

Riscos da radiação X no cateterismo ureteral

## Estimativa do risco de carcinogénese associado à radiação X no cateterismo ureteral “duplo J”

Tiago Ribeiro<sup>1</sup>, Cláudia Martins<sup>1</sup>, Marta Rocha<sup>1</sup>

1. Serviço de Imagiologia Geral, Serviço de Urologia, Hospital de Santa Maria. tiagoramossribeiro@gmail.com.

**RESUMO:** **Introdução:** Porque o cateterismo ureteral “duplo J” implica a exposição do doente a radiação X, com tempos de exposição consideráveis, incidentes numa região anatómica constituída por diversos órgãos, existem dúvidas em relação aos riscos associados à dose de radiação acumulada pelos doentes. O objectivo deste trabalho centrou-se em clarificar estas dúvidas através da estimação quantitativa do risco de carcinogénese associado à dose de radiação.

**Método:** Foram estudados dados relativos a 146 doentes submetidos a procedimentos de cateterismo ureteral “duplo J” no Serviço de Urologia do Hospital de Santa Maria (HSM). As doses eficazes foram determinadas através de métodos Monte Carlo. O risco de carcinogénese foi estimado com base na relação linear dose/efeito, sem limiar de dose, por coeficientes de probabilidade.

**Resultados:** Como resultados mais relevantes, estimou-se que 1 colocação seguida de 1 extracção do cateter “duplo J” proporciona ao doente um risco acrescido de carcinogénese de 0,012%, ou seja, cerca de 1 doente em 8330 desenvolve cancro radio-induzido. Estima-se também, por exemplo, que um doente submetido a 1 colocação, 1 substituição e 1 extracção é, em média, submetido a uma dose eficaz de 4,47mSv, valor de dose semelhante ao proporcionado por uma TC abdominal.

**Conclusão:** Quando comparamos os riscos associados à radiação com o benefício clínico de “poupar” a função renal, concluímos que os benefícios são inestimavelmente mais importantes que os riscos. De qualquer forma, verificamos que existe sempre, ainda que relativamente baixo, algum risco associado aos níveis de dose. Assim, os princípios da Justificação e da Optimização deverão ser sempre equacionados neste tipo de procedimentos.

*Palavras-chave: cateterismo ureteral, radiação X, dose, risco, carcinogénese*

**ABSTRACT: Introduction:** Double-J ureteral stenting is a frequent interventional urological procedure that implicates the use of x-ray fluoroscopy, with considerable exposure times, incident in an anatomic region with several organs. This fact raises doubts about the patient risks attributed to radiation dose. The purpose of this study was to clarify these doubts estimating cancer risk inherent to patient effective dose.

**Method:** We studied specific data of 146 patients submitted to ureteral stenting procedures in Urologic Departement of Hospital Santa Maria. Effective doses were determined with a computational Monte Carlo based program. Cancer risks were estimated with probability coefficients considering the linear non-treshold dose-effect relation (LNT) of the low doses of radiation.

**Results:** A patient submitted to a ureteral stent insertion followed by a removal procedure, develops an increased cancer risk of 0,012%. This means that 1 in 8330 patients develops radiation-induced cancer. Also, a patient submitted to a ureteral stent insertion followed by 1 substitution and a removal procedure is submitted to a mean effective dose of 4,47 mSv. This value is similar to the effective dose of an abdominal TC.

**Conclusion:** When we compare the radiation risks with the clinical benefit, of “saving” renal function, we can conclude that benefits are greatly more important than risks. Furthermore, we verify that, although low, there is always some risk attributed to radiation dose. Thus, dose optimization and clinical justification should always be considered in these procedures.

*Keywords: ureteral stenting, x-ray, dose, risk, cancer*

## Introdução

O cateterismo ureteral “duplo J” no aparelho urinário, é o procedimento intervencionista de 1ª linha no tratamento das, bem conhecidas e frequentes, obstruções urinárias supra vesicais.

Esta técnica consiste na introdução de um catéter por via retrógrada, com apoio fluoroscópico, até que as suas extremidades (em forma de J) se fixem proximalmente no rim e distalmente na bexiga, restabelecendo o fluxo urinário e impedindo desta forma a perda da função renal.

Entre as várias técnicas de urologia de intervenção (cateterismo “duplo J”, nefrostomia, dilatação uretral, etc.) realizadas no Hospital de Santa Maria (HSM), a colocação de catéter “duplo J”, as consequentes substituições e extracções do mesmo, são normalmente os procedimentos mais frequentes, tendo sido realizados cerca de 522 no ano de 2005.

Porque o cateterismo ureteral “duplo J” implica a exposição do doente a radiação X, com tempos de exposição consideráveis, incidentes numa região anatómica constituída por diversos órgãos e, também, porque em alguns casos o cateterismo é realizado durante vários anos com uma periodicidade de 3 meses, existem dúvidas em relação aos riscos associados à dose de radiação acumulada pelos doentes neste tipo de procedimento.

O conhecimento científico actual estabelece dois tipos de efeitos biológicos da radiação ionizante, os determinísticos e os estocásticos ou probabilísticos<sup>1-3</sup>.

Os primeiros, como o eritema ou as cataratas, são bem definidos na actualidade, estão relacionados com altas doses de radiação e possuem um valor limiar de dose para cada efeito<sup>1,3</sup>.

Os segundos são os efeitos de carcinogénese e os efeitos genéticos que não são bem definidos na actualidade<sup>3</sup>, e estão associados a baixas doses (<100milisievert<sup>4</sup> (mSv)). Neste tipo de efeitos, existem diversas teorias que tentam explicar a relação dose/efeito, contudo é a teoria da relação linear sem limiar de dose (LNT) que reúne maior consenso na comunidade científica<sup>3-8</sup>.

Com base nesta teoria, a International Commission on Radiological Protection (ICRP) estabelece coeficientes de probabilidade de efeitos de carcinogénese, e de efeitos genéticos, por unidade de dose, que permitem estimar o efeito associado a uma determinada dose baixa de radiação. Por exemplo, os actuais coeficientes de probabilidade<sup>3</sup> de efeitos de carcinogénese e de efeitos genéticos radio-induzidos, para adultos de ambos os sexos, são respectivamente 4,6 e 0,1% Sv<sup>-1</sup>.

É de notar que para um determinado nível de dose, os efeitos de carcinogénese são muito superiores aos efeitos genéticos, tendo a radiação X sido classificada recentemente como carcinogénica por diversas organizações (ex: World Health Organization's International Agency for Research on Cancer)<sup>9</sup>.

A estimação do efeito radio-induzido, ou a utilização dos coeficientes de probabilidade, implica o conhecimento do valor de dose efectiva, a grandeza que quantifica o

detrimento ou dano global da radiação no organismo, a partir da sua distribuição pelos diversos órgãos<sup>2,3,10</sup>.

Actualmente, são os métodos Monte Carlo aqueles que, a partir da dose à entrada da pele ou do produto-dose-área (DAP) e de parâmetros de exposição, determinam com maior precisão a distribuição da radiação pelos diversos órgãos, com base nas distribuições de probabilidade dos efeitos fotoeléctrico, Compton e Rayleigh<sup>11</sup>.

Nos exames por fluoroscopia, onde a irradiação do doente e a direcção do feixe de radiação X pode mudar continuamente, a estimação da dose efectiva será mais precisa se realizada com base nos valores de DAP<sup>12,13</sup>.

A determinação de DAP pode ser realizada através de medição directa por câmara de ionização<sup>12,14</sup>, ou de forma indirecta, por cálculo do sistema de fluoroscopia, a partir dos parâmetros de exposição<sup>15,16</sup>.

Nas técnicas de cateterismo ureteral “duplo J”, por não termos registo de qualquer tipo de efeitos determinísticos e por serem utilizadas baixas doses de radiação, apenas nos faz sentido falar em efeitos estocásticos.

Até à data não temos conhecimento de estudos sobre efeitos estocásticos da radiação realizados na área do cateterismo ureteral. Por outro lado, noutras áreas da radiologia, como a radiologia convencional, TC ou angiografia, são conhecidos vários estudos sobre esta matéria<sup>10,17</sup>. Entre estes estudos o maior valor de risco de efeitos estocásticos encontrado foi de 0,78%, no caso de doentes submetidos a múltiplos exames de radiologia convencional, TC, fluoroscopia e medicina nuclear<sup>17</sup>.

Não são também conhecidos níveis de referência de dose para o cateterismo ureteral, apenas para outra técnica de urologia de intervenção, a nefrostomia. Actualmente, no Reino Unido este valor é de 19Gy.cm<sup>2</sup> para adultos e representa um valor recomendado de acordo com a base de dados da National Radiological Protection Board (NRPB) para doses em exposições médicas<sup>18</sup>.

Pelas razões atrás mencionadas, o objectivo deste trabalho centrou-se em esclarecer e clarificar as dúvidas existentes quanto ao risco associado à radiação X no cateterismo ureteral “duplo J”, através de uma estimação quantitativa dos níveis de dose efectiva e dos mais importantes efeitos estocásticos, os efeitos de carcinogénese<sup>10</sup>.

## Método

Foi elaborado um método sustentado em dois conceitos essenciais, a estimação de dose efectiva por métodos Monte Carlo (programa computacional PCXMC<sup>11</sup>), e a posterior estimação do risco de carcinogénese através da relação LNT dos baixos níveis de dose<sup>3</sup>.

O método foi aplicado do seguinte modo:

Durante um período de 6 meses, no Serviço de Urologia do HSM, foram estudados dados relativos a todos os doentes submetidos a procedimentos de colocação, substituição ou extracção de catéter ureteral “duplo J”. Foi, portanto,

uma amostra não probabilística e acidental<sup>19</sup>.

Os dados recolhidos foram: idade (anos), tipo de exame (colocação, substituição ou extracção de catéter "duplo J"), diferença de potencial média (kV), tempo de fluoroscopia (min) e DAP (mGy.cm<sup>2</sup>) acumulado.

Pela possibilidade de obter uma dimensão amostral relativamente elevada e simplicidade de execução, os valores de diferença de potencial (DDP), tempo de fluoroscopia e DAP foram obtidos directamente através do sistema de fluoroscopia, após calibração standard do fabricante.

A partir das variáveis "idade", "DDP", "DAP" e das características de exposição abaixo descritas, as doses efectivas de cada doente foram determinadas através do programa PCXMC<sup>11</sup>, específico para cálculo de doses equivalentes nos órgãos e dose efectiva por métodos Monte Carlo. Estes têm por base fantasmas hermafroditas sendo que as doses efectivas estimadas são independentes do sexo. Além disso, os métodos Monte Carlo foram gerados para a faixa etária "adultos", pelo facto da idade média amostral ser 53 anos.

Assumindo a relação LNT dos baixos níveis de dose, os riscos associados às doses acumuladas foram calculados através do produto entre os valores de dose efectiva determinados e o coeficiente de probabilidade  $4,6 \times 10^{-2} \text{Sv}^{-1}$  (coeficiente de risco de carcinogénese por unidade de dose, relativo a adultos de ambos os sexos<sup>3</sup>). Ou seja, por uma questão de rigor e apuramento de conclusões, os dados e respectivos resultados são sempre e apenas referentes a adultos de ambos os sexos.

Posteriormente foi efectuada uma divisão dos dados em 3 grupos, de acordo com cada um dos 3 tipos de procedimentos urológicos estudados: colocação, substituição e extracção de catéter "duplo J".

Foram calculados, para cada grupo, os valores médios, mínimos e máximos das variáveis "idade", "DDP", "tempo de fluoroscopia", "DAP", "dose efectiva" e "risco de carcinogénese".

Finalmente, através da soma das doses médias em procedimentos individuais, foram estimadas as doses e respectivos riscos de carcinogénese para os seguintes conjuntos de procedimentos: 1 Colocação e 1 Extracção; 1 Colocação, 1 Substituição e 1 Extracção; 1 Colocação, 5 Substituições e 1 Extracção; 1 Colocação, 10 Substituições e 1 Extracção; 1 Colocação e 20 Substituições.

Este método de estimação é apropriado para as baixas doses de radiação presentes neste estudo uma vez que, para estes níveis, o risco é independente do fraccionamento de dose<sup>10</sup>.

Como considerações éticas, fazemos notar que não foram realizadas quaisquer exposições radiológicas além das clinicamente prescritas, e que foi mantido o anonimato dos doentes que participaram no estudo.

Além disto, salienta-se que as equipas de profissionais de saúde necessárias à realização destes exames, formada por 1 Médico, 1 Técnico de Radiologia, 1 Enfermeiro e 1 Auxiliar de Acção Médica, variaram ao longo dos 6 meses de estudo de acordo com o normal funcionamento da instituição.

### *Equipamento e técnica radiológica*

O equipamento radiológico utilizado foi o sistema de fluoroscopia portátil Philips BV Pulsera. As principais características<sup>20</sup> são: ponto focal 0,3/0,6mm; kV 40-120; mA 0,1-8,3; ângulo anódico 10°; filtração permanente 6,5mm Al+0,1mm Cu; diâmetro do campo do intensificador de imagem 23/17/14cm; distância foco-intensificador, 1m.

Em qualquer dos procedimentos urológicos estudados, o doente encontrou-se em decúbito dorsal, e as imagens foram obtidas, com o equipamento colocado perpendicularmente ao doente, desde a sínfise púbica até aos rins (L1) de acordo com a progressão do cateterismo. O intensificador de imagem situou-se aproximadamente 30cm afastado da face anterior do doente, e o tubo de raios-x diametralmente oposto, a cerca de 50cm do dorso do doente.

O tipo de fluoroscopia utilizado foi a exposição digital (fluoroscopia de baixa dose), com controlo de brilho automático (ABC).

### *Limitações do método*

Limitações de amostragem<sup>19</sup>; diferença entre os valores reais de DAP e os valores obtidos pelo sistema de fluoroscopia; precisão do programa PCXMC e dos métodos Monte Carlo<sup>11</sup>; precisão dos coeficientes de probabilidade de risco ICRP<sup>3</sup>; limitações da relação LNT das baixas doses de radiação<sup>3-5,7</sup>;

## **Resultados**

Durante os 6 meses de estudo, 146 doentes foram submetidos a procedimentos de cateterismo ureteral, dos quais 56 foram submetidos a colocação, 42 a substituição e 48 a extracção de catéter "duplo J".

Os valores de DDP variaram no intervalo 46-101 (média 69) para colocação, 48-86 (média 69) para substituição e 58-88 (média 68) para extracção.

As idades de todos os doentes variaram no intervalo 17-77 (média 53) para a colocação, 25-83 (média 56) para substituição e 24-83 (média 52) para extracção.

Os resultados de maior relevância são apresentados nas seguintes tabelas e representação gráfica.

## **Discussão**

Analisando os principais resultados obtidos, verificou-se em primeiro lugar, em média, a colocação de catéter "duplo J" representa maior risco de carcinogénese radio-induzido para o doente (0,009%) do que a extracção (0,003%), e aproximadamente o mesmo risco que uma substituição (0,009%).

Por outro lado, o risco máximo estimado para a colocação (0,047%) é superior ao estimado para a substituição (0,038%) ou extracção (0,016%). Estes valores extremos demonstram bem a elevada variabilidade da dose neste tipo de procedimentos, naturalmente justificada pelos diferentes tipos de doentes, experiência do executante e materiais utilizados.

Procedimentos	n		Idade (anos)	DDP (kV)	TF (min.)	DAP (Gy.cm <sup>2</sup> )	Dose Efectiva (mSv)	Risco (%)
Colocação	56	Min.	17	46	0,8	1,54	0,30	1,4x10 <sup>-3</sup>
		Méd.	53	69	3,6	9,40	1,95	9,1x10 <sup>-3</sup>
		Máx.	77	101	14,5	28,9	9,99	4,7x10 <sup>-2</sup>
Substituição	42	Min.	25	48	0,7	1,58	0,29	1,3x10 <sup>-3</sup>
		Méd.	56	69	3,6	9,39	1,93	9,1x10 <sup>-3</sup>
		Máx.	83	86	12,5	38,0	7,97	3,8x10 <sup>-2</sup>
Extracção	48	Min.	24	58	0,1	0,0970	0,01	6,7x10 <sup>-5</sup>
		Méd.	52	68	1,2	2,91	0,59	2,8x10 <sup>-3</sup>
		Máx.	83	88	9,7	16,9	3,30	1,6x10 <sup>-2</sup>

Tabela 1: Número de casos estudados (n) para cada procedimento de cateterismo ureteral "duplo J". Assim como, os valores mínimos, médios e máximos das variáveis: idade, diferença de potencial (DDP), tempo de fluoroscopia (TF), produto-dose-área (DAP), dose efectiva e risco de carcinogénese.

Procedimentos	Dose Efectiva (mSv)	Risco (%)
Colocação + Extracção	2,54	1,2x10 <sup>-1</sup>
Colocação + Substituição + Extracção	4,47	2,1x10 <sup>-1</sup>
Colocação + 5 Substituições + Extracção	12,19	5,8x10 <sup>-1</sup>
Colocação + 10 Substituições + Extracção	21,84	1,0x10 <sup>-1</sup>
Colocação + 20 Substituições	40,55	1,9x10 <sup>-1</sup>

Tabela 2: Valores médios de dose efectiva e risco para conjuntos de procedimentos de cateterismo ureteral "duplo J".

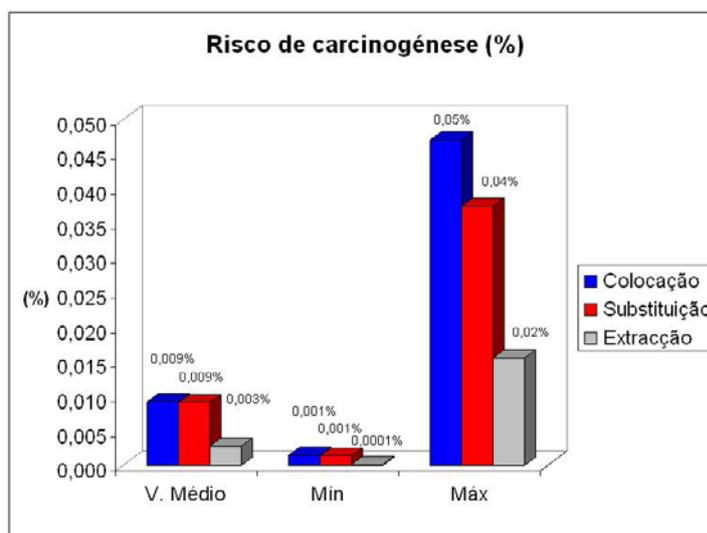


Gráfico 1: Valores médios, mínimos e máximos do risco de carcinogénese radio-induzida em procedimentos de colocação, substituição e extracção de cateter ureteral "duplo J".

Em segundo lugar, verificou-se que 1 colocação seguida de 1 extracção proporciona uma dose efectiva média de 2,54mSv e um risco acrescido de carcinogénese de 0,012%. Ou seja, cerca de 1 doente em 8330 desenvolve cancro radio-induzido.

Perspectivando este valor de dose, verificamos que é semelhante à dose a que qualquer pessoa está exposta durante 2 anos devido ao fundo radioactivo natural (1,2mSv/ano<sup>21</sup>), ou representa aproximadamente a mesma dose que 4 radiografias ao abdómen<sup>2</sup>.

Estima-se também que um doente submetido a 1 colocação, 1 substituição e 1 extracção, é em média submetido a uma dose efectiva estimada em 4,47mSv.

Este valor é semelhante ao valor de dose proporcionado por uma TC abdominal (4mSv)<sup>2</sup> e o DAP associado a este conjunto de procedimentos (21,7Gy.cm<sup>2</sup>), está relativamente próximo do nível de referência de dose recomendado para nefrostomia pela National Radiological Protection Board NRPB18 (19Gy.cm<sup>2</sup>).

Um doente que realize 1 colocação e 20 substituições de catéter “duplo J” (conjunto de procedimentos geralmente realizado em doentes oncológicos durante um período de 5 anos), possui um risco acrescido de carcinogénese de 0,19%, ou seja, cerca de 1 em 530 doentes submetidos a este conjunto de procedimentos desenvolve cancro devido à dose de radiação ionizante.

Por fim, os tempos médios de fluoroscopia destes procedimentos são semelhantes aos tempos de fluoroscopia de outras técnicas de intervenção. Por exemplo, o tempo médio para a colocação de catéter “duplo J” (3,6min) aproxima-se do tempo médio de uma angiografia renal terapêutica (5min)<sup>12</sup>. No entanto, os valores obtidos neste estudo são muito inferiores aos praticados noutras áreas radiológicas, como a neuroradiologia, em que uma embolização cerebral dura em média 34min<sup>16</sup>.

## Conclusão e sugestões

Quando comparamos os riscos associados à radiação com o benefício clínico de “poupar” a função renal inerente a estes procedimentos urológicos, concluímos que os benefícios são inestimavelmente mais importantes que os riscos.

De qualquer forma, verificamos que existe sempre, ainda que relativamente baixo, algum risco associado aos níveis de dose. Assim, e dado o conhecimento científico sobre a relação dose/efeito continuar em evolução, os princípios da Justificação e da Optimização da dose deverão ser sempre equacionados neste tipo de procedimentos.

Adicionalmente, salientamos algumas sugestões para a minimização dos níveis de dose por parte do Técnico de Radiologia: uso de fluoroscopia de baixa dose (FBD) de preferência pulsada (15, 10 e 7 imagens por segundo, representam reduções de dose respectivamente de 22, 38 e 49%, em relação à fluoroscopia contínua<sup>21</sup>); adopção de fluoroscopia intermitente por controlo manual; diminuição da distância doente-intensificador e evitar a utilização da

ampliação eletrónica (ambos para menor dose e menor hipótese de repetição de imagem); uso da fixação da última imagem (LIH); aumento de kV; utilização de colimação<sup>22</sup>; utilização de menor corrente (mA) possível<sup>23</sup>.

## Referências Bibliográficas

1. Martins MB. Efeitos biológicos das radiações ionizantes. Curso de formação em protecção radiológica, Departamento de Protecção Radiológica e Segurança Nuclear, Instituto Tecnológico e Nuclear, Ministério da Ciência e do Ensino Superior. 2003.
2. Huda W, Slone R. Review of Radiologic Physics. 2nd ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2003.
3. ICRP, International Commission on Radiological Protection. Biological and Epidemiological information on Health Risks Attributable to Ionizing Radiation: A Summary of Judgements for the purposes of Radiological Protection Humans. FD-C1. 2005.
4. Tubiana M, Aurengo A, Auerbeck D, Masse R. Recent reports on the effect of low doses of ionizing radiation and its dose-effect relationship. *Radiat Environ Biophys.* 2006; 44: 245–251.
5. Chadwick KH, Leenhouts HP. Radiation risk is linear with dose at low doses. *Br J Radiology.* 2005; 78: 8–10
6. Brenner DJ, Doll R, Goodhead DT, et al. Cancer risks attributable to low doses of ionizing radiation: assessing what we really know. *Proc Natl Acad Sci USA.* 2003; 100:13761–13766.
7. Brenner DJ, Sachs RK. Estimating radiation-induced cancer risks at very low doses: rationale for using a linear no-threshold approach. *Radiat Environ Biophys.* 2006; 44: 253–256.
8. BEIR VII, Committee on Health Effects of Exposure to Low Levels of Ionizing Radiations, National Research Council. Health Risks from Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation: Phase 2. National Academy Press, Washington DC. 2005.
9. Amis E, Butler PF, Applegate KE, Birnbaum SB, et al. American College of Radiology White Paper on Radiation Dose in Medicine. *J Am Coll Radiol.* 2007; 4: 272–284.
10. Brenner DJ, Elliston CD. Estimated Radiation Risks Potentially Associated with Full-Body CT Screening. *Radiology RSNA Journals.* 2004; 232: 735–738.
11. STUK, Radiation and Nuclear Safety Authority. PCXMC, A PC-based Monte Carlo program for calculating patient doses in medical x-ray examinations. Helsinki. 2005. Available from: [http://www.stuk.fi/sateilyn\\_kayttajille/ohjelmat/PCXMC/en\\_GB/pcxmc/](http://www.stuk.fi/sateilyn_kayttajille/ohjelmat/PCXMC/en_GB/pcxmc/)
12. Bor D, Sancak T, Olgar T, Elcim Y, et al. Comparison of effective doses obtained from dose-area-product and air kerma measurements in interventional radiology. *Br J Radiology.* 2004; 77: 315–322.
13. Larrazet F, Dibie A, Philippe F, Palau R, et al. Factors influencing fluoroscopy time and dose-area product values during ad hoc one vessel percutaneous coronary angioplasty. *Br J Radiology.* 2003; 76: 473–477.

14. Kotre CJ, Charlton S, Robson KJ, Birch IP, et al. Application of low dose rate pulsed fluoroscopy in cardiac pacing and electrophysiology: patient dose and image quality implications. *Br J Radiology*. 2004; 77: 597-599.
15. Zweers D, Geleijns J, Aarts NJM, Hardam LJ, et al. Patient and staff radiation dose in fluoroscopy-guided TIPS procedures and dose reduction, using dedicated fluoroscopy exposure settings. *Br J Radiology*. 1998; 71: 672-676.
16. McParland BJ. A Study of Patient Radiation Doses in Interventional Radiological Procedures. *Br J Radiology*. 1998; 71; 175-185
17. Kim PK, Gracias VH, Maidment AD, O'Shea M, et al. Cumulative Radiation Dose Caused By Radiologic Studies in Critically Ill Trauma Patients. *The Journal of Trauma Injury, Infection and Critical Care*. 2004; 57:510-514.
18. Hart D, Wall BF. The UK National Patient Dose Database: now and in the future. *Br J Radiology*. 2005; 76: 361-365.
19. Fortin MF. O Processo de Investigação – da concepção à realização. *Lusociência*. 1999.
20. Philips Medical Systems. Philips BV Pulsera: Instrucciones de Uso, Realease 1.1, Nederland, 2001.
21. Mahesh M. Fluoroscopy: Patient Radiation Exposure Issues. *Radiographics RSNA Journals*. 2001; 21:1033-1045.
22. Miller DL, Balter S, Noonan PT, Georgia JD. Minimizing Radiation-induced Skin Injury in Interventional Radiology Procedures. *Radiology RSNA Journals*. 2002 Set; 225 (2): 329-336.
23. Carlson SK, Bender CE, Classic KL, Zink FE, et al. Benefits and Safety of CT Fluoroscopy in Interventional Radiologic Procedures. *Radiology RSNA Journals*. 2001; 219: 515-520.

### Agradecimentos

Agradecemos a colaboração do Prof. Dr. J. L. Carneiro de Moura, do Dr. José Maria Alves, dos Técnicos de Radiologia do Serviço de Imagiologia Geral HSM e da Philips Medical Systems.

Agradecemos à Autoridade de Segurança Nuclear e Radiação de Helsínquia (STUK) pela sua disponibilidade e pela cedência do programa PCXMC.

Finalmente um agradecimento, pela autorização do estudo, ao Director do Serviço de Urologia HSM, Prof. Dr. J. L. Carneiro de Moura, à Directora do Serviço de Imagiologia Geral HSM, Dr. Isabel Távora e à Técnica Coordenadora do Serviço de Imagiologia Geral HSM, Técnica Judite Casimiro.

Artigo recebido em 21.09.2007. Artigo aprovado em 01.02.2008.