

## **Dosimetria de pacientes pediátricos submetidos a exames radiológicos de seios da face**

**Cantalupo, B. L. V.C.<sup>1,2</sup>, Xavier, A.C. S.<sup>2</sup>, Andrade, M. E.<sup>2</sup>, Silva, C. M.<sup>2</sup>, Barros, V.S.<sup>2</sup>, Khoury, H.J.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Programa de Pós-graduação em Engenharia Biomédica - UFPE, Recife, PE, Brasil

<sup>2</sup> Departamento de Energia Nuclear–Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, Recife, PE, Brasil;

### **RESUMO**

O objetivo deste trabalho é de estimar os valores de kerma no ar na superfície de entrada da pele do paciente ( $K_{a,e}$ ) e de kerma no ar na região de órgãos radiosensíveis, devido às radiografias dos seios da face em pacientes pediátricos. Foram coletados os dados dos pacientes e parâmetros de irradiação utilizados em exames de seios da face de crianças com idade de 0 a 15 anos, em dois hospitais infantis do Recife, Brasil. Os valores de  $K_{a,e}$  foram estimados a partir do valor do rendimento dos tubos de raios X e dos parâmetros de radiação utilizados. Os valores de kerma no ar nas regiões dos olhos e tireoide foram estimados utilizando dosímetros termoluminescentes (TLD-100). Os resultados mostraram que os valores de  $K_{a,e}$  variaram entre 0,065 mGy e 1,446 mGy, para radiografias cavum, e entre 0,104 mGy e 7,298 mGy, para radiografias nas incidências Caldwell e entre 0,113 mGy e 7,824 mGy, para radiografias nas incidências Waters. Os valores do kerma no ar na região dos olhos variaram entre 0,001 mGy e 0,968 mGy, nas radiografias cavum, e 0,011 mGy e 0,422 mGy, nas incidências Caldwell e Waters. Na região da tireoide, os valores de kerma no ar variaram entre 0,005 mGy e 0,932 mGy, para as radiografias cavum, e 0,002 mGy e 0,972 mGy, para as incidências Caldwell e Waters. Os resultados mostraram altos valores de  $K_{a,e}$  devido ao fato de que os procedimentos foram realizados utilizando grade antiespalhamento, que não é recomendada para radiografias pediátricas, e a falta de uso de cilindros colimadores.

### **1. INTRODUÇÃO**

Nos exames radiológicos da face, estruturas anatômicas nobres como os olhos e a tireoide ficam expostas à radiação, representando um risco para o paciente, devido à possibilidade de produção de efeitos biológicos decorrentes da interação da radiação com os tecidos. Especial atenção deve ser dada aos exames radiográficos realizados em pacientes pediátricos, pois estão em fase de crescimento e, portanto, as suas células apresentam maior radiosensibilidade do que nos adultos, além de que têm expectativa de vida do que os adultos, o que aumenta o risco de ocorrência de efeitos estocásticos, como, por exemplo, desenvolvimento de um câncer [1].

A solicitação clínica de exames radiográficos dos seios da face é muito frequente em crianças [2,3] com o objetivo de investigar patologias das vias respiratórias superiores, como a hipertrofia da adenoide, doenças inflamatórias das cavidades sinusais, as sinusites, tumores e as fraturas faciais [4,5].

A radiografia convencional para o estudo radiológico dos seios da face pode ser realizada nas seguintes incidências: incidência em perfil ou radiografia cavum (LAT), incidência Waters ou pósterio-anterior em mento-naso (MN) e a incidência Caldwell ou pósterio-anterior em fronto-naso (FN) [6,7].

Neste sentido, é objetivo deste trabalho a avaliação dos procedimentos radiográficos dos seios da face realizados em Recife em pacientes pediátricos e a estimativa da dose de radiação absorvida em diversos órgãos dos pacientes.

## 2. METODOLOGIA

O trabalho foi desenvolvido em dois hospitais públicos (hospital A e hospital B) localizados em Recife, PE, Brasil, ambos especializados no atendimento a pacientes pediátricos. O hospital B dispõe de duas salas para execução de exames radiográficos, ambas equipadas com aparelhos de raios X da marca Philips, modelo Bucky Diagnost Trifásico, enquanto que o hospital A dispõe de apenas uma sala equipada com um equipamento de raios X da marca Shimadzu, modelo R 20. Em ambas as instituições, o sistema de aquisição de imagem é baseado em filmes radiográficos.

Para a coleta de dados, foi elaborada uma ficha que inclui os dados do paciente (sexo, peso e altura), o tipo de exame / projeção e, também, os parâmetros da irradiação empregados (kV, mAs, distância foco-pele, distância foco-filme, tempo de exposição).

Foram acompanhados exames de pacientes com idades entre 0 a 15 anos. O período de coleta de dados em cada hospital variou em períodos, em horários variados. Para análise dos resultados, os pacientes foram distribuídos nas seguintes faixas etárias: 0 a 1 ano, 1 a 5 anos, 5 a 10 anos e 10 a 15 anos.

### 2.1. Determinação do Kerma no Ar na Superfície de Entrada

O valor do kerma no ar na superfície de entrada ( $K_{a,e}$ ) foi determinado a partir do valor do rendimento do tubo de raios X e dos parâmetros de irradiação (método indireto). Para tanto, utilizou-se a câmara de ionização Radcal, modelo 2026 C, posicionada no centro do campo de radiação, a 1 m do foco e 30 cm da mesa, foram realizadas medidas do kerma no ar para diferentes valores de tensão (kV) com o valor da carga (mAs) fixo. Para cada valor de tensão (kV) foram realizadas três medidas. O valor médio obtido foi corrigido pelo fator de temperatura e pressão e pelo fator de calibração da câmara de ionização. O rendimento do equipamento de raios X corresponde ao valor do kerma no ar por mAs, a 1 m de distância do foco. A curva de rendimento, para diferentes valores de tensão (kV) aplicados ao tubo, foi traçada e utilizada para a determinação do rendimento nas condições de irradiação em cada exame avaliado. O valor de  $K_{a,e}$  para cada paciente foi determinado pela Equação 1:

$$K_{a,e} = Ri \cdot Q \cdot \left( \frac{D_{ref}}{DFP} \right)^2 \cdot BSF \quad (9)$$

(1)

onde,  $R_i$ : é o rendimento do tubo de raios X para a técnica radiográfica empregada no exame, interpolado a partir da curva do rendimento em função da tensão, do tipo  $R_i = a \cdot (kV)^b$ , sendo  $a$  e  $b$  parâmetros de ajuste da curva;

$Q$ : é o produto da corrente do tubo pelo tempo de exposição (mA.s) utilizado no exame;

$D_{ref}$ : é a distância de 1m para o qual o rendimento foi ajustado e DFP é a distância entre o ponto focal e a pele do paciente;

BSF: é o fator de retroespalhamento, que é função do tamanho do campo, da filtração do equipamento e da técnica radiográfica empregada no exame. Foi adotado o valor fixo do BSF de 1,30 [8].

## **2.2. Estimativa das Doses na Região de Órgãos Radiossensíveis Utilizando dosímetros Termoluminescentes (TLDs)**

Dosímetros termoluminescentes LiF:Mg,Ti (TLD-100) foram encapsulados aos pares em um invólucro plástico, fino e foram posicionados na pele do paciente na região dos olhos e da tireoide. O conjunto de dosímetros levados a cada instituição sempre era acompanhado de um grupo de dois dosímetros que não eram irradiados. A leitura destes dosímetros (brancos) era subtraída da leitura dos dosímetros irradiados. A leitura média dos dois dosímetros contidos em cada envelope plástico foi convertida em dose absorvida, utilizando a curva de calibração obtida no Laboratório de Metrologia das Radiações Ionizantes, do Departamento de Energia Nuclear/UFPE (LMRI/DEN/UFPE) com feixes de qualidade RQR 5 [9].

## **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

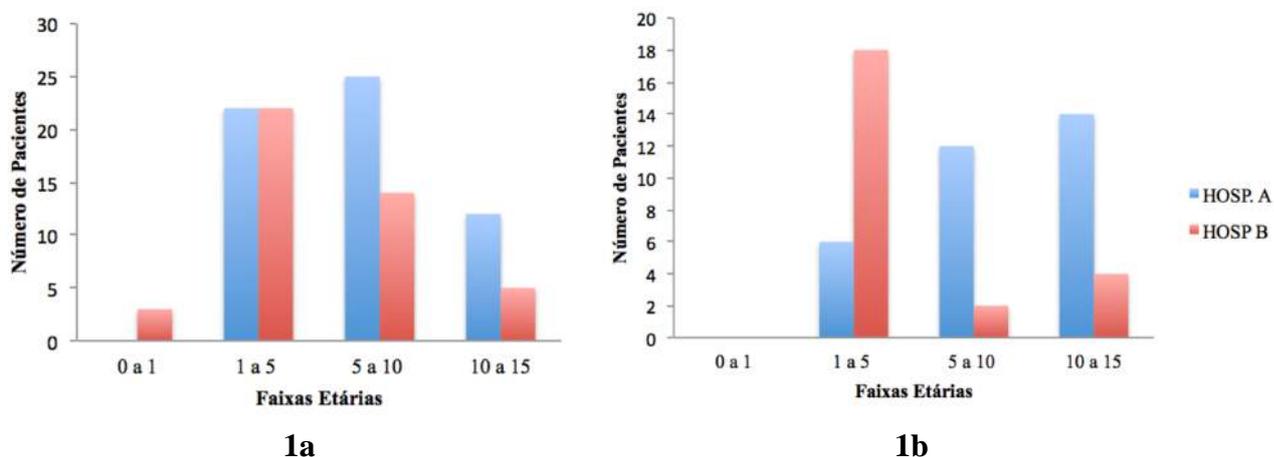
### **3.1. Caracterização dos Exames e dos Pacientes**

As Figuras 1a e 1b mostram, a distribuição dos pacientes por faixa etária, dos hospitais A e B que realizaram exames em projeção lateral dos seios da face e as incidências póstero-anteriores (fronto-naso e mento-naso), respectivamente.

Os resultados mostram que foram acompanhados 159 exames radiográficos dos seios da face, sendo 103 radiografias realizadas na projeção lateral dos seios da face (radiografia cavum) e 56 radiografias realizadas nas projeções póstero-anteriores em fronto-naso (FN) e mento-naso (MN) (radiografias Caldwell e Waters, respectivamente).

Em termos de gênero dos pacientes, os dados mostram que cerca de 60% do total de pacientes dos dois hospitais é do sexo masculino e que no exame cavum, realizado no hospital A, 72,8% dos pacientes pertencem ao sexo masculino e 27,2% pertencem ao sexo feminino. Quanto aos exames em incidências póstero-anteriores (FN e MN), observa-se que, no hospital A, o percentual de pacientes do sexo masculino corresponde a 62,5%, enquanto que os pacientes do sexo feminino totalizam 37,5% do total de pacientes. Considerando os exames realizados no hospital B, verifica-se que, para ambas as incidências estudadas, o

percentual de pacientes do sexo masculino e feminino é de 50%, revelando uma distribuição mais equilibrada quanto ao gênero dos pacientes.



**Figura 1. Distribuição dos pacientes por faixa etária para os exames radiográficos dos seios da face em: 1a) incidência em perfil e 1b) incidência pósterio-anteriores.**

### 3.2. Parâmetros de Irradiação

Os valores mínimos, médios e máximos de tensão utilizados nos exames radiográficos dos seios da face em incidência em perfil (LAT) e nas incidências pósterio-anteriores (FN e MN) são apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1. Valores mínimos médios e máximos de tensão (em kV) empregados nos exames de seios da face (SAF).**

Tipo de Exame	Faixa Etária	Tensão (kV) para cada Hospital					
		A			B		
		Min	Med	Max	Min	Med	Max
LAT	0 - 1 ano	-	-	-	70	70	70
	1 - 5 anos	61	68,82	72	70	71,1	73
	5 - 10 anos	60	69,44	74	66	71,71	77
	10 - 15 anos	69	74,08	91	70	71,8	73
FN	0 - 1 ano	-	-	-	-	-	-
	1 - 5 anos	55	58,33	60	70	75,33	81
	5 - 10 anos	60	60,33	62	70	73,5	77
	10 - 15 anos	60	60,57	63	-	-	-
MN	0 - 1 ano	-	-	-	-	-	-
	1 - 5 anos	63	65,33	68	73	76,11	77

5 - 10 anos	63	64,66	65	70	73,33	77
10 - 15 anos	65	65,28	66	-	-	-

No caso dos exames de seios da face, os resultados dos parâmetros de irradiação foram comparados apenas com o Guia Britânico [10], que estabelece critérios de qualidade para esses procedimentos. Segundo este Guia recomenda-se o uso de tensões de 65 kV para os exames póstero-anteriores MN em pacientes com idades entre 5 e 10 anos e de 78 kV para pacientes entre 10 e 15 anos, não recomendando a realização desses exames em pacientes menores de 5 anos. A análise dos resultados obtidos neste trabalho para radiografias póstero-anteriores em MN mostra que 25% do total de exames (hospitais A e B) realizados em pacientes com idades entre 5 e 10 anos foram realizados com tensões superiores ao recomendado pelo Guia Britânico.

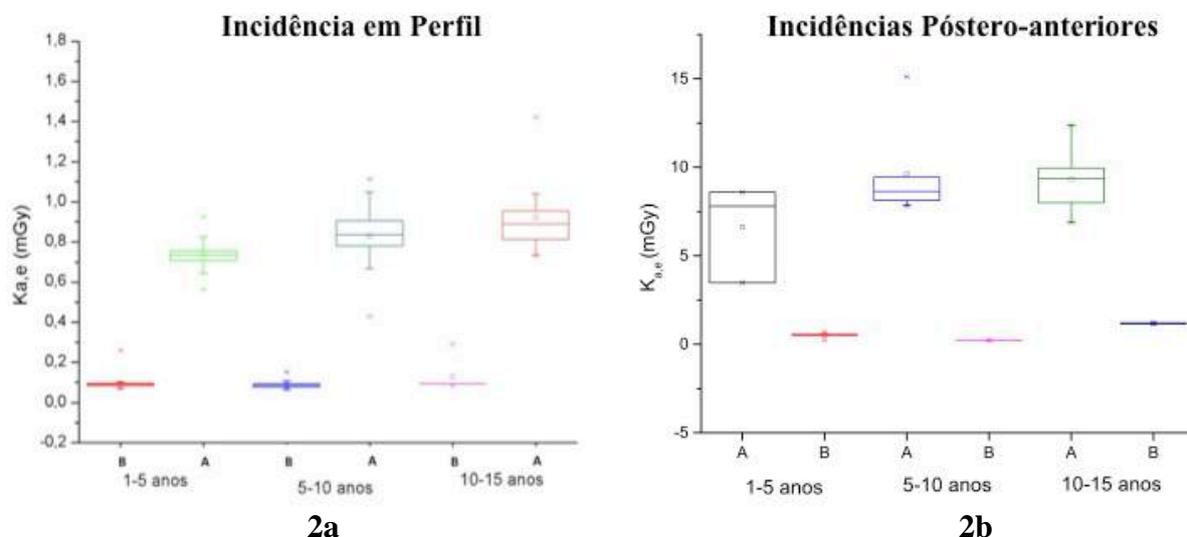
No caso das radiografias LAT, o Guia Britânico aconselha o emprego de valor de tensão de 62 kV, para pacientes com idades entre 1 e 5 anos, 65 kV, para pacientes com 5 a 10 anos de idades e 70 kV, para pacientes com idades compreendidas entre 10 e 15 anos. Os resultados deste estudo mostram que em mais de 80% dos exames realizados nos dois hospitais, os valores de tensões foram superiores ao recomendado. Este fato deve-se ao uso de grade antiespalhamento, que não é recomendada para esta faixa etária, pois a espessura do paciente é pequena, não acarretando radiação espalhada significativa. O uso da grade antiespalhamento obriga o emprego de tensões do tubo mais altas para aumentar o poder de penetração do feixe de raios X, a fim de não comprometer a qualidade de imagem.

### 3.3. Kerma no Ar na Superfície de Entrada ( $K_{a,e}$ ) Medido pelo Rendimento do Tubo de Raios X

A distribuição dos valores de  $K_{a,e}$  estimados para os pacientes pediátricos, em exames radiográficos dos seios da face em projeção LAT e projeções póstero-anteriores FN e MN realizados nos hospitais avaliados, estão mostrados na Figura 2a e 2b, respectivamente, que correspondem a gráficos Box & Whiskers, apresentando a distribuição dos valores de  $K_{a,e}$  calculados para cada faixa de idade dos pacientes. Nesta distribuição os limites do retângulo correspondem ao valor do primeiro e terceiro quartil, isto é 25% e 75% dos dados. O retângulo contém 50% dos dados. A linha no interior do retângulo indica a mediana dos dados e o ponto no retângulo indica o valor da média. As semi-retas indicam o valor máximo e mínimo dos dados. Em casos de ocorrência de valores fora da distribuição, estes são indicados por asteriscos e são conhecidos como outliers. No caso dos exames de seios da face em projeção póstero-anterior são realizadas as duas incidências, FN e MN, os valores de doses apresentadas correspondem aos valores por exame, ou seja, à soma das doses dos dois procedimentos radiográficos.

Analisando os valores de  $K_{a,e}$  estimados para os exames em projeção lateral, observa-se que, quase todos os exames realizados no hospital B estão em acordo com o recomendado pelo Guia Britânico de Boas Práticas, que aconselha valores de  $K_{a,e}$  de 0,11 mGy, 0,16 mGy e 0,37 mGy para pacientes com idades entre 1 e 5 anos, 5 e 10 anos e 10 e 15 anos, respectivamente. Apenas 2% dos valores de  $K_{a,e}$  estimados neste hospital estavam acima do valor aconselhado, todos pertencentes a faixa etária compreendida entre de 1 e 5 anos. Por outro lado, o hospital

A, apresentou todos valores de  $K_{a,e}$  acima do recomendado, ocorrendo casos em que o  $K_{a,e}$  apresenta um valor 8 vezes o valor aconselhado.



**Figura 2. Distribuição dos valores de  $K_{a,e}$  (em mGy) estimados em exames radiográficos dos seios da face: 2a) em projeção LAT; 2b) em projeções póstero-anteriores FN + MN, dentro de cada faixa etária estudada, para os hospitais participantes da pesquisa.**

Para os exames radiográficos dos seios da face em projeções póstero-anteriores (FN + MN), encontram-se, novamente, valores de  $K_{a,e}$  mais elevados nos exames realizados no hospital A, quando comparados aos realizados no hospital B, e todos muito acima do que recomenda o Guia Britânico, cujos valores são 0,34 mGy e 1,07 mGy para pacientes com idades compreendidas entre 5 e 10 anos e entre 10 e 15 anos, respectivamente.

A explicação para valores de  $K_{a,e}$  demasiadamente altos encontrados no hospital A, cujos valores estimados para alguns casos foram cerca de 10 vezes superiores aos encontrados no hospital B, se deve a vários fatores, entre os quais o uso da grade antiespalhamento cujo uso não é aconselhado para pacientes pediátricos pois acarreta o aumento do valor de tensão e do mAs, o que acarreta o aumento no valor do  $K_{a,e}$ .

Além disso, observou-se que no hospital A, a cada solicitação de exames radiográficos dos seios da face em projeção lateral, duas incidências são realizadas pelos técnicos: uma incidência com o paciente com a boca fechada e outra, com o paciente com a boca aberta. Não existe nenhuma citação na literatura de que a realização do exame com o paciente com a boca aberta ou fechada acarrete em qualquer diferença ou benefício em termos de visualização de estruturas ou de auxílio no diagnóstico clínico. Este fato só contribui para duplicar o valor da dose para o paciente.

Observou-se também que as distâncias foco-paciente utilizadas no hospital A são menores que as utilizadas pelo hospital B, o que também contribui para o aumento da dose na pele do paciente. Tomando como base os exames LAT realizados em pacientes com idades

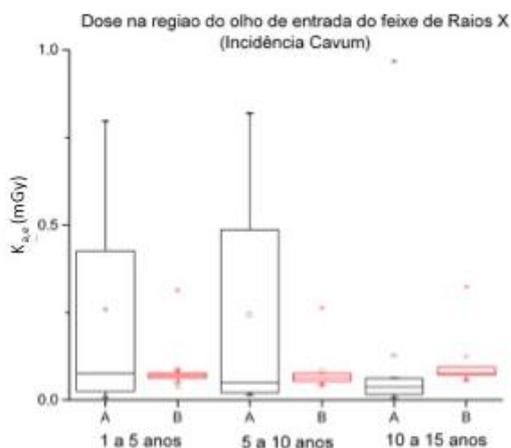
compreendidas entre 1 e 5 anos, a distância média foco-paciente empregada pelo hospital A foi de 73,4 cm, enquanto que a empregada pelo hospital B foi de 97 cm.

### 3.4. Estimativa das Doses na Região de Órgãos Radiossensíveis Utilizando dosímetros Termoluminescentes (TLDs)

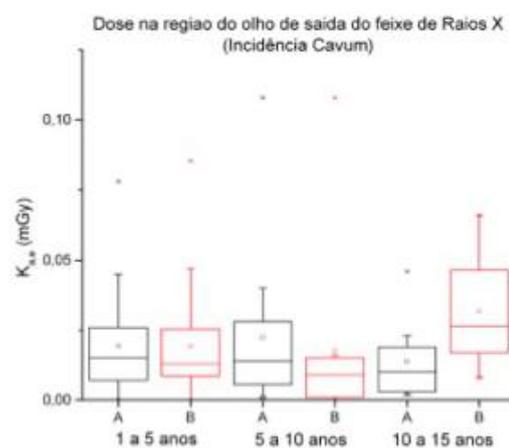
As figuras 3a e 3b apresentam os resultados dos valores de  $K_{a,e}$  na região dos olhos dos pacientes devido às radiografias dos seios da face em projeção LAT (cavum), enquanto que as figuras 4a e 4b correspondem, respectivamente, à distribuição dos valores de  $K_{a,e}$  estimados para a região do olho esquerdo (OE) e olho direito (OD) do paciente, ao realizar o exame de seios da face nas projeções pósterio-anteriores (FN + MN).

Levando em consideração as duas incidências estudadas, devido ao fato do hospital A fazer uso dos cilindros colimadores para a realização dos exames radiográficos dos seios da face, esperava-se encontrar valores de  $K_{a,e}$  na região dos olhos mais baixos do que os estimados na mesma região para os exames realizados no hospital B. Porém, com exceção dos exames em projeção LAT realizados em pacientes com idade compreendida entre 10 e 15 anos e pacientes com idades entre 1 e 5 anos que realizaram exames em projeções pósterio-anteriores, os valores de  $K_{a,e}$  encontrados na região dos olhos encontram-se mais elevados nos exames realizados no hospital A, refletindo, mais uma vez, o emprego de valores altos de técnicas radiográficas, principalmente alto valores de carga (mAs) do tubo de raios X, somado ao fato do hospital A realizar duas incidências (boca aberta + boca fechada) quando há a solicitação do exame em projeção LAT dos seios da face.

Os valores estimados para o  $K_{a,e}$  na região do olho de entrada do feixe de raios X correspondem a cerca de 10 vezes os valores estimados para o olho de saída do feixe, quando se considera os exames radiográficos em projeção LAT. Além disso, a análise dos dados evidencia que houve uma maior dispersão dos valores de  $K_{a,e}$  estimados para o olho de entrada do feixe quando comparados aos valores estimados para olho de saída do feixe.

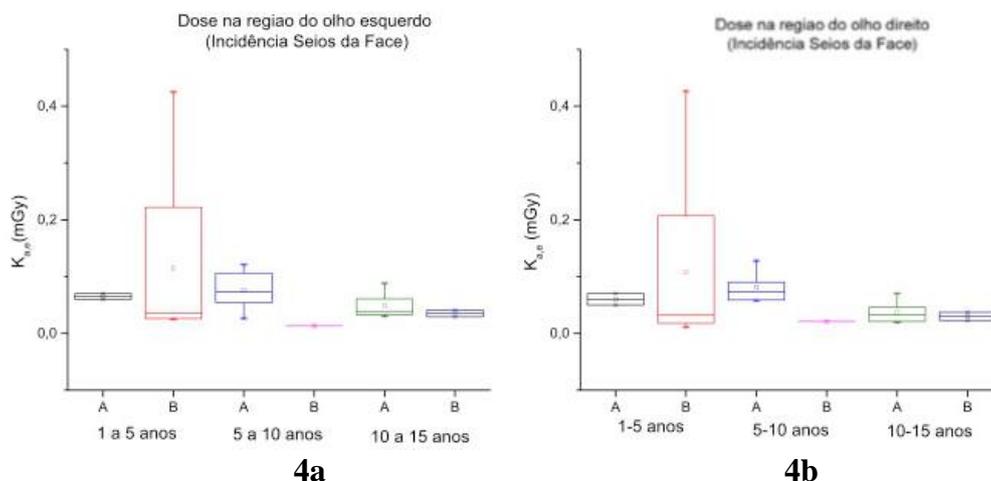


3a



3b

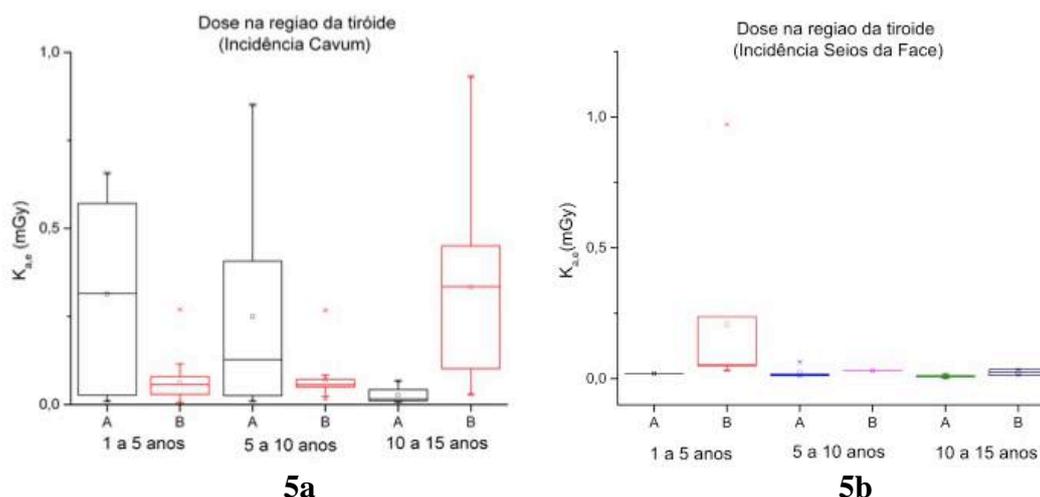
**Figura 3. Distribuição dos valores de  $K_{a,e}$  (em mGy) estimados para a região: 3a) olho de entrada do feixe primário de raios X; 3b) olho de saída do feixe primário de raios X, em exames radiográficos dos seios da face em projeção LAT.**



**Figura 4. Distribuição dos valores de  $K_{a,e}$  (em mGy) estimados para a região: 4a) olho esquerdo; 4b) olho direito, em exames radiográficos dos seios da face em projeções póstero-anteriores (FN + MN).**

Em abril de 2011, a Comissão Internacional de Proteção Radiológica (ICRP) em uma nova declaração à cerca dos níveis de doses seguros para os olhos, após rever evidências epidemiológicas recentes que sugerem que há alguns efeitos de reação tecidual, particularmente aqueles com manifestações tardias, reduziu drasticamente os valores limiares humanos para cataratogênese para 0,5 Gy, anteriormente estabelecido entre 2-8 Gy [11]. Atualmente, existe uma grande preocupação quanto às exposições de baixas doses, como as ocasionadas pelos exames de radiodiagnósticos, principalmente em se tratando de pacientes jovens.

A distribuição dos valores de  $K_{a,e}$  estimados para a região da tireoide dos pacientes pediátricos, em exames radiográficos dos seios da face em projeção LAT e em projeções póstero-anteriores (FN+ MN) está representada, respectivamente nas Figuras 5a e 5b.



**Figura 5. Distribuição dos valores de  $K_{a,e}$  (em mGy) estimados para a região da tireoide: 5a) em exames radiográficos dos seios da face em projeção LAT; 5b) em exames radiográficos dos seios da face em projeções póstero-anteriores (FN + MN).**

A análise dos dados revela que os valores estimados de  $K_{a,e}$  na região da tireoide em pacientes que realizaram exames radiográficos dos seios da face em projeção LAT apresentaram-se mais elevados do que os encontrados em exames realizados em projeções póstero-anteriores, uma vez que a tireoide acha-se mais exposta ao feixe primário de raios X quando a cabeça do paciente encontra-se em perfil.

Considerando os exames em projeção LAT, da mesma maneira que para o olho de entrada do feixe de radiação, os valores de  $K_{a,e}$  calculados para a região da tireoide nos exames realizados no hospital A apresentaram-se mais altos que os estimados para esta mesma região nos exames realizados no hospital B, com exceção dos exames realizados em pacientes com idades entre 10 e 15 anos. Este fato está em acordo com os dados apresentados para a avaliação dos valores de  $K_{a,e}$  para a região dos olhos e, mais uma vez, contradiz o fato do hospital A fazer uso de colimadores cilíndricos para execução deste tipo de exame radiográfico, pelos mesmos motivos expostos anteriormente.

Até o momento, o único fator de risco ambiental estabelecido para o desenvolvimento do câncer de tireoide é a exposição às radiações ionizantes em idade jovem. A relação entre a exposição à radiação ionizante e o câncer de tireoide está fundamentada em estudos realizados em sobreviventes de acidentes com bombas atômicas e em pessoas que foram expostas à radiação terapêutica na infância [12]. Pouco se sabe sobre a magnitude dos riscos associados às radiações com fins de diagnósticos médicos, que tem sido a fonte de crescimento mais rápido da exposição humana às radiações ionizantes durante as últimas 3 décadas, passando a ser principal fonte de exposição (36%) à radiação ionizante na Estados Unidos, a partir de 2006 [13].

#### 4. CONCLUSÃO

Os resultados deste trabalho permitem concluir que os parâmetros de irradiação, tais como tensão e mAs não estão otimizados, resultando em altas doses nos pacientes. Os altos valores destes parâmetros estão associados ao uso desnecessário de grades antiespalhamento, cujo uso não é recomendado para pacientes pediátricos com idade até 10 anos. Os valores de  $K_{a,e}$  encontrados são superiores aos valores de referência estabelecidos pelo Guia Britânico, indicando a necessidade de otimização destes procedimentos.

## 5. REFERÊNCIAS

1. ICRP. "International Commission on Radiological Protection. 1990 Recommendations of the ICRP". Pergamon Press, Oxford, UK: Annals of ICRP, v. 21, n. 1-3, ICRP Publication 60, 1991.
2. TAGAYA, M.; et al. "Relationship between adenoid size and severity of obstructive sleep apnea in preschool children". *International journal of pediatric otorhinolaryngology*, v. 76, n. 12, p. 1827-1830, 2012.
3. FERES, M. F. N.; et al. "Radiographic adenoid evaluation-suggestion of referral parameters". *Jornal de pediatria*, v. 90, n. 3, p. 279-285, 2014.
4. WECKX, L. L. M.; et al. "ENT care of children and adolescents in the Brazilian public healthy system in three different municipalities". *Revista Brasileira de Otorrinolaringologia*, v. 74, n. 4, p. 571-578, 2008.
5. VOGLER, R. C.; II, F. J. W.; PILGRAM, T. K. "Age-specific size of the normal adenoid pad on magnetic resonance imaging". *Clinical Otolaryngology & Allied Sciences*, v. 25, n. 5, p. 392-395, 2000.
6. JACOMELLI, M.; SOUZA, R.; PEDREIRA JÚNIOR, W. L. "Abordagem diagnóstica da tosse crônica em pacientes não-tabagistas". *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, v.29, p.413-429, 2003.
7. BONTRAGER, K.L. "Tratado de Técnica Radiológica e Base Anatômica". 4. Ed. Rio de Janeiro: G. Koogan, 1999.
8. PETOUSSI-HENS, N.; ZANKL, M.; DREXLER, G.; PANZER, W.; REGULLA, D. "Calculation of backscatter factors for diagnostic radiology using Monte Carlo methods". *Physics in Medicine and Biology*, v.43, p.2237-2250, 1998.
9. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. "ABNT NBR ISO/IEC 17025: 2005-requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração. General requirements for the competence of testing and calibration laboratories". ABNT, 2005.
10. COOK, J.V.; SHAH, K.; PABLOT S.; et al. Guidelines on best practice in the x-ray imaging of children; a manual for all x-ray departments. CE. Commission of European Communities. European Guidelines on Quality Criteria for Diagnostic Radiographic Images in Paediatrics. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg: EUR16261, 1996.
11. ICRP, 2011. "ICRP statement on tissue reactions. International Committee on Radiological Protection". Available at: <http://www.icrp.org/page.asp?id=123>
12. SINNOTT, B.; Ron, E.; SCHNEIDER, A. B. "Exposing the thyroid to radiation: a review of its current extent, risks, and implications". *Endocr Rev.* 2010;**31**(5):756-773.
13. SIEGEL, R.; NAISHADHAM, D.; JEMAL, A. "Cancer statistics, 2012. CA Cancer". *J. Clin.* 2012; **62**(1):10-29.