

Análise de Dose Superficial e em Profundidade em Radiografia Intrabucal

(Analysis superficial and depth dose in intraoral radiology)

Cristyane Silva Santos de Oliveira¹, Divanízia do Nascimento Souza²

¹*Departamento de Física, Universidade Federal de Sergipe, 49100-00, São Cristóvão-SE, Brasil*

²*Departamento de Educação, Universidade Federal de Sergipe, 49100-00, São Cristóvão-SE, Brasil*

(cyoliveira@fisica.ufs.br)

(Recebido em 12 de agosto de 2005; aceito em 26 de agosto de 2005)

Neste trabalho foram realizadas análises dosimétricas com o uso da técnica de termoluminescência para estudo da possibilidade da verificação das características dos feixes de raios X empregados em radiologia odontológica utilizando dosímetros termoluminescentes de CaSO₄:Dy + Teflon. O estudo realizado simulando-se regiões intrabucais, periapical do dente incisivo, molar e pré-molar e a oclusal, de indivíduos do sexo masculino e feminino. Uma câmara de ionização de placas paralelas foi também utilizada na verificação das doses e filmes radiográficos de dimensões grandes foram empregados para observação das dimensões dos campos de radiação. Os feixes analisados foram os dos equipamentos de radiodiagnóstico do Departamento de Odontologia do Hospital Universitário da Universidade Federal de Sergipe. As análises comprovaram que o estudo das doses superficiais e em profundidade empregadas em odontologia ser realizado com dosímetros termoluminescentes.

Palavras-chave: dosimetria, termoluminescência, intrabucal.

In this work dosimetrics analyses had been carried through with use of the termoluminescence technique for analyses and verification of characteristics of X rays beams used in odontologic radiology using termoluminescent dosimeters of CaSO₄:Dy + Teflon. Was did a study simulating intraoral dental regions, periapical of the incisive tooth, molar and premolars and the occlusal of individuals adult male and femme. One parallel plate ionization chamber also was used in the verification of doses and radiographic films of large dimensions had been used for comment of the dimensions of the radiation fields. The analyzed beams had been of radiology equipments of the Departamento de Odontologia do Hospital Unversitário da Universidade Federal de Sergipe. The analyses had proven that study of the superficial and depth doses used in odontology to be carried through with termoluminescent dosimeters.

Keywords: dosimetry, termoluminescence, intraoral.

1. INTRODUÇÃO

A radiografia constitui um importante método complementar ao diagnóstico odontológico, dentro do universo do diagnóstico por imagens. A emissão de raios X durante o exame radiográfico requer atenção especial no tocante a radioproteção tanto para o paciente quanto para o profissional. Normas referentes ao tema regulamentam o funcionamento dos serviços de radiodiagnóstico e estão especificadas na Portaria 453 do Ministério da Saúde [1]. Esta portaria foi complementada pela Resolução N^o. 64 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária [2] que estabelece os parâmetros de testes para execução de qualidade de feixes de radiodiagnósticos, inclusive dos utilizados em odontologia e os devidos critérios a serem levados em consideração para avaliação da conformidade destes.

Para estar de acordo com estes documentos regulamentários, as instituições devem efetuar periodicamente um controle de qualidade em radiologia diagnóstica para análise de parâmetros radiológicos, que são: análise da kVp (tensão de pico), da filtração, do rendimento do feixe, de sua linearidade, coincidência de campos, contato tela-filme e medição de radiação de vazamento. A verificação destes parâmetros auxilia diretamente no controle dos equipamentos de raios X. A determinação de critérios operacionais destes equipamentos, com a introdução normatizada de conceitos de níveis de dose relativos a exames radiológicos é de fundamental importância para o aprimoramento da qualidade dos exames e segurança dos usuários [3-6].

No Brasil, ainda não há dados precisos sobre controle de dose em odontologia devido, principalmente, a falta de equipamentos de monitoração e de pessoal qualificado para realizar este controle. Entretanto, é possível observar que, de acordo com dados divulgados em congressos nacionais, um sistema de controle de qualidade eficiente é capaz de reduzir a dose absorvida na pele de pacientes submetidos a exames radiodontológicos, assim como melhorar a qualidade de processamento dos filmes e reduzir o tempo de exposição do paciente à radiação^[7-10]. Possivelmente, com a melhoria da formação e com a adequação dos serviços de radiodiagnóstico às normas estabelecidas, haverá uma busca mais efetiva pela melhoria do desempenho dos equipamentos de radiologia em ambulatorios odontológicos.

Na odontologia tem-se observado uma crescente preocupação relacionada aos métodos empregados em radiologia diagnóstica, principalmente no que se refere aos equipamentos. Federico e colaboradores^[11] realizaram um estudo do campo de radiação emitido por 20 aparelhos de raios X odontológicos de clínicas e consultórios cidades da região do Vale do Paraíba, onde foram analisados diversos parâmetros do feixe de raios X, baseando-se em metodologia estabelecida na Portaria 453 e também na adaptação de metodologias de avaliação utilizadas em radioterapia para análise de planura e simetria de feixe. Os autores observaram que uma fração significativa dos aparelhos analisados não apresenta campo de radiação uniforme, podendo comprometer a obtenção de imagens de boa qualidade radiográfica e dificultando o diagnóstico de determinadas patologias. De acordo com os autores, grande parte dos problemas encontrados é devida a desalinhamento entre o ponto focal, o colimador e o cone localizador, contribuindo também para a formação de penumbra proveniente de radiação espalhada.

Sasaki e Potiens^[12] analisaram a variação de taxa de kerma no ar em equipamentos odontológicos devida a angulação do cone de irradiação. Com base nos resultados obtidos, verificaram que os valores de kerma no ar de entrada no paciente podem ter uma variação significativa, conforme a angulação utilizada no aparelho de raios X.

Neste trabalho foram realizadas análises dosimétricas com câmara de ionização, dosímetros termoluminescentes e filmes radiográficos com o objetivo de se estudar características dos feixes de raios X empregados em radiografias intrabucais de equipamentos do Departamento de Odontologia da Universidade Federal de Sergipe.

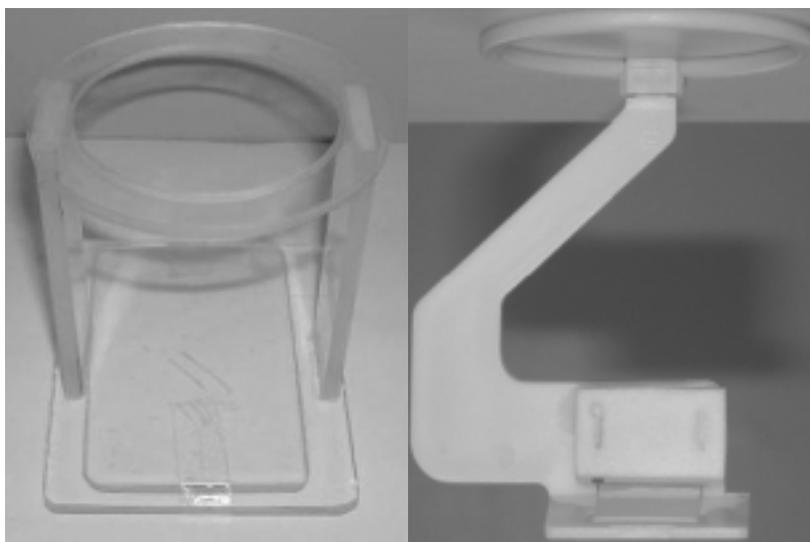


Figura 1 – (a) simulador, (b) dispositivo porta-filme.

2. MÉTODOS

Neste trabalho foram realizadas análises dosimétricas com câmara de ionização e dosímetros termoluminescentes para o estudo das características dos feixes de raios X empregados em radiografias intrabucais utilizando dosímetros termoluminescentes (TLD), uma câmara de ionização e filmes radiográficos de dimensões grandes.

O TLD utilizado na pesquisa foi o sulfato de cálcio dopado com disprósio ($\text{CaSO}_4:\text{Dy}$), incorporado com Teflon em forma de pastilhas. Nestes dosímetros, primeiramente foram feitos testes para se analisar a homogeneidade do sinal termoluminescente TL do lote de dosímetros empregados no trabalho. Para isso eles foram tratados a uma temperatura de 300°C por 3 horas e, em seguida, expostos a radiação beta de $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$. Depois de irradiados com 4Gy, o sinal TL foi analisado no aparelho leitor de TL, Harshaw 3500. Antes de cada exposição os dosímetros foram tratados novamente no forno à 300°C por 3 horas.

Um lote de 30 dosímetros foi selecionado, levando em consideração a resposta termoluminescente destes quando irradiados com uma fonte de beta ($^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$). Os dosímetros escolhidos apresentavam uma variação de intensidade TL menor que 5%.

O equipamento de radiodiagnóstico utilizado foi o X-Ray Model: Spectro 70X do Departamento de Odontologia da Universidade Federal de Sergipe. Este equipamento produz feixes com tensão de pico de (70 ± 5) kVp.

As regiões intrabucais analisadas foram a periapical do dente incisivo, molar e pré-molar e a região oclusal. Para cada região foram empregados os tempos de exposição utilizados no serviço de odontologia avaliado, conforme a tabela 1.

Tabela 1: Tempo de exposição para diferentes regiões.

Paciente	Tempo de exposição para cada região intrabucal (s)			
	Periapical (Incisivo)	Periapical (Pré Molar)	Periapical (Molar)	Oclusal
Mulher	0,4	0,5	0,7	0,9
Homem	0,5	0,6	0,8	1,0

Não foram feitas análises em pessoas, as regiões foram simuladas por meio de um aparato de acrílico (figura 1a) construído para simular o dispositivo porta-filme. O porta-filme tem a função de posicionar corretamente o filme radiológico na boca do paciente no momento do exame. A figura 1b apresenta este dispositivo.

Para as irradiações as pastilhas de $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$ foram fixadas por filme de PVC na parte inferior do simulador, e no anel da parte superior foi posicionado o colimador do equipamento de raios X.

As pastilhas, depois de serem irradiadas em tempos determinados para cada região intrabucal, tiveram seus sinais TL analisados por uma unidade de leitura TL Harshaw-3500. Nas leituras empregou-se uma taxa de aquecimento linear de $5^\circ\text{C}/\text{s}$ entre a temperatura ambiente e 300°C , em atmosfera normal.

Nas avaliações de doses foi utilizada uma Câmara de ionização de placas paralelas, tipo medidor de raios X, fabricada pela Radcal Corp. 2025C, previamente calibrada. Foram verificados os valores de kerma no ar com a câmara posicionada na mesma distância que os dosímetros foram posicionados no simulador.

Para as medidas em profundidade foram utilizadas quatro placas de acrílico, de 3,0 mm de espessura cada, como absorvedores. Essas placas simulam o tecido bucal do paciente na hora do exame.

Para avaliação do espalhamento do feixe de radiação foram utilizados filmes radiográficos de dimensões grandes. Foram tiradas três radiografias da região molar no homem, sendo uma delas para comparar a radiação espalhada quando foram feitas as exposições com e sem o simulador do dispositivo porta-filme.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas análises dos feixes de raios X odontológicos foram obtidas curvas de emissão termoluminescentes dos dosímetros expostos a diferentes tempos de irradiação, previamente determinados para indivíduos de sexo feminino e masculino em cada região intrabucal. Cada tempo de exposição da região intrabucal apresentou uma curva de emissão TL com os picos de intensidades diferentes, como pode ser observado na figura 2. Nesta figura são apresentadas as curvas de emissão TL dos dosímetros colocados para exposições com tempos relativos de exames da região oclusal, e das periapicais de exame de paciente do sexo feminino. Como esperado, a curva de maior intensidade foi a do dosímetro exposto em exame oclusal, com tempo de exposição de 0,9 s. Para as regiões periapicais, a menor resposta TL foi observada para a exposição dos incisivos com tempo de exposição de 0,4 s.

Com a câmara de ionização foram obtidas as taxas de kerma no ar na superfície do simulador (Tabela 2). Estes valores variaram de 1,98 mGy até 4,66 mGy nos exames simulados para mulher e 2,66 mGy até 5,26 mGy no homem.

Normalizando-se as áreas obtidas das curvas de emissão TL com os valores em kerma no ar para os diferentes tempos de exposição pôde-se observar que os testes com os dosímetros apresentaram valores próximos aos obtidos com a câmara de ionização. Na Tabela 3 são apresentadas os valores das áreas integradas e normalizadas para cada região intrabucal.

Comparando-se os valores das áreas integradas, apresentados na tabela 3, com os valores de kerma no ar da tabela 2 pode-se observar que para pacientes do sexo masculino o maior desvio encontrado nesta comparação foi de 6,3 % (região pré-molar). Nas análises com os tempos de exposição para pacientes do sexo feminino o desvio maior foi obtido para a região molar com 13,8 %.

A figura 3 apresenta as áreas integradas da emissão TL dos dosímetros em função do tempo de exposição para pacientes do sexo masculino e a figura 4, para pacientes femininos. Para este gráfico, tem-se uma reta com coeficiente angular igual a 5,0 e coeficiente linear, zero. Utilizando a equação da reta, podem-se estimar valores de áreas integradas ou doses absorvidas para tempos de exposição diferentes dos analisados. O desvio padrão máximo encontrado nestas medidas foi de 5,0 %.

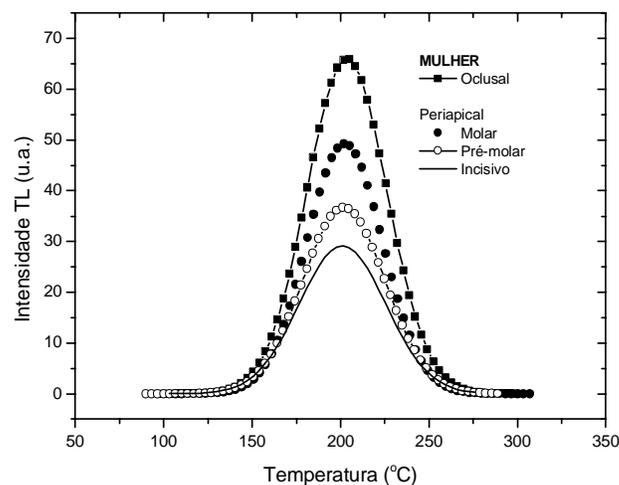


Figura 2 - Curvas de emissão TL das pastilhas de $\text{CaSO}_4:\text{Dy}+\text{Teflon}$ posicionadas em diferentes regiões intrabucais simuladas para paciente do sexo feminino.

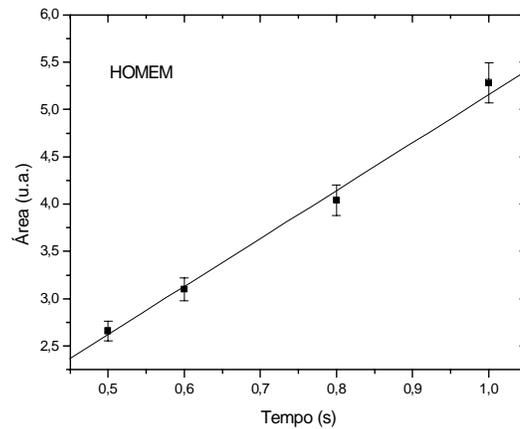


Figura 3 - Áreas dos picos TL para os diferentes tempos de exposições simuladas das regiões intrabucais de paciente de sexo masculino.

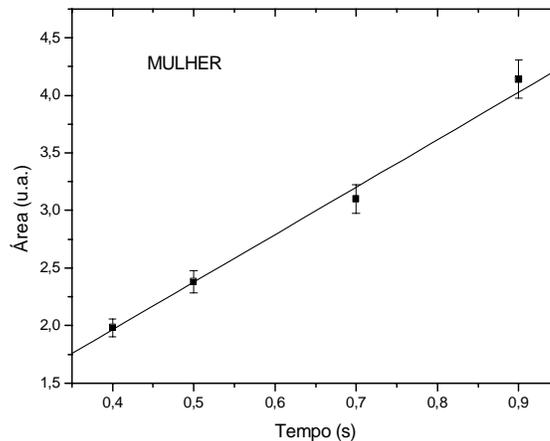


Figura 4 - Áreas dos picos TL para os diferentes tempos de exposições simuladas das regiões intrabucais de paciente de sexo feminino.

No estudo da variação das doses em profundidades no tecido bucal foram feitas exposições variando a espessura das placas de acrílico colocadas sobre os dosímetros. As curvas de emissão TL dos dosímetros expostos sob diferentes espessuras de acrílico, simulando a região periapical do dente molar da mulher e do homem, são apresentadas nas figuras 5 e 6. Conforme esperado, as maiores áreas são apresentadas pelos dosímetros que foram expostos sem estar sobre placas de acrílico. Estas áreas simbolizam as doses absorvidas pela pele do paciente no momento do exame radiológico. Em profundidade, as doses vão decrescendo. O desvio padrão máximo encontrado nestas medidas foi de 2,5%.

As análises com filmes radiográficos possibilitaram a avaliação do espalhamento do feixe de radiação. Na figura 7 está uma das radiografias tiradas com um filme de dimensões grandes.

Tabela 2 - Valores de kerma no ar obtidos com câmara de ionização

Paciente	Kerma no ar (mGy) por Região			
	Periapical (Incisivo)	Periapical (Pré Molar)	Periapical (Molar)	Oclusal
Mulher	1,98	2,66	3,53	4,66
Homem	2,66	3,20	4,06	5,26

Tabela 3 - Áreas dos picos TL, integradas e normalizadas por região intrabucal

Paciente	Área integrada e normalizada por Região (u.a.)			
	Periapical (Incisivo)	Periapical (Pré Molar)	Periapical (Molar)	Oclusal
Mulher	1,98	2,38	3,10	4,14
Homem	2,66	3,01	4,04	5,28

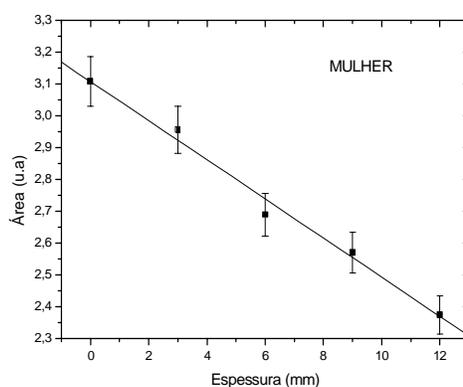


Figura 5 - Áreas das curvas de emissão TL dos dosímetros expostos sob diferentes espessuras de acrílico, simulando a região periapical do dente molar da mulher.

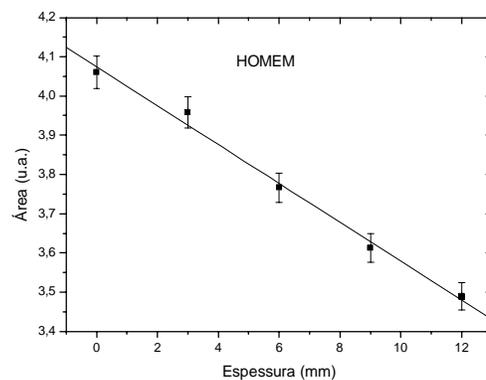


Figura 6 - Áreas das curvas de emissão TL dos dosímetros expostos sob diferentes espessuras de acrílico, simulando a região periapical do dente molar do homem.

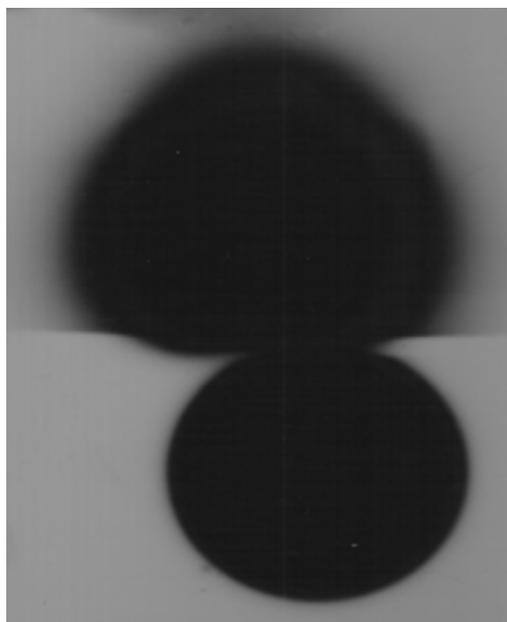


Figura 7 - Radiografia tirada expondo o filme radiográfico com e sem o aparato simulador do diapositivo porta-filme.

A metade superior da figura 7 apresenta o espalhamento produzido pela exposição feita com o simulador. Na metade inferior a radiografia foi tirada sem o simulador com o cone de irradiação posicionado à mesma distância que na radiografia com o simulador. Além dessa radiografia foram tiradas mais duas com o aparato simulador e com os absorvedores juntos, simulando o porta-filme e a pele do paciente. Nessas radiografias foram variadas as espessuras dos absorvedores. Nelas a radiação espalhada foi maior que a da figura 8 e aumentou à medida que se aumentava a espessura. Estes resultados simulam o espalhamento da radiação devido os tecidos bucais.

4. CONCLUSÕES

As pastilhas de $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$ mostraram-se eficientes para dosimetria em radiologia odontológica. As diferenças nas intensidades das curvas de emissão TL apresentadas por estes dosímetros, quando expostos a diferentes tempos de exposição, mostram que é possível analisar as doses absorvidas pelas regiões intrabucais em indivíduos submetidos a exames radiológicos.

O uso de absorvedores no simulador pode possibilitar o conhecimento das doses em profundidade no tecido bucal dos pacientes.

O uso de filmes pode auxiliar no estudo da radiação espalhada e também no estudo de doses, caso estes sejam empregados como dosímetros.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi realizado com o apoio do CNPq, FINEP, CAPES, FAP-SE.

-
1. Portaria da Secretaria de Vigilância Sanitária n.º 453, de 1º de junho de 1998, *DIRETRIZES DE PROTEÇÃO RADIOLÓGICA EM RADIODIAGNÓSTICO MÉDICO E ODONTOLÓGICO*.
 2. JANKOWSKI, J.; CHRUSCIELEWSKI, W.; OLSZEWSKI, J; CYGAN, M. System for personal dosimetry in interventional radiology. *Radia. Prot. Dosim.* v. 101, p. 221-224, 2002.

3. SOOMER H; LINCOLN, M, J; RANTA, H; PENTTILA, A; LEIBUR, E. Dentists' qualifications affect the accuracy of radiographic identification. *J. For. Sciences*. v. 48, p. 1121-1126, 2003.
4. ICRP Publication 89: Basic Anatomical and Physiological Data for Use in Radiological Protection: Reference Values, 2002.
5. THEOCHAROPOULOS; N.; PERISINAKI, K.; DAMILAKIS, J.; VARVERIS, H.; GOURTSOYIANNIS, N. Comparison of four methods for assessing patient effective dose from radiological examinations. *Med. Phys.* v. 29, p. 2070-2079, 2002.
6. ANKOWSKI, J.; CHRUSCIELEWSKI, W.; OLSZEWSKI, J.; CYGAN, M. System for personal dosimetry in interventional radiology. *Radia. Prot. Dosim.* v. 101, p.221-224, 2002.
7. YACOVENCO, A.; TAUHATA, L.; INFANTOSINI, A.F.C. *Estado da arte dos serviços de radiologia odontológica*. In: V Regional Congress on Radiation Protection and Safety, Recife: SBPR, p. 15, 2001.
8. MIRANDA, J. A. DE; POTIENS M. P. *Controle de qualidade de um sistema de referência para calibração de instrumentos em radiodiagnóstico*. In: National Meeting on Nuclear Applications – Rio de Janeiro: Abstracts, p. 67, 2002.
9. ZENOBIO, M. F.; SILVA, T. A. da; *Requisitos de proteção radiológica em clínicas odontológicas*. In: National Meeting on Nuclear Applications – Rio de Janeiro: Abstracts, p. 39, 2002.
10. YACOVENCO, A. A.; TAUHATA, L.; INFANTOSI, A. F. C. *Development and Implementation of a Quality Assurance System in Odontological Radiology*. In: Congress of the International Radiation Protection Association (IRPA), 2000, Hiroshima, Japan. Proceedings of the 10th Congress of the International Radiation Protection Association (IRPA'10), 2000.
11. FEDERICO, C. A. *; OLIVEIRA, W. A.; CASTILHO, W. M.; CALDEIRA, A. D.; RIGOLON, L. S. Y. *Avaliação do campo de radiação de aparelhos de raios x odontológicos*: www.abfm.org.br/bahia2005/upload/SPRD15.DOC, acessado em 03/08/05.
12. SASAKI, P.S. * ; POTIENS, M.P.A. *Medidas de kerma no ar na superfície de entrada de um aparelho de raios x odontológico em diferentes angulações*: www.abfm.org.br/bahia2005/upload/SPRD09.DOC, acessado em 03/08/05.