

LEONIDAS DE FREITAS



1150015908



T/UNICAMP F884d

DETERMINAÇÃO, POR TERMOLUMINESCÊNCIA, DE DOSES  
DE RADIAÇÃO INCIDENTES EM ÓRGÃOS CRÍTICOS, EM  
PACIENTES EDÊNTULOS E CRIANÇAS COM DENTIÇÃO MISTA.

(Estudo comparativo entre as técnicas radiográficas oclusal e periapical)

Tese apresentada à Faculdade de Odon-  
tologia de Piracicaba, da Universidade  
Estadual de Campinas, para obtenção  
do grau de Doutor em Ciências  
(Semiologia Clínica e Radiológica)

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

**BIBLIOTECA**

T268

A minha mãe e ao meu "velho" pai, que arduamente militou na odontologia,

A Cleide, minha esposa, pelo seu despreendimento e apoio,

Ao Laertes e ao Ulisses, meus queridos filhos, pela colaboração,

- ofereço este trabalho.

Ao professor Dr. Nivaldo Gonçalves, pela solicitude e empenho dispensados, aliados a uma decisiva e provecta orientação, possibilitando a efetivação de nossos desígnios, minha eterna gratidão.

Aos professores Dr. José Merzel, de quem temos a feliz circunstância de ser colega de turma, e Dr. Antonio Carlos Neder, pela oportunidade oferecida e apoio dispensado, meu sincero reconhecimento.

Ao professor Shigueo Watanabe, pela valiosa cessão das dependências e aparato da Dosimetria Termoluminescente do Instituto de Energia Atômica de São Paulo, acrescida da eficiente orientação e colaboração de seus auxiliares, indispensáveis para a realização de nossa pesquisa, meus agradecimentos.

Ao meu irmão Aguinaldo, professor militante no ensino da radiologia, os profundos agradecimentos pela minha iniciação na vida universitária e pelo seu constante estímulo.

Ao colega Frab Norberto Bóscolo, amigo e colaborador, meu cordial afeto.

Agradecemos ainda,

à Professora Dra. Sonia Vieira, pela orientação precisa na avaliação estatística de nosso trabalho,

ao Sr. Nelson Nascimento, da Assistência Social da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, pela seleção de pacientes no momento certo,

aos colegas Benito Argarate e Duval Barbosa, por suas gentilezas,

à Sub-Secretaria do I.N.P.S. em São Paulo, representada diretamente pelo Dr. Joel de Barros Moraes, pela atenciosa franquia,

aos colegas da Cadeira de Radiologia da Faculdade de Odontologia de Mogi das Cruzes, pelo apoio e estímulo,

aos funcionários da disciplina de Semiologia Clínica e Radiológica da Faculdade de Odontologia de Piracicaba,

e a todos aqueles, que de uma ou outra forma, nos incentivaram e colaboraram.

## ÍNDICE

CAPÍTULO	I	-	INTRODUÇÃO.....	1
CAPÍTULO	II	-	REVISTA DA LITERATURA.....	5
CAPÍTULO	III	-	PROPOSIÇÃO.....	19
CAPÍTULO	IV	-	MATERIAL E MÉTODOS.....	21
CAPÍTULO	V	-	RESULTADOS.....	36
CAPÍTULO	VI	-	DISCUSSÃO.....	44
CAPÍTULO	VII	-	CONCLUSÕES.....	63
CAPÍTULO	VIII	-	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	66
APÊNDICE.....				73

## CAPÍTULO I

### INTRODUÇÃO

A possibilidade do uso em excesso da radiação X de provocar efeitos deletérios, nos organismos vivos, verificou-se quase que imediatamente após ter sido anunciada a sua descoberta por Roentgen em dezembro de 1895. STONE<sup>39</sup> (1952), cita que quase em seguida Emil H. Grubbé, fabricante de tubos à vácuo, dirigiu-se a um clínico do Hahnemann Medical College de Chicago, apresentando uma dermatite localizada na mão, a qual, foi pelo mesmo considerada como sendo causada pela excessiva exposição aos raios X. Esse fato aconteceu nos últimos dias de janeiro de 1896.

A partir de então, pesquisas foram realizadas tendo como assertiva final que os raios X podem acarretar, com o seu uso, danos de natureza somática e genética. Em face desta realidade, tem sido motivo de preocupação saber-se a que níveis de energia estão expostos os pacientes, e quais as quantidades recebidas por determinados órgãos, durante as tomadas radiográficas usadas em radiodiagnóstico odontológico.

Muito já foi conseguido, com a finalidade de minimizar as doses de exposição nos pacientes, com o aperfeiçoamento dos aparelhos de raios X, com níveis de filtração e colimação aprimorados, e ainda, utilizando técnicas com maiores distâncias área focal-paciente. Todavia em termos de

proteção ao paciente, o que mais propiciou vantagens foi o uso das películas ultra-rápidas.

Entidades de cunho internacional procuraram ditar normas e preceitos, visando sempre salvaguardar o padrão genético da espécie humana. Para o completo estabelecimento de todas estas determinações, tornou-se necessária a avaliação quantitativa da energia incidente em regiões eleitas, nas tomadas radiográficas, procurando diminuí-la tanto quanto possível, sem contudo afetar a finalidade precípua da Radiologia, que é propiciar informações substanciais para o diagnóstico.

Vários métodos foram idealizados para a mensuração das radiações, nas diversas atividades humanas, proporcionando com isso maior precisão da dosimetria, dentro de cada especialidade.

Dentre os sistemas dosimétricos usados nas avaliações de doses em radiodiagnóstico, tivemos de início o uso de filmes radiográficos especiais, denominados filmes dosimétricos. O princípio da condução de eletricidade pelos gases foi e continua sendo utilizado, com as "câmaras de ionização". As emulsões fotográficas e as câmaras de ionização acopladas à eletrômetros foram, nos primórdios, os instrumentos medidores de radiações.

Consideráveis progressos foram obtidos com novos sistemas dosimétricos, os quais seriam, segundo STANTON<sup>38</sup> (1969), químicos, elétricos, calorimétricos e dosimetria de "estado sólido".

A dosimetria de "estado sólido" tem por base os fenômenos de luminescência, havendo ainda, em desenvolvimento a chamada emissão exoeletrônica e ressonância paramagnética, com possibilidade de emprego em men

mensurações.

Entre os fenômenos de luminescência, citamos a fotoluminescência, na qual ocorre a formação de centros fluorescentes em determinados compostos químicos, pela ação das radiações. Esses compostos quando estimulados pela luz ultra-violeta apresentam uma emissão luminosa, a qual é proporcional à energia incidente. Segundo REGULA<sup>24</sup> (1974), sua aplicação à pesquisa dosimétrica odontológica é restrita, devido ao tamanho dos dosímetros e nível de detecção acima de 50 mR.

A radiotermoluminescência é, dentre os fenômenos de "estado sólido", o que apresenta melhores condições para o seu emprego imediato na mensuração de doses em radiodiagnóstico, tanto em áreas como em monitoração pessoal.

No campo da Odontologia, muitos trabalhos foram realizados procurando avaliar doses de radiação nas exposições radiográficas. Estas pesquisas primitivas não subestimando seu alto valor apresentavam resultados questionáveis, devido às condições tecnológicas de então, não sendo detectados níveis de baixa energia pelas emulsões fotográficas e câmaras de ionização, em uso naquela época. Estes dosímetros apresentam variações com o tipo de energia incidente, sofrem alterações com condições atmosféricas adversas, são suscetíveis a diferentes incidências angulares, de irradiação e ainda apresentam problemas relacionados com tamanho e manuseio do sistema.

As mensurações e análises das doses de irradiação e seus efeitos, podem ser realizadas em animais de laboratório, com extrapolação para a raça humana. Muitas pesquisas são realizadas em manequins - "phan-

tom" - nos quais se procuram reproduzir as condições tissulares. Também cadáveres tem sido utilizados para a avaliação das doses em órgãos internos consequentes de incidências radiográficas.

A termoluminescência possibilita a colocação no paciente , considerável número de diminutos dosímetros, em uma só exposição radiográfica, podendo por este motivo ser utilizada na detecção de doses de baixos níveis, em regiões críticas de pacientes humanos.

Em nosso trabalho, usamos este tipo de dosimetria com a finalidade de avaliar doses em determinadas técnicas radiográficas, usualmente empregadas em clínicas odontológicas.

## CAPÍTULO II

### REVISTA DA LITERATURA

Realizamos um levantamento bibliográfico, procurando abordar os trabalhos relacionados com medidas e avaliações de doses de radiação, decorrentes do emprêgo de técnicas radiográficas na área da odontologia e visando determinadas regiões do corpo humano.

As primeiras tentativas de estabelecer-se uma dose de radiação são citadas por STONE<sup>39</sup> (1952), que se refere a ROLLINS<sup>31</sup> (1901), o qual estabelecia "que quando uma chapa fotográfica não sofria velamento em sete minutos, a intensidade da radiação não era perigosa". Esta modalidade grosseira de procurar obter uma dose que não fosse danosa aos tecidos humanos, aconteceu em 1902.

Os trabalhos iniciais versavam sobre o cálculo de doses que não fossem lesivas à pele. Dentre eles citamos a publicação de QUIMBY & MAC COMB<sup>23</sup> (1937), na qual são dadas informações sobre pesquisas realizadas com o intuito de determinar doses de radiações que permitissem a regeneração da epiderme, após todos os sintomas de um eritema.

TROUT & col.<sup>41</sup> (1952) procuraram avaliar a chamada dose-

pele, realizando mensurações de diferentes exposições efetuadas sobre um "phantom" de plástico e empregando para tal, uma câmara de ionização. Foram utilizadas diferentes filtrações com alumínio, kVp variáveis e calculadas as camadas semi-redutoras. Com a filtração de 1 mm de alumínio, 60 kVp registraram 4,8 mR/mAs, a um metro de distância do "phantom".

Um dos primeiros trabalhos citados em odontologia foi o de NOLAN<sup>22</sup> (1953), no qual foram usados três diferentes aparelhos de raios X e técnicas radiográficas. As mensurações foram feitas com uma câmara de ionização (Victoreen Condenser) e filmes dosimétricos (Du Pont nº 558) os quais foram colocados em três pacientes, em 12 posições do pescoço à cintura. Usando 65 kVp e 10 mA, sem filtração adicional, técnica do cone curto, obteve, em 28 radiografias a dose-pele de 238 R, com média de 8,5 R, por película, de lenta sensibilização. SPEAR<sup>35</sup> (1955), com a mesma calibração do aparelho, sem filtração adicional, obteve a média de 8,72 R, com uma câmara de ionização, usando filmes de velocidade média. Com filtração adicional de 1 mm de alumínio, a dose média de exposição foi de 3,38 R.

STANFORD & VANCE<sup>37</sup> (1955) efetuaram por meio de câmaras de ionização, a determinação de doses-gonadais em cadáveres, masculinos e femininos. Um fator de conversão foi obtido, relacionando-se a dose superficial nas regiões gonadais num "phantom" e as doses internas obtidas nos cadáveres. Com o aparelho calibrado com 65 kVp, 10 mA, filtração adicional com 1 mm de alumínio e 1 segundo de exposição, obtiveram 0,34 mR para os homens e 0,06 mR para o sexo feminino.

RICHARDS<sup>26</sup> (1955) efetuou exposições em 20 voluntários, para a determinação da "dose de eritema", oscilando em torno da calibra-

ção de 600 mAs no aparelho, o que acusou, por meio de uma câmara de ionização, a dose-ar de 165 R e a dose-pele de 172 R.

TODD & col. <sup>40</sup> (1955) fizeram medidas com câmaras de ionização e filmes dosimétricos, em exposições efetuadas sobre um crânio humano recoberto de parafina, com dosímetros colocados na posição dos olhos. Para uma tomada na região de molares inferiores esquerda, pela técnica do cone curto, registraram uma média de 16 mR para o olho esquerdo e 20 mR para o olho direito, com o aparelho sem filtração adicional e três segundos de exposição. Com filtração adicional, as doses acusaram 12 mR para o olho esquerdo e 13 mR para o olho direito. Com a colocação de dosímetros na região de incisivos centrais superiores, foram detectados 600 mR para a região dos olhos, com uma exposição de três segundos.

BUDOWSKI & col. <sup>8</sup> (1956), com um aparelho com 65 kVp e 10 mA, filtração adicional de 0,5 mm de alumínio, realizaram séries totais periapicais com 14 películas em 40 pacientes. Por meio de câmaras de ionização, colocadas entre a ponta do cone localizador e a pele da região a ser examinada, mensurações da dose-pele foram efetuadas, com resultados que variaram de 55,4 R a 76,9 R. Na área abdominal (regaço), dosímetros a cusaram uma média de 0,45 R durante as exposições das diferentes regiões.

BAILY <sup>4</sup> (1957), usando um "phantom" de lucite, efetuou sé ries totais periapicais de 14 películas com o aparelho calibrado para 60 kVp e filtrações totais variáveis de 1,2 a 2,2 mm de alumínio. Mensurações foram feitas com uma câmara de ionização, em várias posições, durante as exposições, nas séries totais. Dentre as posições avaliadas, pode mos citar como de interesse as doses incidentes sobre a tireóide, que foram de 0,86 R para adultos e 0,33 R para crianças. Concluiu que a filtra

ção adicional de 1 mm de alumínio reduzia a dose em 45% para as regiões expostas, e afirmou que a blindagem da região da tireóide pouco reduzia a dose recebida pela glândula.

BLACKMAN & GREENING<sup>6</sup> (1957) calcularam por meio de uma câmara de ionização, as doses recebidas em 14 posições na face de um paciente, durante exposições periapicais totais com 14 radiografias. Efetuaram pesquisas com diferentes colimações, com a técnica de cone curto e utilizando películas lentas e rápidas. Dentre as posições estudadas, podemos citar como de interesse para nosso trabalho, as doses obtidas na posição do cristalino, onde o aparelho acusou 32 R, para uma série total de 14 películas, com uma área de incidência de 2 1/4 polegadas na face do paciente, aparelho com 60 kVp, sendo usadas películas lentas. Para películas rápidas, esta dose foi reduzida para 12 R. Os autores sugeriram uma proteção com blindagem plumbífera para esta posição.

YALE<sup>48</sup> (1957), usando um aparelho de 65 kVp, 10 mA e filtração inerente equivalente a 0,5 mm de alumínio e filmes ultra-rápidos, registrou, por meio de uma câmara de ionização (Victoreen Condenser), o rendimento do aparelho, que foi de 3,6 R por segundo. Usando filtração adicional de 0,375 mm de cobre, e também 0,5 mm de alumínio, obteve uma redução de aproximadamente 30 vezes no rendimento do aparelho, com 0,12 R por segundo, no ar.

RICHARDS<sup>26</sup> (1958) determinou o rendimento de um aparelho operando com 65 kVp e 10 mA, o qual foi de 0,85 R por segundo, utilizando para este fim uma câmara de ionização. Com prévia mensuração da distância do plano oclusal à região do regaço dos pacientes, determinou a dose gonadal por meio de extensores (Probe) de câmaras de ionização, a qual foi

de 4,285 mR para uma exposição total de 28 segundos. Uma redução de 79% da dose gonadal foi obtida pelo uso de filmes ultra-rápidos, em relação aos filmes lentos, e nada foi detectado quando se utilizaram aventais plumbífero durante as exposições. Afirma que aproximadamente 1/10.000 da radiação incidente durante uma série total de 14 radiografias atinge as gônadas efetivamente, ou seja, de uma dose-ar de 23,8 R liberada da face, 0,00214 R chegam diretamente às gônadas masculinas.

"BJÄRNGÅRD & col.<sup>5</sup> (1959), usando câmaras de ionização, de terminaram doses para diferentes regiões, de pacientes e "phantom", quando séries totais de 14 radiografias periapicais eram efetuadas, com um aparelho operando com 60 kVp, 10 mA e camada semi-redutora de 1,2 mm de alumínio. As mensurações acusaram 0,5 rad para a tireóide, 1,5 rad para o olho (cristalino), 0,9 mrad para os testículos e 0,4 mrad para o ovário. Compararam seus resultados com os dados obtidos por NOLAN<sup>22</sup> (1953), BAILY<sup>4</sup> (1957), STANFORD & VANCE<sup>34</sup> (1955), BLACKMAN & GREENING<sup>6</sup> (1957), RICHARDS<sup>26</sup> (1958).

YALE & col.<sup>49</sup> (1960) realizaram mensurações gonadais em 80 pacientes jovens, de 6 a 16 anos, submetidos à séries totais de radiografias dentárias. Nesse trabalho a idade, peso, altura e distância do plano oclusal à região gonadal foram relacionados. Os dados obtidos por meio de filmes dosimétricos e câmaras de ionização registraram uma média, por exposição, de 1,6 mR para as gônadas. Os autores concluíram que a idade, peso e a distância do plano oclusal à região gonadal não tiveram influências significativas, sendo a dose gonadal inversamente proporcional à relação peso/altura.

RICHARDS <sup>26</sup> (1961) apresenta um trabalho, abordando a evolução da proteção contra o uso descontrolado da radiação, iniciado pelo estudo da chamada dose de eritema e extendendo a análise do problema a várias regiões afetadas pela exposição aos raios X. Dentre suas considerações, cita a dose de 200 R como o limiar a provocar catarata, ao passo que a dose que atinge os olhos do paciente numa série de 14 radiografias é de 3,3 a 32 R. Para esta mesma série periapical, estima a dose de 0,00043 R a 0,7 R como incidente nas gônadas masculinas, recebendo o ovário cerca de 18% desta dose, ou seja, 0,01 a 0,06 mR. Cita o comprimento do torso como fator preponderante a ser considerado no problema da radiação incidente sobre as gônadas. O autor faz referências a trabalhos de GOLDEN <sup>16</sup> (1958), ROONEY & POWELL <sup>22</sup> (1959) afirmando que "doses menores do que 180 R são inócuas no sentido de produzirem tumores malignos, em tireóides de crianças submetidas a radiações terapêuticas de moléstias do timo; afirmam ainda serem poucos os casos de carcinoma de tireóides em adultos que sofreram radiações no tórax".

ALDERSON & col. <sup>2</sup> (1962) apresentam um "phantom" construído com materiais de densidade equivalente às dos tecidos humanos. É conhecido como "Rando-phantom" e, sendo seccionado, possibilita a colocação de filmes e dosímetros no seu interior. Citamos os autores devido a várias referências deste manequim nos trabalhos revistos.

WAINWRIGHT <sup>44</sup> (1963), utilizando câmaras de ionização, efetuou mensurações de doses para as gônadas, fazendo incidência sobre a região de molares inferiores, de um "phantom", variando a filtração e consequentemente a camada semi-redutora e também quilovoltagem. Obteve dados sobre o rendimento do aparelho, e sobre a incidência de radiação na região das gônadas, para o que considerou a distância única de 26 polegadas, do

plano oclusal ao assento da cadeira. Outras mensurações foram feitas, utilizando 54 pacientes masculinos, com idades variando de 4 a 83 anos, sendo medida a altura do torso (distância do plano oclusal ao assento da cadeira dentária), que oscilou de 14 a 27 polegadas. Feitas séries totais de 20 radiografias, concluiu que a dose para as gônadas decresce com o aumento da distância do torso, sendo três vezes maiores nas crianças que nos adultos, e também maiores nos pacientes do que nos "phantom".

O mesmo WAINWRIGHT<sup>45</sup> (1964) apresenta um trabalho comparando doses obtidas por NOLAN<sup>22</sup>, BUDOWSKY & col.<sup>8</sup>, em uma exposição radiográfica dentária, concluindo que os dados eram exagerados; com o uso de filmes ultra-rápidos, colimação e filtração, conseguiu que as doses fossem reduzidas para 1/400 das citadas.

RICHARDS & WEBBER<sup>28</sup> (1964), empregando um aparelho com 65 kVp e 10 mA, técnica do cone curto, registraram com uma câmara de ionização as doses de 2,1 R para o cristalino, e 1,3 R para a tireóide, durante uma série total periapical de 14 radiografias, sendo utilizado um "phantom"

FINDLAY<sup>14</sup> (1966) compara doses recebidas por pacientes durante tomadas periapicais e registradas por vários autores. Por exposição média em cada radiografia periapical, STANFORD & VANCE<sup>37</sup> (1955) registraram 2 R na pele o que foi confirmado por BAILY<sup>4</sup> (1957). Para BLACKMANN & GREENING<sup>6</sup> (1957), essa dose oscilou entre 0,7 a 0,5 R, e UPDEGRAVE<sup>42</sup> (1962), acusou entre 0,5 a 1R. Para as gônadas, SONNABEND<sup>34</sup> (1961), registrou 0,005 R por exposição e STANFORD & VANCE<sup>37</sup>, 0,005 mR para os homens e 0,001 mR para as mulheres, numa série total de 12 filmes. Tal diferença é explicada por ter o primeiro autor medido doses superficiais da região gonadal, ao passo que os outros autores efetuaram medidas com a colocação

de dosímetros dentro das gônadas de cadáveres.

RICHARDS <sup>26</sup> (1968) afirma que a dose-gônadas é aproximadamente 1/10.000 da dose-pele, isto no homem. Com 65 kVp, filme ultra-rápido, filtração total equivalente à 2 mm de Al, técnica do cone curto e uma colimação de 2,75 polegadas de diâmetro de área de incidência, um exame periapical com 14 películas produz uma dose gonadal de 0,00045 R para o homem, caindo esta dose aproximadamente para 1/5, para o sexo feminino, devido à localização interna dos ovários.

Na revisão bibliográfica sobre a termoluminescência, encontramos SPURNY <sup>36</sup> (1955), que em sua revista da literatura diz que BOYLE já havia constatado este fenômeno em diamantes e fluoritos por volta de 1663.

DANIELS <sup>13</sup> (1950) foi o primeiro a propor a utilização da termoluminescência para a dosimetria das radiações (TLD), e avaliou a energia proveniente da detonação de uma bomba atômica, usando fluoreto de lítio (LiF) como dosímetro.

CAMERON & col. <sup>10</sup> (1961) estudaram a termoluminescência e suas propriedades e apresentaram uma vasta bibliografia sobre o fenômeno e suas aplicações em dosimetria.

CAMERON <sup>11</sup> (1964) apresenta o trabalho, em revista odontológica, onde especifica uma série de vantagens do uso da termoluminescência na dosimetria da radiação X:

- 1) - Os dosímetros são de tamanho diminuto, possibilitando dosimetria "in vivo".

- 2) - Respondem uniformemente à diferentes energias.
- 3) - Têm uma larga faixa de uso, cobrindo doses menores que 1 mR até  $10^6$  R.
- 4) - Mantém a leitura por longo tempo.
- 5) - Podem ser usados muitas vezes, desde que submetidos a um sistema de limpeza.
- 6) - Apresentam boa fidelidade (aproximadamente 1 a 2% de erro).

KLINE & col.<sup>21</sup> (1970) efetuaram mensurações, em trinta consultórios dentários em Massachussets, utilizando fluoreto de lítio em pó, a condicionado em cápsulas de gelatina, e filmes dosimétricos. Os dosímetros foram colocados sobre o assento de cadeiras odontológicas e as doses para as gônadas, registradas quando os pacientes eram submetidos a exames radiográficos. Os autores fazem uma comparação com a proporção citada por RICHARDS<sup>26</sup> (1958), na qual afirma "que para uma dose-ar de 10.000 mR na ponta do cone de um aparelho com 65 kVp e 10 mA, teremos 1,8 mR na região gonadal". De acordo com sua pesquisa, com o aparelho nas mesmas condições e igual dose-ar obtiveram 0,18 mR com os filmes dosimétricos e 0,39 mR para os cristais dosimétricos. Concluíram que a dose gonadal está em função da distância do plano oclusal ao assento da cadeira.

WEISSMAN & col.<sup>46</sup> (1970), comparando técnicas radiográficas intrabucais, colocaram dosímetros termoluminescentes em várias posições, durante séries totais periapicais com 21 películas, em 15 pacientes. O dosímetro usado foi o fluoreto de cálcio com disprosium (Ca F<sub>2</sub>: Dy) altamente sensível e de diminuto tamanho. Foram utilizadas quatro técnicas radiográfi-

cas, interessando-nos a do cone curto. Várias posições foram eleitas para a colocação dos dosímetros, das quais relacionamos as regiões da córnea, onde o autor registrou um total de 864,5 mrad com a exposição total; para a região da tireóide, 61,5 mrad; na região gonadal, obteve 1,0 mrad sobre o avental plumbífero e 0,3 mrad abaixo deste.

BUSHONG & col.<sup>9</sup> (1971) efetuaram mensurações com dosímetros termoluminescentes, usando o fluoreto de lítio (TLD 100) em cristais. Em suas pesquisas com um aparelho GE com 65 kVp, 10 mA, colimação de 2,75 polegadas, fizeram exposições pela técnica periapical com 18 películas lentas, num total de 18 segundos, sobre 55 pacientes. Os dosímetros foram colocados em seis regiões, sendo registrados 0,374 R para a tireóide e 1,039 R para a região da órbita (cristalino).

ICE & col.<sup>19</sup> (1971), utilizando um aparelho de RX com 65 kVp, 10 mA, camada semi-redutora de 2,25 mm Al, e exposição média de 1 segundo, efetuaram uma série total com 20 películas, sobre 100 pacientes, colocando dosímetros termoluminescentes de  $\text{CaSO}_4:\text{Mn}$  em discos de Teflon em várias posições. Para a tireóide, registraram 30,42 mR, numa série total, sendo usado um cone localizador de plástico. Na posição da córnea, indicaram um dose total de 827,77 mR, e para a região gonadal (região) um total de 1,72 mR.

GREER<sup>17</sup> (1972) construiu um "phantom Mix-D", o qual possibilitava a colocação de dosímetros em várias posições da cabeça e pescoço. Fluoreto de lítio termoluminescente em pó, fornecido pela Con-Rad, foi usado como dosímetro, colocado em várias posições, sendo feitas exposições totais com 20 películas. Usando um cone curto de plástico localizador, o autor registrou para a região da tireóide 0,041 rad, com 60 kVp, e 0,43 rad

com 75 kVp. Para a região da córnea, as doses foram de 0,271 rad com 60 kVp e 0,286 rad para 75 kVp.

SITZMANN<sup>33</sup> (1973) efetuou mensurações com termoluminescência visando determinar a incidência de radiação sobre o cristalino. Cita ROHRSCHEIDER<sup>29</sup> (1955), como o primeiro a afirmar que a catarata poderia ser consequente à irradiações. Segundo seu trabalho, a dose única que provocaria a opacificação do cristalino estaria entre 400 e 900 R, em irradiação direta ou nas vizinhanças do globo ocular. Doses fracionadas de 1.000 a 1.500 R, provocariam o mesmo efeito, com um período de latência de 1 a 8 anos. Sua pesquisa foi realizada parte em um "Rando-phantom" (Alderson<sup>2</sup>) e parte em pacientes, tendo como objetivo fazer comparação entre ambos. Dentre as técnicas radiográficas mensuradas, interessa-nos aquela na qual efetuou exames periapicais totais com 12 películas, usando um aparelho Siemens Heliosphere com 60 kVp. Os cristais de fluoreto de lítio (TLD-100) acusaram 1.259 mR de dose ocular no "phantom" e 1.125 mR nos pacientes.

WEISSMAN<sup>47</sup> (1973), usando pastilhas contendo dois cristais termoluminescentes de fluoreto de cálcio, colocadas internamente em 12 posições num cadáver, efetuou mensurações usando a técnica intra-oral oclusal. Outros dosímetros foram colocados externamente, em posições sempre perpendiculares ao feixe útil dos raios-X. Utilizou várias técnicas, importando-nos a que foi realizada na região de incisivos com 65°, 10 polegadas de distância área focal-filme e 10 mAs incidindo na glabella. Nesta técnica, os dosímetros externos registraram 29,07 mR para a região da córnea e os internos, 6,44 mrad para a mesma região.

REGULA<sup>24</sup> (1974) apresenta um trabalho no qual analisa as possibilidades e problemas advindos do uso da dosimetria de "estado sólido"

Disserta sobre os fenômenos da fotoluminescência, da emissão exo-eletrônica e da termoluminescência, dando especial atenção ao uso dos cristais termoluminescentes na dosimetria de técnicas radiográficas odontológicas.

FREY & WUEHRMANN<sup>15</sup> (1974), utilizando um "Rando-phantom", introduziram películas radiográficas entre diversos níveis desse manequim, procurando determinar a forma e tamanho do feixe útil da radiação X. Sete projeções intra-buciais inter-proximais foram efetuadas, com variações de aparelhos, kVp, mA, distância área focal-filme e filtração total, visando a analisar a influência destas variações na determinação dos locais para colocação dos dosímetros. Numa segunda fase da pesquisa, os autores efetuaram mensurações por meio de 80 cristais termoluminescentes de fluoreto de lítio (TLD 100), colocados nas várias faixas internas e outros 24 cristais colocados externamente. Foram efetuadas sete técnicas radiográficas com diferentes distâncias área focal-filme (4,5; 8,5 e 16,5 polegadas), com 50 kVp, 65 kVp e 90 kVp, utilizando um cone plástico localizador e um cilindro aberto. A dose de entrada, em mrad, e a dose-filme foram registradas para cada técnica, bem como as doses absorvidas por cada dosímetro nas diferentes faixas internas e nas externas. Os autores analisam os dados obtidos, fazendo comparações por meio de tabelas relativas às diferentes técnicas. As doses totais de entrada foram maiores quando cones de plástico eram usados, do que quando cilindros abertos eram empregados. O volume de tecido exposto pelo feixe primário era maior com menores distâncias área focal-filme. As leituras foram efetuadas numa unidade Con-Rad Model 5.100-A.

ALCOX & JAMESON<sup>1</sup> (1974) avaliaram doses incidentes em áreas selecionadas da cabeça e pescoço em técnicas radiográficas convencionais, procurando reproduzir as condições usualmente empregadas em pacientes de consultórios dentários. As exposições foram obtidas em exames totais peria

picais (boca toda), usando duas técnicas (cone longo e cone curto) com 50,70 e 90 kVp. Como processo dosimétrico, foi usado o fluoreto de lítio (TLD 100) termoluminescente em agulhas de 6 x 1 mm, encapsuladas em tubos de gelatina, colocados internamente na bochecha e nas faces ativa e posterior dos filmes. Externamente foram colocados em 8 posições, sendo três posições para o cristalino (supra-orbitária, infra-orbitária e nasion) e uma para a tireóide. Foi convencionada uma amostra mínima de 12 pacientes para cada operação específica. Para a área do cristalino, os valores da região infra-orbitária foram os maiores, com 85 mR por exposição, com 70 kVp. Os resultados correspondentes a região supra-orbital foram os menores, com 3,6 mR por exposição; e os registrados ao nível do nasion acusaram uma média de 8,6 mR. Para a tireóide, na técnica intra-oral periapical, as doses de radiação flutuaram numa faixa entre 2 e 4 mR por exposição. A amostragem era constituída de pacientes adultos que não apresentavam perdas de dentes. O autor comparou os resultados de sua pesquisa com os dados obtidos pelos trabalhos anteriores de NOLAN<sup>22</sup>, BUDOWSKY<sup>8</sup>, BAILY<sup>4</sup>, BLACKMAN & GREENING<sup>6</sup>, BJÄRNGARD<sup>5</sup>, RICHARDS & WEBBER<sup>27</sup>, WEISSMAN<sup>46</sup> e BUSHONG<sup>9</sup>.

Apresentando conclusões semelhantes às de ALCOX & JAMESON<sup>1</sup> podemos citar WAH LEE<sup>40</sup> (1974), que usando um "Rando-phantom", efetuou nove técnicas radiográficas com 5 a 6 exposições diferentes para cada uma, processamento dos filmes de acordo com especificações do fabricante e dosímetros termoluminescentes de fluoreto de lítio colocados em 25 posições do "phantom". O aparelho usado foi o GE II, variando de 44 a 91 kVp, e filtração total equivalente de 1,5 a 2,5 mm de Al nas distâncias área focal-filme, de 4,8 a 16 polegadas. Nos seus resultados, comenta que com baixo kVp e cone curto, as doses para a tireóide e cristalino são maiores que as obtidas com o cone longo e maior kVp.

Recentemente, ANTOKU & col.<sup>3</sup> (1976), usando fluoreto de lítio, efetuaram mensurações sobre um "Rando-phantom", colocando dosímetros em várias posições, desenvolvendo as técnicas periapical e oclusal. Na técnica periapical registraram 297 mrad para o cristalino, na região de pré-molares superiores e a baixa dose de 3 mrad para os pré-molares inferiores; para a tireóide, o maior valor foi de 343 mrad para a região de molares inferiores e a menor dose foi de 3 mrad para a região de incisivos superiores. O aparelho foi calibrado para 60 kVp, variando o mAs de 4 a 8. Para a técnica oclusal, na tomada para incisivos superiores, o aparelho com iguais características registrou 211 mrad para o cristalino e 5 mrad para a tireóide; na tomada oclusal inferior, 146 mrad para a tireóide, com 10 mrad para o cristalino.

Usando o mesmo aparelho de raios-X, aqueles autores registraram, para a região das gônadas, a dose de 0,11 mrad, decorrente de uma exposição da região de incisivos superiores. Para este objetivo, utilizaram uma câmara de ionização "Memorial".

## CAPITULO III

### PROPOSIÇÃO

Consultada a literatura sobre doses obtidas por mensurações efetuadas em tomadas radiográficas odontológicas, verificamos a insuficiência de referências sobre doses de radiação envolvendo determinados órgãos críticos, quando da realização da técnica intra-bucal oclusal, em pacientes edêntulos e crianças com dentição mista.

Em face dessa evidência, e considerando o uso quase rotineiro de exame radiográfico pela técnica oclusal em pacientes edêntulos, e levando em conta ainda as vantagens da dosimetria por termoluminescência, propomo-nos a:

- 1) - Avaliar a dose incidente nos cristalinos, durante as técnicas intra-bucais oclusais totais da maxila e mandíbula, em pacientes masculinos adultos edêntulos e crianças masculinas na faixa etária de 6 a 10 anos.
- 2) - Medir a dose de radiação incidente na região da tireóide em pacientes masculinos edêntulos e crianças masculinas na faixa etária de 6 a 10 anos, durante as to

madas oclusais totais.

- 3) - Medir as doses incidentes sobre a região da glândula tireóide e região dos cristalinos, advindas da utilização de técnica periapical, as mais simples usadas, nos pacientes adultos edêntulos e crianças na faixa etária de 6 a 10 anos, com a finalidade de comparação com a técnica oclusal.
  
- 4) - Verificar a influência da distância, ponto de incidência da radiação - região gonadal nas doses de radiações que atingem tal região, por meio da colocação de dosímetros ao nível das gônadas de crianças com dentição mista e de pacientes edêntulos.

## CAPÍTULO IV

### MATERIAL E MÉTODOS

4.1. - Material - Utilizamos 30 pacientes humanos, assim distribuídos:

- a) - 15 (quinze) pacientes adultos, edêntulos, do sexo masculino, com idades variáveis de 18 a 65 anos;
- b) - 15 (quinze) crianças do sexo masculino, em período de dentição mista, na faixa etária de 6 a 10 anos.

4.2. - Métodos

4.2.1. - Técnicas Radiográficas:

Foram eleitas duas técnicas radiográficas intra-bucais, sendo:

- a) - Técnica radiográfica intra-bucal oclusal, e
- b) - Técnica radiográfica intra-bucal periapical - bisse

Nessas técnicas, foi usada a distância área focal-paciente de 20 cm (cone curto), sendo que na técnica oclusal foram feitas duas incidências totais, uma para a maxila e outra para a mandíbula, para cada indivíduo radiografado.

Pela técnica periapical, foram feitas 6 incidências para os pacientes adultos, sendo 3 para a maxila e 3 para a mandíbula. Para as crianças em dentição mista foram feitas 4 incidências, duas para a maxila e duas para a mandíbula.

Para facilidade de trabalho, designamos as diferentes incidências por regiões. Para os pacientes adultos, foram assim distribuídas:

Região 1 - R-1 - Incidência oclusal total da maxila - oclusal - superior.

Região 2 - R-2 - Incidência oclusal total da mandíbula - oclusal - inferior.

Região 3 - R-3 - Incidência na região de molares superiores direitos.

Região 4 - R-4 - Incidência na região de molares inferiores direitos.

Região 5 - R-5 - Incidência na região de pré-molares e caninos superiores direitos.

Região 6 - R-6 - Incidência na região de pré-molares e caninos inferiores direitos.

Região 7 - R-7 - Incidência na região de incisivos superiores.

Região 8 - R-8 - Incidência na região de incisivos inferiores.

Para as crianças em dentição mista, elegemos as seguintes regiões:

Região 1 - R-1 - Incidência total da maxila, ou oclusal superior.

Região 2 - R-2 - Incidência total da mandíbula, ou oclusal inferior.

Região 3 - R-3 - Incidência na região de 1º molares superiores permanentes, molares decíduos direitos e canino. Doravante, para simplificação será denominada região dos molares superiores direitos.

Região 4 - R-4 - Incidência na região de 1º molares inferiores, molares decíduos direitos e canino. Doravante, será denominada região de molares inferiores direitos.

Região 5 - R-5 - Região de incisivos superiores.

Região 6 - R-6 - Região de incisivos inferiores.

Resumindo o exposto acima, para o paciente adulto edêntulo, teremos:

I) - Duas tomadas oclusais totais, sendo uma para a maxila e uma para a mandíbula.

II) - Seis tomadas periapicais na maxila e mandíbula, assim distribuídas:

Uma na região de molares direitos; uma na região de pré-molares e caninos direitos; e uma na região de incisivos, totalizando 3 tomadas para a maxila e 3 para a mandíbula, num só lado, pois as condições anatômicas são análogas à direita ou à esquerda do paciente.

Nas crianças com dentição mista efetuamos:

III) - Duas tomadas oclusais totais, uma para mandíbula e outra para maxila.

IV) - Quatro tomadas intra-bucais, pela técnica periapical, sendo 2 para maxila e 2 para mandíbula, onde uma foi para região de 1º molares

permanentes e molares decíduos e outra para os dentes anteriores (canino e incisivos). Os dentes posteriores foram radiografados num só lado, pois as condições anatômicas foram consideradas análogas para efeito de estudo.

Sintetizando, teremos:

- a) - Adultos - 2 tomadas oclusais e 6 tomadas intra-bucais periapicais.
- b) - Crianças - 2 tomadas oclusais e 4 tomadas intra-bucais periapicais.

Nas tomadas oclusais foram utilizadas películas oclusais Kodak DF 45.

Na técnica periapical, utilizamos películas intra-bucais Kodak DF 57.

O processamento das referidas radiografias foi realizado de acordo com as especificações do fabricante, usando-se o método tempo-temperatura.

#### 4.2.2. - Aparelho de raios-X

Utilizamos um aparelho de raios-X odontológico, General Electric 90, modelo 11CE2, com uma faixa operacional de 50 a 90 kVp e 5 a 20 mA, regulado para 65 kVp e 10 mA. O tempo de exposição foi único para todas as incidências visando repetir condições usuais em clínicas odontológicas e facilitar a análise comparativa, sendo 1/2 segundo para cada

exposição, resultando portanto em 5 mAs. Usamos um cone plástico localizador, e o aparelho teve por colimação, uma área incidente de aproximadamente 7 cm de diâmetro, na distância foco-filme de 20 cm, com a filtração total equivalente a 1,5 mm de alumínio. Na calibração do aparelho foi utilizada uma câmara de ionização Farmer Secondary Standard Dosimeter Mark II e obtidos os seguintes resultados:

- I) - Camada semi-redutora em alumínio: 1,40 mm.
- II) - Camada semi-redutora em lucite: 1,90 mm.
- III) - Energia efetiva do aparelho: 24 KeV, com 65 kVp de saída.
- IV) - Rendimento do aparelho: utilizamos a distância de 20 cm, com o rendimento de 0,82 rad/segundo, ou seja:

DISTÂNCIA (cm)	DOSE ( rad/s )
20	0,82
25	0,53
30	0,36
40	0,21

As leituras foram convertidas de roentgen para rad, usando-se o fator de 0,93.

#### 4.2.3. - Dosimetria termoluminescente

Utilizamos para mensuração das doses, nas regiões escolhidas em nossa amostra, a dosimetria termoluminescente. O dosímetro eleito foi o fluoreto de lítio (TLD-700), fornecido pela HARSHAW CHEMICAL COMPANY<sup>18</sup>, o qual consiste de cristais, com um teor de pureza aproximadamente de 100%.

Estes cristais, prensados termicamente, tem a forma de uma pastilha quadrada de 4 mm de lado e 1 mm de espessura e peso aproximado de 24 mg. São dosímetros sólidos, opticamente transparentes, com uniformidade de amostra para amostra e altamente sensíveis, cobrindo uma faixa de poucos mR a  $10^5$  R.

Possuem uma equivalência aproximada do número atômico efetivo dos tecidos humanos: LiF  $Z_{\text{eff}} = 8,14$  e  $Z = 7,42$  para os tecidos humanos. Possuem uma precisão de mais ou menos 2% em torno de 100 mR e podendo ser usados repetidas vezes, após conveniente tratamento térmico. As especificações referidas poderão ser encontradas em manuais fornecidos pela HARSHAW <sup>18</sup>.

As leituras foram feitas num aparelho HARSHAW MODEL 2000, composto de duas unidades: a unidade 2000-A, receptora, constituída de um sistema de aquecimento regulável, ligado a um tubo fotomultiplicador para detecção da luminescência emitida pelo cristal (fig. 1), e acoplados à unidade integradora 2000-B, denominada de picômetro (fig. 2). Essa unidade integradora possui um quadro com dígitos para indicar a quantidade de sinais emitidos pelo fotomultiplicador.

Esse conjunto leitor pode ser acoplado a uma unidade registradora de curvas, Keithley, para a determinação dos picos correspondentes às diversas temperaturas das "armadilhas de elétrons". Este sistema requer prévia aderição, com ajuste dos controles referentes a: tensão empregada, corrente, áreas a serem integradas, temperaturas máximas e escalas consideradas.

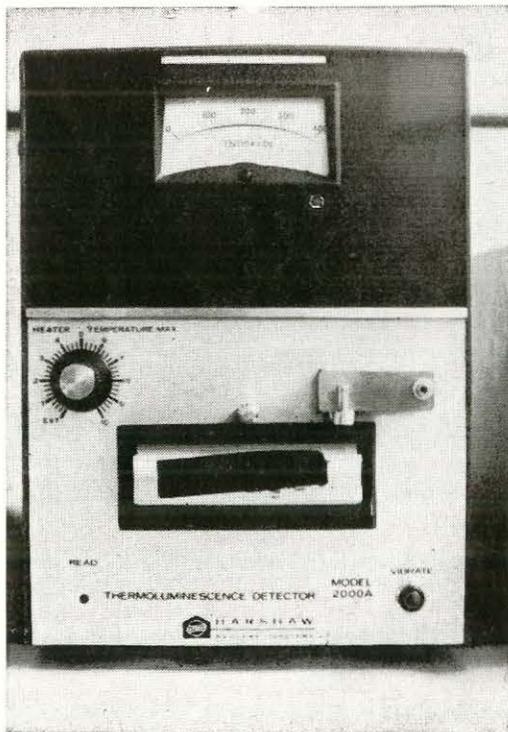


Fig. 1 - Unidade HARSHAW Model 2000 - A - Receptora



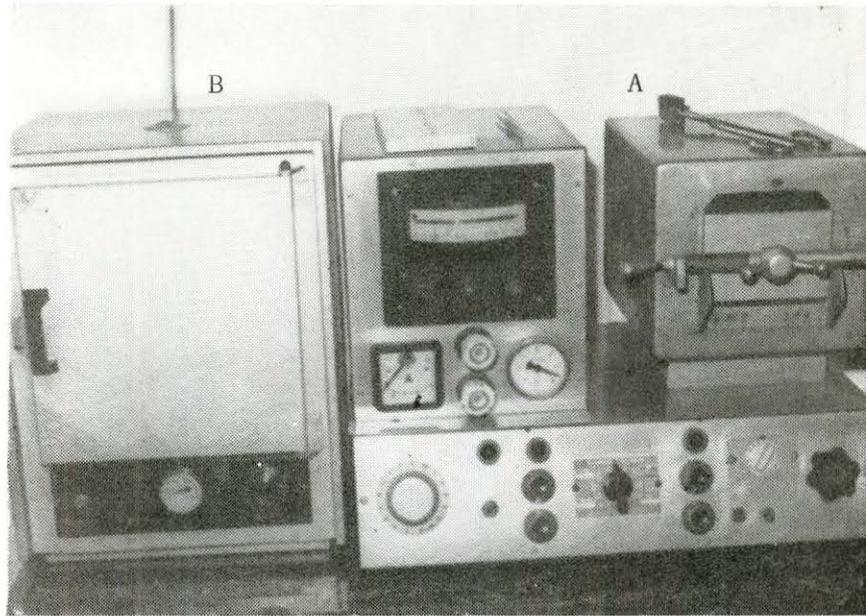
Fig. 2 - Unidade HARSHAW Model 2000 - B - Integradora

Os dosímetros TLD-700, antes de serem utilizados requerem um tratamento térmico, o qual chamamos de limpeza, - "annealing" - que é efetuada, segundo CAMERON & ZIMMERMAN<sup>12</sup> (1968), com um resfriamento intermediário feito em uma placa de alumínio (Al).

O tratamento térmico inicial é feito submetendo-se o dosímetro a 400°C por uma hora; em seguida, há o resfriamento intermediário, aquecimento térmico posterior e novamente resfriamento. O segundo aquecimento é recomendado por BUCH<sup>7</sup> (1962), sendo de 80°C por 24 horas.

Em nosso trabalho, o tratamento térmico inicial, com 400°C por uma hora, foi efetuado em um forno a vácuo Bravac (fig. 3-A), com uma faixa operacional até 1600°C. O resfriamento foi feito em uma placa de alumínio de 1,4 cm de espessura. Para o tratamento térmico posterior, foi utilizada uma estufa OLIDEF CZ (fig. 3-B), dotada de um termostato indicador de temperatura, acrescida de um termômetro manual de Hg, para melhor aquilatação de temperatura, a qual ainda foi testada por meio de um par termo-elétrico Cromel-Alumel acoplado a um pirômetro portátil de Engro (fig. 4). O resfriamento final foi realizado na mesma placa de alumínio.

Após a limpeza, os dosímetros, foram acondicionados em envoltório de plástico, por meio de um ferro de soldar Fame, adaptado para tal. O plástico era de espessura de 0,03 mm, o que foi constatado por meio de um micrômetro Mitutoyo. Os dosímetros acondicionados em plástico, foram em número de 2 para cada envoltório, a fim de proporcionar uma média aritmética e maior precisão nos resultados. Esses envoltórios de plástico contendo 2 cristais de fluoreto de lítio, nas dimensões de 4 mm x 4 mm x 1 mm, em forma de tabletes, serão denominados "pastilhas". Acondicio



*Fig. 3: A - Forno BRAVAC  
B - Estufa OLIDEF CZ*



*Fig. 4 - Pirômetro - Portátil da ENGRO*

nados os dosímetros, foram colocados em um recipiente blindado, denominado "castelo", caixa de chumbo de 3 mm de espessura, para evitar a exposição ulterior à radiação de fundo, ali permanecendo até serem colocadas nas posições eleitas, por ocasião das exposições.

Nos pacientes, elegemos determinadas regiões, as quais serão designadas por "posições" (P), recebendo cada posição uma pastilha. As posições são as seguintes:

P-1 = Região da Tireóide; ao nível de cartilagem cricóide - 2 cristais.

P-2 = Região do Cristalino Direito; ao nível do centro do globo ocular, sobre a pálpebra superior cerrada - 2 cristais.

P-3 = Região do Cristalino Esquerdo; ao nível do centro do globo ocular, sobre a pálpebra superior cerrada - 2 cristais.

P-4 = Região Gonadal; ao nível das gônadas masculinas - 2 cristais.

P-5 = Região da Face; dose-pele, com a ponta do cone localizador em contato com a pele do paciente - 2 cristais.

P-6 = Filme; face de sensibilização da película - 2 cristais.

A região gonadal e as regiões dos cristalinos foram escolhidas para mensuração, por serem consideradas regiões de "órgãos críticos" pela ICRP — INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION<sup>20</sup> (1964), e a tireóide, por ser considerada região vital.

Nas tomadas radiográficas realizadas lateralmente em relação ao plano sagital mediano do paciente, regiões de molares e pré-molares, foram colocados 2 cristais em cada cristalino.

Nas incidências paralelas ao plano sagital mediano—oclusais e intra-buciais periapicais da região anterior — utilizamos 10 cristais para cada exposição radiográfica, e nas tomadas periapicais laterais — regiões de molares e pré-molares — utilizamos 12 cristais.

Resumindo, para os pacientes adultos edêntulos, usamos uma série de 88 cristais, conforme segue:

#### Maxila:

- 1 - oclusal superior - 10 cristais.
- 2 - molares superiores direitos - 12 cristais.
- 3 - pré-molares e canino direitos superiores - 12 cristais.
- 4 - incisivos superiores - 10 cristais.

#### Mandíbula:

- 1 - oclusal inferior - 10 cristais.
- 2 - molares inferiores direitos - 12 cristais.
- 3 - pré-molares e canino inferiores direitos - 12 cristais.
- 4 - incisivos inferiores - 10 cristais.

Para as crianças com dentição mista, usamos 64 cristais, assim distribuídos:

Maxila:

- 1 - oclusal superior - 10 cristais.
- 2 - molares superiores direitos - 12 cristais.
- 3 - anteriores-canino e incisivos super. - 10 cristais.

Mandíbula:

- 1 - oclusal inferior - 10 cristais.
- 2 - molares inferiores direitos - 12 cristais.
- 3 - anteriores-canino e incis. inferiores - 10 cristais.

As pastilhas foram fixadas, nas diferentes posições, por meio de fitas adesivas.

Após as exposições, nas diferentes técnicas radiográficas e posições, os dosímetros foram colocados em envelopes, onde estavam identificadas as posições e regiões eleitas para a pesquisa, e imediatamente encerrados na caixa blindada, até a posterior leitura na Unidade de Termoluminescência do IEA — Instituto de Energia Atômica de São Paulo — conforme figs. 1 e 2.

Uma parte dos cristais foi reservada para o estabelecimento de curvas de padronização e radiação de fundo. Essas curvas de padronização são necessárias para a obtenção final das leituras em rad, e são

obtidas mediante exposições pré-determinadas dos dosímetros frente a uma fonte de radiação conhecida.

### Leituras Dosimétricas

Efetuamos 1320 leituras dosimétricas para os pacientes edêntulos adultos, e 960 leituras para os pacientes em dentição mista, dando um total de 2280 leituras.

A este total acrescentamos leituras complementares, para o estabelecimento das curvas de padronização e avaliação da radiação de fundo (back-ground), chegando aproximadamente ao montante de 2600 leituras dosimétricas.

As leituras foram feitas na Unidade de Termoluminescência Harshaw, cujos procedimentos operacionais serão descritos. Primeiramente, os dosímetros foram retirados da caixa blindada, à medida que iam sendo levados para a leitura. A leitura de cada dosímetro segue um ciclo, o qual se inicia por um aquecimento até a temperatura característica do cristal, para liberação de luminescência. Esta é medida por um tubo foto-multiplificador, com sinais de corrente integrada registrados num picômetro por meio de indicação digital. Concomitantemente, uma curva de emissão, em função da temperatura, pode ser registrada num gráfico, com diferentes picos, em número de 5, correspondentes às diferentes temperaturas para liberação de elétrons capturados nas armadilhas. A comparação destes picos pode ser utilizada também para se obter leituras de radiação, sendo registradas num aparelho Kethley.

As leituras dos dosímetros foram feitas aproximadamente 16 horas após a sensibilização pela radiação X, isto para evitar a desensibilização, que pode ser em torno de 5% após 24 horas. Os invólucros de plástico foram abertos com o auxílio de uma tesoura, e por meio de uma pinça os cristais foram colocados numa célula receptora, em forma de gaveta na unidade de aquecimento, e submetidos à temperaturas previamente controladas. O aquecimento foi feito sob um fluxo constante de gás nitrogênio, para evitar luminescências espúrias, decorrentes de efeitos de oxigênio e superfícies contaminadas, bem como radiações de fundo.

A unidade é regulada para 30 segundos de leitura, tempo necessário para ser atingida a temperatura do maior pico, em torno de 210°C. Um tempo posterior deve ser observado, para um resfriamento até as condições normais de temperatura que permite a abertura da gaveta e retirada do cristal. Com adestramento, esta operação é realizada em torno de 90 segundos para a leitura de cada cristal. As áreas integradas dos picos mais altos, 4 e 5, são registradas no indicador digital, em nanocoulomb, e foram anotadas individualizando posições e regiões. Os picos mais baixos, devido à sua instabilidade, são eliminados pelo tratamento térmico.

Os dados obtidos na unidade leitora Harshaw foram confrontados com as curvas de padronização, para obtenção final de unidades de radiação. Esse procedimento foi feito com o auxílio de um gráfico em papel Di-Log, onde colocamos em ordenadas áreas correspondentes aos cristais submetidos a fontes de radiação, e nas abscissas a radiação correspondente a esta área.

Tivemos, então, leituras duplas, em rad, relacionando posições, regiões e tipo de paciente. Obtivemos as médias aritméticas das leituras duplas, subtraindo destas médias, a radiação de fundo. Essa radiação de fundo foi obtida pela leitura de cristais que foram conservados dentro da caixa blindada, após a limpeza, livres de contato com as exposições, sendo seus valores finais determinados por confrontação com as curvas de padronização.

## CAPÍTULO V

### RESULTADOS

Os dados obtidos com as medidas de radiação, expressas em rad, efetuadas em 15 crianças e 15 adultos, relativos às posições (P), em que foram colocados os dosímetros e às regiões radiografadas (R), constam das tabelas 1 e 2 inseridas no apêndice.

#### 5.1. - Análise Estatística

As análises de variância foram feitas separadamente para crianças e adultos, segundo um esquema fatorial, usando como fatores de classificação a posição dos dosímetros (P), e a região radiografada (R). Os indivíduos também foram usados como critério de classificação.

A análise de variância para os dados relativos às crianças consta da tabela 3, onde se verifica, que todos os valores de F são significantes ao nível de 5%.

TABELA 3 : - ANÁLISE DE VARIANÇIA RELATIVA AOS DADOS DA TABELA 1.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
POSIÇÃO (P)	5	0,2538	0,0507	123,993
REGIÃO (R)	5	9,8427	1,9685	4.807,840
INTERAÇÃO (PxR)	25	1,3936	0,0557	136,150
INDIVÍDUOS	14	0,0337	0,0024	5,891
RESÍDUO	490	0,2006	0,0004	
TOTAL	539	11,7246		

Pode-se então afirmar que existe pelo menos um contraste de médias relativas a Posição (P) significativa ao nível de 5%, e que existe pelo menos um contraste de médias relativas a Região (R) significativa a esse mesmo nível. Verifica-se, também, que a interação (PxR) é significativa, razão pela qual os contrastes de médias serão estudadas por região e por posição.

Através da análise dos dados constantes na Tabela 3, nota-se que existe pelo menos um contraste de médias de pacientes, significativo ao nível de 5%.

Na Tabela 4, constam as médias de leituras em rad, relativas às 6 posições e 6 regiões.

TABELA 4 : - MÉDIAS EM RAD, DE LETTURAS OBTIDAS EM 15 CRIANÇAS.

REGIÃO	P O S I Ç Ã O					
	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6
R-1	0,01606	0,23346	0,23346	0,00753	0,41566	0,05879
R-2	0,10126	0,02386	0,02386	0,00819	0,41799	0,07839
R-3	0,03026	0,26799	0,02379	0,00619	0,41666	0,05199
R-4	0,08133	0,03233	0,01526	0,00813	0,41466	0,08406
R-5	0,03473	0,14886	0,14886	0,00926	0,41333	0,05813
R-6	0,02926	0,02619	0,02619	0,00526	0,41533	0,08279

Para comparação das médias relativas a regiões dentro de posições foi usado o teste de Tukey (t), que acusou a diferença mínima significativa, ao nível de 5%, de 0,028. Verifica-se, então, através da Tabela 4, que existem diferenças significantes no seguinte:

1) Na 1ª posição, que corresponde à tireóide (P-1), houve maior incidência de radiação, quando a mandíbula foi radiografada pela técnica oclusal, do que a maxila pela mesma técnica oclusal e as regiões de molares superiores, incisivos superiores e incisivos inferiores, pela técnica periapical.

Dentre as tomadas periapicais, a que acarretou maior incidência de radiação sobre a tireóide, foi a relativa à região de molares inferiores (R-4). Contudo a maior dose sobre a tireóide foi observada na toma da oclusal inferior (R-2).

2) Nas posições (P-2) e (P-3), correspondentes a cristalino direito e esquerdo, respectivamente, desde que as incidências foram feitas no plano sagital mediano, as medidas de radiação podem ser consideradas iguais quando obtidas nas exposições das regiões da maxila e da mandíbula, pela técnica oclusal, assim como as das regiões de incisivos superiores e inferiores, realizadas pela técnica periapical.

Quando a maxila foi radiografada pela técnica oclusal, houve comparativamente maior incidência de radiação sobre os cristalinos (P-2 e P-3) do que com as outras regiões que receberam exposições ao nível do plano sagital mediano, ou seja, regiões com incidência pela técnica periapical (incisivos superiores e incisivos inferiores), a mandíbula pela técnica oclusal.

Por outro lado, quando se comparam apenas as médias relativas ao cristalino direito (P-2), em tomadas laterais ao plano sagital mediano, percebe-se que a radiação incidente nesta posição foi maior quando foram feitas exposições da região de molares superiores direitos, do que em todas as demais regiões expostas, quer medianas, quer laterais.

Em vista do exposto acima, torna-se interessante frisar que a quantidade de radiação incidente sobre o cristalino direito apresentou-se significativamente maior do que a incidente no cristalino esquerdo, quando foi feita exposição da região de molares superiores direitos, pela técnica periapical.

3) Nas posições de gônadas e de pele (P-4 e P-5), observa-se que não ocorreram diferenças significantes entre as médias de leituras de radiação relativas às diferentes regiões estudadas.

4) Na posição P-6, nota-se incidência de radiação significativamente menor quando a região de molares superiores direitos foi exposta, do que quando foram expostas as regiões de incisivos e de molares inferiores direitos, pela técnica periapical.

A análise de variância para os dados relativos aos pacientes adultos está exposta na Tabela 5, onde se verificam que todos os valores do F são significantes ao nível de 5%. Portanto existem contrastes de médias, relativas tanto a posição como regiões, significante ao nível de 5.

TABELA 5 : - ANÁLISE DE VARIÂNCIA RELATIVA AOS DADOS DA TABELA 2.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
POSIÇÃO (P)	5	0,3465	0,0693	409,836
REGIÃO (R)	7	2,7793	0,3970	2.347,531
INTERAÇÃO (PxR)	36	11,9415	0,3411	2.017,222
INDIVÍDUOS	14	0,0112	0,0008	4,760
RESÍDUO	658	0,1112	0,0001	
TOTAL	719	15,1900		

A interação (PxR) também é significante, indicando que os contrastes entre médias relativas às regiões devem ser comparadas dentro de posições.

Na Tabela 6, constam as médias de leituras de radiação em rad relativas às 6 posições e 8 regiões estudadas.

TABELA 6 : - MÉDIAS EM RAD, DE LEITURAS OBTIDAS DE 15 PACIENTES ADULTOS.

REGIÃO	P O S I Ç Ã O					
	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6
R-1	0,01126	0,17499	0,17499	0,00326	0,41146	0,02679
R-2	0,13379	0,01066	0,01066	0,00206	0,40733	0,04533
R-3	0,01159	0,14333	0,00953	0,00173	0,41066	0,05613
R-4	0,06539	0,01439	0,00759	0,00246	0,41633	0,06859
R-5	0,01606	0,21666	0,01566	0,00366	0,40866	0,07666
R-6	0,04926	0,02179	0,00826	0,00299	0,40999	0,07699
R-7	0,01359	0,06119	0,06119	0,00246	0,41299	0,04399
R-8	0,06506	0,02106	0,02106	0,00319	0,41233	0,07973

Para comparar as médias relativas às regiões estudadas, dentro de uma mesma posição, foi utilizado o teste de Tukey, que acusou a diferença mínima significativa de 0,015, ao nível de 5%.

1) A posição P-1 (tireóide) recebe quantidade de radiação significantemente maior quando é realizada tomada radiográfica oclusal para a mandíbula, do que quando as demais regiões são expostas.

Nota-se também, pela análise da Tabela 6, que nas tomadas radiográficas da maxila, considerando as técnicas oclusal e periapical, as médias de incidência de radiação recebidas na tireóide são significantemen-

te menores que aquelas recebidas nas tomadas da mandíbula, em ambas as técnicas.

2) As posições P-2 e P-3, isto é, cristalino direito e cristalino esquerdo, recebem quantidades de radiação significativamente maior quando a maxila é exposta pela técnica oclusal, comparativamente às exposições da mandíbula por essa mesma técnica, e regiões de incisivos superiores e inferiores pela técnica periapical. Este fato é restrito às tomadas radiográficas dirigidas ao plano sagital mediano.

Nas tomadas laterais ao plano sagital mediano, observa-se que a incidência da radiação no cristalino direito é significativamente maior, quando é feita a exposição da região de pré-molares superiores direitos, em relação a todas as demais regiões.

3) Nas posições P-4 e P-5, isto é, gônadas e pele não se detectou diferença significativa entre médias de quantidades de radiação incidente, quando são expostas as diferentes regiões escolhidas.

4) A posição P-6, referente a filme, mostra que a incidência de radiação não apresentou diferença significativa entre médias de radiação, obtidas quando são feitas exposições das regiões de incisivos inferiores direitos, pré-molares inferiores direitos, molares inferiores direitos e pré-molares superiores direitos. Entretanto, as médias relativas a estas regiões são significativamente maiores que as médias relativas às demais regiões estudadas.

Os coeficientes de variação indicam boa precisão da pesquisa, uma vez que seus valores são:

- I) - C.V. = 16,37% para os dados relativos à crianças  
II) - C.V. = 12,18% para os dados relativos à adultos

Por ocasião das tomadas radiográficas, foram registradas as idades e pesos de cada paciente, bem como, as distâncias plano oclusal-região das gônadas e glabella-região das gônadas. (Ver Tabelas 1 e 2 no apêndice).

A distância plano oclusal-região das gônadas nos pacientes adultos, oscilou de 51 cm a 59 cm, com média aritmética de 54,7 cm.

A distância glabella-região das gônadas situou-se entre 60 cm e 69 cm, com média aritmética de 64,3 cm, para os pacientes adultos.

Nas crianças com dentição mista, a distância plano oclusal-região das gônadas oscilou de 34 a 40 cm, com média aritmética de 36,3 cm.

A distância glabella-região gonadal registrou uma faixa de 46 a 42 cm, nas crianças com dentição mista, e média aritmética de 43,7 cm.

## CAPÍTULO VI

### DISCUSSÃO

Antes de efetuarmos a avaliação dos resultados obtidos em nossa pesquisa, faremos um comentário a respeito do material utilizado. O fato de termos realizado nosso trabalho com pacientes encaminhados pela assistência social da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, foi um aspecto positivo, no sentido de obter-se uma amostra representativa do conjunto mais numeroso da população.

No tocante ao desempenho das técnicas relativas aos pacientes da faixa etária de 6 a 10 anos, encontramos poucas dificuldades, havendo boa cooperação para a manutenção dos dosímetros nas posições eleitas. Estes, constituídos por cristais de fluoreto de lítio, acondicionados em envoltórios de plástico, mostraram condições aceitáveis para a sua fixação nas posições escolhidas, bem como resistência ao manuseio.

Utilizamos sistematicamente o tempo de exposição de 1/2 segundo, com 10 mA, resultando 5 mAs para cada região exposta, procurando com isso repetir condições usualmente encontradas em clínicas odontológicas.

Este procedimento facilitou sobremaneira a análise comparativa da interação entre várias regiões e posições.

A escolha da tensão do aparelho, de 65 kVp fixos, foi moti  
vada pela constatação, na revisão bibliográfica, de que essa tensão foi a  
mais usada, em face dos recursos eletrônicos habituais. Isto serviu para mi  
norar, em parte, as dificuldades decorrentes da variação das característi-  
cas operacionais dos aparelhos de raios-X, apresentados pelos autores, pos  
sibilitando comparações neste campo.

Além das variáveis relacionadas com a calibração do apare-  
lho, tivemos que nos confrontar com aquelas resultantes das condições aces  
soriais do aparelho, como filtração adicional, colimação, camada semi-reduto-  
ra, cone e cilindros localizadores.

Grande parte dos trabalhos realizados utilizaram como mate  
rial, os denominados "phantom", procurando reproduzir as condições huma-  
nas e proporcionando densidades físicas aproximadas às médias tissulares huma  
nas, sem entretanto levar em conta sua variabilidade.

Defrontando-nos com todos estes aspectos complexos, procu  
ramos avaliar nossa pesquisa analisando cada tipo de paciente, discutindo  
as diferentes posições, relacionando-as com as regiões e as técnicas empre  
gadas.

#### Pacientes da Faixa Etária de 6 a 10 anos

Considerando a dose-pele com 100%, nos pacientes enquadr-  
dos neste item, apresentamos os percentuais relacionando posições e regiões,  
nas técnicas oclusal e periapical.

As doses por posições podem ser comentadas seguindo-se os dados apresentados pela Tabela 7.

TABELA 7: - PERCENTUAL DAS POSIÇÕES RELACIONADAS COM REGIÕES  
DOSE PELE (P-5) = 100%

REGIÃO	P O S I Ç Ã O						ABSORÇÃO
	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	
R-1	3,86	56,16	-- --	1,8	0,41566	14,14	85,86
R-2	24,22	5,70	-- --	1,95	0,41799	18,75	81,25
R-3	7,26	64,31	5,70	1,48	0,41666	12,47	87,53
R-4	19,61	7,79	3,68	1,96	0,41466	20,47	79,73
R-5	8,40	36,00	-- --	2,24	0,41333	14,06	85,94
R-6	7,04	6,30	-- --	1,26	0,41533	19,93	81,07

1) Dose na Tireóide - nesta posição, encontramos o maior porcentual na incidência oclusal inferior, com 24,22% do total da dose-pele, correspondente à média de 0,101 rad.

Isto justifica-se por uma incidência quase que direta sobre a região da glândula tireóide, ao contrário da incidência oclusal superior, onde se registrou uma dose média de 0,016 rad e 3,86% da dose-pele. Nas regiões radiografadas pela técnica periapical, a maior dose foi registrada na região de molares inferiores, com a média de 0,81 rad e porcentual de 19,61% e ainda a menor dose foi de 0,029 rad e 7,04% na região de incisivos inferiores, resultados esses influenciados pela orientação dada às incidências e distâncias da fonte de radiação à posição.

Considerando, para efeito de estudo, o R praticamente igual ao rad, obtivemos a média de 0,043 rad por exposição periapical, diferindo do resultado de 0,023 R apresentado por BAILY <sup>4</sup> (1957), como consequente de uma série total de 14 radiografias periapicais, com o uso de filme lento, aparelho com 60 kVp, e sendo as mensurações realizadas com câmara de ionização. Neste trabalho, que foi o único a fazer referências sobre doses na tireóide em crianças, o autor afirmou que a blindagem reduzia muito pouco a dose incidente.

2) Dose nos cristalinos - direito e esquerdo. Nesta posição, quando as incidências foram paralelas ao plano sagital mediano, consideramos somente as doses registradas para o cristalino direito, devido às condições serem análogas. A incidência na região de molares superiores registrou a maior dose, com 0,268 rad e 64,31%, vindo em seguida a dose de 0,233 rad e 56,16% para a incidência oclusal superior na posição do cristalino direito.

A menor dose registrada nas exposições centrais, foi de 0,024 rad e 5,7% para a região oclusal inferior. Para a posição do cristalino esquerdo, tivemos a menor dose na região dos molares inferiores direitos, com 0,015 rad e 3,68%. A menor incidência de raios-X, na posição do cristalino oposto ao lado da exposição, devido à maior distância e incidência angular da radiação, justificam as menores doses.

3) Dose Gonadal - para essa posição não encontramos variações significantes entre as diferentes regiões, pois a dose gonadal oscilou entre 0,005 e 0,009 rad, com a média de 0,007 rad por exposição.

Comparando nossos resultados com os de YALE & col.

(1960), que registraram a média de 1,875 mR para a região gonadal, em pacientes de 6 a 16 anos, com uma distância plano oclusal-região das gônadas compreendida entre 14 e 16 polegadas, limites extremos da mesma medida em nossa pesquisa, evidenciamos uma diferença de dados obtidos. Justificando essa diferença de resultados, apresentamos, de início, fatores diversos de calibração do aparelho: os autores empregaram 90 kVp, 15 mA e 1/15 segundos, resultando um efeito radiográfico cerca de 2,6 vezes menor que aquele acusado com o aparelho que utilizamos.

Os resultados foram obtidos pelo uso de filmes dosimétricos, sistema de mensuração de pouca sensibilidade para energias tão baixas, pois de acordo com a experiência do Serviço de Dosimetria Pessoal do Instituto de Energia Atômica de São Paulo, esta modalidade dosimétrica pode apresentar erros de até 40% nas densidades obtidas com leituras semanais, não sendo registradas doses abaixo de 2 mR. YALE & col.<sup>49</sup> registraram doses abaixo deste limiar.

Os citados autores concluíram que idade e peso tiveram pouca influência no resultado final, estando este mais em função da distância do plano oclusal-região das gônadas, com que concordamos, corroborando ainda o trabalho de WAINWRIGHT<sup>44</sup> (1963), que, efetuando mensurações gonadais em crianças de 4 a 10 anos, afirma que a dose para as gônadas decresce com o aumento da altura do torso, sendo cerca de três vezes maior nas crianças que nos adultos.

Esse último autor obteve a dose média de 2,5 mR para uma série de 20 radiografias, por meio de uma câmara de ionização. Esse resultado, em comparação com os obtidos em nossa pesquisa, pode ser justificado pe

lo diferente sistema dosimétrico e a maior distância plano oclusal- região gonadal, que variou de 14 a 23 polegadas, com a média de 18 polegadas, aproximadamente 45 cm, algo maior do que as medidas de nossa amostra, situadas na faixa de 14 a 16 polegadas, com a média aproximadamente de 36 cm.

Apesar dos diferentes resultados, obtidos com três sistemas dosimétricos, encontramos identificação de conclusões, na assertiva de que a dose gonadal é dependente da distância do plano oclusal à região das gônadas, e que nas crianças a dose registrada é cerca de 3 vezes maior que a dos adultos.

4) Dose-filme - sob a denominação de dose-filme, registramos as doses que incidiram sobre a face de sensibilização das películas, em todas regiões radiografadas. A região de molares inferiores registrou a maior dose, com média de 0,084 rad, sendo 20,27% da dose-pele. A menor dose registrada foi na região de molares superiores (1º molar superior e molares decíduos), com a média de 0,052 rad e o percentual de 12,47% da dose-pele incidente. As variações entre as diversas regiões radiografadas não foram significativas.

5) Dose de Absorção - Subtraindo a dose-filme da dose-pele, apresentamos o que denominamos de absorção, oscilando em torno de 80%, não havendo significantes diferenças entre as regiões. A maior absorção foi na região de molares superiores (1º molar e molares decíduos), com 87,53% do total da radiação incidente, isto devido à maior densidade dos tecidos.

6) Dose-Pele - Devemos distinguir dose-ar de dose-pele, sendo a primeira mensurada na ponta do cone, e a dose-pele com o cone em contato com a pele do paciente, dando registros diferentes. A dose-pele apresenta valores maiores, devido à radiação secundária emitida pelos tecidos moles.

A dose-ar pode ser apresentada como rendimento do aparelho, o qual foi de 0,82 rad/segundo, como já citamos no capítulo de métodos. Este resultado aproximou-se do rendimento de 0,85 R/segundo relatado por RICHARDS<sup>29</sup> (1968), operando com um aparelho de 65 kVp e 10 mA.

A dose-pele registrada pelas leituras dosimétricas, durante as exposições nos pacientes, na faixa etária de 6 a 10 anos, apresentou a média de 0,415 rad com 1/2 segundo de exposição. Considerando que a dose-ar foi de 0,410 rad, na mesma exposição de 1/2 segundo, evidenciamos que a dose-pele foi levemente maior, o que, pela lógica já era de se esperar.

Entre as diversas regiões, as diferenças acusadas não foram significativas, com maior registro para a incidência oclusal inferior, com aproximadamente 0,418 rad.

#### Pacientes Adultos Edêntulos

Para esses pacientes elaboramos a Tabela 8, relacionando os percentuais de posições por regiões cujas doses passaremos a discutir.

TABELA 8: - PORCENTUAL DAS POSIÇÕES RELACIONADAS COM REGIÕES

DOSE-PELE (P-5) = 100%

REGIÃO	P O S I Ç Ã O						ABSORÇÃO
	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	
R-1	2,73	42,52	---	0,79	0,41146	6,51	93,49
R-2	32,84	2,61	---	0,50	0,40733	11,12	88,88
R-3	2,82	34,90	2,32	0,42	0,41066	13,66	84,34
R-4	15,70	3,45	1,82	0,59	0,41633	16,47	83,53
R-5	33,92	53,01	3,83	0,89	0,40866	18,75	81,25
R-6	12,01	5,31	2,01	0,72	0,40999	18,77	81,23
R-7	3,29	14,81	---	0,59	0,41299	10,65	89,35
R-8	15,77	5,10	---	0,77	0,41233	19,33	80,67

1) Dose-Tireóide

Nesta posição, onde encontramos a maior dose foi na incidência oclusal inferior, com a média de 0,134 rad, dando um percentual de 32,84% da dose-pele média de 0,41146 rad. A menor dose foi registrada para a incidência oclusal superior, com a média de 0,011 rad, correspondendo a 2,73% da dose-pele, registrando-se para a região dos molares superiores uma dose média um pouco superior, com 0,012 rad e 2,82% de dose-pele. De uma maneira geral, as doses para a maxila foram menores, oscilando em torno de 2,73 a 3,92% da dose incidente, o que se explica da posição aos pontos de incidência, bem como incidências angulares de radiação.

A maior dose registrada para a tomada oclusal inferior justifica-se pela incidência quase direta, sobre a região dos molares inferiores, onde há uma incidência lateral, acima do órgão, com média de 0,065 rad e 15,70% do total incidente. Na região de pré-molares inferiores, devido a um ponto de incidência mais alto, temos um percentual de 12% da dose total incidente na região. Para a região dos incisivos inferiores, o percentual a aproximou-se daquele da região de molares inferiores, ou seja 15,77%.

É interessante comparar nossos resultados com os do trabalho anterior de BAILY<sup>4</sup> (1957), onde registrou 1,10 R, com 60 kVp e filtração de 1 mm Al no aparelho, efetuando 14 radiografias sobre um "phantom" de lucite, com 23 segundos de exposição, com média de 78,5 mR. Nós obtivemos a média de 36 mrad considerando apenas as tomadas periapicais. O tempo de exposição de nossa pesquisa foi de 0,5 segundo, diferente da exposição média de 1,6 segundos empregada por aquele autor, praticamente 3 vezes maior, o que justifica a maior dose, devendo-se considerar ainda que foi obtida em "phantom", com câmara de ionização.

As doses apresentadas no trabalho de BJÄRNGÅRD<sup>5</sup> (1959), com a média de 35,7 mrad com 2,17 segundos de exposição aparelho regulado para 60 kVp, 10 mA e camada semi-redutora de 1,2 mm Al, foram menores que as encontradas em nosso trabalho, pois aquele autor utilizou tempo de exposição média aproximadamente 4 vezes maior. O próprio autor considera seus valores para a tireóide, bem como os registrados por BAILY<sup>4</sup>, aquém do real, não representando as doses recebidas pelo órgão. Concordamos com essa opinião, considerando o sistema de mensuração empregado e o uso de "phantom".

RICHARDS<sup>28</sup> (1964) registrou a dose de aproximadamente 100 mR, obtida com uma série de 14 radiografias realizadas sobre um "phantom",

com o aparelho calibrado para 65 kVp e uma exposição média de 0,25 segundos, e considerou os já referidos resultados expostos por BJÄRNGARD<sup>5</sup> e BAILLY<sup>4</sup> como baixos.

O valor registrado em nossa pesquisa é menor que o de RICHARDS<sup>28</sup>, com um percentual de 8,9% da dose incidente, contra 10,22 % do total incidente relatado por aquele autor, justificando-se pelo maior número de incidências no mesmo sentido da posição de tireóide, no "phantom", o que aumenta a média percentual.

Os trabalhos referidos foram realizados com "phantom", sendo utilizados sistemas dosimétricos diferentes do nosso, o que acarretou as diferenças já esperadas, sem contudo divergirem muito de nossos resultados.

Melhor confronto obteremos, comparando os nossos resultados com os do trabalho de WEISSMAN & col.<sup>46</sup> (1970), que utilizaram 15 pacientes e o  $\text{CaF}_2:\text{Dy}$  como dosímetro termoluminescente, registrando 61,5 mrad para a posição da tireóide com o tempo de 0,133 segundo. O aparelho foi regulado para 80 kVp e 15 mA, havendo portanto maior tensão compensando o menor mAs e justificando-se a maior dose para a posição devido ao maior número de incidências próximas ao órgão e no mesmo sentido da radiação, aumentando pois a média final, por exposição.

Outras pesquisas usando pacientes e termoluminescência como dosimetria surgem com os trabalhos de ICE & col.<sup>19</sup> (1971), e BUSHONG & col.<sup>9</sup> (1971), ambos com o aparelho regulado para 65 kVp e 10 mA. No primeiro trabalho citado, foi registrada a média de 30,42 mR para a tireóide, com o tempo médio de 1 segundo por exposição.

No trabalho de BUSHONG & col.<sup>9</sup>, a dose para a tireóide foi de 20 mR, com a exposição média de 2 segundos. Notamos grande discrepância entre os dois resultados, sendo ambos menores do que os encontrados em nosso trabalho, havendo maior aproximação com os dados de ICE & col.<sup>19</sup>. Esta diferença pode ser explicada pelo número de exposições para se obter a média, além disso, há que se considerar as diferenças de amostragem, pois utilizamos pacientes edêntulos.

Outro pesquisador que registrou doses para a tireóide foi GREER<sup>17</sup> (1972), que, utilizando um aparelho com 60 kVp e 10 mA, com o rendimento de 0,85 R/segundo, valor próximo do rendimento do nosso aparelho, efetuou uma série de 21 radiografias sobre um "phantom". Seus resultados apresentaram a média de 0,41 rad, pouco diferente do valor de 36 mrad, obtido em nosso trabalho com resultado da média das exposições periapicais.

Em trabalho recente, ANTOKU & col.<sup>3</sup> (1973), utilizando a termoluminescência e um "phantom", registraram a alta dose de 343 mrad para a tireóide, decorrente de radiografia na região de molares inferiores. Tal dose é aproximadamente 35% da dose-pele incidente, que foi de 1,070 rad, quase duas vezes e meia a que registramos. Explicamos este resultado maior, pela maior área de incidência, que era de 8 cm de diâmetro, bem como pelos 8 mAs, confrontados com 7 cm de diâmetro e 5 mAs, de nossa pesquisa. Para a tomada oclusal inferior, os autores registraram a dose de 146 mrad, próxima de nosso valor de 134 mrad, porém com maior porcentual da dose-pele incidente, ou seja aproximadamente 15% contra 32% de nossa pesquisa, resultado explicável pela incidência ter sido orientada para a região do ducto de Wharton.

## 2) Dose nos Cristalinos (direito e esquerdo)

Registramos a maior dose de radiação sobre o cristalino direito, quando radiografamos a região dos pré-molares superiores direitos, obtendo-se média de 0,217 rad, representando 53% da dose-pele incidente na região. A incidência oclusal superior também apresentou uma dose alta para o cristalino: 0,175 rad, correspondente a 42,52% da dose total. Outro valor que podemos considerar como alto, foi a dose de 0,143 rad registrada para a região de molares superiores direitos, com 35% da dose incidente, ainda superior ao percentual de 15%, registrado para a região de incisivos superiores.

Na mandíbula, as doses e percentuais da dose-pele incidente foram baixos, oscilando entre 5,3 a 2,6% com o valor mais baixo para a incidência oclusal inferior.

No cristalino esquerdo, quando as incidências foram laterais ao plano sagital mediano, as doses registraram baixos percentuais, tendo como maior resultado 3,83% para a região de pré-molares superiores direitos, e, o percentual de 1,82% para a região de molares inferiores direitos, o que pode ser explicado pelas distâncias e incidências indiretas em relação ao cristalino. As incidências paralelas ao plano sagital mediano dispensam comentários, pois os valores podem ser considerados idênticos aos obtidos para o cristalino direito.

Com a finalidade de comparar nosso resultado com aqueles que encontramos na revisão bibliográfica, obtivemos uma média das exposições periapicais, considerando as doses recebidas pelo cristalino direito e esquerdo, que foi de 0,050 rad. A dose recebida pelos cristalinos foi de

0,478 rad durante todas as exposições periapicais, sendo 19,4% do total da radiação incidente, que foi de 2,467 rad.

O percentual de 19,4% obtido em nosso trabalho aproxima-se do total de 19,74% de radiação incidente, resultado apresentado no trabalho de BJÄRNGARD<sup>5</sup> (1959), decorrente da incidência sobre o cristalino em 14 tomadas periapicais de 30 pacientes, e que acusam 1,500 rad para uma dose-pele de 7,595 R. A dose média foi maior em consequência do maior tempo de exposição por radiografia, que foi de 2,17 segundos, e sendo ainda a dosimetria realizada por meio de câmara de ionização.

Efetuando mensurações sobre um "phantom", com câmara de ionização, RICHARDS & WEBBER<sup>28</sup> (1964) registraram média de 2,1 R, sendo 56,1% da radiação total incidente, que era de 3,74 R em 3,4 segundos. Esse percentual é maior do que encontramos.

Para analisar os resultados obtidos por meio de dosimetria termoluminescente, citamos de início o trabalho de WEISSMAN & col.<sup>46</sup> (1970), que registraram a dose de 41,16 mrad para exposição média de 0,133 seg. por radiografia, apresentando o aparelho um rendimento de 3,07 R/s, numa série total de 21 radiografias, realizada em 15 pacientes. Esta dose redundou em percentual menor do que o encontrado por nós, o que julgamos devido ao maior número de incidências para a obtenção da média. Entretanto, tal média foi praticamente igual ao valor que encontramos para a média no cristalino direito, que foi 0,041 rad.

Os trabalhos de BUSHONG & col.<sup>9</sup> (1971), ICE & col.<sup>19</sup> (1971) registraram as médias de 57 mrad e 41,4 mR, respectivamente, aproximando-se de média por nós encontrada. Aqueles trabalhos foram realizados em

pacientes, com as características do aparelho, 65 kVp e 10 mA, iguais às que utilizamos, sendo apenas os tempos de exposição diferentes devido às películas usadas.

Maiores valores encontramos no trabalho de SITZMANN 33 (1973), que registra a média de 93 mR por radiografia, numa série de 12 radiografias com o aparelho regulado para 60 kVp e 0,7 seg. por exposição. A dose de 740 mR, decorrente de radiografia da região de canino superior, corresponde a 65,8% do total para a posição nas 12 incidências, algo próximo dos 53% obtidos na região de pré-molares superiores, em nossa pesquisa.

Considerando as incidências oclusais, podemos citar os valores de 29,07 mR para a tomada oclusal superior, e 2,67 mR para a incidência oclusal inferior, obtidas por WEISSMAN<sup>47</sup> (1973), quando efetuou mensurações. O primeiro valor é algo baixo, comparando com o resultado de 175 mrad encontrado em nossa pesquisa e também menor do que a dose média de 11 mrad registrada para a incidência oclusal inferior, por nós.

Em porcentual, em nosso trabalho a dose para a mandíbula foi de 6,2% do valor registrado para a maxila nas tomadas oclusais. Essa relação foi de 9,1% segundo a pesquisa de WEISSMAN<sup>47</sup>, único autor a medir doses de incidência oclusais, em cadáveres que julgamos embebidos em soluções químicas conservadoras, o que altera as densidades tissulares.

Ainda confrontando resultados para o cristalino citamos a dose de 86 mR, registrada por ALCOX & JAMESON<sup>1</sup> (1974), numa posição infra-orbitária, sendo aproximadamente 25% do total incidente, numa série de 18 radiografias realizadas sobre pacientes. Considerando a posição do dosímetro, colocado logo abaixo do cristalino, com menor distância em relação ao

cone, julgamos que esse resultado praticamente aproxima-se do percentual de 19,4% que encontramos em nossa pesquisa.

Utilizando um "phantom" e detectores termoluminescentes, ANTOKU & col.<sup>3</sup> (1976) registraram a dose de 211 mrad para o cristalino, numa tomada oclusal para incisivos superiores, dose superior ao resultado de 175 mrad, encontrado em nosso trabalho para a tomada oclusal superior, porém explicado pelo ponto de incidência mais baixo, bem como pelo maior mAs (8 contra 5 mAs empregados por nós), e ainda maior incidência total de radiação na pele. Para as tomadas periapicais, a maior dose registrada foi na região de pré-molares superiores, com 297 mrad, aproximadamente 28% da dose-pele incidente de 1.050 mrad; este percentual foi menor que o registrado em nossa pesquisa, para o cristalino do mesmo lado da incidência, com a dose de 217 mrad. Porém nosso trabalho foi realizado com pacientes edêntulos, e usando menor mAs, como já dissemos.

### 3) Dose nas Gônadas

Para esta posição, encontramos o percentual de 0,65% do total da radiação incidente, havendo pouca variação entre as diversas regiões. A dose média foi de 2 mrad, havendo resultados que coincidiram com a radiação de fundo.

A distância do plano oclusal à região das gônadas apresentou a média de 54,733 cm, oscilando entre 51 e 59 cm. Relacionando-se esta medida com a dose média registrada, e comparando-a com os resultados encontrados nos pacientes da faixa etária de 6 a 10 anos, notamos que a dose recebida pelos adultos foi cerca de 1/3 daquela recebida pelas crianças.

Na literatura, os trabalhos encontrados divergem quanto à colocação dos dosímetros. Uns autores registram doses nos próprios órgãos, outros utilizam fatores de conversão, e outros ainda usam os dosímetros posicionados no assento da cadeira ou no regaço dos pacientes.

O percentual de nossa pesquisa comparado com o resultado encontrado por STANFORD & VANCE<sup>37</sup> (1955), justifica-se por terem estes autores feito mensurações em cadáveres, com câmaras de ionização em contato íntimo com as gônadas masculinas. Também, a dose oscilante entre 0,243 e 380 mR apresentada por RICHARDS<sup>25</sup> (1958), confirmada pelo mesmo em 1968, como sendo de 0,45 mR para as gônadas masculinas, pode ser justificada devido o autor ter utilizado um fator de conservação da dose de superfície, para a dose interna, compensando a radiação absorvida pelos testículos.

O resultado de 0,9 mR apresentado por BJÄRNGÅRD<sup>5</sup> (1959) aproxima-se dos valores encontrados em alguns pacientes de nossa amostra (1 mrad), diferindo da média final, o que julgamos ser devido ao método dosimétrico de câmara de ionização. Esse mesmo método, empregado por BUDOWSKY<sup>8</sup> (1956), acusou uma dose média de 0,45 R, altamente discordante em relação à nossa, fortalecendo as restrições quanto ao processo de mensuração empregado, pois as condições dos aparelhos de raios-X eram praticamente análogas.

FINDLAY<sup>14</sup> (1966) cita SONNABEND<sup>34</sup> (1961), que também usando câmara de ionização registrou uma dose superficial de 5 mR para as gônadas. Esse dado corresponde a um resultado médio entre os valores que encontramos para os pacientes adultos e as crianças na faixa etária de 6 a 10 anos, (2 e 7 mrad).

Ainda focalizando os trabalhos efetuados com a dosimetria termoluminescente, podemos fazer comparações com os dados apresentados por WEISSMAN & col.<sup>46</sup> (1970), que, colocando dosímetros sobre o eventual plumbífero, registraram 1 mrad ao nível das gônadas. ICE & col.<sup>19</sup> (1971) apresentaram a dose de 1,72 mR, com mensurações feitas no regaço dos pacientes.

Analisando esses resultados, notamos pouca diferença com os encontrados em nossa pesquisa, pois registramos várias vezes a dose de 1 mrad, para as gônadas, conseqüentes de determinadas exposições.

Os trabalhos citados apresentaram como tônica terem sido os aparelhos calibrados com 65 kVp e 10 mA, razão da escolha destes fatores para regularmos o aparelho de nossa pesquisa.

Recentemente, ANTOKU & col.<sup>3</sup> (1976) registraram nas gônadas a dose de 0,11 mrad, para uma só região exposta, a de incisivos superiores, usando câmaras de ionização, colocada em um "phantom". Anotamos este registro, deixando de discutí-lo por se referir a uma única região, e não indicar distância do plano oclusal à região das gônadas.

#### 4) Dose-Pele

Já conceituamos a diferença entre dose-ar e dose-pele. Nos pacientes edêntulos adultos, com a exposição de 1/2 segundo, registramos a média de 0,411 rad, para a dose-pele, com mínimas diferenças entre as diversas regiões. Este registro é importante, pois nos fornece um parâmetro de avaliação para os percentuais da radiação incidente, nas diferentes posições e regiões.

## 5) Dose-Filme

Nos pacientes adultos edêntulos, a maior dose de radiação incidente sobre a face ativa das películas foi encontrada na região de incisivos inferiores, com 19,33% da dose-pele, seguida dos percentuais de 18,77 e 18,75% para as regiões pré-molares superiores direitos, e pré-molares inferiores direitos, respectivamente.

A tomada oclusal superior registrou o menor índice de radiação, com 6,51% sendo de 11,12% para a incidência oclusal inferior, diferenças justificadas pelas densidades e espessuras das regiões envolvidas. Comparando o baixo percentual registrado na oclusal superior, com o resultado de 10,65%, incidente na região de incisivos superiores, referendamos a justificativa anterior: a distância da área de incidência a película, bem como a densidade e espessura da região são fatores que influem diretamente na absorção.

## 6) Dose de Absorção

Corresponde à diferença entre a dose-pele e a dose-filme ( $D_a = D_p - D_f$ ), e os registros de percentuais são dependentes e relacionados com a dose incidente nas películas.

A maior absorção ocorreu na tomada oclusal superior, com índice de 93,59%, e com menores percentuais, logo abaixo registramos 89,35% para a região de incisivos superiores e 88,88% para a incidência oclusal inferior, sempre dependentes da distância da área de incidência à película, e os fatores relativos a densidade e espessura das regiões envolvidas.

Nas outras regiões, as diferenças entre os percentuais não foram significativas.

## CAPÍTULO VII

### CONCLUSÕES

Após a fase experimental de nossa pesquisa, analisados os resultados obtidos e discutidas as diferentes posições onde foram colocados dosímetros, pudemos estabelecer várias conclusões como fruto de nossa observação.

Assim tivemos:

- 1) - Evidenciação da grande incidência de radiação sobre os cristalinos, na tomada oclusal superior, com aproximadamente 56% para as crianças e 42,5% para os adultos e dêntulos, respectivamente as doses médias de 0,233 rad e 0,175 rad, considerando como 100% as doses respectivas de 0,415 rad e 0,411 rad incidentes na pele.
  
- 2) - Porcentuais em torno de 24% com a dose média de 0,101 rad para as crianças, e 33% com a dose média de 0,134 rad para os adultos e dêntulos registradas na região da tireóide, na incidência oclusal inferior, em relação às doses médias respectivamente de 0,418 rad e 0,407 rad, incidentes na pele e consideradas como 100%.

- 3) - a - Constatação, no desempenho da técnica periapical, de altos percentuais da radiação incidente sobre o cristalino do lado exposto, na região de pré-molares superiores nos adultos, com índice de 53% para a dose média de 0,217 rad e, na região de molares superiores nas crianças na faixa etária de 6 a 10 anos, com índice de 64% correspondente à dose média de 0,268 rad — a maior dose registrada para esse órgão crítico — quando consideramos as doses médias de 0,409 rad e 0,416 rad incidentes na pele, como 100%.
- b - Doses incidentes sobre os cristalinos, com o emprego da técnica oclusal superior para adultos edêntulos, com a média de 0,175 rad e índice de 42,5%, e evidentemente menores do que os provenientes do uso da técnica periapical, de índice total em torno de 108%, correspondente a dose de 0,444 rad — considerada a dose-pele de 0,411 rad da técnica oclusal como 100% — sem prejuízo da finalidade informativa.
- c - Doses incidentes sobre a região da tireóide, com o emprego da técnica oclusal inferior para adultos edêntulos, com a média de 0,134 rad, correspondente à um percentual em torno de 33%, portanto menores do que o percentual de 72%, resultando na dose de 0,293 rad, advindo da técnica periapical para tal propósito — considerada a dose-pele de 0,407 rad

da técnica oclusal inferior como 100 % — sem prejuízo do valor informativo radiográfico para finalidades protéticas.

- 4) - Maior incidência de radiação na região gonadal de crianças, cerca de 3 vezes e meia mais do que nos adultos edêntulos, o que constatamos com as doses médias respectivas de 0,007 rad e 0,002 rad, considerando as técnicas radiográficas estudadas. Esta diferença foi acompanhada da variação da distância do plano oclusal a região gonadal, diminuindo em função da mesma, fato evidenciado pela confrontação das distâncias médias de 36,3 cm para as crianças e 43,7 cm para os adultos edêntulos.

## CAPÍTULO VIII

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 - ALCOX, R.W. & JAMESON, W.R. Patients exposures from intraoral radiographic examinations. J.Am.dent.Ass., 88:568-79, Mar. 1974.
- 2 - ALDERSON, S.W. et alii. An instrumented phantom system for analog computation of treatment plans. Am. J. Roentg., 87 (1):185-95, Jan. 1962.
- 3 - ANTOKU, S. et alii. Doses to critical organs from dental radiography. Oral Surg., 41 (2):251-60, Feb. 1976.
- 4 - BAILY, N.A. Patient exposure to ionizing radiation in dental radiography. Radiology, 69:42-5, 1957.
- 5 - BJÄRNGÅRD, B. et alii. Radiation doses in oral radiography. I - Measurements of doses to gonads and certain parts of head and neck during full mouth roentgenography. Odont.Revy, 10:355-66, 1959.
- 6 - BLACKMAN, S. & GREENING, J.R. Radiation hazards in dental radiography. Br.dent.J., 102 (5):Mar. 1957.

- 7 - BUCH, R. University of Wisconsin, s. d., 1962 apud CAMERON, J.R. et alii, op, cit. ref. 12, p. 132.
- 8 - BUDOWSKY, J. et alii. Radiation exposure to the head and abdomen oral roentgenography. J.Am.dent.Ass., 52 (5):555-9, May. 1956.
- 9 - BUSHONG, S.C. et alii. Reduction of patient exposure during dental radiography. Hlth phys., 21:281-4, Aug. 1971.
- 10 - CAMERON, J.R. et alii. Radiation dosimeter utilizing the thermoluminescence of lithium fluoride. Science, 134:333-40, 1961.
- 11 - CAMERON, J.R. An evaluation of human radiation exposure and methods of radiation measurement. Trans.Am.Inst.Oral Biol., 21:139-42, 1964.
- 12 - CAMERON, J.R. & ZIMMERMAN, D.W. Annealing characteristics of lithium fluoride. In: CAMERON, J.R. et alii. Thermoluminescence Dosimetry. Madison, Milwaukee, University of Wisconsin Press, 1968, cap. 8, p. 131-42.
- 13 - DANIELS, F. Thermoluminescence and related properties of crystals. Presented at the Symp. on Chem. and Phys. of Radiat. Technical Command, Army Chemical Center Maryland, 1950, apud: CAMERON, J.R. et alii, op. cit. ref. 12.
- 14 - FINDLAY, I.A. Radiation protection measures in dentistry. J.Ir. Dent. Ass. 12:171-5, Dec. 1966.

- 15 - FREY, N.W. & WUEHRMANN, A.H. Radiation dosimetry and intraoral radiographic techniques. II - Internal and external dose measurements. Oral Surg., 38 (4):639-52, Oct. 1974.
- 16 - GOOLDEN, A.W.G. Carcinoma of the thyroid following irradiation. Br. Med.J., 18:954-5, Oct. 1958.
- 17 - GREER, D.F. Determination and analysis of absorbed doses resulting from various intraoral radiographic techniques. Oral Surg., 34 (1): 146-61, July 1972.
- 18 - HARSHAW, Chemical Company. Recommended procedures of total TLD capability. Printed in Division of Kewanee Oil Company, Solon Ohio, s.d.
- 19 - ICE, R.D. et alii. Influence of dental radiographic cone on radiation exposure. J.Am.dent.Ass., 83:1.297-302, Dec. 1971.
- 20 - INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection (As amended 1959 and revised 1962). New York, Macmillan, 1964. (ICRP Publication 6).
- 21 - KLINE, B.A., et alii. Dosimetric evaluation of thirty dental facilities in Massachussets. (Measurement of workload related to exposure to environs). Oral Surg., 29 (1):44-59, Jan. 1970.
- 22 - NOLAN, W.E. Radiation hazards to the patient from oral roentgenography. J.Am.dent.Ass., 47:681-4, Dec. 1953.

- 23 - QUIMBY, E.H. & MAC COMB, W.S. Further studies on the rate of recovery of human skin from the effects of roentgen or gamma-ray irradiation. Radiology, 29:305-12, Sept. 1937.
- 24 - REGULA, D.F. Possibilities and problems of modern Dosimetry Techniques in Dentistry. Proceedings of III International Congress in Maxillofacial Radiology, Kyoto, Japan, 1974. Dento Maxillofacial Radiol., 3:191-8, 1974.
- 25 - RICHARDS, A.G. The production of erythema of the skin by exposure to x-ray radiation. J.D.Res. 34 (1):100-3, Feb. 1955.
- 26 - \_\_\_\_\_ Roentgen - ray doses in dental roentgenography. J.Am. Dent. Ass., 56:351-68, Mar, 1958.
- 27 - \_\_\_\_\_ How hazardous is dental roentgenography? Oral Surg., 14 (1): 40-51, Jan. 1961.
- 28 - RICHARDS, A.G. & WEBBER, R.L. Dental x-ray exposure of sites within the head and neck. Oral Surg., 18 (6):752-56, Dec. 1964.
- 29 - RICHARDS, A.G. Dental x-ray Protection School of Dentistry. Dent. Clin.Univ.Michigan, Ann Arbor, Michigan: 631-41, Nov. 1968.
- 30 - ROHRCHNEIDER, W. Strahlenschadigung und Sthralen - Schultz am auge. Munch.pred.Wschr., 97:23, 1955 apud SITZMANN, F., op. cit. ref. 33.

- 31 - ROLLINS, W. Notes on x-ray light: Vacuum tubes burns. Boston M. & S. J., 146:39-40, 1902 apud STONE, Robert S., op. cit. ref. 39.
- 32 - ROONEY, D.R. & POWELL, R.W. Carcinoma of the thyroid in children after x-ray therapy in early childhood. J.Am.Med.Ass., 169 (1): 69-72, Jan. 1959.
- 33 - SITZMANN, F. Measurement of x-ray exposure of ocular lens in dento-maxillo-facial radiography. Dento maxillofacial Radiol., 2:88 - 92, '1973.
- 34 - SONNABEND, E. Siemens Radiological News, 1961 apud FINDLAY, I.A., op. ref. 14.
- 35 - SPEAR, Lewis B. Need for precaution in dental roentgenography. J. Am. dent.Ass., 54:7-11, July 1955.
- 36 - SPURNY, Z.D. Thermoluminescent dosimetry. Atom.Energy Rev., 3:61, 1965.
- 37 - STANFORD, R.W. & VANCE, J. The quantity of radiation received by the reproductive organs of patient during routine diagnostic x-ray examinations. Br.J.Radiol., 28 (329):266-73, May 1955.
- 38 - STANTON, L. Basic medical radiation physics. New York, Appleton Century Crofts, 1969, cap. 5, p. 204-9.

- 39 - STONE, R.S. The concept of maximum permissible exposure. Radiology, 58 (5):639-60, May 1952.
- 40 - TODD, R.I. et alii. Use of roentgen rays in the dental office. J.Am. dent.Ass., 51:664-72, Dec. 1955.
- 41 - TROUT, E.D. et alii. The use of filters to control radiation exposure to the patient in diagnostic roentgenology. Am.J.Roentgenol., 67:946-62, June 1952.
- 42 - WAH LEE, B.S. Comparative radiation doses in dental radiography. Oral Surg., 16 (5):561-71, May 1963.
- 43 - UPDEGRAVE, W.J. Penn.dent.J., Nov. 1960 apud FINDLAY, I.A. op. cit. ref. 14.
- 44 - WAINWRIGHT, W.W. Filtration for lowest patient dose in dental radiography. Oral Surg., 16 (5):561-71, May 1963.
- 45 - \_\_\_\_\_ How much radiation dose the patient receive per set of dental radiographs? J.Alabama dent.Ass., 48:19-21, Jan. 1964.
- 46 - WEISSMAN, D. & SOBKOWSKI, F.J. Comparative thermoluminescent dosimetry of intraoral periapical radiography. Oral Surg., 29 (3):376-86, Mar. 1970.
- 47 - WEISSMAN, D. Comparative absorbed doses in dental radiography: III - Special Projections. J.dent.Res., 52 (2):366-70, Mar. Apr. 1973.

- 48 - YALE, S.H. Reduction of radiation out put of the standard dental x-ray machine utilizing copper for external filtration. J.Am.dent. Ass., 54:354-7, Mar. 1957.
- 49 - YALE, S.H. et alii. Measurement of gonadal dose in children during intraoral radiography, Oral Surg., 13 (9):1081-4, Sept. 1960.

A P Ê N D I C E

T A B E L A S 1 E 2

RELATÓRIO DA ASSESORIA TÉCNICA EM FÍSICA MÉDICA LTDA

TABELA 1 : - MÉDIAS EM RAD, DE LEITURAS OBTIDAS DE 15 CRIANÇAS NA FAIXA ETÁRIA DE 6 A 10 ANOS.

PACIENTE: 01

IDADE: 10 ANOS

PESO: 38 kgs

DISTÂNCIAS: REGIÃO GONADAL  $\left\{ \begin{array}{l} \text{PLANO OCLUSAL} \quad 39 \text{ cm} \\ \text{G L A B E L A} \quad 46 \text{ cm} \end{array} \right.$

INTERAÇÃO DE POSIÇÕES E REGIÕES :

REGIÃO	P O S I Ç Ã O						
	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	ABSORÇÃO
R-1	0,014	0,180	0,180	0,004	0,430	0,058	0,372
R-2	0,097	0,016	0,016	0,002	0,420	0,072	0,348
R-3	0,026	0,230	0,015	0,003	0,420	0,047	0,373
R-4	0,083	0,046	0,008	0,006	0,420	0,081	0,339
R-5	0,025	0,130	0,130	0,008	0,420	0,068	0,352
R-6	0,025	0,028	0,028	0,002	0,440	0,081	0,359

LEGENDA

POSIÇÃO:= P

P-1 = Tireóide  
 P-2 = Cristalino direito  
 P-3 = Cristalino esquerdo  
 P-4 = Pele  
 P-5 = Filme  
 P-6 = Absorção

REGIÃO:= R

R-1 = Oclusal superior  
 R-2 = Oclusal inferior  
 R-3 = Molares sup. direitos  
 R-4 = Molares inf. direitos  
 R-5 = Incisivos superiores  
 R-6 = Incisivos inferiores

PACIENTE : 02

IDADE : 08 ANOS

PESO : 32 kgs

PLANO OCLUSAL 38 cm

DISTANCIAS : REGIÃO GONADAL

GLABELA 45 cm

REGIÃO	P O S I Ç Ã O						
	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	ABSORÇÃO
R-1	0,012	0,280	0,280	0,008	0,430	0,089	0,341
R-2	0,088	0,018	0,018	0,002	0,440	0,082	0,352
R-3	0,034	0,280	0,026	0,008	0,430	0,064	0,366
R-4	0,078	0,041	0,022	0,007	0,420	0,095	0,325
R-5	0,062	0,180	0,180	0,012	0,420	0,064	0,356
R-6	0,022	0,022	0,022	0,003	0,420	0,100	0,320

PACIENTE : 03

IDADE : 06 ANOS

PESO : 24 kgs

PLANO OCLUSAL 35 cm

DISTANCIAS : REGIÃO GONADAL

GLABELA 43 cm

REGIÃO	P O S I Ç Ã O						
	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	ABSORÇÃO
R-1	0,016	0,290	0,290	0,012	0,420	0,060	0,360
R-2	0,150	0,024	0,024	0,008	0,450	0,090	0,360
R-3	0,038	0,280	0,030	0,008	0,425	0,062	0,363
R-4	0,100	0,031	0,010	0,007	0,430	0,090	0,340
R-5	0,060	0,200	0,200	0,012	0,430	0,078	0,352
R-6	0,036	0,040	0,040	0,009	0,420	0,092	0,328

PACIENTE : 04

IDADE : 10 ANOS

PESO : 39 kgs

DISTANCIAS : REGIÃO GONADAL  $\left\{ \begin{array}{l} \text{PLANO OCLUSAL} \quad 40 \text{ cm} \\ \text{G L A B E L A} \quad 46 \text{ cm} \end{array} \right.$

REGIÃO	P O S I Ç Ã O						
	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	ABSORÇÃO
R-1	0,014	0,092	0,092	0,008	0,410	0,053	0,357
R-2	0,096	0,031	0,031	0,014	0,400	0,075	0,325
R-3	0,018	0,175	0,034	0,006	0,425	0,041	0,384
R-4	0,088	0,033	0,014	0,004	0,410	0,069	0,341
R-5	0,040	0,125	0,125	0,010	0,390	0,050	0,340
R-6	0,030	0,024	0,024	0,004	0,420	0,095	0,325

PACIENTE : 05

IDADE : 10 ANOS

PESO : 38 kgs

DISTANCIAS : REGIÃO GONADAL  $\left\{ \begin{array}{l} \text{PLANO OCLUSAL} \quad 37 \text{ cm} \\ \text{G L A B E L A} \quad 44 \text{ cm} \end{array} \right.$

REGIÃO	P O S I Ç Ã O						
	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	ABSORÇÃO
R-1	0,016	0,190	0,190	0,010	0,410	0,035	0,375
R-2	0,087	0,020	0,020	0,008	0,380	0,060	0,320
R-3	0,034	0,185	0,036	0,007	0,420	0,054	0,366
R-4	0,070	0,035	0,024	0,006	0,400	0,058	0,342
R-5	0,052	0,100	0,100	0,012	0,420	0,048	0,372
R-6	0,028	0,015	0,015	0,004	0,425	0,052	0,373

PACIENTE : 06

IDADE : 12 ANOS

PESO : 36 kgs

PLANO OCLUSAL 36 cm

DISTANCIAS : REGIÃO GONADAL

GLABELA 44 cm

REGIÃO	P O S I Ç Ã O						
	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	ABSORÇÃO
R-1	0,026	0,270	0,270	0,004	0,420	0,047	0,373
R-2	0,110	0,019	0,019	0,009	0,440	0,095	0,345
R-3	0,029	0,280	0,026	0,008	0,430	0,050	0,380
R-4	0,055	0,042	0,021	0,004	0,410	0,072	0,338
R-5	0,032	0,190	0,190	0,006	0,430	0,047	0,383
R-6	0,025	0,018	0,018	0,005	0,410	0,060	0,370

PACIENTE : 07

IDADE : 06 ANOS

PESO : 26 kgs

PLANO OCLUSAL 35 cm

DISTANCIAS : REGIÃO GONADAL

GLABELA 43 cm

REGIÃO	P O S I Ç Ã O						
	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	ABSORÇÃO
R-1	0,013	0,330	0,330	0,004	0,430	0,052	0,378
R-2	0,130	0,034	0,034	0,008	0,440	0,094	0,346
R-3	0,039	0,310	0,025	0,004	0,410	0,046	0,364
R-4	0,068	0,025	0,021	0,008	0,430	0,105	0,325
R-5	0,029	0,200	0,200	0,011	0,430	0,056	0,374
R-6	0,025	0,015	0,015	0,004	0,410	0,105	0,305

PACIENTE : 08

IDADE : 08 ANOS

PESO : 24 kgs

PLANO OCLUSAL      35 cm

DISTANCIAS : REGIÃO GONADAL  $\left\{ \begin{array}{l} \text{PLANO OCLUSAL} \quad 35 \text{ cm} \\ \text{GLABELA} \quad 43 \text{ cm} \end{array} \right.$

REGIÃO	P O S I Ç Ã O						
	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	ABSORÇÃO
R-1	0,027	0,250	0,250	0,006	0,410	0,086	0,324
R-2	0,092	0,027	0,027	0,014	0,410	0,082	0,328
R-3	0,031	0,300	0,017	0,004	0,405	0,036	0,371
R-4	0,076	0,025	0,009	0,015	0,410	0,062	0,348
R-5	0,020	0,190	0,190	0,010	0,390	0,046	0,344
R-6	0,034	0,036	0,036	0,005	0,410	0,070	0,340

PACIENTE : 09

IDADE : 06 ANOS

PESO : 22 kgs

PLANO OCLUSAL      35 cm

DISTANCIAS : REGIÃO GONADAL  $\left\{ \begin{array}{l} \text{PLANO OCLUSAL} \quad 35 \text{ cm} \\ \text{GLABELA} \quad 42 \text{ cm} \end{array} \right.$

REGIÃO	P O S I Ç Ã O						
	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	ABSORÇÃO
R-1	0,020	0,240	0,240	0,010	0,410	0,048	0,362
R-2	0,078	0,029	0,029	0,012	0,410	0,080	0,330
R-3	0,036	0,310	0,022	0,006	0,410	0,060	0,350
R-4	0,064	0,033	0,008	0,013	0,410	0,082	0,328
R-5	0,026	0,150	0,150	0,006	0,410	0,068	0,342
R-6	0,039	0,029	0,029	0,005	0,415	0,074	0,341

PACIENTE : 10

IDADE : 07 ANOS

PESO : 25 kgs

PLANO OCLUSAL 34 cm

DISTANCIAS : REGIÃO GONADAL

GLABELA 42 cm

REGIÃO	P O S I Ç Ã O						
	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	ABSORÇÃO
R-1	0,014	0,285	0,285	0,005	0,425	0,072	0,353
R-2	0,090	0,024	0,024	0,009	0,425	0,078	0,347
R-3	0,028	0,315	0,023	0,006	0,410	0,056	0,354
R-4	0,073	0,021	0,020	0,005	0,415	0,115	0,300
R-5	0,038	0,085	0,085	0,005	0,420	0,050	0,370
R-6	0,032	0,025	0,025	0,004	0,410	0,100	0,310

PACIENTE : 11

IDADE : 10 ANOS

PESO : 27 kgs

PLANO OCLUSAL 37 cm

DISTANCIAS : REGIÃO GONADAL

GLABELA 44 cm

REGIÃO	P O S I Ç Ã O						
	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	ABSORÇÃO
R-1	0,012	0,230	0,230	0,008	0,410	0,064	0,346
R-2	0,086	0,025	0,025	0,004	0,410	0,067	0,343
R-3	0,024	0,240	0,029	0,008	0,405	0,040	0,365
R-4	0,083	0,027	0,007	0,016	0,410	0,110	0,300
R-5	0,019	0,095	0,095	0,007	0,410	0,048	0,362
R-6	0,024	0,019	0,019	0,008	0,415	0,092	0,323

PACIENTE : 12

IDADE : 10 ANOS

PESO : 35 kgs

PLANO OCLUSAL            36 cm

DISTANCIAS : REGIÃO GONADAL  $\left\{ \begin{array}{l} \text{G L A B E L A} \\ \text{43 cm} \end{array} \right.$

REGIÃO	P O S I Ç Ã O						
	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	ABSORÇÃO
R-1	0,023	0,280	0,280	0,011	0,405	0,042	0,353
R-2	0,150	0,018	0,018	0,013	0,420	0,063	0,357
R-3	0,039	0,295	0,017	0,006	0,410	0,060	0,350
R-4	0,062	0,044	0,023	0,004	0,420	0,100	0,320
R-5	0,020	0,190	0,190	0,013	0,405	0,072	0,333
R-6	0,031	0,035	0,035	0,010	0,410	0,078	0,332

PACIENTE : 13

IDADE : 07 ANOS

PESO : 29 kgs

PLANO OCLUSAL            37 cm

DISTANCIAS : REGIÃO GONADAL  $\left\{ \begin{array}{l} \text{G L A B E L A} \\ \text{45 cm} \end{array} \right.$

REGIÃO	P O S I Ç Ã O						
	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	ABSORÇÃO
R-1	0,010	0,190	0,190	0,006	0,410	0,077	0,333
R-2	0,090	0,027	0,027	0,006	0,415	0,088	0,327
R-3	0,026	0,220	0,018	0,007	0,410	0,057	0,353
R-4	0,090	0,030	0,012	0,008	0,415	0,082	0,333
R-5	0,036	0,088	0,088	0,008	0,405	0,068	0,337
R-6	0,045	0,030	0,030	0,003	0,410	0,089	0,321

PACIENTE : 14

IDADE : 09 ANOS

PESO : 29 kgs

PLANO OCLUSAL            37 cm

DISTANCIAS : REGIÃO GONADAL <

G L A B E L A            44 cm

REGIÃO	P O S I Ç Ã O						
	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	ABSORÇÃO
R-1	0,013	0,185	0,185	0,007	0,405	0,054	0,351
R-2	0,095	0,021	0,021	0,008	0,410	0,100	0,310
R-3	0,028	0,300	0,018	0,008	0,425	0,058	0,367
R-4	0,110	0,020	0,014	0,010	0,415	0,078	0,343
R-5	0,035	0,140	0,140	0,012	0,410	0,064	0,346
R-6	0,022	0,031	0,031	0,005	0,415	0,100	0,315

PACIENTE : 15

IDADE : 06 ANOS

PESO : 23 kgs

PLANO OCLUSAL            34 cm

DISTANCIAS : REGIÃO GONADAL <

G L A B E L A            42 cm

REGIÃO	P O S I Ç Ã O						
	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	ABSORÇÃO
R-1	0,011	0,210	0,210	0,010	0,410	0,045	0,355
R-2	0,080	0,025	0,025	0,006	0,400	0,050	0,350
R-3	0,024	0,300	0,021	0,004	0,415	0,049	0,366
R-4	0,120	0,032	0,016	0,009	0,405	0,062	0,343
R-5	0,027	0,170	0,170	0,007	0,410	0,045	0,365
R-6	0,021	0,026	0,026	0,008	0,400	0,054	0,346

TABELA 2 : - MÉDIAS EM RAD, DE LETURAS OBTIDAS EM 15 PACIENTES ADULTOS EDÊNTULOS.

PACIENTE : 01

IDADE : 23 ANOS

PESO : 64 kgs

PLANO OCLUSAL 55 cm

DISTÂNCIAS : REGIÃO GONADAL

G L A B E L A 64 cm

INTERAÇÃO DE POSIÇÕES E REGIÕES:

REGIÃO	P O S I Ç Ã O						
	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	ABSORÇÃO
R-1	0,010	0,172	0,172	0,002	0,420	0,024	0,393
R-2	0,115	0,014	0,014	0,001	0,400	0,038	0,362
R-3	0,013	0,130	0,007	0,002	0,390	0,043	0,347
R-4	0,056	0,013	0,006	0,002	0,410	0,067	0,343
R-5	0,016	0,240	0,013	0,005	0,390	0,053	0,337
R-6	0,046	0,018	0,006	0,002	0,400	0,067	0,333
R-7	0,013	0,064	0,064	0,002	0,400	0,051	0,349
R-8	0,056	0,025	0,025	0,001	0,390	0,065	0,325

LEGENDA

POSIÇÃO:= P

REGIÃO:= R

P-1 = Tireóide

R-1 = Oclusal superior

P-2 = Cristalino direito

R-2 = Oclusal inferior

P-3 = Cristalino esquerdo

R-3 = Molares sup. direitos

P-4 = Pele

R-4 = Molares inf. direitos

P-5 = Filme

R-5 = Prê-molares sup. direitos

P-6 = Absorção

R-6 = Prê-molares inf. direitos

R-7 = Incisivos superiores

R-8 = Incisivos inferiores

PACIENTE: 02

IDADE: 32 ANOS

PESO: 54 kgs

DISTÂNCIAS: REGIÃO GONADAL  $\left\{ \begin{array}{l} \text{PLANO OCLUSAL} \\ \text{G L A B E L A} \end{array} \right.$

53 cm  
64 cm

REGIÃO	P O S I Ç Ã O						
	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	ABSORÇÃO
R-1	0,017	0,162	0,162	0,003	0,400	0,039	0,361
R-2	0,138	0,011	0,011	0,001	0,410	0,048	0,362
R-3	0,022	0,130	0,008	0,001	0,420	0,056	0,364
R-4	0,085	0,018	0,008	0,001	0,420	0,063	0,357
R-5	0,032	0,220	0,020	0,004	0,410	0,063	0,347
R-6	0,058	0,020	0,009	0,001	0,430	0,090	0,340
R-7	0,015	0,070	0,070	0,001	0,440	0,033	0,407
R-8	0,085	0,028	0,028	0,002	0,430	0,082	0,348

PACIENTE: 03

IDADE: 58 ANOS

PESO: 72 kgs

DISTÂNCIAS: REGIÃO GONADAL  $\left\{ \begin{array}{l} \text{PLANO OCLUSAL} \\ \text{G L A B E L A} \end{array} \right.$

56 cm  
65 cm

REGIÃO	P O S I Ç Ã O						
	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	ABSORÇÃO
R-1	0,011	0,162	0,162	R. F.	0,420	0,020	0,400
R-2	0,096	0,012	0,012	0,001	0,380	0,036	0,344
R-3	0,009	0,110	0,012	R. F.	0,410	0,058	0,352
R-4	0,068	0,012	0,006	R. F.	0,420	0,066	0,354
R-5	0,016	0,165	0,014	0,002	0,420	0,089	0,331
R-6	0,025	0,017	0,008	R. F.	0,400	0,066	0,334
R-7	0,017	0,072	0,072	R. F.	0,380	0,041	0,339
R-8	0,076	0,020	0,020	0,001	0,400	0,064	0,336

PACIENTE : 04

IDADE : 65 ANOS

PESO : 60 kgs

DISTÂNCIAS : REGIÃO GONADAL  $\left\{ \begin{array}{l} \text{PLANO OCLUSAL} \quad 54 \text{ cm} \\ \text{G L A B E L A} \quad 64 \text{ cm} \end{array} \right.$

REGIÃO	P O S I Ç Ã O						
	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	ABSORÇÃO
R-1	0,012	0,180	0,180	0,002	0,400	0,027	0,373
R-2	0,190	0,008	0,008	0,002	0,400	0,046	0,354
R-3	0,012	0,210	0,006	0,002	0,395	0,069	0,326
R-4	0,096	0,011	0,009	0,001	0,420	0,062	0,358
R-5	0,014	0,230	0,009	0,004	0,390	0,084	0,306
R-6	0,090	0,030	0,009	0,004	0,430	0,060	0,370
R-7	0,010	0,060	0,060	0,004	0,410	0,026	0,384
R-8	0,082	0,021	0,021	0,002	0,420	0,088	0,332

PACIENTE : 05

IDADE : 18 ANOS

PESO : 68 kgs

DISTÂNCIAS : REGIÃO GONADAL  $\left\{ \begin{array}{l} \text{PLANO OCLUSAL} \quad 56 \text{ cm} \\ \text{G L A B E L A} \quad 65 \text{ cm} \end{array} \right.$

REGIÃO	P O S I Ç Ã O						
	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	ABSORÇÃO
R-1	0,010	0,200	0,200	0,004	0,410	0,041	0,369
R-2	0,128	0,013	0,013	0,001	0,410	0,066	0,344
R-3	0,021	0,240	0,011	R. F.	0,410	0,089	0,321
R-4	0,087	0,018	0,014	R. F.	0,430	0,072	0,358
R-5	0,018	0,310	0,018	0,002	0,410	0,095	0,315
R-6	0,076	0,026	0,007	0,004	0,390	0,079	0,311
R-7	0,020	0,058	0,058	0,002	0,420	0,066	0,354
R-8	0,090	0,031	0,031	0,004	0,420	0,082	0,338

PACIENTE: 06

IDADE: 41 ANOS

PESO: 56 kgs

DISTÂNCIAS: REGIÃO GONADAL  $\left\{ \begin{array}{l} \text{PLANO OCLUSAL} \quad 53 \text{ cm} \\ \text{G L A B E L A} \quad 63 \text{ cm} \end{array} \right.$

REGIÃO	P O S I Ç Ã O						ABSORÇÃO
	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	
R-1	0,012	0,140	0,140	0,008	0,420	0,045	0,375
R-2	0,120	0,012	0,012	0,002	0,430	0,064	0,366
R-3	0,012	0,120	0,014	0,002	0,440	0,072	0,368
R-4	0,053	0,014	0,010	0,003	0,415	0,065	0,350
R-5	0,015	0,250	0,024	0,004	0,420	0,078	0,342
R-6	0,029	0,018	0,006	0,003	0,390	0,074	0,316
R-7	0,013	0,048	0,048	0,048	0,001	0,036	0,394
R-8	0,061	0,014	0,014	0,004	0,430	0,095	0,335

PACIENTE: 07

IDADE: 56 ANOS

PESO: 76 kgs

DISTÂNCIAS: REGIÃO GONADAL  $\left\{ \begin{array}{l} \text{PLANO OCLUSAL} \quad 57 \text{ cm} \\ \text{G L A B E L A} \quad 68 \text{ cm} \end{array} \right.$

REGIÃO	P O S I Ç Ã O						ABSORÇÃO
	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	
R-1	0,013	0,164	0,164	0,003	0,420	0,020	0,400
R-2	0,140	0,014	0,014	0,005	0,420	0,036	0,384
R-3	0,014	0,140	0,012	0,004	0,390	0,039	0,351
R-4	0,050	0,015	0,006	0,004	0,410	0,065	0,345
R-5	0,014	0,210	0,018	0,006	0,410	0,067	0,343
R-6	0,026	0,019	0,006	0,005	0,410	0,090	0,320
R-7	0,015	0,070	0,070	0,003	0,410	0,046	0,364
R-8	0,057	0,019	0,019	0,005	0,405	0,098	0,317

PACIENTE: 08

IDADE: 64 ANOS

PESO: 47 kgs

DISTÂNCIAS: REGIÃO GONADAL  $\left\{ \begin{array}{l} \text{PLANO OCLUSAL} \quad 52 \text{ cm} \\ \text{G L A B E L A} \quad 61 \text{ cm} \end{array} \right.$

REGIÃO	P O S I Ç Ã O						
	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	ABSORÇÃO
R-1	0,014	0,210	0,210	0,004	0,410	0,019	0,391
R-2	0,110	0,008	0,008	0,001	0,390	0,058	0,332
R-3	0,010	0,146	0,009	0,002	0,420	0,064	0,356
R-4	0,049	0,015	0,008	0,003	0,420	0,068	0,352
R-5	0,012	0,245	0,009	0,005	0,410	0,080	0,330
R-6	0,056	0,032	0,009	0,003	0,420	0,088	0,332
R-7	0,020	0,059	0,059	0,002	0,420	0,066	0,354
R-8	0,046	0,020	0,020	0,004	0,420	0,092	0,328

PACIENTE: 09

IDADE: 24 ANOS

PESO: 52 kgs

DISTÂNCIAS: REGIÃO GONADAL  $\left\{ \begin{array}{l} \text{PLANO OCLUSAL} \quad 52 \text{ cm} \\ \text{G L A B E L A} \quad 60 \text{ cm} \end{array} \right.$

REGIÃO	P O S I Ç Ã O						
	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	ABSORÇÃO
R-1	0,013	0,200	0,200	0,006	0,420	0,036	0,384
R-2	0,110	0,013	0,013	0,004	0,400	0,048	0,352
R-3	0,006	0,115	0,006	0,003	0,420	0,055	0,365
R-4	0,044	0,016	0,008	0,002	0,410	0,072	0,338
R-5	0,018	0,195	0,014	0,004	0,415	0,058	0,357
R-6	0,028	0,021	0,008	0,002	0,415	0,074	0,341
R-7	0,013	0,051	0,051	0,004	0,415	0,035	0,380
R-8	0,066	0,017	0,017	0,003	0,415	0,085	0,330

PACIENTE: 10

IDADE: 63 ANOS

PESO: 69 kgs

DISTÂNCIAS: REGIÃO GONADAL  $\left\{ \begin{array}{l} \text{PLANO OCLUSAL} \\ \text{G L A B E L A} \end{array} \right.$   $\left. \begin{array}{l} 55 \text{ cm} \\ 65 \text{ cm} \end{array} \right.$

REGIÃO	P O S I Ç Ã O						
	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	ABSORÇÃO
R-1	0,013	0,210	0,210	0,002	0,410	0,022	0,388
R-2	0,105	0,010	0,010	0,001	0,415	0,034	0,381
R-3	0,006	0,190	0,012	R. F.	0,410	0,045	0,365
R-4	0,066	0,014	0,008	0,002	0,420	0,070	0,350
R-5	0,014	0,210	0,019	0,002	0,415	0,065	0,350
R-6	0,029	0,025	0,007	0,002	0,420	0,056	0,364
R-7	0,009	0,043	0,043	R. F.	0,405	0,032	0,383
R-8	0,074	0,019	0,019	0,002	0,410	0,080	0,330

PACIENTE: 11

IDADE: 38 ANOS

PESO: 83 kgs

DISTÂNCIAS: REGIÃO GONADAL  $\left\{ \begin{array}{l} \text{PLANO OCLUSAL} \\ \text{G L A B E L A} \end{array} \right.$   $\left. \begin{array}{l} 59 \text{ cm} \\ 69 \text{ cm} \end{array} \right.$

REGIÃO	P O S I Ç Ã O						
	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	ABSORÇÃO
R-1	0,010	0,200	0,200	0,001	0,405	0,019	0,386
R-2	0,190	0,010	0,010	0,003	0,410	0,042	0,368
R-3	0,017	0,135	0,008	0,001	0,400	0,052	0,348
R-4	0,090	0,016	0,007	0,003	0,420	0,076	0,344
R-5	0,013	0,180	0,014	0,003	0,400	0,088	0,312
R-6	0,090	0,027	0,011	0,002	0,400	0,092	0,318
R-7	0,014	0,080	0,080	0,003	0,405	0,054	0,351
R-8	0,072	0,022	0,022	0,002	0,410	0,076	0,334

PACIENTE: 12

IDADE: 53 ANOS

PESO: 58 kgs

DISTÂNCIAS: REGIÃO GONADAL  $\left\{ \begin{array}{l} \text{PLANO OCLUSAL} \quad 51 \text{ cm} \\ \text{G L A B E L A} \quad 60 \text{ cm} \end{array} \right.$

REGIÃO	P O S I Ç Ã O						ABSORÇÃO
	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	
R-1	0,009	0,185	0,185	0,003	0,410	0,038	0,372
R-2	0,135	0,005	0,005	0,002	0,400	0,042	0,358
R-3	0,007	0,130	0,009	0,002	0,410	0,048	0,362
R-4	0,048	0,012	0,007	0,004	0,410	0,075	0,335
R-5	0,017	0,220	0,018	0,003	0,405	0,079	0,326
R-6	0,042	0,014	0,012	0,004	0,410	0,095	0,315
R-7	0,012	0,068	0,068	0,004	0,415	0,040	0,375
R-8	0,048	0,018	0,018	0,006	0,415	0,075	0,330

PACIENTE: 13

IDADE: 65 ANOS

PESO: 45 kgs

DISTÂNCIAS: REGIÃO GONADAL  $\left\{ \begin{array}{l} \text{PLANO OCLUSAL} \quad 51 \text{ cm} \\ \text{G L A B E L A} \quad 60 \text{ cm} \end{array} \right.$

REGIÃO	P O S I Ç Ã O						ABSORÇÃO
	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	
R-1	0,008	0,145	0,145	0,004	0,400	0,020	0,380
R-2	0,095	0,007	0,007	0,002	0,410	0,040	0,370
R-3	0,006	0,112	0,007	0,003	0,420	0,048	0,372
R-4	0,039	0,013	0,004	0,005	0,415	0,068	0,347
R-5	0,012	0,205	0,016	0,004	0,405	0,090	0,315
R-6	0,038	0,016	0,006	0,005	0,415	0,078	0,347
R-7	0,010	0,043	0,043	0,004	0,410	0,040	0,370
R-8	0,054	0,019	0,019	0,007	0,400	0,072	0,328

PACIENTE: 14

IDADE: 55 ANOS

PESO: 60 kgs

DISTÂNCIAS: REGIÃO GONADAL  $\left\{ \begin{array}{l} \text{PLANO OCLUSAL} \\ \text{GLABELA} \end{array} \right.$

55 cm

64 cm

REGIÃO	P O S I Ç Ã O						
	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	ABSORÇÃO
R-1	0,009	0,175	0,175	0,004	0,415	0,014	0,401
R-2	0,180	0,012	0,012	0,002	0,400	0,037	0,363
R-3	0,007	0,132	0,012	0,002	0,415	0,050	0,365
R-4	0,088	0,014	0,007	0,004	0,410	0,062	0,348
R-5	0,016	0,190	0,018	0,003	0,410	0,066	0,344
R-6	0,058	0,021	0,011	0,004	0,410	0,070	0,340
R-7	0,011	0,059	0,059	0,004	0,420	0,046	0,374
R-8	0,051	0,021	0,021	0,003	0,415	0,064	0,351

PACIENTE: 15

IDADE: 44 ANOS

PESO: 82 kgs

DISTÂNCIAS: REGIÃO GONADAL  $\left\{ \begin{array}{l} \text{PLANO OCLUSAL} \\ \text{GLABELA} \end{array} \right.$

59 cm

68 cm

REGIÃO	P O S I Ç Ã O						
	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	ABSORÇÃO
R-1	0,008	0,120	0,120	0,003	0,412	0,018	0,394
R-2	0,155	0,011	0,011	0,003	0,415	0,045	0,370
R-3	0,012	0,110	0,010	0,002	0,410	0,054	0,356
R-4	0,062	0,015	0,006	0,003	0,415	0,078	0,337
R-5	0,014	0,180	0,011	0,004	0,420	0,095	0,325
R-6	0,048	0,023	0,009	0,004	0,410	0,076	0,334
R-7	0,012	0,073	0,073	0,003	0,415	0,048	0,367
R-8	0,058	0,022	0,022	0,002	0,415	0,078	0,337



ASSESSORIA TÉCNICA EM FÍSICA MÉDICA LTDA.

DETERMINAÇÃO DA ENERGIA EFETIVA E RENDIMENTO DO APARELHO  
G.E. MODELO 11AA2

DATA: 2 de Dezembro de 1.973.

DOSÍMETRO: Farmer Secondary Standard Dosemeter Mark II

QUILOVOLTAGEM: Beam off 65 kv

Q Beam on 62 kv

MILIAMPERAGEM: 10 mA

DIÂMETRO DO FEIXE DE IRRADIAÇÃO PARA DISTÂNCIA FOCO-FILME

20 cm: 7 cm

PRESSÃO: 713 mm Hg

TEMPERATURA: 22º C

DADOS EXPERIMENTAIS

1- Medidas feitas no ar para diferentes distâncias foco-câ-  
mara em um intervalo de tempo de 5 segundos.

Distância foco- -câmara (cm)	Leituras
20	4,20
25	2,70
30	1,85
40	1,05

2- Medidas em lucite a diversas profundidades com distância  
foco-superfície do lucite igual a 20 cm. Intervalo de tem-  
po igual a 5 segundos.

Profundidade (cm)	Leituras
0,0	5,80
0,4	5,00
0,9	4,15
1,4	3,60
1,9	2,90

NOTA: As leituras apresentadas são as médias de 5 leituras.

CÁLCULOS

1- Energia Efetiva

Camada Semi-redutora em lucite: 1,90 cm

Camada Semi-redutora em alumínio: 1,40 mm

Energia Efetiva: 24 kev



# ASSESSORIA TÉCNICA EM FÍSICA MÉDICA LTDA.

## 2- Rendimento

$$D = I \cdot K_E \cdot \Phi_{PT} \cdot f_\lambda$$

I : leitura

$K_E$  : fator de calibração

$\Phi_{PT}$  : correção para pressão e temperatura

$f_\lambda$  : fator de conversão de roentgen para rad

I = 4,2 para t = 5 segundos

$$\Phi_{PT} = \frac{760 \cdot 295}{713 \cdot 293} = 1,073$$

$$K_E = 0,98$$

$$f_\lambda = 0,93$$

$$\text{v} D = \frac{4,2 \cdot 0,98 \cdot 0,93 \cdot 1,073}{5} = 0,82 \text{ rad/s} = 0,833 \text{ 2/s}$$

## CONCLUSÃO

Nas condições especificadas o aparelho G.E. modelo 11AA2 possui um feixe de raios X de energia efetiva 24 kev com camada semi-redutora 1,4 mm Al.

Encontra-se abaixo a Tabela Nº 1 da variação da dose (em rad/s) no ar com a distância e a Tabela Nº 2 da percentagem de dose profunda para distância de 20 cm no tecido.

Segue, ainda, anexo o Gráfico Nº 1 correspondente à variação da dose no ar com a distância em papel bi-log. e o Gráfico Nº 2, correspondente à variação da dose com a profundidade no lucite; distância 20 cm, em papel mono-log.

TABELA Nº 1

Distância (cm)	Dose (rad/s)
20	0,82
25	0,53
30	0,36
40	0,21

TABELA Nº 2

Profundidade (cm)	Percentagem
0,0	100,0%
0,4	86,2%
0,9	71,6%
1,4	62,1%
1,9	50,0%

GRÁFICO Nº 11

VARIAÇÃO DA DOSE (EM RAD/S) NO AR COM A DISTÂNCIA FOCO-CÂMERA

DOSE (rad/s)

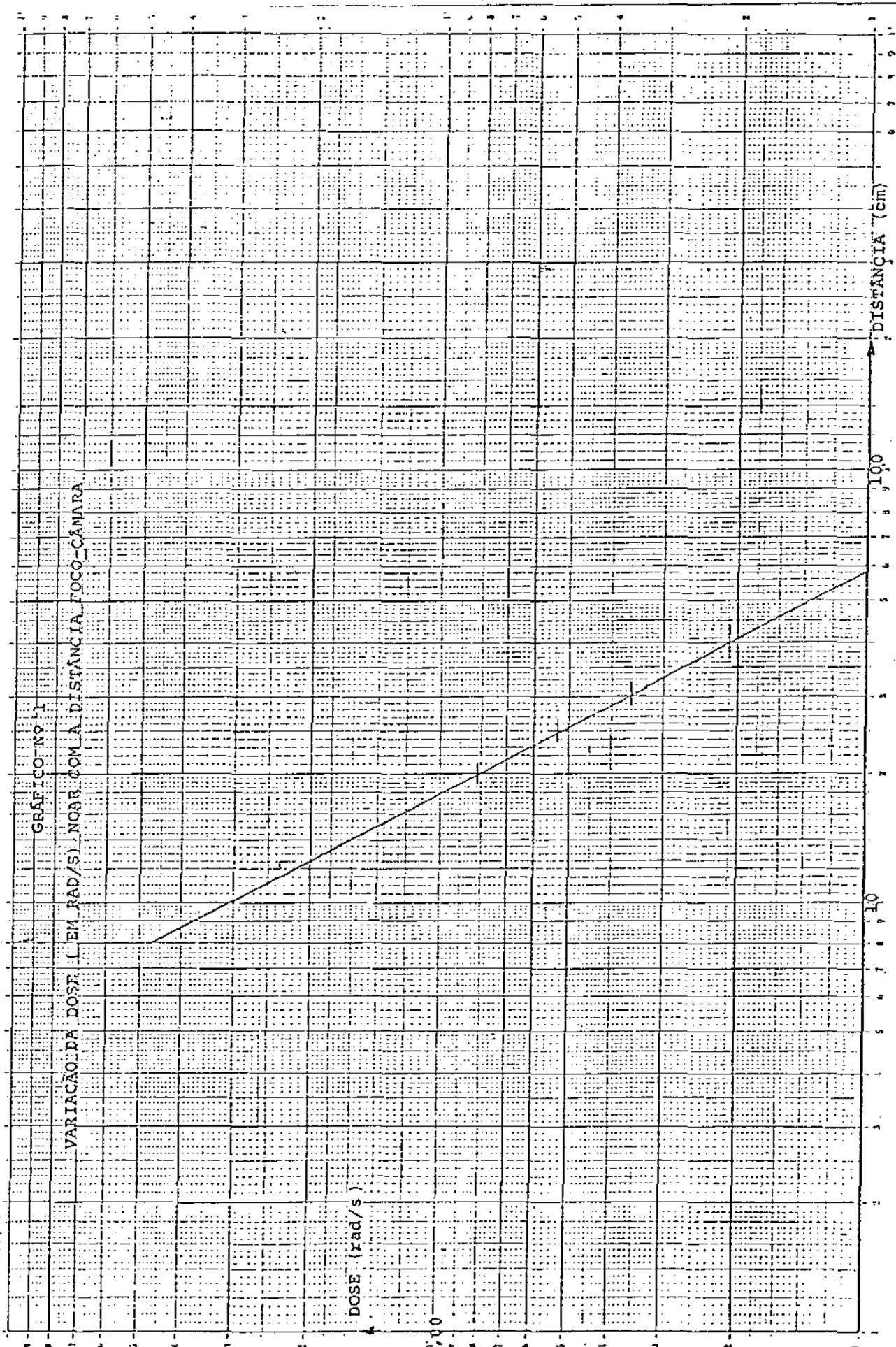
1,00

LOG.

0,10

1,00

DISTÂNCIA (cm)



### GRÁFICO Nº 2

#### VARIAÇÃO DA DOSE COM A PROFUNDIDADE NO LUCITE

