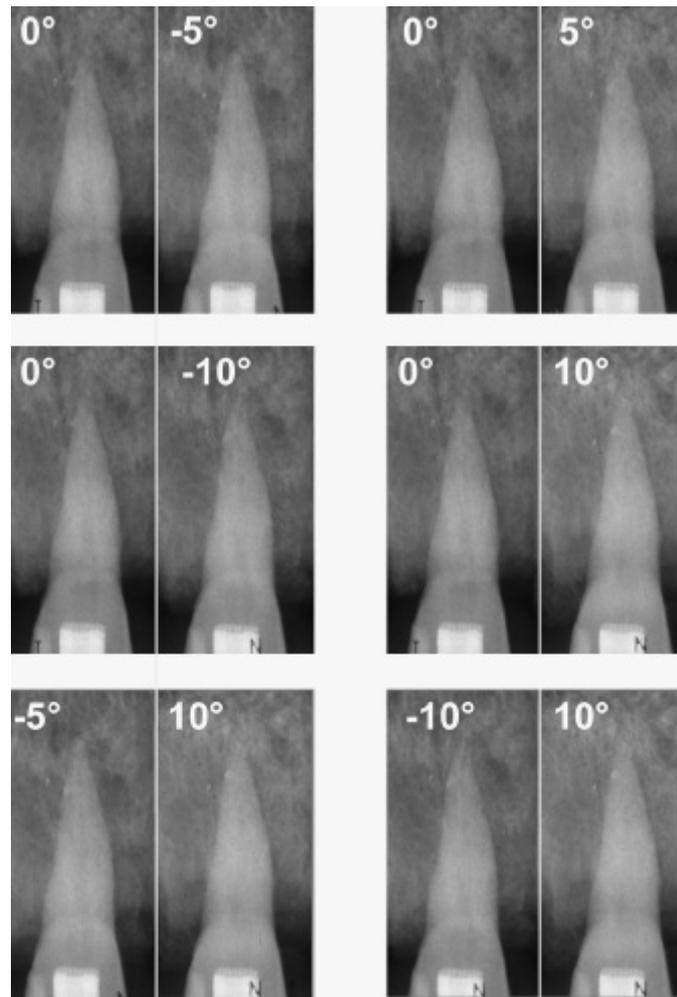


FIGURA 6: Imagens digitalizadas apresentadas lado a lado.

Após a coleta de dados das avaliações qualitativas, foram avaliadas mais duas apresentações, contendo 20% de imagens da amostra (com e sem reabsorções), uma apresentando imagens de SRD, e outra, os pares de radiografias correspondentes aos das subtrações. Pôde-se, assim, avaliar a reprodutibilidade do examinador através do Coeficiente de Correlação de Spearman e do Teste não paramétrico de Wilcoxon, tanto para as subtrações quanto para os diagnósticos através das radiografias visualizadas aos pares.

---

### 3.5 VALIDAÇÃO INTERNA DOS DADOS

Considerando que entre a incidência inicial com 0° e as repetições para controle, também com 0°, não houve diferença de angulação vertical, pode-se considerar, em tese, que essas imagens não podem diferir em relação ao seu tamanho.

Sendo assim, foi realizada a validação através da comparação das medidas das radiografias iniciais com as medidas das radiografias controle, sem modificação de angulação vertical. A comparação foi realizada através do Coeficiente de Correlação de Pearson e do Teste *t* para amostras pareadas.

### 3.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

#### 3.6.1 Análise quantitativa

As medidas obtidas através da régua eletrônica do programa Photoshop®, por serem dados quantitativos de distribuição paramétrica, foram submetidas ao teste de ANOVA, utilizando o delineamento em blocos casualizados, para analisar se existe diferença entre as medidas das radiografias obtidas nos diferentes grupos de angulações.

#### 3.6.2 Análise qualitativa

Os dados obtidos através da análise das subtrações e dos pares de radiografias foram ordinais, escala de 1 a 5, com mais de dois grupos comparativos

de amostras relacionadas e dependentes, realizando-se, então, o Teste de Friedman para se observar se existe ou não diferença significativa entre os diagnósticos dados aos diferentes grupos de angulações.

*RESULTADOS*

---

#### 4 RESULTADOS

A reprodutibilidade das medidas das radiografias realizadas pelo observador, quando o mesmo repetiu 20% das medições, foi observada através do Coeficiente de Correlação de Pearson, no nível de significância de 1%, e do Teste *t* para amostras pareadas, no nível de significância de 5%, verificando-se excelente concordância ( $r = 0,999$ ) entre as medidas, não havendo diferença entre as mesmas ( $p = 0,662$ ). A média dos valores obtidos foi de 17,58 mm, e o desvio padrão, de 1,57 mm para as medidas iniciais e também para as repetições (Tabela 1).

TABELA 1: Valores médios das medidas obtidas pelo observador, inicialmente e na repetição, analisados pelo Teste *t* para amostras pareadas. Porto Alegre, outubro de 2003.

Grupo	n	Medida (mm)		p
		Média	Desvio padrão	
1ª medida	30	17,58	1,57	0,662
2ª medida		17,58	1,57	

p = nível mínimo de significância do Teste *t* para amostra pareada.

As repetições das análises de 20% da amostra para alterações no tamanho e forma das imagens, tanto nas SRD quanto nos pares de radiografias, foram comparadas com os escores iniciais pelo Coeficiente de Correlação de Spearman,

no nível de significância de 1%, obtendo-se boa correlação nos resultados das SRD ( $r = 0,798$ ) e média correlação para as observações através das radiografias ( $r = 0,413$ ). O Teste não paramétrico de Wilcoxon, no nível de significância de 5%, demonstrou boa concordância entre os dados iniciais e repetidos para a SRD ( $p = 0,705$ ), porém, na observação dos pares de radiografias, obteve-se baixa reprodutibilidade dos resultados ( $p = 0,015$ ), conforme Tabela 2.

TABELA 2: Escores atribuídos pelo observador às subtrações radiográficas digitais e aos pares de radiografias, quanto às modificações de tamanho e forma das imagens, inicialmente e nas repetições em 20% das imagens da amostra, analisados pelo Teste não paramétrico de Wilcoxon. Porto Alegre, outubro de 2003.

Escore	SRD		Radiografias	
	Inicial	Repetição	Inicial	Repetição
1	31	31	35	29
2	2	3	1	3
3	1	0	0	0
4	1	1	0	3
5	1	1	0	1
Total	36	36	36	36
P	0,705		0,015	

p = nível mínimo de significância do Teste não paramétrico Wilcoxon.

Comparando-se as medidas lineares das radiografias iniciais 0° com as radiografias controle, observou-se, através do Coeficiente de Correlação de Pearson, no nível de significância de 1%, correlação direta fortíssima entre as medidas obtidas nas radiografias iniciais e nas radiografias controle ( $r = 0,999$ ). O Teste  $t$  para amostras pareadas mostrou não haver diferença significativa entre as medidas obtidas nos dois grupos ( $p = 0,284$ ), obtendo-se, assim, a validação interna dos dados. As médias e desvios padrão encontrados tanto para as radiografias iniciais

quanto para o grupo controle foram de 18,00 mm e 1,90 mm respectivamente, como pode ser visto na Tabela 3.

TABELA 3: Valores médios das medidas obtidas pelo observador na posição 0° e nas radiografias de controle, analisados pelo Teste *t* para amostras pareadas. Porto Alegre, outubro de 2003.

Grupo	n	Medida (mm)		p
		Média	Desvio padrão	
Posição zero graus	26	18,00	1,90	0,284
Controle		18,00	1,90	

p = nível mínimo de significância do Teste *t* para amostra pareada.

Os dados encontrados através das medições das imagens radiográficas, submetidos à Análise de Variância no nível de significância de 5% e utilizando delineamento em blocos casualizados, mostraram não haver diferença significativa entre as medidas médias de cada grupo experimental ( $p = 0,827$ ), ou seja, entre as medidas obtidas nas radiografias com diferentes angulações (0°, -5°, +5°, -10° e +10°). As médias e os desvios padrão estão explicitados na Tabela 4 e os resultados da Análise de Variância na Tabela 5.

TABELA 4: Valores médios atribuídos pelo observador para as medidas de cada grupo de angulações, submetidos à Análise de Variância. Porto Alegre, outubro de 2003.

Posição	Medida (mm)	
	Média	Desvio padrão
0°	18,18	1,96
-5°	18,19	1,98
+5°	18,18	1,97
-10°	18,18	1,97
+10°	18,20	1,98

TABELA 5: Análise de Variância ao nível de significância de 5% e utilizando o delineamento em blocos casualizados. Porto Alegre, outubro de 2003.

Causas de variação	GL	SQ	F	p
Dente (Bloco)	28	543,462	2699,62	<0,001
Posição	4	0,011	0,37	0,827
Erro experimental	112	0,805		
Total corrigido	144	544,278		

Comparando-se os escores atribuídos às imagens de SRD, nas diferentes angulações utilizadas neste estudo, observou-se, através do Teste não paramétrico de Friedman, no nível de significância de 5%, não haver diferença significativa entre os grupos (5°, 10°, 15° e 20°), encontrando  $p = 0,379$ , conforme Tabela 6.

Quando se comparam os escores dos diferentes grupos (5°, 10°, 15° e 20°) atribuídos aos pares de radiografias, também através do Teste não paramétrico de Friedman, no mesmo nível de significância, não se verifica diferença significativa ( $p = 0,700$ ), o que pode ser observado na Tabela 7.

TABELA 6: Escores atribuídos pelo observador a cada um dos grupos experimentais, na avaliação das imagens de Subtração Radiográfica Digital. Os valores foram submetidos ao Teste não paramétrico de Friedman no nível de significância de 5%. Porto Alegre, outubro de 2003.

Escore	Grupos de angulagens					
	0° x -10°	0° x +10°	0° x -5°	0° x +5°	-10° x +10°	-5° x +10°
1	24	26	28	23	25	25
2	2	2	1	3	2	2
3	0	1	0	0	0	1
4	3	0	0	2	1	1
5	0	0	0	1	1	0
Total	29	29	29	29	29	29

Teste não paramétrico de Friedman,  $p = 0,379$ .

TABELA 7: Escores atribuídos pelo observador a cada um dos grupos experimentais, na avaliação das imagens dos pares de radiografias. Os valores foram submetidos ao Teste não paramétrico de Friedman no nível de significância de 5%. Porto Alegre, outubro de 2003.

Escore	Grupos de angulagens					
	$0^\circ \times -10^\circ$	$0^\circ \times +10^\circ$	$0^\circ \times -5^\circ$	$0^\circ \times +5^\circ$	$-10^\circ \times +10^\circ$	$-5^\circ \times +10^\circ$
1	24	26	27	24	27	26
2	0	0	1	2	1	0
3	2	1	0	0	0	0
4	2	1	0	3	1	2
5	1	1	1	0	0	1
Total	29	29	29	29	29	29

Teste não paramétrico de Friedman:  $p = 0,700$

*DISCUSSÃO*

---

## 5 DISCUSSÃO

O presente estudo foi realizado *in vitro*, assim como os estudos de Hintze *et al* (1992), Goldberg, De Silvio, Dreyer (1998), Nance *et al* (2000), Holmes, Gulabivala, Stelt (2001) e Heo *et al* (2001), pois uma metodologia para a padronização de imagens radiográficas deve, por questões éticas, ser testada previamente ao seu emprego em pacientes. Por outro lado, em estudo *in vivo* não seria possível assegurar que os dentes avaliados não teriam sofrido qualquer tipo de reabsorção.

A amostra foi constituída de incisivos centrais superiores por serem, de acordo com Parker, Harris (1998), os dentes mais acometidos por reabsorção radicular externa apical associada ao tratamento ortodôntico. Incisivos centrais superiores também compuseram a amostra de Mavragani *et al* (2000) e de Heo *et al* (2001). Os demais estudos referenciados que utilizam outros grupos de dentes na amostra avaliam reabsorções associadas a lesões periapicais (LAUX *et al*, 2000), reabsorções externas não apicais (HINTZE *et al*, 1992; GOLDBERG, DE SILVIO, DREYER, 1998; LEVANDER, BAJKA, MALMGREN, 1998; NANCE *et al*, 2000) ou reabsorções internas (HOLMES, GULABIVALA, STELT, 2001).

---

Conforme demonstrado por Ericson, Kurol (2000a) e Ericson, Kurol (2000b), a tomografia computadorizada apresenta excelente desempenho no diagnóstico de RRE, revelando 50% mais casos que a radiografia periapical. Contudo a dose de exposição à radiação e o custo desse exame são fatores limitadores de seu emprego, de modo que se justifica a pesquisa de outros métodos de diagnóstico. Da mesma forma, o exame por TACT implica a tomada de diversas radiografias periapicais com diferentes angulações para a reconstrução da imagem, acarretando também no aumento da dose e do custo do exame. Conforme demonstrado por Nance *et al* (2000), o método não permitiu o diagnóstico de reabsorção em 44% dos casos. No estudo de Laux *et al* (2000), foi demonstrado que radiografias periapicais convencionais apresentam baixo desempenho no diagnóstico de RREA, não diferindo, significativamente, de radiografias digitais (LEVANDER, BAJKA, MALMGREN, 1998), porém sendo significativamente inferior ao diagnóstico obtido através da subtração digital qualitativa (HEO *et al*, 2001). Dessa forma, no presente estudo, buscou-se utilizar métodos mais acessíveis para aplicação clínica: radiografias convencionais digitalizadas submetidas à visualização em pares, à medida do comprimento radicular e à subtração radiográfica.

A técnica periapical utilizada foi a da bissetriz com uso de posicionador e não a do paralelismo, conforme preconizado por Leach, Ireland, Whaites (2001), visto que também implica dificuldades no uso clínico, requerendo equipamento radiográfico específico, com cilindro longo e diafragma de menor diâmetro.

---

Foram realizadas variações nominais na angulagem, pois, conforme Wenzel, Sewerin (1991), constituem-se na principal fonte de erro em subtração radiográfica digital. Contudo apenas a angulagem vertical foi variada, ao contrário dos trabalhos de Goldberg, De Silvio, Dreyer (1998), de Levander, Bajka, Malmgren (1998), de Holmes, Gulabivala, Stelt (2001) e de Heo *et al* (2001), os quais também variaram a angulagem horizontal, pois são as variações geométricas relacionadas à angulagem vertical, que levam ao encurtamento ou alongamento da imagem, críticos no diagnóstico de RREA (LEACH, IRELAND, WHAITES, 2001).

O registro oclusal individual do dispositivo posicionador, ao contrário do empregado por Holmes, Gulabivala, Stelt (2001), que utilizaram material de moldagem, foi obtido em acrílico autopolimerizável, o qual se tem mostrado suficiente para a padronização geométrica (SOUZA, 2001; CRESTANI *et al*, 2001), inclusive por períodos prolongados (MALTZ *et al*, 2002).

No presente estudo, não foram utilizadas peças ósseas dentadas de cadáveres, ao contrário de Holmes, Gulabivala, Stelt (2001) ou peças ósseas secas, como Hintze *et al* (1992), Levander, Bajka, Malmgren (1998) e Nance *et al* (2000), por serem um fator limitante do tamanho da amostra. O uso de dentes montados em blocos de gesso (HEO *et al*, 2001) não foi considerado, pois a ausência do trabeculado ósseo constitui importante diferencial em relação a situações clínicas, podendo facilitar o diagnóstico de RRE. Um simulador de tecido ósseo da maxila foi utilizado, assim como no trabalho de Goldberg, De Silvio, Dreyer (1998), mesmo que a manutenção do constante padrão de trabeculado ósseo possa implicar

---

menor variabilidade da amostra do que a encontrada em peças de cadáver e em situações clínicas.

Hintze *et al* (1992) e Goldberg, De Silvio, Dreyer (1998) não utilizaram nenhum material simulador de tecidos moles. No presente estudo, um simulador de tecidos moles foi empregado, utilizando material e espessura que melhor reproduziram o efeito desses tecidos sobre a imagem radiográfica resultante quando associados à peça óssea dissecada e seca (BRAGA *et al*, 2002).

Estudo semelhante foi realizado por Levander, Bajka, Malmgren (1998), os quais avaliaram o tamanho de 92 incisivos superiores radiografados para diagnóstico de RREA, em pacientes, antes, três e seis meses após o início da terapia ortodôntica. Os autores utilizaram um posicionador modificado para padronizar as radiografias, mantendo o sensor sempre paralelo ao longo eixo do dente. As medidas foram obtidas em milímetros, do vértice radiográfico da raiz até a borda cervical do *bracket*, através do uso da ferramenta régua eletrônica do *software*, assim como neste trabalho. Foi considerada RREA a diferença entre as medidas das radiografias iniciais e com três e seis meses de tratamento. É importante ressaltar que os autores testaram a precisão desse modelo, utilizando um pré-molar extraído, incluído em um bloco de acrílico, e realizando quatro desgastes apicais sucessivos da ordem de 0,2 mm, obtendo radiografias entre cada desgaste. Além da radiografia inicial, com o longo eixo do dente paralelo ao filme, foram realizadas variações de angulação horizontal em 30, 60 e 90 graus, obtendo 20 radiografias, as quais foram medidas com régua eletrônica do *software* utilizado, da mesma forma como foi

realizada neste trabalho. O padrão ouro utilizado foi a medida realizada no dente a cada desgaste com um paquímetro, realizada três vezes, e, então, obtida a média dos valores. Como no presente estudo, os autores também repetiram as medições, porém com toda a amostra (20 radiografias) e com um mês de intervalo, encontrando uma diferença média de  $0,1 \pm 0,05$  mm entre o tamanho real do dente e o encontrado através das medições das imagens. Os resultados deste estudo mostraram alta reprodutibilidade das medidas iniciais e suas repetições (Teste de Correlação de Pearson,  $r = 0,999$  e Teste  $t$ ,  $p = 0,662$ ). O motivo do desvio padrão ter sido maior neste estudo do que aquele encontrado por Levander, Bajka, Malmgren (1998) provavelmente se deva ao fato de que esses autores utilizaram somente um elemento amostral, enquanto, no presente estudo, foram utilizados 29, acarretando em uma variabilidade muito maior. O objetivo das medições das imagens foi o de comparar o tamanho das mesmas e não o de analisar a relação com o real comprimento do dente, já que foi utilizada a técnica da bissetriz, a qual tem como característica inerente a presença de distorções entre a imagem resultante e o real tamanho do objeto, associada a um posicionador individual. Observou-se que as médias das medidas obtidas em cada uma das angulações verticais ( $0^\circ$ ,  $-5^\circ$ ,  $+5^\circ$ ,  $-10^\circ$  e  $+10^\circ$ ) não diferiram entre si (ANOVA,  $p = 0,827$ ), ou seja, que foi mantida a relação angular feixe de raios X - objeto - filme.

Heo *et al* (2001) também não observaram diferenças entre o tamanho real dos dentes e seu tamanho medido eletronicamente na SRD realizada com imagens corrigidas geometricamente, em dentes com ou sem RREA, para os dois observadores, corroborando a possibilidade de uso desta ferramenta de *software*.

Para que os dados das medições fossem validados, foram comparadas as medições das radiografias iniciais 0° com as repetidas para controle, também com 0°, devendo esse resultado ser de correlação positiva sem diferenças entre as medidas, como foi evidenciado neste trabalho (Coeficiente de Correlação de Pearson,  $r = 0,999$  e Teste  $t$ ,  $p = 0,284$ ), já que, se não houve diferença de angulação vertical, essas imagens não poderiam diferir em relação ao seu tamanho. Esse procedimento torna válidos os resultados das medições dos demais grupos de angulações verticais, porque – sem essa alta correlação, caso os resultados das medições fossem significativamente diferentes para alguma das angulações – não se poderia dizer que o foram devido à variação de angulação vertical, e sim devido a um erro no procedimento de medição ou da técnica radiográfica.

A técnica de SRD mostrou boa reprodutibilidade nos resultados das avaliações qualitativas (Teste de Correlação de Spearman,  $r = 0,798$  e Teste de Wilcoxon,  $p = 0,705$ ), o que também foi encontrado no trabalho de Gegler, Mahl, Fontanella (2003), os quais pesquisaram, especificamente, a reprodutibilidade dessa técnica em reabsorções radiculares externas, porém na superfície radicular e não na região apical. Todavia a comparação é válida devido ao fato de os autores terem avaliado a reprodutibilidade da técnica em SRD quantitativa e de este ser um método, apesar de mais sensível, sujeito a maior variabilidade de resultados do que a qualitativa, já que depende de uma variável quantitativa contínua (média dos tons de cinza de determinada área) enquanto a qualitativa depende, no caso deste trabalho, de uma variável ordinal (escala de 1 a 5). A reprodutibilidade que os autores pesquisaram foi intra e interobservador, realizando subtrações de lesões

simuladas em 11 incisivos laterais superiores, com brocas esféricas números 1/4 e 3. Três observadores procederam às subtrações em três sessões diferentes, com intervalo de uma semana, concordando também com o estudo de Hintze *et al* (1992).

Já os resultados das avaliações de pares de radiografias dispostos lado a lado, comparados com suas repetições, obtiveram reprodutibilidade média e pôde-se observar diferenças significativas entre as duas observações (Coeficiente de Correlação de Spearman,  $r = 0,413$  e Teste de Wilcoxon,  $p = 0,015$ ), o que pode ter relação com o fato de que esse exame apresenta desempenho inferior a outras modalidades (HOLMES, GULABIVALA, STELT, 2001; GRÖNDAHL, GRÖNDAHL, WEBBER, 1984; DOVE, MCDAVID, HAMILTON, 2000). Esse achado pode ser interpretado como sendo os resultados de diagnóstico dessa modalidade, amplamente mais utilizada em relação às outras, porém com menor confiabilidade quando comparada a outras técnicas. Ainda se pode mencionar a questão de não existir padronização nas tomadas radiográficas no uso clínico corrente, o que seria mais um fator de erro na interpretação de pares de imagens no diagnóstico de alteração no tamanho de imagens.

Nenhum estudo foi encontrado na literatura científica Odontológica que avaliasse a reprodutibilidade de dimensões lineares, utilizando modificações de angulações dentárias, porém mantendo a relação feixe-objeto-filme constante entre as tomadas radiográficas. Trabalhos foram encontrados que comparam diagnóstico entre imagens com diferentes angulações, mas apenas para avaliação do recurso de

---

correção geométrica (GRÖNDAHL, GRÖNDAHL, WEBBER, 1984; HAUSMANN, ALLEN, PIEDMONTE, 1991; WENZEL, SEWERIN, 1991; MOL, DUNN, 2003), mostrando resultados positivos para esse recurso, o qual não foi utilizado no presente estudo porque o objetivo foi, justamente, o de observar a reprodutibilidade geométrica das imagens realizadas com posicionador individual em casos de movimentações dentárias simuladas, sendo que o uso dessa ferramenta iria mascarar algum possível problema de ordem geométrica nas SRDs, fazendo com que essa técnica tivesse vantagem sobre as demais avaliadas neste estudo.

Pôde-se observar, neste trabalho, que os escores atribuídos às imagens de subtração não diferiram significativamente (Teste de Friedman,  $p = 0,379$ ) entre os grupos com diferentes variações de angulações entre as radiografias ( $5^\circ$ ,  $10^\circ$ ,  $15^\circ$  e  $20^\circ$ ), o que se deve ao fato de que, apesar das diferentes angulações verticais entre as tomadas radiográficas utilizadas, a relação geométrica foi mantida pelo posicionador individual. Dessa forma, mesmo que um determinado dente sofra movimentação ortodôntica, o posicionador com registro oclusal individual deverá manter a referida relação, proporcionando, assim, a reprodutibilidade geométrica entre as imagens resultantes e possibilitando seu uso para diagnóstico através da técnica de SRD sem a necessidade do uso da ferramenta de ajuste geométrico.

Nas avaliações dos pares de radiografias, apesar da reprodutibilidade prejudicada, observou-se, também, a ausência de diferenças significativas (Teste de Friedman,  $p = 0,700$ ) entre os grupos de comparação, ou seja, de angulações diferentes entre os pares de imagens apresentadas ( $5^\circ$ ,  $10^\circ$ ,  $15^\circ$  e  $20^\circ$ ). Faz-se

---

importante comentar que, mesmo essa modalidade de diagnóstico não apresentando diferença entre os grupos, obteve uma reprodutibilidade significativamente menor que a SRD, implicando o fato de que os mesmos pares de radiografias podem ser interpretados como apresentando ou não RREA muito mais facilmente do que na SRD ou na medição de radiografias.

A metodologia proposta permitiu a manutenção da reprodutibilidade de radiografias periapicais de incisivos centrais superiores submetidos à movimentação ortodôntica simulada. Além da reprodutibilidade das medidas obtidas de imagens resultantes de diferentes inclinações dentárias na avaliação qualitativa, os escores atribuídos às imagens de subtração (Tabela 6) foram compatíveis com ausência de alterações no comprimento do dente (escores 1 e 2) em 93,68% – na média das avaliações, variando de 89,65% a 100%, conforme a discrepância de inclinação dentária das imagens subtraídas, com diagnósticos falso-positivos em 5,17% das 174 imagens avaliadas. Comparando pares de radiografias (Tabela 7), os escores 1 e 2 foram atribuídos, em média, a 90,80% dos casos, variando de 82,76% a 96,55%, conforme a discrepância de inclinação dentária entre as imagens comparadas, tendo sido encontrados 7,47% de falso-positivos. O percentual de erro no diagnóstico, apontando existência de RREA em dentes não submetidos a desgaste tanto em imagens de subtração quanto na comparação visual de pares de radiografias da presente amostra foi menor que o encontrado por Nance *et al* (2000), no qual a avaliação de pares de radiografias, em negatoscópio, resultou em diagnósticos falso-positivos em 15% dos casos. Pode-se afirmar que esses resultados não foram sujeitos à tendência do observador, pois, nas avaliações qualitativas, foram

acrescentados 224 casos em que havia discrepâncias de comprimento dentário induzido por desgaste.

*CONCLUSÕES*

---

## 6 CONCLUSÕES

A metodologia proposta para a obtenção, *in vitro*, de radiografias periapicais de incisivos centrais superiores, através do uso de um posicionador individualizado por registro oclusal, resultou em imagens reprodutíveis de comprimento dentário, mesmo quando a movimentação ortodôntica foi simulada através da inclinação do dente em até 20° no sentido vestibulo-palatino, pois:

a) as medidas lineares obtidas das imagens digitalizadas foram reprodutíveis e não diferiram, significativamente, em função da inclinação do dente;

b) a avaliação qualitativa dessas imagens, através da subtração digital, resultou em escores que foram reprodutíveis e que não diferiram, significativamente, em função da inclinação dentária; e

c) a comparação visual de pares de imagens obtidas com o dente em diferentes inclinações apresentou baixa reprodutibilidade, porém não resultou em escores significativamente diferentes quando os dentes foram inclinados.

*REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS*

---

---

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS<sup>1</sup>

- AL-QAWASMI, R. A. et al. Genetic Predisposition to External Apical Root Resorption in Orthodontic Patients: Linkage of Chromosome-18 Marker. **J. Dent. Res.**, Alexandria, v. 82, no. 5, p. 356-360, May. 2003.
- BRAGA, C. P. A. et al. Materiais Simuladores de Tecidos Moles na Região Posterior da Mandíbula: Avaliação por Subtração Radiográfica Digital. In: SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 14., 2002, Porto Alegre. **Resumos...** Porto Alegre: UFRGS, 2002. P. 541.
- CHRISTGAU, M. et al. Quantitative Digital Subtraction Radiography for Assessment of Bone Density Changes Following Periodontal Guided Tissue Regeneration. **Dentomaxillofac. Radiol.**, Houndsmills, v. 25, no. 1, p. 25-33, Jan. 1996.
- CHRISTGAU, M. et al. Quantitative Digital Subtraction Radiography for the Determination of Small Changes in Bone Thickness: An in Vitro Study. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, St. Louis, v. 85, no. 4, p. 462-72, Apr. 1998.
- CRESTANI, M. B. et al. Avaliação da Padronização Radiográfica para a Subtração Digital de Imagens. **Rev. Fac. Odontol.**, Porto Alegre, v. 42, n. 1, p. 25-30, Jul. 2001.
- DOVE, S. B.; McDAVID, W. D.; HAMILTON, K. E. Analysis of Sensitivity and Specificity of a New Digital Subtraction System: An in Vitro Study. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, St. Louis, v. 89, no. 6, p. 771-776, June 2000.
- EBERHARD, J. et al. Digital Subtraction Radiography for Monitoring Dental Demineralization: An in Vitro Study. **Caries Res.**, Basel, v. 34, no. 3, p. 219-224, May/June 2000.
- ERICSON, S.; KUROL, J. Incisor Root Resorptions Due to Ectopic Maxillary Canines Imaged by Computerized Tomography: A Comparative Study in Extracted Teeth. **Angle Orthod.**, Appleton, v. 70, no. 4, p. 276-283, Aug. 2000a.
- ERICSON, S.; KUROL, J. Resorption of Incisors After Ectopic Eruption of Maxillary Canines: A CT Study. **Angle Orthod.**, Appleton, v. 70, no. 6, p. 415-423, Dec. 2000b.

---

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

FONTANELLA, V. R. C. et al. O Efeito do Formato de Arquivo na Subtração Digital Quantitativa em Reabsorções Radiculares Externas Simuladas. **Pesq. Odontol. Brasil.**, São Paulo, v. 17, supl. 2, p. 252, Ago. 2003.

GEGLER, A.; MAHL, C. E. W.; FONTANELLA, V. R. C. Avaliação da Reprodutibilidade da Subtração Radiográfica Digital Quantitativa em Reabsorções Radiculares Externas. **Pesq. Odontol. Brasil.**, São Paulo, v. 17, supl. 2, p. 251, Ago. 2003.

GOLDBERG, F.; DE SILVIO, A.; DREYER, C. Radiographic Assessment of Simulated External Root Resorption Cavities in Maxillary Incisors. **Endod. Dent. Traumatol.**, Copenhagen, v. 14, no. 3, p. 133-136, June 1998.

GRIFFITHS, G. S. et al. Use of an Internal Standard in Subtraction Radiography to Assess Initial Periodontal Bone Changes. **Dentomaxillofac. Radiol.**, Houndsmills, v. 25, no. 2, p. 76-81, Apr. 1996.

GRÖNDAHL, K.; GRÖNDAHL, H. G.; WEBBER, R. L. Influence of Variations in Projection Geometry on the Detectability of Periodontal Bone Lesions. **J. Clin. Periodontol.**, Copenhagen, v. 11, no. 6, p. 411-420, July 1984.

HAUSMANN, E.; ALLEN, K. M.; PIEDMONTE, M. R. Influence of Variations in Projection Geometry and Lesion Size on Detection of Computer-Simulated Crestal Alveolar Bone Lesions by Subtraction Radiography. **J. Periodontal Res.**, Copenhagen, v. 26, no. 1, p. 48-51, Jan. 1991.

HEO, M.S. et al. Quantitative Analysis of Apical Root Resorption by Means of Digital Subtraction Radiography. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, St. Louis, v. 91, no. 3, p. 369-373, Mar. 2001.

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 Research.**, Basel, v. 37, no. 2, p. 115-124, Mar./Apr., 2003.

HINTZE, H. et al. Digital Subtraction Radiography for Assessment of Simulated Root Resorption Cavities. Performance of Conventional and Reverse Contrast Modes. **Endod. Dent. Traumatol.**, Copenhagen, v. 8, no. 4, p. 149-154, Aug. 1992.

HOLMES, J. P.; GULABIVALA, K.; STELT, P. F. van der. Detection of Simulated Internal Tooth Resorption Using Conventional Radiography and Subtraction Imaging. **Dentomaxillofac. Radiol.**, Houndsmills, v. 30, no. 5, p. 249-254, Sept. 2001.

JEFFCOAT, M. K. et al. Efficacy of Quantitative Digital Subtraction Radiography Using Radiographs Exposed in a Multicenter Trial. **J. Periodontal Res.**, Copenhagen, v. 31, no. 3, p. 157-160, Apr. 1996.

KUROL, J.; OWMAN-MOLL, P.; LUNDGREN, D. Reabsorção Radicular Apical em Adultos Tratados Ortodonticamente. **Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Maxilar.**, São Paulo, v. 2, no. 2, p. 46-47, Mar./Abr. 1997.

- LARENTIS, N. L. et al. Efeito da Resolução da Imagem na Subtração Digital Quantitativa de Perda Óssea Alveolar Simulada. **Pesq. Odontol. Brasil.**, São Paulo, v. 17, supl. 2, p. 77, Ago. 2003.
- LAUX, M. et al. Apical Inflammatory Root Resorption: A Correlative Radiographic and Histological Assessment. **Int. Endod. J.**, Oxford, v. 33, no. 6, p. 483-493, Nov. 2000.
- LEACH, H. A.; IRELAND, A. J.; WHAITES, E. J. Radiographic Diagnosis of Root Resorption in Relation to Orthodontics. **Br. Dent. J.**, London, v. 190, no. 1, p. 16-22, Jan. 2001.
- LEVANDER, E.; BAJKA, R.; MALMGREN, O. Early Radiographic Diagnosis of Apical Root Resorption During Orthodontic Treatment: A Study of Maxillary Incisors. **Eur. J. Orthod.**, Oxford, v. 20, no. 1, p. 57-63, Feb. 1998.
- LOFTIN, R. et al. Effect of Projective Aspects Variations on Estimates of Changes in Bone Mass Using Digital Subtraction Radiography. **J. Periodontal Res.**, Copenhagen, v. 33, no. 6, p. 352-358, Aug. 1998.
- McNAB, S. et al. External Apical Root Resorption Following Orthodontic Treatment. **Angle Orthod.**, Appleton, v. 70, no. 3, p. 227-232, June 2000.
- McNAB, S. et al. External Apical Root Resorption of Posterior Teeth in Asthmatics After Orthodontic Treatment. **Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.**, St. Louis, v. 116, no. 5, p. 545-551, Nov. 1999.
- MAHL, C. E. W.; GEGLER, A.; FONTANELLA, V. R. C. O Efeito da Compressão JPEG na Subtração Digital Quantitativa de Perda Óssea Alveolar Simulada. **Pesq. Odontol. Brasil.**, São Paulo, v. 17, Supl. 2, p. 251, Ago. 2003.
- MALTZ, M. et al. A Clinical, Microbiologic, and Radiographic Study of Deep Caries Lesions After Incomplete Caries Removal. **Quintessence Int.**, Berlin, v. 33, no. 2, p. 151-159, Feb. 2002.
- MAVRAGANI, M. et al. A Radiographic Comparison of Apical Root Resorption After Orthodontic Treatment with a Standard Edgewise and a Straight-Wire Edgewise Technique. **Eur. J. Orthod.**, Oxford, v. 22, no. 6, p. 665-674, Dec. 2000..
- MIRABELLA, A. D.; ARTUN, J. Prevalence and Severity of Apical Root Resorption of Maxillary Anterior Teeth in Adult Orthodontic Patients. **Eur. J. Orthod.**, Oxford, v. 17, no. 2, p. 93-99, Apr. 1995.
- MOL, A.; DUNN, S. M. Effect of Bone Chip Orientation on Quantitative Stimates of Changes in Bone Mass Using Digital Subtraction Radiography. **J. Periodontal Res.**, Copenhagen, v. 38, no. 4, p. 296-302, Feb. 2003.
- NANCE, R.S. et al. Diagnosis of External Root Resorption Using TACT (Tuned-Aperture Computed Tomography). **Endod. Dent. Traumatol.**, Copenhagen, v. 16, no. 1, p. 24-28, Feb. 2000.

PARKER, R. J.; HARRIS, E. F. Directions of Orthodontic Tooth Movements Associated with External Apical Root Resorption of the Maxillary Central Incisor. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, St. Louis, v. 114, no. 6, p. 677-83, Dec. 1998.

SAMESHIMA, G. T.; SINCLAIR, P. M. Predicting and Preventing Root Resorption: Part I. Diagnostic Factors. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, St. Louis, v. 119, no. 5, p. 505-510, May 2001.

SOUZA, D.M. **Avaliação *in vitro* de Lesões de Furcas Mandibulares por uma Técnica de Subtração Radiográfica.** 2001. 70 f. Dissertação (Mestrado em Clínica Odontológica – Periodontia) Faculdade de Odontologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

SPURRIER, S. W. et al. A Comparison of Apical Root Resorption During Orthodontic Treatment in Endodontically Treated and Vital Teeth. **Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.**, St. Louis, v. 97, no. 2, p. 130-134, Feb. 1990.

TRONSTAD, L.; DEBELIAN, G. J. Reabsorções Radiculares: Etiologia, Manifestações Clínicas e Terapia. In: MELO, L.L. **Traumatismo Alvéolo-Dentário: Etiologia, diagnóstico e tratamento.** São Paulo: Artes Médicas, 1998. Cap. 4, p. 127-157.

TROPE, M. Root Resorption of Dental and Traumatic Origin: Classification Based on Etiology. **Pract. Periodontics Aesthet. Dent.**, Mahwah, v. 10, no. 4, p. 515-22, May 1998.

VANNIER, M. W. Subtraction Radiography. **J. Periodontol.**, Chicago, v. 67, no. 9, p. 949-50, Sept. 1996.

WENZEL, A.; SEWERIN, I. Sources of Noise in Digital Subtraction Radiography. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, St Louis, v. 71, no. 4, p. 503-8, Apr. 1991.

YOUNG, S.J. et al. Quantitative Analysis of Periodontal Defects in a Skull Model by Subtraction Radiography Using a Digital Imaging Device. **J. Periodontol.**, Chicago, v. 67, no. 8, p. 763-769, Aug. 1996.