

GUSTAVO HENRIQUE CARDOSO

**PROTEÇÃO AO PACIENTE EM RADIOLOGIA  
ODONTOLÓGICA**

Monografia apresentada à  
Faculdade de Odontologia de  
Piracicaba, da Universidade  
Estadual de Campinas, como  
requisito para obtenção de título de  
Especialista em Radiologia  
Odontológica

PIRACICABA  
2001

Classif. \_\_\_\_\_  
autor C179p  
\_\_\_\_\_

Unidade - FOP/UNICAMP

CE/UNICAMP

C179p Ed \_\_\_\_\_

l. \_\_\_\_\_ Ex \_\_\_\_\_

Numero 4712

C  D

Doc. 16P-334/2010

Preço R\$ 33,00

Data 13/04/2010

Registro 767598

### Ficha Catalográfica

C179p

Cardoso, Gustavo Henrique.

Proteção ao paciente em radiologia odontológica. / Gustavo Henrique Cardoso. -- Piracicaba, SP : [s.n.], 2001. 51f.

Orientadora : Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Solange Maria de Almeida.

Monografia (Especialização) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

I. Radiação ionizante. 2. Raios X. I. Almeida, Solange Maria de. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Marilene Girello CRB/8-6159, da Biblioteca da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP.



1290004712

TCE/UNICAMP  
C179p  
FOP

GUSTAVO HENRIQUE CARDOSO

# PROTEÇÃO AO PACIENTE EM RADIOLOGIA ODONTOLÓGICA

Monografia apresentada à  
Faculdade de Odontologia de  
Piracicaba, da Universidade  
Estadual de Campinas, como  
requisito para obtenção de título de  
Especialista em Radiologia  
Odontológica

Orientadora: Profa. Dra. Solange  
Maria de Almeida

040

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA  
BIBLIOTECA

PIRACICABA  
2001

Dedico este trabalho à meus pais Clóvis V. Cardoso e M. Isildinha A. Cardoso e à minha irmã M. Carolina Cardoso pelo carinho e toda dedicação para que eu concluísse este trabalho.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a todos os professores e colegas do curso de especialização, por além de contribuírem para meus conhecimentos na área, tornarem o período do curso extremamente agradável.

# SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	<b>6</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>7</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>8</b>
<b>2 REVISTA DA LITERATURA</b> .....	<b>10</b>
<b>3 DISCUSSÃO</b> .....	<b>24</b>
3.1 ROTEÇÃO DO PACIENTE.....	24
3.1.1 <i>Seleção do exame radiográfico</i> .....	24
3.1.2 <i>Seleção do equipamento</i> .....	26
3.1.3 <i>Proteção às Gônadas</i> .....	34
3.1.4 <i>Proteção à Glândula Tireóide</i> .....	36
3.1.5 <i>Operação do aparelho de Raios X</i> .....	36
3.1.6 <i>Processamento do Filme</i> .....	38
3.1.7 <i>Interpretação da imagem</i> .....	39
<b>4 CONCLUSÕES</b> .....	<b>40</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>42</b>

## **RESUMO**

De acordo com a literatura, este trabalho relaciona os meios de proteção do paciente, durante exames radiográficos odontológicos. Desde a observação das propriedades e efeitos deletéricos dos raios X, vários estudos foram realizados, buscando o aprimoramento de técnicas e acessórios com o intuito de manter mínima a exposição do paciente aos raios X. Para obter uma radioproteção efetiva, é necessário uma atualização constante e a conscientização por parte do profissional em relação à utilização adequada e oportuna dos métodos de proteção a radiação X sugeridos pela literatura.

## **ABSTRACT**

This work, review the means related to the protection to the patient during radiographic exams to the dental diagnosis. It verify, studying then characteristics of the X ray and its deleterious effects that several reserches have been done, in order to improve techniques minimum the patient to the X ray exposition. In orde of obtaing na effective protection against the X ray, it is necessary to the professional a frequent up-to-dape and knoweedge about the appropriate and convenient use of the X ray protection methods propposed by the literature.

## 1. INTRODUÇÃO

Uma das maiores contribuições recebidas pela humanidade foi a descoberta dos raios X e a velocidade de sua aplicação, especialmente como meio diagnóstico, na Medicina e Odontologia (GOEPP *et al.*, 1963). Entretanto, a falta de conhecimento das propriedades deste tipo de radiação, levou a conseqüências desastrosas pelos pioneiros que faziam uso dos raios X.

Pode-se notar que as primeiras injúrias causadas pela radiação X, apareceram um ano após sua descoberta, registrando-se os primeiros casos de lesões na pele. Em fevereiro de 1897, dois anos após a descoberta de Roentgen, havia 23 casos de dermatites, causadas pelos raios X, relatados na literatura (ALCOX, 1978).

As observações dos efeitos deletérios dos raios X continuaram a ser demonstradas, como o efeito esterilizante, relatado por Albers-Schonberg, em 1903, a indução de tumores em humanos, por Hesse e o efeito mutagênico, descrito por Muller, em 1927 (FREDERIKSEN, 1987).

Apenas em 1950 concluiu-se que baixas doses associadas ao radiodiagnóstico podiam levar a efeitos tardios como carcinogênese, catarata e diminuição da expectativa de vida (SMITH, 1987).

Ainda hoje, após tantos anos de uso da radiação no diagnóstico odontológico, permanece o interesse e a necessidade de utilizar-se deste recurso semiológico de maneira eficiente e segura (KAUGARS & FATOUROS, 1982; GRONDAHL *et al.*, 1983; D'AMBROSIO *et al.*, 1986; MAURIELLO *et al.*, 1987).

## 2. REVISTA DA LITERATURA

Consultando a literatura a respeito do assunto proposto, foi constatado que o primeiro meio de proteção conhecido foi relatado por William Herbert Rollins, em 1898, que, após estudos experimentais sobre os efeitos dos raios X, propôs: “o tubo de luz X deveria estar em uma caixa não radiável, da qual nenhuma luz X passaria, exceto por um pequeno cone de raios, o qual cobriria a área a ser examinada, e o paciente deveria ser coberto por um material não radioativo, expondo somente a área necessária.” (SWEET, 1960). No entanto, somente muitas décadas após, é que surgiram os primeiros trabalhos *quet al.* oraram com esta assertiva.

Em 1928, no Segundo Congresso Internacional de Radiologia, realizado em Estocolmo, houve a primeira manifestação internacional em relação à radioproteção, quando foi fundada a International Commission on Radiation Protection (Comissão Internacional de Proteção Radiológica - ICRP) com a função principal de fornecer guias gerais para o uso da radiação (SMITH, 1987).

A partir daí, inúmeros pesquisadores publicaram seus estudos, dos quais serão relacionados a seguir, aqueles mais adequados ao nosso propósito.

Em 1955, BUDOWSKI *et al.* constataram que filmes mais rápidos permitiam diminuir o tempo de exposição; porém, ainda indicavam filmes lentos quando do estudo de lesões de difícil diagnóstico.

RICHARDS *et al.* (1958), orientados pela American Academy of Oral Roentgenology, publicaram recomendações para o profissional e pessoal auxiliar quanto à proteção da radiação primária, secundária e radiação de vazamento. Incluíram a necessidade de monitoração de todo o pessoal envolvido no trabalho com radiação ionizante. Os autores se propuseram a determinar a quantidade de radiação a que eram expostos vários pontos na região de cabeça e pescoço de um “phantom”, durante exames periapicais e interproximais, observando que, com o feixe de maior energia, a dose nos tecidos superficiais era diminuída. A dose nos tecidos mais profundos era menor, quando o feixe de menor energia era utilizado.

BONNEL (1960) lembrou o fato de que mais de 90% da radiação desnecessária poderia ser reduzida através do uso de filmes mais rápidos, filtros de Al e colimação do feixe a 7,0cm de diâmetro.

Após revisar e discutir os fatores que afetam a dose de radiação, BARR (1960) enfatizou a limitação da área irradiada, através de colimação adequada e seleção do comprimento de onda dos raios X, pela utilização de adequada filtração e quilovoltagem e exposição do paciente a uma quantidade mínima de radiação.

Além das medidas comumente descritas para proteção à radiação ionizante, RAPER (1960) afirmou que o exame radiográfico tinha deixado de ser um método efetivo de diagnóstico, tornando-se apenas um gesto de formalidade e destacou a necessidade de uma cuidadosa indicação do exame radiográfico.

RICHARDS (1961) descreveu várias medidas de proteção ao paciente e operador, como diafragma de chumbo medindo 7,0cm de diâmetro e filtros de espessura equivalente a 2,0mm de Al. Recomendou ainda o uso de aparelhos com localizador longo e filmes mais rápidos, apesar da desvantagem de apresentarem um contraste levemente menor. A proteção ao paciente pelo uso do avental plumbífero foi referida, pelo autor, como inteiramente desnecessária se o exame radiográfico fosse realizado com os cuidados acima referidos.

GOEPP *et al.* (1963) construíram e propuseram a utilização de um localizador retangular, limitando o tamanho da área focal a 5,5 x 4,5cm. Os autores mostraram que o localizador, construído com um metal, reduzia

a área da superfície da pele irradiada a 36% menos do que o localizador com forma circular e diâmetro de 7,0cm.

Fazendo revisão sobre o controle da exposição aos raios X em Odontologia, BLATZ (1965) reafirmou a necessidade de usar filmes mais rápidos e ler cuidadosamente as instruções do fabricante para adequado processamento do filme. Afirmou, também, a necessidade do profissional manter-se distante do aparelho ou instalar uma barreira no consultório, atrás da qual pudesse se proteger durante a exposição. Quanto ao avental de chumbo, o autor referiu-se à necessidade de usá-lo em pacientes homens jovens ou no operador, quando estes permanecessem na mesma sala que o paciente, durante a exposição. As mulheres, ainda que grávidas, na opinião do autor, possuíam suficiente proteção anatômica, havendo pouca preocupação com a exposição à região gonadal ou feto, ainda que o avental de proteção não fosse usado.

KORT (1965) enfatizou a responsabilidade do profissional em proteger o paciente da radiação X e listou pontos importantes para obter-se esta proteção como o aumento da kVp e mA, a diminuição do tempo de exposição, a utilização de filmes de alta velocidade, uma correta colimação e filtração do feixe de raios X e a utilização de barreiras de chumbo ou aço galvanizado.

ESELMAN (1968) pesquisou sobre a preocupação do paciente em realizar radiografias dentárias e ainda sobre a reação do paciente ao avental de chumbo, através de um questionário. Dos 529 pacientes inquiridos, 92% não acreditavam que radiografar os dentes era perigoso e mais de 95% não se sentiam incomodados com o uso do avental de chumbo. Este resultado mostrou que o receio do paciente ao uso do avental não era justificativa para a não utilização do mesmo.

A AMERICAN DENTAL ASSOCIATION, através do Council on Dental Materials and Devices, publicou uma série de artigos a respeito da proteção à radiação em Odontologia. A primeira publicação (1967) discutiu princípios gerais relacionados à proteção do paciente durante o exame radiográfico. Enfatizou que o uso da radiação com propósito diagnóstico devia ser mínimo e após cuidadosa avaliação da saúde geral e dental do paciente.

A segunda publicação dessa série (1967) relatava a necessidade de proteção de todo o pessoal envolvido no trabalho com radiação ionizante. Essas medidas incluíam o uso de barreiras de proteção e serviço de monitoração.

O terceiro artigo da série, publicado em 1968, apresentando sugestões para minimizar a exposição às radiações através de equipamentos

e técnicas modernas, envolvendo adequada colimação e filtração, filmes rápidos e localizador aberto.

Na quarta publicação da série (1968) enfocou-se novamente o uso de filmes de alta sensibilidade, aumento da distância focal e redução da miliamperagem. Foi sugerida a troca dos marcadores de tempo mecânicos pelos eletrônicos, que permitiam precisão nos tempos de exposição curtos.

Na quinta publicação da série (1968) foram relacionados os cuidados no processamento e interpretação do filme radiográfico como essenciais para obter a informação desejada com a menor quantidade de radiação.

Objetivando a higiene e proteção à radiação, WUEHRMANN (1970) enfatizou o procedimento de interpretação do filme como parte desse processo. Considerou a necessidade de observação correta da imagem radiográfica através de negatoscópios com intensidade de luz variável, lentes de aumento e a interpretação sistemática de cada parte do filme. Afirmou a importância da indicação da técnica radiográfica precisa, objetivando um diagnóstico.

O primeiro autor, na literatura, a especificar a espessura da filtração adicional para variadas quilovoltagens, foi MANSON-HING, em

1971. Espessuras ainda mais específicas foram estabelecidas pelo Código de Regras Federais dos Estados Unidos.

UPDEGRAVE (1972), considerando que o localizador redondo, comumente usado em radiologia odontológica, irradia mais tecido por exposição que o necessário, propôs o uso de um feixe retangular, apenas levemente mais largo que o filme, e obteve uma redução de 58% por exposição, na área de tecido irradiado. Concluiu que, com o uso do localizador retangular, a área de tecido irradiado podia ser diminuída e a qualidade da imagem radiográfica mantida.

Para quantificar a radiação que um paciente absorve em um exame periapical completo com 14 radiografias periapicias e duas interproximais em comparação a um exame panorâmico e duas interproximais, JERMAN *et al.* (1973) utilizaram 23 dosímetros em variados pontos intra e extra-bucais de oito pacientes. Os resultados, indicaram que a quantidade de radiação foi, aproximadamente, 82% menor no exame panorâmico do que no exame periapical completo.

PHILLIPS (1973), considerou a preocupação do paciente com a radiação como resultado de um exagero e distorção dos fatos relacionados à dose de radiação recebida, em exames para diagnóstico. Quanto aos meios de proteção, referiu-se ao avental plumbífero como necessário somente para mulheres grávidas e crianças. O autor concluiu que, utilizando-se

adequada filtração, própria colimação, filmes rápidos e processamento correto, estava-se fazendo tudo que era razoável para obter-se o mínimo possível de exposição do paciente à radiação.

LILIENTHAL (1974) considerou como causas principais de exposição desnecessária o aparelho de raios X sem padronização e a técnica radiográfica empregada. Entre os meios de proteção citados, enfatizou o uso de colimação retangular e afirmou que o avental de chumbo poderia ser usado como uma precaução extra, sendo desnecessário seu uso em pacientes depois da fase fértil.

ROCHA *et al.* (1977) compararam o emprego do avental de borracha plumbífera e o aparador semicircular de chumbo na proteção ao paciente em radiologia odontológica. E concluíram que o melhor meio para proteção à região gonadal, durante radiografias dentárias, era o avental de borracha plumbífera.

BENGTSSON (1978), fazendo revisão sobre radioproteção, enfatizou os cuidados técnicos na tomada radiográfica como meio de prevenir a indução de câncer pela radiação ionizante.

Comparando o efeito da kVp, filtração e comprimento do localizador na atenuação do feixe de raios X, PRICE (1981) concluiu que o aumento da kVp, filtração e comprimento do localizador reduzia a dose nos

tecidos superficiais recebida pelo paciente, mas aumentava a dose nos tecidos atrás do filme.

Através da comparação de um aparelho de raios X odontológico de 1920 e um de 1980, RICHARDS & COLQUITT (1981) observaram uma tal redução da exposição do paciente naqueles 60 anos que permitia a realização de um exame de boca toda com 0,06% da radiação usada em 1920, indicando a importância do avanço tecnológico dos aparelhos.

NOWAK *et al.* (1981) publicaram o resumo da Conferência sobre a Exposição à Radiação em Odontopediatria, realizada em Cincinnati, que recomendava os seguintes critérios para minimizar a exposição:

- l padronização do equipamento;
- l uso de avental e colar de chumbo;
- l observar critérios para indicação do exame radiográfico em pacientes assintomáticos, pacientes com dentição em desenvolvimento e pacientes com alto risco à cárie. Os participantes da Conferência consideraram, ainda, serem desnecessárias radiografias com finalidade apenas de documentar os resultados.

No estudo de KAUGARS & FATOUROS (1982), comparando radiografias cefalométricas e pósterio-anterior de crânio, usam resolução, fog e sensibilidade à luz de segurança, em comparação ao filme *Ultraspeed*. Encontrou que a exposição podia ser reduzida a 58% da dose necessária pela utilização do filme *Ektaspeed*; a resolução e o contraste eram iguais para ambos e o fog era insignificamente maior no *Ektaspeed*; nos vários tipos de luz de segurança testados não houve aumento na densidade do filme *Ektaspeed*, dentro de um período de três minutos. Pelos resultados, os autores concluíram que o filme *Ektaspeed* tinha boa qualidade e recomendou o seu uso.

Observando o aumento da radiosensibilidade no período embrionário e fetal, devido ao elevado índice de proliferação e diferenciação celular, LIEFDE (1984) afirmou que o exame radiográfico deveria ser solicitado, durante a gravidez, somente quando de real necessidade. Considerou, ainda, a necessidade de proteção com avental plumbífero, apesar do pequeno risco da radiologia odontológica.

A AMERICAN DENTAL ASSOCIATION, através do *Council on Dental Materials, Instruments, and Equipment*, publicou um resumo, em 1984, com o objetivo de promover segurança e eficiência no diagnóstico radiográfico. Deixou em evidência a seleção do filme e do equipamento e a necessidade de educação continuada do profissional.

Estudando a efetividade do protetor de tireóide na redução da exposição do paciente em exames radiográficos odontológicos de rotina, SIRORSKI & TAYLOR (1984), em um estudo com o paciente, observaram que a dose pele medida na tireóide foi 33% a 84% menor em adultos e 63% a 92% menor em crianças, quando era feita proteção da tireóide. Pelos resultados, os autores recomendaram o uso rotineiro do protetor de tireóide para todas as técnicas radiográficas odontológicas.

EDWARDS (1985), fazendo revisão sobre radioproteção em Odontologia, relatou que, se a radiografia pode causar algum desconforto ao paciente, o mesmo deveria ser informado para evitar repetições de radiografias devidas a uma comunicação pobre entre o operador e o paciente. Relatou, ainda, que o uso de placa intensificadora/filme de alta velocidade podia resultar em perda de qualidade radiográfica e não ser de uso prático para todas as radiografias.

Com a intenção de obter imagem somente daquelas partes necessárias para o diagnóstico em ortodontia, HIRSCHMANN *et al.* (1985) idealizaram um colimador triangular, que permitia a exposição apenas de uma região reduzida da face, em telerradiografias. Com a utilização deste colimador, obtiveram redução da exposição em 50%.

Experimentando cinco diferentes combinações filme/placa intensificadora, D'AMBROSIO *et al.* (1986) submeteram o resultado

radiográfico à avaliação de 20 radiologistas. Concluíram, com este estudo, que uma seleção filme/placa intensificadora adequada podia reduzir significativamente a exposição do paciente e preservar a qualidade diagnóstica da imagem.

HUTTON *et al.* (1987) estudaram várias combinações filme/placa intensificadora em cefalometria lateral, para determinar qual a mais apropriada e quantificar a redução da dose ao paciente com a combinação. Concluíram que a placa intensificadora KODAK LANEX Regular e o filme KODAK T-Mat L era a combinação mais adequada para substituir o filme convencional e placa intensificadora de tungstato de cálcio. O estudo mostrou ainda que um feixe de qualidade inferior a 80 kVp para cefalometria lateral gerava uma alta dose para o paciente e não produzia imagens satisfatórias.

Fazendo revisão da literatura, TAYLOR *et al.* (1988) sugeriram que, para manter a qualidade diagnóstica em radiografias para ortodontia, reduzindo a exposição do paciente, era necessário:

- l usar critérios na indicação do tipo e número de radiografias;
- l usar uma alta kVp;
- l colimar o feixe de raios X;

- l proteger o paciente das exposições;
- l usar técnica do paralelismo, de preferência com colimação retangular.

Mason (1988) enfatizou o uso de suportes porta-filmes para que o paciente não usasse as mãos para segurar o filme.

Revisando os vários métodos de limitação da dose de radiação ionizante em radiografias panorâmicas e intrabucais, HORNER & HIRSCHMANN (1990) afirmaram que:

- l em radiografias intrabucais, o uso de filmes mais rápidos (grupo *E*) e colimação retangular oferecia redução da dose de aproximadamente 50% e 60%, respectivamente;
- l em radiografias panorâmicas, a dose de radiação ao paciente podia ser reduzida pela combinação de placas intensificadoras terras raras e filtração com terras- raras.

SMITH (1991), através dos resultados obtidos de um questionário preenchido por 100 cirurgiões-dentistas da Inglaterra, durante um curso de Proteção à Radiação Ionizante, enfatizou a necessidade do cirurgião-dentista se atualizar nessa área, após a graduação.

FONTOURA & SOUTO (1991) avaliaram uma série de materiais utilizados em construção civil, quanto à sua eficiência na proteção à radiação X de aparelhos odontológicos. Constataram que, embora o chumbo e o concreto fossem comumente citados como materiais ideais para proteção radiológica, outros materiais utilizados em construção civil, como tijolo maciço ou furado, acrescidos ou não de reboco e/ou azulejo, bem como o concreto, ofereciam eficiente absorção à radiação X e podiam ser considerados bons protetores da radiação utilizada em Odontologia.

FREITAS (1992) escreveu sobre os efeitos biológicos e meios de proteção às radiações ionizantes. Em sua obra, recomendou o filtro de Al numa espessura de 2,2mm de filtração total em aparelhos até 70 kVp.

### **3. DISCUSSÃO**

Após rever a literatura sobre os métodos de redução da exposição e dose de radiação, é possível observar que esses meios de radioproteção são, pela maioria dos autores, genericamente classificados como proteção do paciente (MANSON-HING, 1971). Com o intuito de facilitar o entendimento do leitor, serão abordados itens específicos, relacionados à proteção do paciente em radiologia odontológica, como segue:

#### **3.1 PROTEÇÃO DO PACIENTE**

##### **3.1.1 Seleção do exame radiográfico**

É importante que toda radiografia a ser realizada tenha um objetivo determinado e qualquer exame seja criteriosamente indicado (FREDERIKSEN, 1987).

A realização de um exame panorâmico mais duas interproximais oferece uma boa visão radiográfica das condições bucais de um paciente. Esse tipo de exame foi indicado por JERMAN *et al.* (1973), quando o compararam com o exame periapical completo mais duas interproximais e observaram uma redução de 82% da radiação absorvida quando usando a panorâmica da face mais duas interproximais.

A preocupação com a radiação do paciente infantil foi bem evidenciada na Conferência sobre a Exposição à Radiação em Odontopediatria, realizada em Cincinnati. Os participantes da Conferência consideraram desnecessárias radiografias com finalidade apenas de documentar os resultados e afirmaram a necessidade de realizar uma avaliação geral e buco-dental do paciente, antes da indicação do exame.

O exagero de exames radiográficos solicitados para o diagnóstico e tratamento em ortodontia foi ressaltado por McNICOL & STIRRUPS (1985) e ainda por TAYLOR *et al.* (1988), que sugeriram a utilização de critérios precisos na indicação do tipo e número de radiografias em ortodontia.

Com relação à paciente grávida, a recomendação de que o exame radiográfico deve ser indicado somente quando de real necessidade foi abordada por LIEFDE (1984).

A escolha da técnica intrabucal deve basear-se na qualidade diagnóstica do resultado radiográfico. Quanto mais eficiente for a técnica, menos repetições serão necessárias e menor será a exposição do paciente. O estudo comparativo de BEAN (1969), quanto à eficiência das técnicas da bisettriz e do paralelismo, mostrou que, na técnica do paralelismo, em exames de boca toda, o número de radiografias não diagnósticas foi reduzido a mais da metade.

Acredita-se que a indicação precisa do exame radiográfico é um dos principais meios de reduzir a exposição do paciente à radiação X e é comumente negligenciada pelo profissional, na tentativa de oferecer um bom tratamento ao paciente ou mesmo pela impensada rotina de trabalho do consultório odontológico. O exame radiográfico deveria, portanto, ser indicado após um cuidadoso exame clínico e conforme a necessidade individual de cada paciente.

### **3.1.2 Seleção do equipamento**

Justificada a realização do exame radiográfico, a escolha e operação do aparelho e seleção dos receptores da imagem são meios pelos quais se obtém êxito no resultado radiográfico, reduzindo a exposição do paciente aos raios X.

### 3.1.2.1 Colimação

O feixe divergente de raios X produzido na ampola do aparelho deve ser colimado para que atinja a superfície de exposição com dimensões adequadas, evitando uma dose desnecessária de radiação ao paciente

Em 1967, MEDWEDEFF & ELCAN propuseram a utilização de suportes porta-filmes, construídos de metal, que proporcionavam uma colimação retangular ao feixe de radiação, através de uma janela aberta em uma das extremidades do suporte.

WINKLER (1968) concluiu que considerável redução da dose era observada com o uso de colimação retangular.

BRISTOW *et al.* (1969) observaram redução da exposição com colimação retangular e afirmaram que, apesar da possibilidade de maior frequência de repetições com o uso deste colimador, não havia um estudo científico que provasse esta hipótese. Até que, em 1991, PARKS & GHEEN provaram que o número e tipo de erros gerados com o uso de colimador retangular não eram significativamente diferentes do número e tipo de erros gerados com a colimação circular.

BAUM & MORGAN (1972) propuseram o uso de um feixe de luz direcional que marcava a posição do raio central na superfície de exposição.

WARMAN & WEIDMAN (1976) destacaram a importância de o cirurgião dentista medir a área focal de seu próprio aparelho, e lembraram a necessidade do localizador posicionar-se o mais próximo possível da face do paciente para manter a área focal com um tamanho desejado, não expondo uma área maior de tecido, devido à divergência dos raios X

Visto que a quantidade de radiação secundária é proporcional à área exposta, se a radiação for diminuída, o fog do filme será também reduzido e a qualidade da imagem radiográfica aumentada. Portanto, a diminuição da área focal resultará, não só em uma diminuição da exposição do paciente, como, também, em uma melhor imagem radiográfica.

### **3.1.2.2 Filtração**

Um feixe de raios X é composto de um espectro de fótons de várias energias. Somente aqueles com energia suficiente para penetrar as estruturas anatômicas são úteis para a formação de imagens no filme radiográfico. Aqueles fótons que têm baixo poder de penetração (longo comprimento de onda) contribuem apenas para a exposição do paciente. A intenção da filtração convencional é remover seletivamente do feixe de raios X, fótons de baixa energia, contribuindo para a diminuição da exposição do paciente sem perda de qualidade.

MANSON-HING (1971) foi o primeiro autor, encontrado na literatura, a especificar a espessura da filtração adicional para variadas quilovoltagens, recomendando 0,5mm de Al. para aparelhos com kVp abaixo de 50, 1,5mm de Al. para aparelhos operando entre 50 e 70 kVp e 2,5mm de Al. quando mais de 70 kVp eram usados. O Código de Regras Federais dos Estados Unidos estabeleceu espessuras ainda mais específicas, como segue:

┌ para 30 a 70 kVp. 1,5mm Al.;

┌ para 71 kVp, 2,1mm Al.;

┌ para 80 kVp, 2,3mm Al.;

┌ para 90 kVp. 2,5mm Al.;

┌ para 100 kVp. 2,7mm Al.;

┌ para 110 kVp. 3,0mm Al.

Estes valores foram reconsiderados pela NCRP Report N<sup>o</sup> 35<sup>37</sup>:

┌ kVp menor que 50, usar 0,5mm Al.;

┌ kVp entre 50-70, usar 1,5mm Al.;

┌ kVp maior que 70, usar 2,5mm Al.

FREITAS (1992) recomenda a utilização de 2,2mm de Al. para filtração de aparelhos até 70 kVp.

### 3.1.2.3 Localizador

Uma das principais fontes de radiação secundária, emitida durante uma técnica radiográfica, era o uso de localizador fechado, cujas paredes de plástico se interpunham entre o filme e a fonte de raios X. Esta conclusão foi apresentada por RICHARDS, em 1960a. Segundo CALVERT & CARMICHAEL (1967), o localizador longo, revestido de chumbo, era o que gerava mais proteção ao paciente.

O localizador retangular, com a intenção de reduzir a área de superfície irradiada, foi primeiramente descrito por GOEPP *et al.* (1963) e reafirmado por outros como UPDEGRAVE (1972) e TAYLOR *et al.* (1988).

FREDERIKSEN (1987), comparando as distâncias de 20cm e 40cm, mostrou uma diminuição de 31% a 36% na exposição à superfície quando a maior distância foi usada e 32% de redução no volume de tecido irradiado

Isto se deve à divergência do feixe de raios X, que se torna menor quanto maior for a distância, e oferece, conseqüentemente, maior resolução do resultado radiográfico.

A vantagem do uso de uma maior distância ponto focal/filme muitas vezes não é aproveitada pela dificuldade que muitos operadores têm em manusear o localizador longo, na realização da técnica radiográfica e, principalmente, quando se usa a técnica periapical da bissetriz. Para eliminar este problema, RICHARDS (1960b) sugeriu a obtenção de uma maior distância focao-filme pelo posicionamento mais retruído da ampola dentro do cabeçote do aparelho, mantendo o localizador curto. Este sistema permite a facilidade de manipulação do equipamento enquanto mantém uma maior distância foco/filme.

#### **3.1.2.4 Receptores da Imagem (filmes e placas Intensificadoras)**

Um dos mais significantes avanços em radioproteção foi obtido pela evolução do filme radiográfico. No início da radiologia não havia filmes radiográficos, sendo usados filmes fotográficos para esse fim (SMITH, 1987). Em 1920, era introduzido no Brasil o filme *Regular* para radiografias dentárias. Este filme possuía emulsão simples e produzia excelentes imagens, mas sua velocidade era tão lenta que uma radiografia da região de molar superior de um adulto requeria nove segundos de exposição. Em 1939, foi introduzido o *Radia-Tized*, que necessitava 50% da exposição do primeiro. Dois anos depois, entrou no mercado o filme *Ultra-speed*, que permitiu mais 50% de redução no tempo de exposição. Em 1955

foi novamente aumentada a velocidade do *Ultra-Speed* e do *Radia-Tized*. O novo *Ultra-Speed* permitia 84% de redução no tempo de exposição. Em 1959, um outro filme foi lançado o *Hyper-Fast*, de velocidade *E*; porém, não foi aceito por não produzir imagem de qualidade, conforme RICHARDS (1959, 1977).

Embora filmes mais rápidos sejam desejáveis, a diminuição da qualidade da imagem, associada ao aumento da velocidade do filme, foi considerada por BUDOWSKI *et al.* (1955) que recomendavam filmes lentos no estudo de lesões de difícil diagnóstico e por ZAVON (1960) que indicava o uso de filmes de velocidade intermediária.

Em 1981, um novo marco foi estabelecido no desenvolvimento dos filmes radiográficos com a apresentação, por SILHA do filme *Ektaspeed* do grupo *E*. Clinicamente, o filme do grupo *E* é duas vezes mais rápido que o filme do grupo *D* (*Ultraspeed*) e, aproximadamente, cinquenta vezes mais rápido que o filme *Regular*. Isto significa que, dos nove segundos requeridos para expor este filme, em 1920, houve uma redução para 0,2 segundos com o uso do filme *E*., como relatam RICHARDS & COLQUITT (1981).

Vários estudos foram feitos para comparar sua qualidade de imagem e propriedades em relação ao filme *D* por THUNTHY & WEINBERG (1982), FRYKHOLM (1983), GRONDAHL *et al.* (1983),

HORTON *et al.* (1984) e McDONALD *et al.* (1987). Estes autores mostraram que o filme *Ektaspeed* tinha a mesma densidade útil, latitude maior e um contraste levemente menor, sendo que a qualidade da imagem era igual à do filme *Ultraspeed*. Estes estudos sugerem que o filme *Ektaspeed* pode ser usado na rotina do exame radiográfico intrabucal, necessitando menor radiação para formar imagem, sem sacrificar a informação diagnóstica.

Placas intensificadoras, usadas em radiografias extrabucais, são constituídas de cristais fluorescentes de platinocianeto de bário ou tungstato de cálcio, emitindo luz azul quando interagem com os raios X, proporcionando, conseqüentemente, diminuição do tempo de exposição. Quanto maior o cristal fluorescente, menor a quantidade de raios X necessária para produzir imagem radiográfica e menor o detalhe da imagem. Nos últimos anos, placas intensificadoras constituídas de elementos terras raras têm sido utilizadas. Estes fósforos emitem luz verde na interação com os raios X e, quando combinados com filmes sensíveis à esta luz, são oito vezes mais rápidos que a placa intensificadora convencional, sem perda significativa da qualidade da imagem (RICHARDS *et al.*, 1970)

### 3.1.3 Proteção às Gônadas

Em 1960, GRAHAM indicou, para proteção às gônadas, um pequeno protetor somente sobre a região pélvica do paciente. BLATZ (1965) referiu-se ao avental de chumbo como necessário somente para pacientes homens jovens. Em mulheres, ainda que grávidas, a opinião do autor era de que não havia necessidade do avental, já que as mesmas possuíam suficiente proteção anatômica pela localização mais interna de seus órgãos reprodutores, havendo pouca preocupação com a exposição gonadal ou feto. SCHMIDT *et al.* (1968) recomendaram o uso do avental de chumbo para crianças e adultos na idade reprodutiva.

Havia, naquela época, uma preocupação com a imagem de periculosidade que o paciente fazia da radiologia odontológica quando o avental era usado. Pensando nesta questão, ESELMAN (1968) pesquisou a reação dos pacientes ao uso do avental e encontrou que 95% deles não se sentiam incomodados com uso desta proteção. Isto foi reafirmado por PHILLIPS (1973), que considerou a preocupação do paciente com a radiação como o resultado de um exagero e distorção dos fatos relacionados à dose de radiação recebida em exames para diagnóstico. Esse mesmo autor recomendou o uso do avental somente em crianças e mulheres

grávidas. ROCHA *et al.* (1977), após compararem com o aparador semicircular de chumbo, afirmaram que o avental era o melhor protetor às gônadas, durante radiografias dentárias. SILHA (1981), SMITH (1982) e LIEFDE (1984) recomendaram o uso rotineiro do avental de chumbo durante radiografias odontológicas.

Embora os cálculos demonstrem o quanto a dose gonadal é pequena, acredita-se que todo esforço deve ser feito para evitar ao máximo a exposição desnecessária ao paciente e, pensando assim, um avental equivalente a 0,5mm de chumbo deveria ser utilizado sempre que o paciente fosse exposto à radiação X em exames radiográficos para diagnóstico (FREITAS,1992).

A dose máxima permissível para o embrião ou feto, por exposição da mulher grávida, é bem maior que a dose recebida em radiografias odontológicas (SMITH, 1982). Ainda assim, a paciente grávida deve estar consciente da necessidade do exame radiográfico e da magnitude da exposição e a decisão para realizar a radiografia deve ser individual (LIEFDE, 1984).

### **3.1.4 Proteção à Glândula Tireóide**

WHITCHER *et al.* (1979) observaram uma redução acentuada da dose de radiação á glândula com o uso de colar de chumbo. Esta foi a conclusão também de VAROLI (1980).

### **3.1.5 Operação do aparelho de Raios X.**

A operação do equipamento de raios X relaciona a seleção dos fatores técnicos, quilovoltagem e miliamperagem/segundos, incluindo a calibração do aparelho.

#### **3.1.5.1 Quilovoltagem e miliamperagem/segundos**

Quilovoltagem é o fator de exposição que controla a energia do feixe de raios X. Quando a quilovoltagem diminui, a energia efetiva do feixe de radiação é diminuída e o contraste da imagem radiográfica aumentado. Inversamente, quando a quilovoltagem aumenta, a energia efetiva do feixe de raios X é aumentada e o contraste da imagem diminuído (FREITAS, 1988).

Aparelhos operando com quilovoltagem abaixo de 65 não fornecem um feixe de energia suficiente para produzir radiação X de qualidade e, o uso de alta quilovoltagem (90 kVp), promove redução da exposição à superfície irradiada. Nos trabalhos de RICHARDS & WEBER (1958), FRANKLIN (1962), RICHARDS (1962), KORT (1965), SCHMIDT *et al.* (1968), ICE *et al.* (1971), GOSS (1985), HUTTON *et al.* (1987) e TAYLOR *et al.* (1988) encontra-se que o uso de 90 kVp gerava uma diminuição do tempo de exposição e redução da exposição à pele do paciente. HORTON *et al.* (1984) mostraram que o filme *Ektaspeed* apresentava imagem de melhor qualidade com o uso de 90 kVp do que com 70 kVp. No entanto, há discordância no uso de alta quilovoltagem, como relatado por VILLANYI (1963) na afirmação de que o uso de 90 kVp para realizar radiografias dentárias não era necessário, pois produzia mais radiação dispersa. Também não concordam com o uso de alta kVp PHILIPS (1973) e PRICE (1981), com seus trabalhos mostrando que o aumento da quilovoltagem reduzia a dose recebida pelo paciente nos tecidos superficiais, mas aumentava a dose nos tecidos atrás do filme.

A combinação de miliamperagem e tempo de exposição (miliamperagem/segundos ou mAs) controla a quantidade de raios X produzidos e determina a densidade da imagem radiográfica. Uma

radiografia com qualidade de imagem não deve apresentar uma tonalidade muito densa, nem apresentar pouca densidade.

Na maioria dos aparelhos de raios X odontológicos, a miliamperagem é fixa e o fator a ser modificado é somente o tempo de exposição. Em aparelhos onde é possível modificar este fator, o aumento da miliamperagem leva a uma redução do tempo de exposição, como cita KORT (1965). A mAs varia conforme a sensibilidade do receptor da imagem radiográfica e fatores relacionados à região radiografada, como, espessura, densidade, número atômico, idade do paciente e objetivo diagnóstico.

### **3.1.5.2 Calibração do aparelho**

De acordo com FREITAS (1992), a calibração do equipamento avalia rendimento, energia efetiva, filtração, colimação e grau de radiação de vazamento do aparelho.

### **3.1.6 Processamento do Filme**

BARNES (1960), WAINWRIGHT (1961), BLATZ (1965), WETHERILL (1970), WUEHRMANN (1970) e HOWARD & CHIEF (1981) ressaltaram a importância de seguir as instruções do fabricante e

utilizar o método tempo/temperatura para atingir o objetivo de obter qualidade de imagem radiográfica e evitar repetições que exponham ainda mais o paciente.

### **3.1.7 Interpretação da imagem**

WUEHRMANN, em 1970, detalhou as condições necessárias para uma interpretação radiográfica adequada. Entre elas, destacou a importância de um ambiente com pouca iluminação, a utilização de negatoscópios com intensidade de luz variável, para possibilitar a observação de imagens com densidade excessiva ou insuficiente e a eliminação de toda luz além daquela que atravessa a radiografia. As radiografias deveriam, ainda, ser estudadas com o auxílio constante de uma lente de ampliação. Um outro dado enfatizado pelo autor era a necessidade de observação sistemática da imagem radiográfica detalhando cada parte da radiografia na busca de dados importantes. Para uma interpretação proveitosa, FREITAS (1988) afirmou a importância do conhecimento dos dados subjetivos relativos ao paciente para uma correta associação com a imagem radiográfica, na elaboração de um diagnóstico.

## 4. CONCLUSÕES

Após estudo e discussão da literatura sobre os recursos comumente utilizados para a radioproteção em Odontologia, vale ressaltar que:

└ a indicação do exame radiográfico deve ser baseada no exame e história clínica do paciente e objetivando um determinado diagnóstico;

└ há necessidade de padronização dos aparelhos pelos fabricantes e calibração dos mesmos, periodicamente por profissional qualificado. Filtros constituídos de elementos terras raras são os mais indicados;

└ uso de colimação retangular nas técnicas intrabucais, apesar de pouco difundido, é o mais coerente com os padrões de proteção à radiação, em Odontologia;

└ o filme intrabucal mais indicado continua sendo o *Ektaspeed* do grupo *E*, por sua maior velocidade. Para técnicas extra-bucais, a

combinação que oferece maior proteção é a placa intensificadora Kodak LANLX RE e o filme Kodak T-Mat L;

↳ o avental plumbífero deve ser usado rotineiramente e acrescido de *colarinho*, para proteção à tireóide;

↳ a melhor forma de interpretação deve ser considerada para obter o máximo de informação da imagem visualizada;

↳ é obrigação do profissional atualizar seus conhecimentos em radiologia e conscientizar-se da necessidade de proteção.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN DENTAL ASSOCIATION. Council on Dental Materials and Devices. Radiation hygiene and practice in dentistry. Reports of Councils and Bureaus. **J Am dent Assoc**, Chicago, v.74, n.5, p.1032-1033, Apr. 1967.

AMERICAN DENTAL ASSOCIATION. Council on Dental Materials, Instruments and Equipment. Recommendations in radiographic practices, 1984. **J Am Dent Assoc**, Chicago, v.109, n.5, p.764-765, Nov. 1984.

BARNES, G.R. An assessment of practical measures to reduce radiation in general practice. **Br Dent J**, London, v.109, n.7, p.320-322, Oct. 1960.

BARR, J.H. Radiation protection in dentistry for patients, operators, and office personnel. **J Am Dent Assoc**, Chicago, v.60, n.5, p.615-625, May 1960.

BAUM, A.T.; MORGAN, E. Reduction of x-ray dose by variable rectangular collimation and reflex optical direction of dental x-ray beams and by the supine position of the patient. **J Am Dent Assoc**, Chicago, v.85, n.5, p.1091-1098, Nov. 1972.

- BEAN, L.R. Comparison of bisecting angle and paralleling methods of intraoral radiology. **J Dent Educ**, Washington, v.33, n.4, p.441-445, Dec. 1969.
- BENGTSSON, G. Maxillo-facial aspects of radiation protection, focused on recent research regarding critical organs. **Dentomaxillofac Radiol**, Erlanger, v.7, n.1, p.5-14, 1978.
- BLATZ, H. Effective control of x-ray exposure in dentistry. **N Y Dent J**, New Yor, v.31, n.6, p.250-255, June/July 1965.
- BONNEL, A.E. Reduce your unnecessary X-ray radiation more than 90%. **J Okla State Dent Assoc**, Oklahoma, v.49, p.11-12, Jan. 1960.
- BRISTOW, R.G.; WOOD, R.E.; CLARK, G.M. Thyroid dose distribution in dental radiography. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, Saint Louis, v.68, n.4, p.482-487, Oct. 1989.
- BUDOWSKI, J. *et al.* Comparative clinical evaluation of radiographs exposed with films of different emulsion speed. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, Saint Louis, v.8, n.10, p.1088-1092, Oct. 1955.
- CALVERT, K.; CARMICHAEL, C. Open-end lead-lined dental x-ray cones. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, Saint Louis, v.23, n.3, p.328-334, Mar. 1967.
- D'AMBROSIO, J.A. *et al.* Diagnostic quality versus patient exposure with five panoramic screen-film combinations. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, Saint Louis, v.61, n.4, p.409-411, Apr.1986

EDWARDS, C. Radiation protection for dental professionals. **Dent Assist**, New York, v.54, n.6, p.13-36, Nov./Dec. 1985.

ESELMAN, J.C. Opinions of patients concerning the danger of an oral roentgenographic examination and reaction of patients to the use of a lead rubber apron. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, Saint Louis, v.22, n.2, p.168-173, Aug. 1968.

FONTOURA, H.E.S.; SOUTO, S.L.L. Avaliação das barreiras à radiação X. **RGO**, Porto Alegre, v.39, n.4, p.273-275, jul./ago. 1991.

FRANKLIN, J.B. The effect of aluminium filter disks in roentgenographic cephalometry. **Angle Orthod**, Appleton, v.32, n.4, p.252-269, Oct. 1962.

FREDERIKSEN, N.L. Health physics. In: GOAZ, P.W.; WHITE, S.C. **Oral radiology: principles and interpretation**. 2.ed. Saint Louis: Mosby, 1987. p.72-96.

FREITAS, L. **Radiologia bucal: técnicas e interpretação**. São Paulo: Pancast, 1992. p.41-50.

FREITAS, L. Radiações ionizantes: higiene e proteção. In: FREITAS, A.; ROSA, J.E.; SOUZA, L.F. **Radiologia odontológica**. 2.ed. São Paulo: Artes Médicas, 1988. p.87-99

FRYKHOLM, A. Kodak Ektaspeed - a new dental x-ray film. **Dento-maxillofac Radiol**, Erlanger, v.12, p.47-49, 1983.

GOEPP, R.A. *et al.* The reduction of unnecessary x-ray exposure during intraoral examinations. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, Saint Louis, v.16, n.1, p.39-45, Jan. 1963.

- GOSS, K. The dental exposure normalization technique (dent) program in Alberta. **J Can Dent Ass**, Ottawa, v.51, n.5, p.361-364, May 1985.
- GRAHAM, J.A. Recommendations toward a safer use of dental X-ray. **J Tenn Dent Assoc**, Nashville, v.40, n.1, p.11-14. Jan. 1960.
- GRONDAHL, K.; GRONDAHL, H.G.; OLVING, A. A comparison of Kodak Ektaspeed and Ultraspeed films for the detection of periodontal bone lesions. **Dentomaxillofac Radiol**, Erlanger, v.12, p.43-46, 1983.
- HIRSCHMANN, P.N.; LOVELOCK, D.J.; GRAVELY, J.F. The Reduction, of the dose to patients during lateral cephalometric radiography. **Br J Orthod**, Oxford, v.12, n.4, p.176-178, Oct. 1985.
- HORNER, K.; HIRSCHMANN. Dose reduction in dental radiography. **J Dent**, Oxford, v.18, n.4, p.171-184, Aug. 1990.
- HORTON, P.S. *et al.* A clinical comparison of speed group D and E dental x-ray films. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, Saint Louis, v.58, n.1, p.104-108, July 1984.
- HOWARD, M.L.; CHIEF, H.S.S. Dental exposure normalization technique (dent) summary. **J Indiana Dent Assoc**, Indianapolis, v.60, n.5, p.26-28, Sept./Oct. 1981.
- HUTTON, J.B.; BRENHAN, A.G.; BIRD, P.D. Dose reduction in lateral cephalometry using rare-earth screens. **Br Dent J**, London, v.163, n.12, p.378-382. Dec. 1987.

ICE, R.D.; UPDEGRAVE, W.J.; BOGUCKI, E.I. Influence of dental radiographic cones on radiation exposure. **J Am Dent Assoc**, Chicago, v.83, n.6, p.1297-1302, Dec. 1971.

JERMAN, A.C.; KINSLEY, E.L.; MORAIS, C.R. Absorbed radiation from panoramic plus bitewing exposures vs full-month periapical plus bitewing exposures. **J Am Dent Assoc**, Chicago, v.86, n.2, p.420-423, Feb. 1973.

KAUGARS, G.E.; FATOUROS, P. Clinical comparison of conventional and rare earth screen-film systems for cephalometric radiographs. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, Saint Louis, v.53, n.3, p.322-325, Mar. 1982.

KORT, W.B. X-ray protection in the dental office. **Dent Surv**, Minneapolis, v.41, n.12, p.43-47, Dec. 1965.

LIEFDE, B. The dental care of pregnant women. **N Z Dent J**, Dunedin, v.80, n.360, p.41-43, Apr. 1984.

LILIENTHAL, B. Minimizing radiation exposure in dental radiology. 1. Hazards and precautions. **Aust Dent J**, Saint Leonards, v.19, n.5, p.308-312, Oct. 1974.

MANSON-HING, L.R. Basic X-ray protection in dental radiology. **J Ala Dent Assoc**, Birmingham, v.55, n.3, p.15-21, July 1971

MASON, R.A. **A Guide to dental radiography**. 3.ed. London: Wright, 1988. p.1-13.

McDONALD, J.C.F.; REID, J.A.; LUKE, M. The spectral sensitivity of dental x-ray films. **Dentomaxillofac Radiol**, Erlanger, v.16, p.29-32, 1987.

McNICOL, A.; STIRRUPS, D.R. Radiation dose during the dental radiographic techniques most frequently used during orthodontic treatment. **Eur J Orthod**, London, v.7, n.3, p.163-171, Aug. 1985.

MEDWEDEFF. F.M.; ELCAN, P.D. A precision technic to minimize radiation. **Dent Surv**, Minneapolis, v.43, n.10, p.45-53, Oct. 1967.

NOWAK, A.J. *et al.* Summary of the Conference on radiation exposure in pediatric dentistry. **J Am Dent Assoc**, Chicago, v.103, n.3, p.426-468, Sept. 1981.

PARKS, E.T.; GREEN, B. Errors generated with the use of rectangular collimation. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, Saint Louis, v.71, n.4, p.509-513, Apr. 1991.

PHILLIPS, J.D. Dental X-Rays: a justifiable public concern? **J Ky Dent Assoc**, Fukuokaken, v.25, n.1, p.11-17, Jan. 1973.

PRICE, C. The effects of kilovoltage, filtration and cone length on the attenuation of a dental X-ray beam by water. **Dentomaxillofac Radiol**, Erlanger, v.10, n.2, p.59-63, 1981.

RAPER H. A. Patient protection against unnecessary radiation. **Dent Surv**, Minneapolis, v.36, n.10, p.4463-4465, Nov. 1960.

RICHARDS, A.G. Dental x-ray equipment of the future. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, Saint Louis, v.13, n.2, p.194-198, Feb. 1960a.

RICHARDS, A.G. New method for raduction of gonadal irradiation of dental patients. **J Am Dent Assoc**, Chicago, v.65, n.1, p.1-11, July 1962.

RICHARDS, A.G. Practical methods for reducing X-ray radiation in the dental office. **J Tenn Dent Assoc**, Nashville, v.41, n.4, p.297-302, Oct. 1961.

RICHARDS, A.G. Radiation protection via pinhole camera. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, Saint Louis, v.13, n.8, p.953-963, Aug. 1960b.

RICHARDS, A.G. Trends in dental radiography. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, Saint Louis, v.44, n.5, p.807-810, Nov. 1977.

RICHARDS, A.G. Trends in radiation protection. **J Mich Dent Assoc**, Lansing, v.51, n.1, p.18-21, Jan. 1959.

RICHARDS, A.G.; COLQUITT, W.N. Reduction in dental X-ray exposures during the past 60 years. **J Am Dent Assoc**, Chicago, v.103, n.5, p.713-718, Nov. 1981.

RICHARDS, A.G.; WEBER, R.L. Dental x-ray exposure of sites within the gead na neck. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, Saint Louis, v.18, n.6, p.752-756, Dec. 1958.

RICHARDS, A.G. *et al.* Samarium filters for dental radiography. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, Saint Louis, v.29, n.5, p.704-715, May 1970.

RICHARDS, A.G. *et al.* X-ray protection in the dental office. **J Am Dent Assoc**, Chicago, v.56, n.2, p.514-521, Apr. 1958.

ROCHA, R.S.; FREITAS, A.; RUMEL, A. Estudo comparativo entre o emprego do avental do borracha plumbífera e o aparador semicircular de chumbo, em radiologia odontológica. **Rev Assoc Cir Dent**, Campinas, v.31, n.6, p.420-429, nov./dez. 1977.

SCHMIDT, A.R.; McCOLLOU, T.J.; JORDAN, W.A. Report of subcommittee on radiation protection in dental teaching and practice. **Northwest Dent**, Minnesota, v.47, n.5, p.278-280, Sept./Oct. 1968.

SILHA, R.E. Methods for reducing patient exposure combined with KODAK EKTASPEED dental X-ray film. **Dent Radiogr Photogr**, Rochester, v.54, n.4, p.80-87, 1981.

SIRORSKI, P.A.; TAYLOR, K.W. The effectiveness of thyroid shield in dental radiology. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, Saint Louis, v.58, n.2, p.225-236, Aug. 1984.

SMITH, N.J.D. Continuing education in radiation protection: assesment of a one-day course. **Br Dent J**, London, v.170, n.5, p.186-192, Mar. 1991.

SMITH, N.J.D. Dental radiography during pregnancy. **Br Dent J**, London, v.152, n.10, p.346, May 1982.

SMITH, N.J.D. Risk assessment: the filosophy underlying radiation protection. **Int Dent J**, London, v.37, n.1, p.43-51, Mar. 1987.

SWEET, A.P.S. William Herbert Roillins, D. D. S., M. D. Dentitry's gorgotten man. **Dent Radiogr Photogr**, Rochester, v.33, n.1, p.2-19, 1960.

TAYLOR, T.S.; ACKERMAN, R.J.; HARDMAN, P.K. Exposure reduction and image quality in orthodontic radiology: A review of the literature. **Am J Orthod Dentofac Orthop**, Saint Louis, v.93, n.1, p.68-77, Jan. 1988.

THUNTHY, K.H.; WEINBERG, R. Sensitometric comparison of dental films of Groups D and E. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, Saint Louis, v.54, n.2, p.250-252, Aug. 1982.

UPDEGRAVE, W.J. Simplified and standardized intraoral radiography with reduced tissue irradiation. **J Am Dent Assoc**, Chicago, v.85, n.4, p.861-869, Oct. 1972.

VAROLI, O.J. **Contribuição para o estudo da proteção efetiva da glândula tireóide, contra as radiações ionizantes, em pacientes radiografados através da técnica periapical da bisettriz.** São Paulo, 1980. 455p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo.

VILLANYI, A. Dental X-ray filters: their use and misuse. **J S Calif Dent Assoc**, Los Angelis, v.31, n.7, p.218-222, July 1963.

WARMAN, E.; WEIDMAN, B. Collimation for radiation safety. **J N J Dent Assoc**, Camden, v.47, n.4, p.38-40, Summer 1976.

WETHERILL, J.M. Alberta's x-ray protection program: Results of a surbey of one hundred dental x-ray units. **J Can Dent Assoc**, Ottawa, v.36, n.10, p.370-372, Oct. 1970.

J. 1602

WHITCHER, B.L.; GRATT, B.M.; SICKLES, E.A. Leaded shields for thuroid dose reduction in intraoral dental radiograpy. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, Saint Louis, v.48, n.6, p.567-570, Dec. 1979.

WINKLER, K.G. Influence of rectangular collimation na intraoral shielding on radiation dose in dental radiography. **J Am Dent Assoc**, Chicago, v.77, p.95-101, July 1968.

WUHERMANN, A.H. Radioation hygiene na its pratice in dentistry as related to film viewing procedures and radiographic interpretation. **J Am Dent Assoc**, Chicago, v.80, n.2, p.346-356, Feb. 1970.

ZAVON, M.R. X-rays, the dentist, and the patient. **Ohio Dent J**, Columbus, v.34, n.1, p.8-13, Mar. 1960.