

# Quantificação da Radiação Incidente em Órgãos Críticos em Crianças com Dentição Mista - (Estudo Comparativo Entre as Técnicas Radiográficas Oclusal e Periapical)

Frab Norberto BOSCOLO\*  
Leonidas de FREITAS\*\*  
Agenor Montebelo FILHO\*\*\*  
Francisco Haiter NETO\*\*\*\*

**SINOPSE** - O presente trabalho visa quantificar a radiação que incide em órgãos considerados críticos (tireóide, gônadas, cristalinos e pele), durante a tomada de radiografias intra-bucais pelas técnicas periapical da bisettriz e oclusal. Como dosímetros foram utilizados os termoluminescentes de fluoreto de lítio - 700. Os autores constataram que as maiores dosagens nos órgãos críticos foram: 0,101 rad para a tireóide na incidência oclusal inferior; 0,007 rad para as gônadas em ambas as técnicas; 0,268 rad no cristalino para a tomada periapical para molares superiores e 0,415 rad para a pele, em média.

**UNITERMOS:** Periapicais (Bisettriz), radiação, Lif-700, Oclusal.

## INTRODUÇÃO

O crescente aumento na utilização de equipamentos emissores de radiação, seja para fins industriais, terapêuticos ou de diagnóstico, tem submetido tanto as pessoas por elas irradiadas, como os profissionais que os operam, a um contato maior com as radiações.

No âmbito da saúde, e mais precisamente em radiodiagnóstico, existe uma preocupação muito grande em se determinar as doses de radiação que atinge o paciente e em especial os órgãos, considerados pelas instituições internacionais<sup>5</sup>, como críticos, visando sempre salvaguardar o padrão genético humano. Tal preocupação tem fundamento, pois, a literatura referente ao tema, menciona segundo STONE<sup>12</sup>, que um ano após a descoberta da radiação X, portanto em 1896, EMIL H. GRUBBÉ, fabricante de tubos a vácuo, apresentava uma dermatite localizada na mão, provocada pela excessiva exposição aos raios X.

## REVISTA DA LITERATURA

A literatura a nosso alcance mostrou uma preocupação, que levou autores, tais como NOLAN<sup>6</sup>, SPEAR<sup>11</sup>, RICHARDS<sup>7</sup>, a se preocuparem com o montante de radiação X que atingia o paciente, tanto na região da pele, como em órgãos, que na época eram considerados vitais, assim é que, segundo STONE<sup>12</sup>, coube a ROLLINS<sup>10</sup>, as primeiras tentativas para estabelecer uma dose de radiação que segundo "quando uma chapa fotográfica não sofria velamento em 7 minutos, a intensidade da radiação não era perigosa".

NOLAN<sup>6</sup>, utilizando três diferentes aparelhos de raios X e mensurações com câmara de ionização (Victorin Condenser) e filmes dosimétricos (Du Pont.), obteve em 28 tomadas radiográficas, em 12 posições entre o pescoço e a cintura do paciente, a dose pele de 2,38 R com média de 8,5 R por película, utilizando 65 KVp e 10 mA sem filtração adicional. Já SPEAR<sup>11</sup> com mesmos fatores, e câmara de ionização, obteve a média de 8,72 R. Ao colocar um filtro

adicional de 1 mm de Al, a dose média de exposição foi de 3,38 R.

RICHARDS<sup>7</sup>, expondo 20 voluntários para determinar a "dose de eritema", com calibração de 600 mAs no aparelho, a dose-ar foi de 165 R e a dose-pele de 172 R., medidas com câmara de ionização.

BAILY<sup>1</sup>, em um "phantom" de lucite, efetuou séries totais periapicais de 14 películas com o aparelho calibrado para 60 KVp e filtrações totais de 1,2 a 2,2 mm de alumínio, sendo feitas mensurações com câmara de ionização em várias posições. Dentre as posições avaliadas, a tireóide apresentou 0,86 R para adulto e 0,33 R para crianças. Concluiu o autor que a filtração adicional de 1 mm de Al, reduzia a dose em 45% e afirmou que a blindagem da região da tireóide pouco reduzia a dose recebida pela glândula.

YALE "et alii"<sup>14</sup>, mediram a radiação nas regiões de gônadas em 80 pacientes jovens, de 06 a 16 anos, em série totais de radiografias dentárias. Foram relacionados a idade, peso, altura e distância plano oclusal à região das gônadas. A dosimetria por meio de filmes dosimétricos e ionização registraram em média 1,6 mR para as gôna-

\* Professor Adjunto da Área de Radiologia da FOP-UNICAMP

\*\* Professor Doutor da área de Radiologia da UMG

\*\*\* Professor Doutor da Área de Radiologia da FOP-UNICAMP

\*\*\*\* Professor Assistente da Área de Radiologia da FOP-UNICAMP



das.

WAINWRIGHT<sup>13</sup>, utilizando câmaras de ionização mensurou doses para as gônadas ao se radiografar molares inferiores em "phantom", onde variou a filtração e quilovoltagem. Considerou a distância plano oclusal gônadas como sendo 26 polegadas. Foram feitas ainda mensurações utilizando 54 pacientes masculinos, com idade de 04 a 83 anos, onde a distância plano oclusal gônadas variou de 14 a 27 polegadas. Concluiu que em uma série de 20 radiografias, a dose nas gônadas decresceu com o aumento da distância plano oclusal-gônadas, sendo três vezes maiores nas crianças e também maior nos pacientes do que no "phantom".

RICHARDS<sup>9</sup> afirma que a dose-gônadas é aproximadamente 1/10.000 da dose-pele, isso no homem. Com 65 KVp, filme ultrarrápido, filtração de 2mm A1, cone curto e colimação de 2,75 polegadas de diâmetro. Em 14 radiografias encontrou uma dose-gônada de 0,00045 R para os homens, sendo que na mulher, essa dose seria de aproximadamente 1/5.

BÓSCOLO "et alii"<sup>2</sup>, mediram a radiação que atinge órgãos críticos de pacientes durante exame radiográfico intrabucal de rotina e concluíram que a dose média para a região de pele foi de 0,475 rad ou 0,510 R, o que corresponderia a 7,14 R para 14 radiografias. Desse montante, chegou a tireóide 0,044 R, à região de gônadas 0,033 R e na região de íris 0,097 R, sendo que essas doses foram de 8,6% da dose-pele para a tireóide, 6,4% para as gônadas e 19,0% para a região de íris.

DIHIPÓLITO "et alii"<sup>3</sup>, também avaliaram a dose de radiação incidente em órgãos críticos de pacientes, porém em radiografias cefalométricas, utilizando dois fatores distintos, ou seja, 85 KVp, 15 mA e 0,4 seg, e 70 KVp, 15 mA e

1,2 seg de exposição. Concluiu que região da oliva direita foi a que recebeu maiores doses de radiação, prevalecendo a condição de baixa voltagem, sendo portanto a região de íris direita e tireóide as regiões que acusaram maiores doses de radiação.

Na condição de alta voltagem a região que acusou maior dose foi a de íris esquerda, e para ambas as condições, alta e baixa voltagem os índices na região das gônadas não foram significantes.

FREITAS<sup>4</sup>, utilizando pacientes adultos e edêntulos avaliaram as doses de radiação em órgãos críticos, quando de tomadas radiográficas oclusais e intra-bucalis pela técnica da bisettriz e constataram ser a tireóide o órgão que recebia a maior dose (32,5%) e na região de gônadas a dose foi de 1% da dose pele.

Pelo exposto na literatura e considerando pacientes na faixa etária entre 06 e 10 anos, nos propomos a:

- 1 - Determinar a dose média e o percentual de radiação incidente na tireóide, cristalinos direito e esquerdo e gônadas, durante a tomada de radiografias pela técnica intra-bucal oclusal, da maxila e mandíbula.
- 2 - Determinar a dose média e o percentual de radiação incidente na tireóide, cristalinos direito e esquerdo e gônadas, durante a tomada de radiografias periapicais das regiões de incisivos e molares, superiores e inferiores.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados 15 (quinze) pacientes do sexo masculino, em período de dentição mista, na faixa etária de 06 a 10 anos.

As radiografias foram feitas em um aparelho de raios X General Electric 90, modelo 11CE2, regula-

do para operar com 65 KVp, 10mA e tempo de exposição de 0,5 segundos, estando o sistema de proteção inerente do aparelho conforme a legislação em vigor. O aparelho operou uma energia efetiva de 24 keV e 0,88 R/segundo ou 0,0088 Gy.

A mensuração das doses de radiação, nas regiões pré-selecionadas, foram feitas por meio de dosímetros termoluminescentes de fluoreto de lítio 700 da HARSHAW Chemical Company.

As técnicas radiográficas eleitas foram a: Intra-bucal oclusal e a periapical da bisettriz, com distância área focal-filme de 20 cm (cone curto), sendo que na oclusal foram feitas duas incidências totais (maxila e mandíbula) para cada indivíduo. Na técnica da bisettriz foram feitas 4 (quatro) incidências, duas para maxila e duas para a mandíbula. Para ambas as técnicas, foram usados filmes Kodak DF 45 e DF 57, respectivamente.

As regiões radiografadas foram assim distribuídas:

- Região 1 - R1 - Oclusal superior
- Região 2 - R2 - Oclusal inferior
- Região 3 - R3 - Molares Superiores Direitos (1º molar permanente, molares e canino decíduo)
- Região 4 - R4 - Molares Inferiores Direitos (1º molar permanente, molares e canino decíduo)
- Região 5 - R5 - Incisivos Superiores
- Região 6 - R6 - Incisivos Inferiores

As posições (P) escolhidas para a mensuração da radiação foram:

- Posição 1 - P1 - Região de Tireóide; ao nível da cartilagem cricóide - 2 cristais
- Posição 2 - P2 - Região de Cristalino Direito; ao nível do centro do globo ocular por sobre a pálpebra - 2 cristais



Posição 3 - P3 - Região do Cristalino Esquerdo; ao nível do centro do globo ocular, por sobre a pálpebra - 2 cristais

Posição 4 - P4 - Região Gonadal; ao nível das glândulas masculinas - 2 cristais

Posição 5 - P5 - Região da Face; dose-pele, na ponta do cilindro orientador - 2 cristais

Posição 6 - P6 - Filme; face sensível da película - 2 cristais

A região das gônadas e a região dos cristalinos foram escolhidas para a mensuração, por serem consideradas regiões de "órgãos críticos: pela ICRP - International Commission on Radiological Protection<sup>5</sup>, e a tireóide por ser considerada órgão vital.

## RESULTADOS

Os dados obtidos constam da tabela 1.

Esta análise mostra um contraste de médias, significantes, relativas a Posição, Região e também com relação a interação (PxR), razão pela qual os contrastes das médias serão estudadas por região e por posição.

TABELA 1 - Leitura das médias em rad, obtidas nas seis posições (P) selecionadas, durante as tomadas radiográficas das seis regiões (R) eleitas.

REGIÃO	POSIÇÕES					
	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

Sobre as médias das doses de radiação foram aplicadas a análise de variância.

TABELA 2 - Análise de variância 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		

Para a comparação das médias relativas a regiões dentro de posições, foi usado o teste Tukey (t), que acusou a diferença mínima significativa, ao nível de 5% de 0,028.

Verificamos (Tabela 1) que a tomada radiográfica oclusal para a mandíbula (R2), apresentou maior índice de radiação na tireóide (P1) do que a tomada radiográfica oclusal para a maxila (R1). Também dentre as tomadas intra-buciais periapicais, a que apresentou um índice de radiação significativa, em relação aos demais, foi a tomada radiográfica para molares inferiores (R4).

Com relação as posições correspondentes ao cristalino direito (P2) e esquerdo (P3), verificamos que nas oclusais (R1 e R2) e na região de incisivos (R5 e R6), as técnicas para a maxila apresentaram um índice de radiação significativamente maior, quando comparados com as técnicas para a mandíbula (R1 = 0,23346 rad e R5 = 0,14886 rad, contra R2 = 0,02386 e R6 = 0,02619 rad).

Assim também, a tomada radiográfica para a região de molares superiores direitos (R3) apre-

sentou um índice de radiação significativamente maior no cristalino direito (P2), quando comparado com a tomada para molares inferiores (R4). A análise mostra também que para o cristalino esquerdo (P3), o nível de radiação não foi significativo, quando foram tomadas radiografias da região de molar superior direito (R3) e molar inferior direito (R4).

Nas posições de gônadas (P4) e pele (P5) observou-se que não ocorreram diferenças significantes entre as médias de leituras de radiação, nas regiões estudadas.

Com relação a quantidade de radiação que chega ao filme (P6), notou-se um nível significativamente menor na região de molares superiores direitos (R3), quando comparados às regiões de molares inferiores direito e (R4) e incisivos inferiores (R6).

## DISCUSSÃO

Com a preocupação de quantificar a radiação, elaborou-se a tabela 3, onde considerou-se a dose pele (P5) como sendo 100%.

Para uma melhor compreensão, passaremos a considerar cada posição individualmente, já que essas posições representam órgãos com diferentes graus, de resposta frente à radiação incidente.

Assim, na posição de tireóide (P1), foi encontrado o maior percentual 24,22%, quando da feita a incidência oclusal inferior (R2) correspondente a 0,101 rad em média. Isto justifica-se pelo fato de a incidência ser quase que direta sobre a região da glândula tireóide; ao contrário da incidência oclusal superior, onde há uma estrutura tecidual a ser ultrapassada, chegando a esse posição (P1) apenas a radiação secundária, com 3,86% ou 0,016 rad.

Nas regiões radiografadas pela técnica periapical, a maior dose



TABELA 3 - Médias em rad das posições selecionadas durante as tomadas radiográficas das posições eleitas.

REGIÃO	POSIÇÃO						ABSORÇÃO
	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	
R-1	3,68	56,16	---	1,80	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

registrada foi para a região de molares inferiores com média de 0,081 rad ou 19,61% da dose-pele, e a menor foi de 0,029 rad ou 7,04% na região de incisivos inferiores (R6), resultados esses influenciados pelas incidências e distâncias da fonte de radiação à posição (P1).

Considerando, para efeito de estudo, o R praticamente igual ao rad, obtivemos uma média de 0,043 rad por exposição periapical e que difere do resultado de 0,023 R apresentado por BAILY<sup>1</sup>. Contudo, ao se comparar esses resultados com o de BOSCOLO "et alii"<sup>2</sup> que encontrou 0,044 R em adultos, com os mesmos fatores, nota-se que os valores são praticamente iguais. Pode-se ainda citar o trabalho de DI HIPÓLITO "et alii"<sup>3</sup>, que mediu a quantidade de radiação nesse órgão, em tomadas cefalométricas e encontrou uma dose de 0,022 R que, guardadas as devidas proporções e técnicas, esse resultado se iguala ao de BAILY<sup>1</sup>, afirmou que a blindagem reduzia muito pouco a dose incidente na tireóide.

Dose Cristalinos - direito e esquerdo. Nesta posição, quando as incidências foram paralelas ao plano sagital mediano, considerou-se somente as doses registradas para o cristalino direito, devido às condições serem análogas. Nesta posição os resultados encontrados por DI HIPÓLITO "et alii"<sup>3</sup>, foram significativamente menores, contudo, deve-se considerar que a técnica foi a telerradiografia em norma lateral e a uma distância de 1,53m,

enquanto que no presente trabalho a distância foi de 20 cm. Porém, comparando os resultados com os de BOSCOLO "et alii"<sup>2</sup>, pesquisa foi feita em adultos, estes autores encontraram a dose de 0,09 rad, resultado menor do que o agora encontrado que foi de 0,268 rad. Considerou-se como um fator responsável por essa diferença o fato deste estudo ser com crianças na faixa etária de 6 a 10 anos. A incidência na região de molares superiores (R3) registrou a maior dose, com 0,268 rad e 64,31% da dose-pele, vindo em seguida a dose de 0,233 rad e 56,16% para a incidência oclusal superior (R1) 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 (R2). No cristalino esquerdo, obteve-se a menor dose na região dos molares inferiores direitos (R4), com 0,015 rad e 3,68%, devido distância e incidência.

Dose-gônadas - para essa posição não foram encontradas variações significantes entre as diferentes regiões, com doses entre 0,005 e 0,009 rad, (média de 0,007 rad).

Comparando os resultados obtidos, com os de YALE, "et alii"<sup>4</sup>, que registraram a média de 1,875 mR para a região de gônadas, em pacientes de 06 a 16 anos, com uma distância plano dos dados obtidos. Como justificativa dessa diferença, lembramos que os autores 14 acima empregaram 90KVp, 15 mA e 1/15

segundos, resultando um efeito radiográfico cerca de 3,6 vezes menor que aquele acusado com o aparelho que foi utilizado. Também os seus resultados foram obtidos com o emprego de filmes dosimétricos, sistema de mensuração de pouca sensibilidade para energias tão baixas, sendo que esse sistema de mensuração não é recomendado para doses abaixo de 2mR e YALE "et alii"<sup>4</sup>, registraram doses abaixo desse limiar.

Os citados autores<sup>14</sup> concluíram que idade e peso tiveram pouca influência no resultado final, ficando esse mais em função da distância do plano oclusal-região das gônadas, com que concordamos, corroborando ainda o trabalho de WAINWRIGHT<sup>13</sup>, que efetuando mensurações na região das gônadas decresce com o aumento da altura do torso, sendo cerca de três vezes maior nas crianças que nos adultos. Comparando ainda os nossos resultados com os de FREITAS "et alii"<sup>4</sup> que encontrou 0,002 rad para essa posição em adultos, e nós 0,007 rad para crianças, confirmou ser essa dose na criança três vezes maior.

Esse último autor<sup>4</sup>, obteve a dose média de 2,4 mR para uma série de 20 radiografias. Esse Resultado, em comparação com os obtidos nesta pesquisa, pode ser justificado pela distância plano oclusal-gônadas, 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 nas faixas de 14 a 16 polegadas, com a média aproximadamente de 38 cm.

Dose-Filme - Sob a denominação de dose-filme, foram registradas as doses que incidiram sobre a face de sensibilização das películas, em todas regiões radiografadas. A região de molares inferiores (R4) registrou a maior dose, com média de 0,84 rad, sendo 20,47%. A menor dose registrada foi na região de molares superiores



(R3), 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, porém essas diferenças foram devido a maior ou menor espessura do tecido a ser atravessado pela radiação, provocando maior ou menor absorção da radiação.

Dose de Absorção - subtraindo a dose-filme da dose-pele, obtem-se a denominada dose de absorção, oscilando em torno de 80%, não havendo diferenças significativas entre as regiões. A maior absorção foi na região de molares superiores (R3), com 87,53% do total da radiação incidente, isto devido à maior densidade dos tecidos.

Dose-Pele - distingue-se a dose-ar da dose-pele, pois a primeira, é mensurada na ponta do cilindro, e a segunda com o cilindro 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 foi citado no capítulo de métodos. Esse resultado aproximou-

se do rendimento de 0,85 R/segundo relatado por RICHARDS<sup>9</sup>, operando com um aparelho de 65 KVp e 10 mA.

A dose-pele registrada pelas leituras dosimétricas, em pacientes, na faixa etária de 06 a 10 anos, apresentou a média de 0,415 rad com 0,5 segundo de exposição. Considerando que a dose-ar foi de 0,410 rad, na mesma exposição de 0,5 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 (R2), com aproximadamente 0,418 rad.

### CONCLUSÕES:

1 - A incidência que mais irradia a tireóide foi a oclusal inferior, com mais de 24% da dose-pele, com média de 0,101 rad.

2 - A evidenciação da grande incidência de radiação sobre os cristalinos se deu na tomada oclusal superior, com aproximadamente 56% da dose incidente na pele, o que corresponde a 0,233 rad.

3 - Entre as tomadas periapicais utilizadas, a incidência

para molares inferiores foi a que mais irradiou a tireóide com média de 0,081 rad ou 19,61% da dose-pele.

4 - Nas tomadas periapicais para molares superiores o cristalino do lado exposto recebeu 64% da dose-pele, ou seja, 0,268 rad, maior dose registrada neste trabalho.

5 - A dose incidente na região de gônadas em crianças foi em média de 0,007 rad, ou 1,7% da dose-pele, em ambas as técnicas utilizadas.

### SUMMARY

On the present work, the authors quantified the amount of radiation on critical organs (thyroid, gonads, crystalline lens, and skin), during intra-buccal X-rays. The radiographic technique analysed were: Periapical (Bissetriz) and Oclusal. The dosimetry was made using thermoluminescence of Lithium fluoride-700, and the following values were determined.

### UNTERMS

Periapical (Bissetriz), radiation, LiF-700, Oclusal

### Referências Bibliográficas

1. BAILY, N.A. Patient exposure to ionizing radiation in dental radiography. *Radiology*, 69: 42-5, 1957.
2. BOSCOLO, F. N. et al. Estudo da radiação que atinge o profissional durante um exame radiográfico. *Rev. Ass. Paul. Cirurg. Dent.*, 36 (5): 547-53, set/out 1982.
3. DI HIPÓLITO JR., O. et al. Determinação, pelo método da dosimetria termoluminescente, das doses de radiação incidentes em órgãos críticos, durante a tomada de radiografias cefalométricas. *Rev. Ass. Paul. Cirurg. Dent.*, 39 (2), mar/abr, 1985.
4. FREITAS, L. Determinação, por termoluminescência, de doses de radiação incidentes em órgãos críticos, em pacientes edêntulos e crianças com dentição mista. Tese (Doutorado em Semiologia Clínica e Radiológica) - Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas, 1976. 89p.
5. 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).
6. NOLAN, W. E. Radiation hazards to the patient from oral roentgenography. *J. Am. Dent. Ass.*, 47:681-4, Dec. 1953
7. 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.
8. RICHARDS, A.G. Roentgen-ray doses in dental roentgenography. *J. Am. Dent. Ass.*, 56:351-68, Mar. 1958.
9. RICHARDS, A.G. Dental x-ray Protection school of Dentistry. *Dent. Clin. Univ. Michigan, Ann Arbor, Michigan*: 631-41, Nov. 1968.
10. ROLLINS, W. Notes on x-ray light: Vacuum tubes buns. *boston M & S. J.*, 146:39-40, 1902 apud SOTONE, Robert S., op. cit. ref 39.
11. SPEAR, L.B. Need for precaution in dental roentgenography. *J. Am. Dent. Ass.* 54: 7-11, July 1955.
12. STONE, R.S. The concept of maximum exposure. *Radiology*, 58(5): 639-60, May 1952.
13. WAINWRIGHT, W.W. Filtration for lowest patient dose in dental radiography. *Oral Surg.*, 16(5): 561-71, May 1963.
14. YALE, S. H. et al. Measurement of gonadal dose in children during intraoral radiography. *Oral Surg.*, 13(9): 1081-4, Sept. 1960.