



**Licenciatura em Radiologia**

**Unidade Curricular de Investigação Aplicada II**

# **Caracterização da Sala de Angiografia**

**Elaborado por:**

Inês Arêde n°200791676

Joana Vaz n°200791687

**Orientadores:**

Doutora Sandra Tecelão

Mestre Jorge Moura

Mestre Júlio Lopes

**Orientadores externos:**

Doutor João Alves

Mestre Miguel

**Universidade Atlântica**

**Licenciatura em Radiologia**

**Unidade Curricular de Investigação Aplicada II**

# **Caracterização da Sala de Angiografia**

**Elaborado por:**

Inês Arêde nº200791676

Joana Vaz nº200791687

**Orientadores:**

Doutora Sandra Tecelão

Mestre Jorge Moura

Mestre Júlio Lopes

**Orientadores externos:**

Doutor João Alves

Mestre Miguel

O autor é o único responsável pelas ideias expressas neste relatório

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos à Professora Doutora Sandra Tecelão pela competência com que orientou o nosso trabalho de Investigação e por ter apresentado o nosso tema ao ITN, abrindo-nos novos horizontes.

Também agradecemos ao Mestre Jorge Moura e ao Mestre Júlio Lopes pelo seu apoio, suas críticas e sugestões.

Um especial agradecimento ao Doutor João Alves e ao Mestre Miguel Pereira pela disponibilidade, interesse, apoio e material disponibilizado para o nosso estudo.

À Técnica de Radiologia Madalena Sampaio, e ao Doutor Aníbal Ferreira, ambos do Hospital Curry Cabral pela disponibilidade, amabilidade e interesse com que acolheram o nosso estudo.

## Resumo

A Radiologia de intervenção é possivelmente a maior causa de exposição ocupacional em Radiologia e pode ser também a maior das fontes de irradiação médica individual. A radiologia de intervenção realiza estudos com muitos minutos de escopia utilizando níveis de dose elevados. O estudo incide em três principais Intervenções, são elas: Colangiopancreatografia Retrógrada Endoscópica, Quimioembolização e Angioplastia. Para estudo destas intervenções foi realizada recolha de dados, tendo como base tabelas que respondem às dúvidas das autoras. Foi também realizado um estudo preliminar, de medição de dose recebida pelo Médico Nefrologista durante a Angioplastia, com utilização de 64 dosímetros no total, para quatro ensaios, oito de corpo e oito colocados na mão. O estudo respondeu aos objectivos e questões de Investigação iniciais.

Nas Intervenções estudadas é possível destacar a intervenção que regista, comparativamente às outras duas, uma média de dose e tempo de escopia mais elevada, a Quimioembolização. Os resultados das medições efectuadas, são inconclusivos (devido ao tamanho reduzido da amostra), apesar de haver registo de dose. Estes resultados são preliminares, para um estudo mais aprofundado, são necessárias mais medições.

## Abstract

Radiology intervention is possibly the biggest cause of occupational exposure in radiology and is also the largest sources of individual medical irradiation. The interventional radiology studies in several minutes scopy using high dose levels.

The study focuses on three major interventions, they are: endoscopic retrograde cholangiopancreatography, Chemoembolization and Angioplasty. To study these interventions were carried out data collection, based on tables that respond to the questions of the authors. It was also carried out a preliminary study, measuring the dose received by the Doctor Nephrologist during angioplasty, using a total of 64 dosimeters for four runs, eight for whole-body and eight placed in his hand. The study aims to answer questions and initial Investigation.

In the studied interventions is possible to highlight the action that registers compared to the other two, an average dose and time scopes higher, Chemoembolization. The measurements results are inconclusive (due to small sample size), although there is record of dose. These results are preliminary, for further study, more measurements are needed.

## Índice

AGRADECIMENTOS .....	V
Resumo .....	VI
Abstract.....	VI
Índice .....	VIII
Índice de Figuras .....	X
Lista de abreviaturas .....	XI
Capítulo I.....	1
Introdução.....	2
Objectivos.....	3
História da Angiografia .....	5
Angiografia.....	7
Angiografia de Subtracção Digital - DAS.....	13
Sala de Angiografia .....	15
Material de Intervenção.....	17
Consentimento Informado .....	21
Contrastes .....	22
Assépsia.....	24
Técnica de Seldinger .....	25
Técnico de Radiologia e a Angiografia .....	27
Procedimentos do Técnico na Sala de Angiografia .....	28
Anatomia .....	30
Anatomia do Fígado .....	30

Considerações gerais .....	30
Sistema arterial e venoso .....	40
Procedimentos Realizados na Sala de Angiografia do HCC.....	41
CPRE (Colangiopancreatografia retrógrada endoscópica) .....	41
Colangiografia .....	43
Quimioembolizações.....	44
Angioplastia.....	45
Radiação ionizante.....	46
Ampola de Raios X.....	47
Efeitos Biológicos da radiação X .....	52
Dosimetria .....	57
Níveis de Referência de Dose.....	61
Protecção radiológica .....	64
Capítulo II.....	73
1.1 Caracterização da Sala de Angiografia .....	74
1.2 Medição de Dose na Equipa .....	77
Capítulo III .....	79
Resultados.....	80
Capítulo IV .....	85
Capítulo V .....	90
Bibliografia.....	93
Anexos.....	95

## Índice de Figuras

Fig. 1 1.ª Angiografia Cerebral (Veiga-Pires & Grainger, 1982).....	6
Fig. 2 Procedimentos com maior tempo de exposição. (Sherer, Visconti, & Ritenour, 1998).....	9
Fig. 3 Cateteres Não Selectivos .....	19
Fig. 4 Cateteres Selectivos.....	20
Fig. 5 Cateter Simmons .....	20
Fig. 6 Técnica de Seldinger (BONTRAGER, 2005) .....	26
Fig. 7 Imagem de onde se situa o fígado.....	31
Fig. 8 Ampola de raios X.....	48
Fig. 9 Efeito Fotoelétrico .....	50
Fig. 10 Efeito de Compton <a href="http://www.oocities.com/tomografiademadeira/interacao.html">http://www.oocities.com/tomografiademadeira/interacao.html</a> ..	51
Fig. 11 Tabela utilizada para registo de dados .....	76
Fig. 12 Esquema Representativo da localização dos dosímetros no corpo e mão, respectivamente. ....	78
Fig. 13 Tabela de Dados CPRE .....	80
Fig. 14 Tabela de dados das Quimioembolizações.....	80
Fig. 15 Tabela de dados das intervenções de Angioplastia.....	81
Fig. 16 Tabela de dados de outras intervenções observadas .....	81
Fig. 17 Tabela de dados da média e do desvio padrão das principais intervenções. ....	82
Fig. 18 Gráfico representativo da média das intervenções, barras de erro correspondentes ao desvio padrão.....	82
Fig. 19 Figura e Tabela de registo de dosímetros e doses (4 ensaios) do estudo preliminar no Médico Nefrologista.....	83
Fig. 20 Tabela representativa da dose recebida na mão do Médico durante os ensaios.....	84

## **Lista de abreviaturas**

CAE – Controlo Automático de Exposição

CPRE – Colangiopancreatografia retrógrada endoscópica

DAP - Produto Dose Área

DAS- Digital Angiography Subtraction

DP- Deph Dose

DTL- Detectores Termo-luminescentes.

ESE- Entrance Skin Exposure

HCC- Hospital Curry Cabral

ID- Integral Dose

ITN – Instituto Tecnológico e Nuclear

NRD - Níveis de Referência de Diagnóstico

NRPB - National Radiological Protection Board

OD- Organ Dose

SD- Skin Dose

UCA – Unidade de Cirurgia Ambulatória

# Capítulo I

## Enquadramento Teórico

## Introdução

A radiação X desde que foi descoberta em 1895, trouxe grandes avanços na medicina, mas com ela também advêm problemas que raramente são questionados, como a elevada dose na radiologia de intervenção.

A radiologia de intervenção é uma subespecialidade da radiologia, na qual todos os procedimentos são guiados por raio X, utilizada pelos neuroradiologistas, nefrologistas, gastroenterologistas, etc. Nesta Técnica realizam-se procedimentos para fins diagnósticos, é o caso da Angiografia, enquanto outros são feitos para fins terapêuticos, a Angioplastia. Ambos os casos são exames com elevada dose, tanto para o paciente como para o médico intervencionista.

A Radiologia de intervenção é possivelmente a maior causa de exposição ocupacional em Radiologia e pode ser também a maior das fontes de irradiação médica individual. As doses elevadas que recebemos em muitos métodos de diagnóstico/terapêutica podem ser prejudiciais, tanto para a equipa como para o paciente, e muito poucas vezes são postas em causa. A radiologia de intervenção realiza estudos com muitos minutos de escopia utilizando níveis de dose elevados, temos exemplos de estudos cardíacos, colocações de stents, quimioembolizações, angioplastias, embolizações etc.

O uso constante de fluoroscopia, a proximidade com o paciente e o equipamento durante a intervenção, prejudica toda a equipa multidisciplinar e não só o paciente. Como profissionais responsáveis pelas suas acções, os Técnicos de Radiologia têm grande responsabilidade em proteger os pacientes, a si próprios e a restante equipa, da radiação excessiva. Há uma relação entre a dose recebida pelo paciente e pelo médico intervencionista, durante o procedimento o paciente passa a ser a principal fonte de irradiação dos profissionais de saúde que trabalham na sala. Os profissionais estão também expostos a uma radiação significativamente mais fraca, sendo esta radiação difusa proveniente do tubo de raios X. Por isso os profissionais têm a seu dispor protecções pessoais (avental, óculos, dosímetro, etc.) e barreiras físicas amovíveis existentes na sala. Devido a todos estes equipamentos disponíveis os dosímetros colocados por dentro do avental de chumbo podem não registar qualquer dose, e aqueles colocados por fora registam pequenas doses.

A boa formação nesta área por parte da equipa, para os perigos inerentes à radiação pode prevenir excesso de dose recebida nas intervenções, como também uma maior preocupação na protecção radiológica. De salientar que o Técnico de Radiologia adquire alguns princípios fundamentais que deve respeitar aquando do exercício da sua profissão, princípios esses que muitos respeitam e outros não, por desconhecimento ou desinteresse.

A protecção radiológica nestes exames deve ser uma preocupação constante, não só do técnico mas de todos os elementos da equipa.

Assim, decidimos para nosso projecto de Investigação, realizar um estudo caracterizando a sala de Angiografia, realizamos recolha dados, para poder aprofundar o estudo dos vários procedimentos observados nesta Sala.

Ainda acerca da problemática da dose recebida pelos Profissionais de Saúde, durante as intervenções, realizámos um estudo preliminar sobre a dose recebida pelo Profissional de Saúde que se encontra mais próximo da fonte de radiação, neste caso o Médico. Assim, em parceria com o ITN, iniciámos um estudo da dose recebida pelo Médico Nefrologista, em procedimentos de Angioplastia

### ***Objectivos***

Com este nosso trabalho de investigação pretendemos uma análise mais detalhada da sala de Angiografia dos seus procedimentos, das boas práticas praticadas pelos profissionais de saúde em relação a protecção radiológica, e também uma análise da dose de radiação dada em cada procedimento.

#### **Objectivos gerais:**

- Caracterização da sala de Angiografia nos seus vários procedimentos e estimar o produto de dose área de radiação recebida pelos médicos intervencionistas de nefrologia, no Hospital Curry Cabral.

#### **Os objectivos específicos:**

- Identificar as intervenções com maior nível dose
- Análise dos cuidados por parte da equipa com a protecção radiológica

- A medição da quantidade de radiação recebida pelos profissionais. (tentando medições em varias zonas do corpo)
- Verificar as boas práticas da equipa com os mecanismos de protecção radiológica.

### **Questões de Investigação:**

As questões de investigação formuladas, recaem sobre as principais duvidas das autoras, tendo como objectivo serem respondidas para alcançarmos os objectivos e a conclusão do trabalho.

- Falta de conhecimento por parte do Técnico de Radiologia e pela restante equipa sobre Protecção Radiológica e sobre os perigos da radiação?
- Falta de interesse por parte da equipa em proteger-se?
- O serviço dispõe material necessário para protecção dos profissionais?
- Os meios de protecção são utilizados correctamente?
- A localização dos profissionais de saúde durante as intervenções é a mais correcta?

### **Hipóteses**

- Falta de conhecimento por parte do Técnico de Radiologia e pela restante equipa sobre Protecção Radiológica e sobre os perigos da radiação.
- Falta de interesse por parte da equipa em proteger-se
- Falta de material de protecção

## História da Angiografia

A história da Angiografia começa, obrigatoriamente, pela descoberta dos Raios X a 8 de Novembro de 1895 por Wilhelm Conrad Roentgen, Professor da Universidade de Wursburg, na Alemanha.

A palavra Angiografia provem das palavras “*angio*” que significa vasos sanguíneos e “*grapho*” que significa imagem, esta é uma disciplina médica, que consistente em obter imagens de vasos sanguíneos ou linfáticos, por meio da injeção de um meio de contraste radiopaco.

Egas Moniz descreveu pela primeira vez em 1927, a técnica da Angiografia cerebral “in vivo” por injeção directa de contraste nas artérias carótidas primitivas para o diagnóstico de patologia intra-cerebral.

Egas Moniz, recebeu o premio Nobel da medicina e fisiologia em 1949 e é assim o fundador da escola portuguesa de Angiografia.

Em 1928, a Aortografia Abdominal, de Reynaldo dos Santos, deu o impulso inicial aos estudos vasculares do sector abdominal e dos membros inferiores.

Abreu Lima e Pereira Caldas descreveram em 1929 seus estudos sobre a corrente sanguínea cerebral e desenvolveram o chamado (PISCO, 1999) (TORTORICI, 1982) radiocarrocél, tendo com esta técnica obtido a 1ª serigrafia angiográfica.

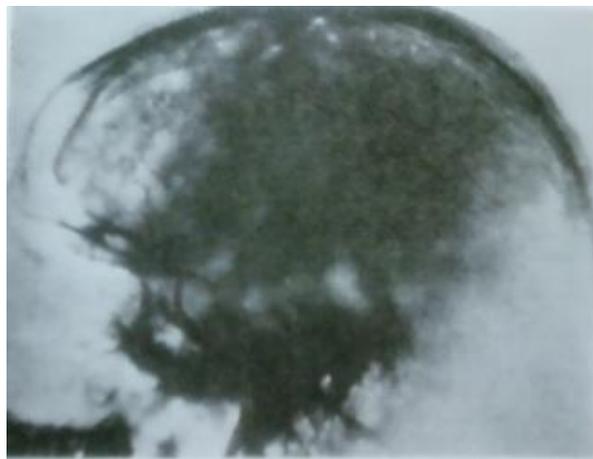
Nos anos 30, o radiologista holandês Ziedses dês Plates descreveu o princípio da subtracção fotográfica da imagem na qual se fotografa a sobreposição de uma mascara, daqui resultando apenas o desenho do percurso vascular com contraste positivo, no caso do contraste ser iodo. (PISCO, 1999)

No ano de 1947, Cid dos Santos realizou a primeira flebografia de circulação livre.

No desenvolvimento da Angiografia constituíram ainda pontos cruciais, o desenvolvimento da fluoroscopia e sobretudo, já nos anos 50, o aparecimento da Técnica de Seldinger, para um acesso facilitado e polivalente à rede vascular.

Outro marco relevante no desenvolvimento da Angiografia pertence a Ziedses des Plantes com a descoberta e descrição da Técnica de Subtração Manual da Imagem Radiológica. Esta técnica viria posteriormente a ser substituída já nos anos 60 e 70 pelo aparecimento da digitalização da imagem (DAS ou ASD), que permitiu a aplicação por computador, à subtração da mesma.

No início da década de 50 e meados da de 70, que os grandes progressos técnicos vieram permitir ainda maiores avanços. Encontraram-se novos tipos de contraste, construíram-se sofisticados tipos de seriografos, com os quais se obtiveram maior numero de imagens por unidade de tempo. Desenvolveram-se os intensificadores de imagem e os monitores que permitiram melhor visão, com menos tempo de radioscopia e menor exposição dos operadores e dos doentes aos perigos das radiações ionizantes. Com o desenvolvimento de técnicas com a ecografia, a TC, e a RM diminuíram as indicações de Angiografia. Actualmente a principais indicações de Angiografia no diagnóstico são: lesões isquémicas, lesões traumáticas com suspeita de compromisso vascular, hemorragias, tumores, aneurismas, lesões venosas etc (PISCO, 1999) (TORTORICI, 1982)



**Fig. 1 1.ª Angiografia Cerebral (Veiga-Pires & Grainger, 1982)**

## **Angiografia**

É uma disciplina médica, que abarca todas as técnicas consistentes em obter imagens dos vasos sanguíneos, após a injeção de um meio de contraste. (Angio + grapho).

Sendo o nosso corpo constituído por vários tipos de tecidos moles, de densidades semelhantes, deve ser adicionado um meio de contraste positivo para que se possa diferenciar as estruturas, neste caso o estudo da distribuição normal e anormal do sistema circulatório.

A Angiografia refere-se ao exame radiológico dos vasos sanguíneos após a injeção de um meio de contraste radiopaco e através da radiação X. Esta observação tem como base a fluoroscopia, sendo a progressão daquele agente nos vasos acompanhada em tempo real por um monitor.

A Angiografia pode ser de Diagnóstica ou de Intervenção (Terapêutica). Na Angiografia de Diagnóstico realizam-se exames como: arteriografias – estudo das artérias; flebografias – estudo das veias; linfografias – estudo dos linfáticos; aortografias; cateterismo cardíaco (coronariografia); cateterismo selectivo e cateterismo super selectivo.

Na Angiografia de Intervenção realizam-se exames como: angioplastias – para tratamento de estenoses; embolizações – quando há oclusões vasculares; colocação de stents (coronárias, renais, ilíacas); colocação de endopróteses (aorta); fibrinólises e aterectomias – eliminação de placas de ateroma. Aterectomia–eliminação de placas ateromatosas. TIPS–Objectivo-redução da pressão sanguínea no território da veia porta– indicada no tratamento de doentes com hipertensão portal por doença intrahepática. (Pisco & Sousa, 1999). (WHITEHOUSE, 1996).

Um estudo angiográfico tem como principais indicações:

### **Doença Vascular Primitiva**

- Doença Vascular Oclusiva
- Alterações Vasoespáticas

- Aneurismas
  - Malformações Arterio-Venosas ou Fístulas Arterio-Venosas
- 
- ✓ Estudo da localização e vascularização de pequenos tumores (ex: adenomas da paratiróide ou insulinosomas pancreáticos)
  - ✓ Mapeamento vascular

No entanto, um estudo angiográfico também possui algumas contra-indicações:

- Enfarte recente do Miocárdio
- Arritmia cardíaca
- Reacção ao produto de contraste correctamente documentada
- Alteração da função renal
- Alterações da coagulação
- Compromisso respiratório
- Gravidez

(Pisco & Sousa, 1999)

Este método de visualização dos vasos, utiliza fluoroscopia, a qual é usada em tempo real para fornecer imagens durante a manipulação dos cateteres e fio guia, etc. A fluoroscopia permite obter imagens dinâmicas da circulação sanguínea.

A fluoroscopia pode ser pulsada ou contínua, dependendo do estudo a realizar, ou mesmo do profissional. A fluoroscopia contínua é mais utilizada, no auxílio da progressão dos cateteres até ao local. A fluoroscopia pulsada, este sim será o método mais desejado, devido ao facto de reduzir a dose, aplicando pulsos somente quando necessária, esta é utilizada quando não é necessário tanto detalhe. A imagem entre cada exposição é guardada no monitor, para dar uma impressão de continuidade, sistemas com dois monitores essa imagem será transferida para o monitor utilizado somente como orientação.

Os equipamentos possuem também uma funcionalidade, um mapa orientador do percurso real de uma artéria, como meio facilitador da progressão de um cateter (vasos sinuosos). Chama-se a isto Roadmap. Digamos que é uma fluoroscopia em tempo real.

Guia para uma boa Fluoroscopia: (tem como objectivo reduzir a exposição à radiação ao mínimo).

- Manter o intensificador de imagem junto ao paciente
- Centrar sobre a área de interesse
- Usar os colimadores
- Usar fluoroscopia pulsada sempre que for possível
- O profissional deve manter as mãos fora do campo de imagem
- Um bom conhecimento anatómico, para evitar repetições de imagens desnecessárias

(Kessel & Robertson, 2000)

<b>Procedimentos que envolvem um maior tempo de Fluoroscopia</b>
Angioplastia percutânea transluminal
Embolização vascular
Colocação de Stents e filtros
Quimioembolização
Colangiografia transhepática percutânea
TIPS (Shunt Tranjugulares Intrahepáticos Portosistémicos)
Colocação de cateteres
Nefrostomia percutânea
Remoção de cálculos biliares
Drenagem biliar

**Fig. 2 Procedimentos com maior tempo de exposição. (Sherer, Visconti, & Ritenour, 1998)**

Esta técnica angiográfica hoje em dia é utilizada pelas mais diversas especialidades médicas, executando-se mais exames ao nível da Neurroradiologia, Cardiologia e Nefrologia. Na Neurroradiologia, fazem-se estudos das artérias coronárias, cerebrais anteriores, medias e posteriores e as artérias vertebrais, assim como as veias. Na cardiologia fazem-se estudos dinâmicos ao coração, e estudo

anatômico dos vasos que irrigam o coração. Na Nefrologia os estudos pela Angiografia são da circulação renal, dos vasos de doentes de hemodiálise, que estejam degradados e com necessidade de intervenção. A Angiografia de diagnóstico cada vez é menos utilizada pelo facto de existirem outros metodos menos invasivos e com menor dose para o mesmo efeito, como a TC e RM. A Angiografia em alguns hospitais já é utilizada somente como terapêutica.

### **Contra-Indicações**

É totalmente contra-indicado o estudo Angiográfico no caso de existir uma disfunção multi-sistémica com um doente medicamente instável; se o estudo Angiográfico for absolutamente necessário há que proceder a medidas terapêuticas correctivas previamente ao estudo.

Outras contra-indicações relativas são a existência de enfarte recente do miocárdio, arritmia cardíaca, reacção ao produto de contraste correctamente documentada, alteração da função renal, alterações da coagulação, compromisso respiratório e gravidez.

### **Riscos e Complicações**

Alguns dos riscos e complicações mais comuns são os seguintes:

- ✘ Hemorragia no local da punção: pode ser controlado com aplicação de compressão;
- ✘ Formação de trombos: um coágulo sanguíneo pode-se formar num vaso e interromper o fluxo para áreas distais;
- ✘ Formação de êmbolo: parte de uma placa pode ser desalojada de uma parede do vaso pelo cateter, podendo ocorrer um acidente vascular cerebral ou oclusão de um vaso;
- ✘ Dissecção de um vaso: o cateter pode romper a íntima de um vaso;
- ✘ Infecção do local da punção: isto é causado pela contaminação do campo estéril;
- ✘ Reacção ao contraste: pode ser leve, moderada ou grave;

Como já foi referido anteriormente a Angiografia baseia-se na observação do sistema circulatório, pela opacificação dos vasos através de um meio de contraste. E esta observação tem por base a fluoroscopia, esta que auxilia na visualização da progressão do mesmo em tempo real por um monitor.

A diferença no equipamento de Angiografia, para um equipamento de uma sala de radiologia convencional é o tubo intensificador de imagem. Este intensificador é um dispositivo electrónico que recebe um feixe de raios X no qual vai transformar em luz visível. A intensificação da imagem permite a ampliação da mesma e uma redução na quantidade de radiação, o que vai compensar o aumento de tempo de exposição e irradiação dos doentes.

A obtenção da imagem angiográfica segue vários processos são eles: o feixe de radiação que interage com o doente; é absorvido pelas estruturas pela qual atravessa; o feixe emerge é recebido e passa para um conversor analogico digital; de seguida o sinal é transformado numa matriz digital, e convertido para uma linguagem informatica; a informação é armazenada num base de dados e constitui-se a imagem final.

### **CAE (controlo automático de Exposição)**

A imagem radiológica é obtida utilizando um feixe de raios X que atravessa os diferentes tecidos do corpo. A atenuação depende da composição e da espessura dos tecidos do corpo. A atenuação depende da composição e da espessura dos tecidos. Numa direcção com maior espessura de um dado tecido, há menos raios no feixe emergente, originando-se um ponto mais claro no filme. Do mesmo modo quanto maior é o numero atómico médio do meio, maior é a atenuação do feixe e mais branca fica a imagem.

A duração de uma exposição radiográfica pode ser prefixa ou, obtida automaticamente, através de dispositivos de controlo da dose de radiação.

A tendência em radiologia não é terminar a exposição após um tempo fixo, mas após um detector ter recebido uma dose de radiação predeterminada, sem ser excedido um dado valor de exposição no paciente. Quando é usado um dispositivo de controlo automático de exposição, em geral o técnico fixa os Kvp e os mAs são determinados indirectamente. O CAE como medida de protecção, termina a exposição se forem

atingidos 600mAs. É utilizada uma câmara de ionização, um circuito com um condensador de carga e um interruptor que termina automaticamente a exposição quando esta atinge um dado valor. A corrente da câmara de ionização é usada para carregar o condensador que, quando atinge um potencial prefixado activa o interruptor, terminando a exposição.

A utilização de câmaras de ionização permite efectuar diversas medições: a dose no detector, a dose à saída do paciente, a dose na pele do paciente ou, sem o paciente, a dose incidente e, finalmente, o produto dose-área. A velocidade da dose a entrada é por vezes referida significando a dose incidente no paciente, por unidade de tempo.

Há estudos de fluroscopia que interessa controlar a velocidade de dose no paciente e ter informação da dose acumulada a que este foi sujeito.

A câmara de ionização é o detector mais usado nos dispositivos automáticos de controlo mas também são utilizados detectores de semicondutor e tubos fotomultiplicadores que medem indirectamente a exposição, através da intensidade da luz de fluorescência nos fotocátodos dos tubos intensificadores de imagem. Operam da mesma maneira mas têm a mesma função: obter um sinal eléctrico que faça parar automaticamente a exposição quando o filme, ou o paciente tiverem recebido energia dos raios X que corresponda a um valor considerado óptimo. (Lima, 2005)

## **Angiografia de Subtracção Digital - DAS**

A Angiografia de subtracção digital, é a técnica de subtracção digital mais utilizada, destina-se a obter imagens dos vasos sanguíneos isolados em outras estruturas. Foi iniciada nos fins da década de sessenta e introduzida na prática clínica no início dos anos oitenta. A grande expectativa, quando começaram a desenvolver esta metodologia, foi a possibilidade da mesma ser efectuada por administração intra-venosa dos produtos de contraste, diminuindo os riscos de cateterismo dos vasos arteriais.

O factor mais importante para se obterem imagens de boa qualidade dos pequenos vasos é a obtenção de uma alta concentração de iodo, o agente de contraste normalmente utilizado, a nível da zona que se pretende visualizar.

Os actuais sistemas de DAS permitem a obtenção de imagens vasculares, arteriais ou venosas, desde os ramos principais até um diâmetro mínimo um pouco abaixo do milímetro.

A principal finalidade das técnicas digitais de subtracção é eliminar aspectos irrelevantes, presentes numa imagem, e realçar aspectos considerados importantes. Isto é feito a custa do aumento selectivo da relação sinal/ruído, como resultado da subtracção de duas imagens onde ocorrem diferenças. (Lima, 2005)

Uma vantagem da tecnologia digital é a capacidade de executar DAS, em tempo real. O equipamento de subtracção digital consiste numa cadeia de radioscopia e num computador que contem sistema de fluoroscopia pulsada, câmara de televisão digital de alta definição, digitalizador, computador, processador de imagem de alta velocidade e workstation. Os princípios da Angiografia de subtracção digital assentam numa imagem que é inicialmente produzida no equipamento de televisão com o intensificador de imagem. O sinal de vídeo (analógico) assim obtido é digitalizado através de um transformador digital-analógico. Estes dados digitalizados podem então ser memorizados e tratados por um computador. As imagens obtidas inicialmente na série e portanto antes da injeção de contraste, são aquelas que vão servir de “máscara”.

Esta máscara é então subtraída às imagens subsequentes obtidas após e durante a injeção de contraste. As imagens mostram apenas e exclusivamente a opacificação dos vasos sanguíneos, e o seu percurso. Estes exames podem ser realizados com contraste

positivo e negativo. Na DAS as imagens também podem ser obtidas por funcionamento em modo pulsado, no qual são emitidos impulsos de radiação separados temporariamente, ou podem ser obtidas quando se pratica radioscopia contínua. Embora o primeiro dos métodos tenha mais vantagens, no facto de se poder atingir os níveis de dose mais elevada de radiação por imagem, evitando-se um sobreaquecimento rápido das ampolas e portanto um aumento da relação sinal/ruído. Mas a dose de superfície é reduzida. por sua vez o modo contínuo não permite doses elevadas, com uma diminuição consequente sinal/ruído, sendo as imagens de pior qualidade. o modo contínuo permite 50 imagens por segundo, o que é desejável quando se praticam por exemplo estudos dinâmicos.

As vantagens da Angiografia de subtração digital são: uma resolução de contraste superior à Angiografia convencional; menor volume/menor fluxo de contraste requerido; uso de cateteres e agulhas de menor calibre; imagem instantânea sem a necessidade de filme. Quanto as desvantagens, verificamos adversidades afectadas pelo movimento, artefactos nas imagens como: respirar, paciente não colaborante, batimento cardíaco, gases; também a resolução espacial é inferior à da Angiografia convencional.

(Pisco & Sousa, 1999) (Kessel & Robertson, 2000) (BONTRAGER, 2005)

## Sala de Angiografia

A sala de Angiografia sofreu uma evolução tecnológica significativa, nos equipamentos radiológicos, nos cateteres e guias, injectores, obtenção e processamento da imagem- DAS, sistemas inteiramente digitais, utilização de flat panel detector. O equipamento da sala de Angiografia do hospital Curry Cabral é um equipamento Philips, e esta sala está inserida na Unidade de Cirurgia Ambulatória (UCA), pertencendo ao departamento Hepato-Biliar.

A UCA tem 4 salas operatórias, sala A, B, C e D, sendo esta última a sala de exames de Angiografia, 1 recobro primário para recuperação pós anestésica ou para recuperação cirúrgica de utentes submetidos a intervenção cirúrgica com anestesia local, 1 recobro secundário para a preparação pré cirúrgica e para recuperação pós cirúrgica de utentes submetido a intervenção cirúrgica sob anestesia local, 3 salas de consulta para consulta de anestesia e/ou ensino de enfermagem, 1 sala de espera para familiares, 1 sala de espera para utentes, 1 secretariado, 1 sala polivalente para sessões formativas e reuniões e restantes estruturas de apoio que engloba farmácia, zonas de armazenamento de materiais de consumo clínico, equipamentos, material esterilizado, copa para pequenas refeições de funcionários e para preparação de pequenas refeições para utentes, sanitários.

Os equipamentos de uma unidade angiográfica actualmente são:

- Mesa: que fornece o acesso ao doente por todos os lados, permitindo todos os movimentos, e ajustável na altura;
- A Ampola: com alta capacidade de dissipar calor com um disco de ânodo maciço de grande diâmetro e cátodos desenhados para radiografias em série. Contem os filtros e os colimadores;
- Sistema de aquisição pulsada digital;
- Sistema de aquisição digital- DAS e processamento de imagem;
- O arco em C permite uma grande mobilidade de movimentos;
- Monitores TV, um para visualização do exame através de fluoroscopia e outro para visualização da imagem adquirida;

- Intensificador de imagem é um dispositivo electrónico que recebe um feixe de raios X;
- Comandos da consola amovíveis;
- Injector automático;
- Gerador, geralmente trifásico, de alta frequência;
- CAE, Controlo Automático de Exposição;
- Armários para guardar os materiais para execução dos exames;
- Deve ser correctamente iluminada e com o ar condicionado a +/- 23°C.

**Equipamento adicional da sala de Angiografia:**

- Monitor de ECG;
- Carro de emergência (com os fármacos indispensáveis em situação de emergência, tais como, por exemplo, adrenalinas, atropinas, nitroglicerinas, hidrocortisonas);
- Disfibrilhador com capacidade de cardioversão, ou seja choque eléctrico sincronizado;
- Ventilador (indispensável em situações que ventilação assistida);
- Monitor de débito cardíaco;
- Material angiográfico, como cateteres, fios guia, introdutores, agulhas de punção etc;
- Sistemas de protecção da radiação X, (aventais de chumbo, colares, dosímetro);
- Ecógrafo.

A sala de exame está separada da consola de comando por um vidro plúmbeo.

**Outros materiais: utilizados na execução dos exames na sala de Angiografia:**

- ✘ Protecção de plástico para o intensificador de imagem;
- ✘ Tesoura de clampar;
- ✘ Campo esterilizado com taças para betadine e anestesia;
- ✘ Bisturi;
- ✘ Seringas para administrar contraste e lidocaína;
- ✘ Agulha subcutânea;

- ✘ Agulha de seldinger;
- ✘ Tubos de prolongamento de soro;
- ✘ Compressa de gaze;
- ✘ Luvas de cirurgia;
- ✘ Conectores de alta pressão;
- ✘ Torneiras;
- ✘ Adaptadores;
- ✘ Extensor do contraste e do soro;
- ✘ Pinça;
- ✘ Lâmina para incisão;
- ✘ Batas esterilizadas;
- ✘ Luvas esterilizadas;
- ✘ Betadine;
- ✘ Resguardos esterilizados;
- ✘ Tina com soro fisiológico.

### ***Material de Intervenção***

**Fios guia** – permitem a introdução segura do cateter no vaso. São fabricados em arame inoxidável, com forma de espiral que contém um hilo interior rígido com uma ponta flexível que pode ser de duas formas:

- Recta;
- Em forma de J (são os mais comuns e os mais utilizados, e apresentam menos risco de dissecação do vaso).

Esse hilo rígido evita que se percam fragmentos em caso de ruptura.

Os fios guia podem ser revestidos por vários tipos de material que são desenhados de maneira a reduzir a resistência, são eles:

- Teflon;
- Heparina;
- Polímeros Hidrófilos;

Estão classificados de acordo com:

- **Comprimento** – pode variar entre 145 e 180 cm e podem ir até os 260 cm;
- **Diâmetro** – é dado em polegadas e podem ir dos 0,035 a 0,038 polegadas;
- **Configuração da ponta** – Os guias de forma em J são os mais utilizados e apresentam menos riscos de dissecação de vasos tortuosos. O raio pode variar entre 1,5 a 15 mm;
- **Rigidez** – A rigidez do fio guia é dada pelo núcleo interno;
- **Torque** - Os fios orientáveis tem um eixo de torção alto comum a extremidade suave que pode ser recta ou curva. Muitos destes fios são feitos de Nitinol (uma aleação de níquel e titânio).

**Cateteres** – tal como os fios guia os cateteres possuem várias formas e tamanhos. No geral, o diâmetro expressa-se em pontos franceses (Fr), em que 3Fr corresponde a 1mm de diâmetro.

Os cateteres são feitos de vários polímeros sintéticos principalmente:

- Polietileno;
- Teflon;
- Poliuretano;
- Nylon;
- Silicone.

Todos os cateteres são trombogénicos, mas os polietileno e poliuretano há necessidade de serem revestidos com heparina por serem menos trombogénicos que os de teflon.

A terminação do cateter adquire diversas formas em cada cateterismo selectivo para a abertura das artérias específicas.

Os cateteres têm várias características:

- **Capacidade de fluxo** – corresponde à quantidade de contraste e pressão utilizadas;

- **Controlo Axial** – corresponde à capacidade de transmitir movimento da parte proximal para a distal;
- **Flexibilidade** - capacidade de se dobrar quando entra em contacto com uma superfície resistente;
- **Manobralidade** – capacidade de avançar segmentos tortuosos;
- **Memória** – capacidade de recuperar e manter uma configuração específica após a inserção e retirada do guia;
- **Maleabilidade** – capacidade de se formar e de se dobrar;
- **Rigidez**- Capacidade de resistir à dobragem;
- **Radiopacidade** – capacidade de visualização aos raios x;
- **Estabilidade** – capacidade de manter uma determinada posição;
- **Resistência** – capacidade de suportar injeções a alta pressão.

Os cateteres podem ser de dois tipos:

*Não Selectivos* – possuem mais que um orifício lateralmente ou na ponta para que sejam inseridas grandes doses de contraste

- Pigtail;
- Rectos;
- Cobra – contém uma terminação em ângulo que finaliza numa curvatura suave.

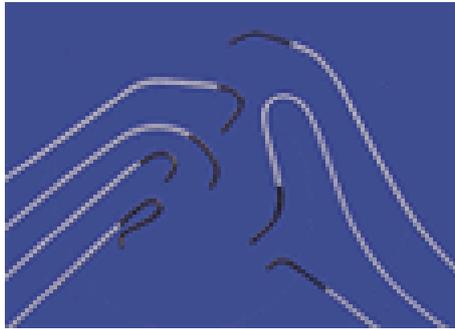


**Fig. 3 Cateteres Não Selectivos**

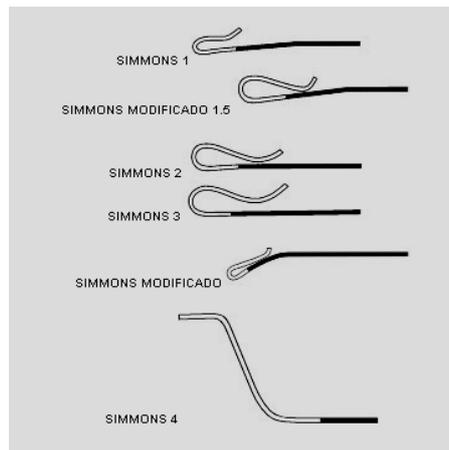
*Selectivos* – Apresentam várias formas e são escolhidos consoante a zona a estudar. Relativamente aos orifícios podem apresentar um ou mais lateralmente ou na ponta.

- Berestein;
- Multipurpose 4 e 5 F curtos;

- Simmons – possui uma curvatura acentuada e usa-se nos vasos com ângulos elevados, como por exemplo o tronco celíaco, é o mais utilizado.



**Fig. 4 Cateteres Selectivos**



**Fig. 5 Cateter Simmons**

**Material de Embolização:**

- × Coils;
- × Microcoils;
- × Hepatoesferas ;
- × Pva partículas;
- × Esferas;
- × Microesferas;
- × Spongostam;
- × Plugs.

(Apontamentos de Radiologia de Intervenção fornecidos pela Técnica de Radiologia Madalena Sampaio)

## **Consentimento Informado**

O consentimento informado é um elemento característico do actual exercício da medicina, como um direito moral dos pacientes que gera obrigações morais para o Profissional de Saúde.

Como tal o consentimento informado não é apenas um aviso, trata-se de um documento que informa o paciente, algumas vezes em estado de ansiedade, do conteúdo do exame, da possível administração de contraste.

As informações contidas no documento do consentimento informado são:

- Duração do procedimento, tipo de procedimento e possíveis complicações;
- Riscos e desconforto que possam surgir durante o exame;
- Benefícios e riscos do exame;
- Confidencialidade;
- Possível permanecimento no recobro temporariamente;
- O doente é livre de terminar a intervenção se for essa a sua vontade.
- O doente deve responder a questões como possíveis alergias, medicação que toma, possível gravidez.

Após esclarecer todas as dúvidas e incertezas do paciente segue-se a decisão do paciente, tomada com consciência e certeza. Este irá autorizar ou não a realização do exame, assim como de todos os procedimentos envolventes.

Antes do início do exame o Técnico de Radiologia deve brevemente certificar-se de todas as respostas que foram dadas no questionário, explicar de forma sucinta todo o procedimento que envolve o exame, pois doente esclarecido é doente colaborante. Durante o exame deve-se manter comunicação e observação constante com o paciente, para que este se sinta mais calmo e confiante.

## Contrastes

O meio de contraste é uma substância radiopaca ou radiotransparente empregue em radiologia, é uma substância introduzida no organismo que quando introduzida permite a visualização de estruturas ou órgãos que por si só, não possuem contraste radiológico ou possuem pouco. São substâncias que modificam a absorção dos Rx por órgãos ou tecidos, devido á sua composição química e densidade. Os produtos de contraste devem estar armazenados numa estufa própria para o efeito a 37° .

Os contrastes dividem-se em naturais e artificiais, dentro dos naturais temos o Ca (Cálcio) que é positivo e Ar que é negativo; nos artificiais temos o Ar como o O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> são negativos e positivos o bário e o iodo.

Os contrastes positivos absorvem mais radiação do que os tecidos adjacentes, tendo um elevado número atómico. Os negativos absorvem menos radiação do que os órgãos e tecidos adjacentes. São geralmente gás ou compostos de baixa densidade e de baixo n° atómico.

O iodo é o contraste mais utilizado, é administrado para fins de diagnóstico através da circulação.

Pode ser administrado por via oral, iodado hidrossolúvel diluído a 2 ou 5%. E por via intra-vascular/endovenosa em bólus; perfusão intravenosa; em bólus múltiplos e sucessivos.

Antes da injeção de contraste devemos ter especial cuidado com o paciente então é lhe perguntado se:

- Toma alguma medicação;
- Já teve alguma reacção a meios de contraste usados em outros exames, ou a qualquer outra substancia contendo iodo;
- Tem qualquer outra alergia a medicamento, ou alimento;
- Insuficiente renal, asma, diabetes, doenças cardiovasculares.

As reacções alérgicas mais frequentes são náuseas, vómitos, dor local, prurido, sensação de calor, cólicas abdominais. 1 em cada 20000 pessoas pode ter uma reacção alérgica grave, sendo obrigado ater hospitalização.

O profissional deve estar atento a todos os sintomas, ter acesso a fármacos e equipamento mínimo para actuar em caso de reacções mínimas a moderadas, fácil acessibilidade a recursos diferenciados para reanimação, manter o doente hemodinamicamente estável até á chegada de auxílio.

Deve acalmar o doente, manter o acesso intra-venoso, interromper a administração de contraste, manter o doente em observação no mínimo durante 20 minutos.

Os contrastes devem ser aquecidos as temperaturas corporais, só devem ser retirados para a seringa ou injector imediatamente antes da sua utilização.

Em Angiografia no Hospital são utilizados os seguintes contrastes: Xenetix 350, para as Colgangiografias e CPRE; Visipaque 270 na nefrologia; e Visipaque 320 na radiologia para estudo dos membros inferiores e para doentes com insuficiência renal. É utilizado também Lipiodol na marcação tumoral.

## Assépsia

A sala de Angiografia pode equiparar-se à sala de Bloco Operatório, onde se pretende que o ambiente seja o mais controlado possível, isento do maior número de microorganismos, pelo que é recomendado a existência de fardamento específico para qualquer pessoa que entre nas áreas restritas e semi-restritas dos mesmos, tendo em conta que o corpo humano é a maior fonte de contaminação.

Este fardamento constituído por fatos próprios, normalmente conhecidos por “fatos de circulação”, toucas/barretes, socos, máscaras, batas, luvas cirúrgicas e protecções oculares é utilizado como controlo do ambiente cirúrgico e como barreira protectora contra a contaminação dos doentes/ferida cirúrgica.

Os fatos de circulação reduzem a libertação de microorganismos e partículas de descamação da pele.

Os barretes e toucas devem cobrir todo o cabelo e são de uso único. Previnem a entrada de bactérias de cabelo na ferida cirúrgica.

Os socos não influenciam os níveis bacterianos existentes no chão, mas são utilizados como protecção pessoal da equipa.

As máscaras são utilizadas para prevenir a entrada de bactérias do tracto respiratório, para o campo esterilizado. São utilizadas obrigatoriamente nas zonas restritas e em qualquer local em que exista material estéril aberto.

As batas cirúrgicas são utilizadas para prevenir contaminação da ferida operatória e simultaneamente para proteger os utilizadores da contaminação por fluidos orgânicos.

As luvas estéreis utilizam-se com os mesmos objectivos que as batas cirúrgicas. (Portugueses, 2006)

O intensificador de imagem e a ampola também devem estar protegidos por plásticos esterilizados.

## Técnica de Seldinger

Para se efectuar Angiografia, utiliza-se uma técnica que foi descoberta por Sven Seldinger. A técnica de Seldinger consiste na colocação de um cateter num vaso. O novo método de Angiografia, é por via percutânea transfemoral que corresponde sem dúvida a um outro passo importante para progresso e expansão da Angiografia. Esta técnica de acesso vascular é mais frequente na artéria femoral, devido ao seu tamanho e localização, contudo há excepções quando existe: claudicação dos membros, ausência de pulsos, cicatriz extensa, tortuosidade, obesidade.

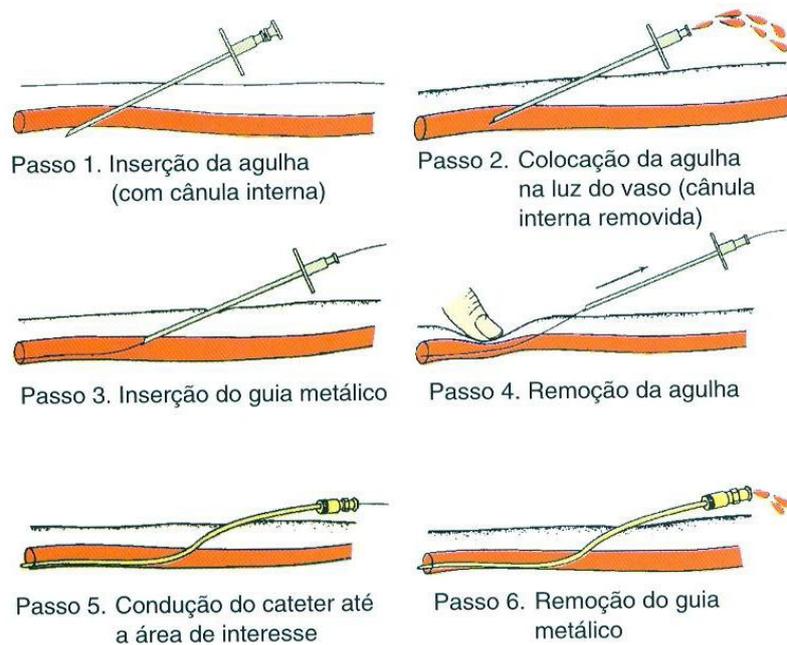
O paciente é colocado em decúbito dorsal e procede-se à monitorização cardíaca. Sendo os vasos Femorais os mais utilizados para a cateterização, realiza-se tricotomia e assepsia da região inguinal e coloca-se o campo estéril a cobrir o paciente.

1. **Inserção da agulha:** a agulha é colocada numa pequena incisão e introduzida de modo a puncionar ambas as paredes do vaso;
2. **Colocação da agulha no lúmen do vaso:** o posicionamento da agulha no lúmen do vaso é atingido por retirada lenta da agulha até que um fluxo sanguíneo contínuo e vigoroso retorne através da agulha;
3. **Inserção do fio guia:** quando o fluxo sanguíneo desejado retorna através da agulha, a extremidade flexível de um fio guia é inserida através da agulha e avançada cerca de 10 cm dentro do vaso;
4. **Remoção da agulha:** após o fio guia estar em posição, a agulha é removida retirando-a sobre aquela porção do fio guia que permanece fora do paciente;
5. **Condução do cateter até a área de interesse:** o cateter é, então, introduzido sobre o fio guia e posicionado na área de interesse sob controlo fluoroscópico;
6. **Remoção do fio guia:** quando o cateter está localizado na área desejada, o fio guia é removido do interior do cateter. O cateter permanece como uma conexão entre o exterior e a área de interesse.

Possíveis Complicações da Técnica de Seldinger:

- × Hematoma
- × Pseudoaneurisma
- × Fístula arterio-venosa
- × Dissecação arterial
- × Trombose arterial
- × Trombose venosa
- × Ruptura do vaso
- × Infecção local, se não forem tomadas as devidas precauções de assepsia

(BONTRAGER, 2005)



**Fig. 6 Técnica de Seldinger (BONTRAGER, 2005)**

## **Técnico de Radiologia e a Angiografia**

Um dos requisitos fundamentais do Técnico de Radiologia deve ser o estabelecimento de comunicação com o paciente. Isto permite avaliar a capacidade do paciente em cooperar e atingir um clima de confiança.

No decorrer da sua actividade, o Técnico de Radiologia deve assumir uma postura profissional, mostrando competência, atenção e capacidade de comunicação. Para isso, deve:

- Ouvir o paciente;
- Usar um vocabulário adequado ao paciente;
- Usar um tom e volume de voz adequados;
- Preocupar-se com o paciente;
- Mostrar que tem uma rotina bem delineada mas susceptível de ser alterada quando necessária.

A comunicação entre o Técnico de Radiologia e os pacientes é um dos aspectos mais importantes do exame. Deve estabelecer uma relação empática, fazer com que se gere conforto em cada paciente, demonstrando respeito e capacidade de escuta verbal e corporal.

Definir o papel do Técnico de Radiologia em Angiografia não basta dizer, que lhe compete executar com rigor e habilidade todos os exames radiológicos, isto porque, o papel deste profissional de saúde não se resume apenas à realização técnica dos exames, mas sim a uma função bastante mais ampla e dinâmica.

As tarefas a realizar pelo Técnico de Radiologia num exame de Angiografia, podem ser divididas em 4 áreas: na protecção radiológica, na aquisição de imagens, na produção de imagens de qualidade e na documentação dos procedimentos e gravação de imagens.

É também de sua competência a responsabilidade da preparação e manuseamento do equipamento, a preparação e respectivo posicionamento do doente, a selecção dos factores de exposição e dos programas adequados a cada região, a aquisição das imagens e a documentação dos procedimentos, a gravação do exame e o

seu arquivo, a protecção radiológica do doente e a de si próprio, assim como a da equipa envolvente.

É um dever primordial do Técnico de Radiologia explicar o exame ao doente, disponibilizando-se para clarificar da melhor maneira qualquer procedimento a ser efectuado, esclarecendo-lhe em que consiste e a colaboração que espera do doente. Este procedimento, permitirá o bem-estar do doente antes, durante e após o exame, diminuindo assim o seu nível de ansiedade de forma a tranquilizá-lo.

Respeitar o doente, no quadro jurídico e deontológico e estabelecer a salvaguarda dos valores fundamentais que colocam o Ser Humano acima de qualquer outra consideração, são também do foro do Técnico de Radiologia.

Em áreas mais específicas o técnico de radiologia deve saber identificar e aplicar métodos e técnicas de radiologia modos e procedimentos, com vista á obtenção de imagens com qualidade; deve saber também administrar contrastes; interpretar e escolher imagens obtidas em função da sua qualidade e importância no diagnóstico.

Deve ser também função do técnico verificar o estado de funcionamento, conservação e segurança dos equipamentos, identificar a conformidade com as normas de segurança e de controlo de qualidade e as anomalias que possam colocar em risco pessoas e instalações.

### ***Procedimentos do Técnico na Sala de Angiografia***

O técnico de radiologia deve ler e avaliar o processo do doente, registar o doente na consola, e perante o estudo a realizar escolher o protocolo. Explicar ao doente o exame que vai realizar, e todos os procedimentos que o envolvem;

Antes do inicio do exame verificar que o doente esta correctamente posicionado e centrado, certificando que também se encontra cómodo. Colocar o equipamento pronto a começar o exame.

Correcto manuseamento do equipamento para que o médico tenha sempre uma imagem clara e precisa da região em estudo, acompanhando os trajectos dos cateteres e micro cateteres.

Ter em atenção ao doente durante todo o exame. Explicando que pode sentir calor pedir a sua colaboração no sentido de estar imóvel, alertar dos movimentos que a mesa e ampola pode realizar.

Os cuidados pós Angiográficos são realizados no recobro, estes cuidados estão a cargo de uma enfermeira. São eles: registar os sinais vitais, coloração e sensibilidade, temperatura do membro que foi puncionado, vigiar o penso compressivo, incentivar a ingestão de líquidos, verificar se não tem vômitos, náuseas, rubor, erupções cutâneas podendo estas ser reacções tardias ao meio de contraste.

Por fim fotografar e arquivar os exames.

## **Anatomia**

### ***Anatomia do Fígado***

#### ***Considerações gerais***

O fígado é a mais importante glândula anexa do tubo digestivo, devido ao grande número de funções metabólicas, indispensáveis à vida. Trata-se de um órgão mais volumoso do corpo humano, situado no andar supramesocólico da cavidade abdominal. Possui uma secreção externa, a bÍlis, que lança na segunda porção do duodeno por intermédio das vias biliares, e uma secreção interna, que, por via sanguínea, chega à veia cava inferior.

Dada a sua localização no complexo circulatório, recebe, para além do sangue que directamente lhe chega da aorta, através da artéria hepática, todo o sangue venoso proveniente das vísceras digestivas infradiafragmáticas e do baço, por intermédio da veia porta. Todo este sangue sofre, ao passar pelo fígado alterações, cuja importância vale a pena desde já salientar, sendo depois colectado para a veia cava inferior, através das veias hepáticas.

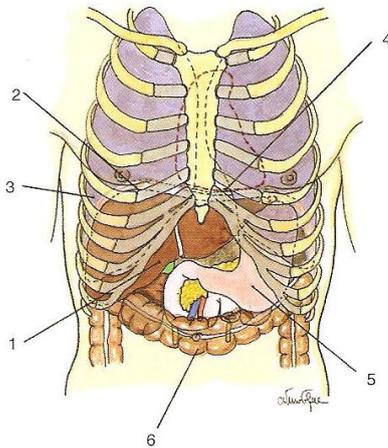
#### ***Situação e forma***

O fígado fica situado na porção mais elevada do abdómen, fazendo parte da região tóraco-abdominal, região intermediária ao tórax e ao abdómen. Situado por baixo do diafragma, projecta-se na maior parte do hipocôndrio direito, em grande parte do epigastro e em parte do hipocôndrio esquerdo. Pode dizer-se que o fígado se estende por três locas peritoneais: a loca subfrénica direita ou hepática, a loca média ou celíaca e a loca subfrénica esquerda ou gastro-esplénica.

O fígado encontra-se por baixo do diafragma, que separa da base do pulmão direito e da base do saco fibroso do pericárdio e face pósterio-inferior do coração, por cima do estômago, do cólon transversal e seu mÊsocólon, atrás relaciona-se com as três últimas vértebras dorsais, e com a porção inferior da parede anterior da caixa torácica, ao nível das oito últimas costelas direitas.

A forma do fígado é a do segmento superior de um ovóide de grande eixo transversal, com grande extremidade dirigida para a direita.

O fígado é formado por dois lobos simétricos no embrião, tornando-se assimétrico no adulto, onde o lobo direito se torna muito mais volumoso do que o esquerdo, perdendo o fígado a sua posição mediana e encontrando-se três quartos à direita da linha mediana.



**Fig. 7** Imagem de onde se situa o fígado

### ***Dimensões e Peso***

As dimensões médias do fígado podem ser expressas segundo três diâmetros: o diâmetro transversal com cerca de 28 cm, o diâmetro ântero-posterior com cerca de 10 cm e o diâmetro vertical com cerca de 8 cm.

As dimensões do fígado apresentam variações, entre outras determinadas pelos tipos constitucionais e pelo sexo, diminuindo nos indivíduos idosos, aumentando durante a digestão e durante a expiração.

O peso do fígado é extremamente variável com a idade, sendo a sua relação com o peso total do corpo muito maior na criança que no adulto. Apresenta igualmente variações sexuais e relacionadas com o grau de repleção sanguínea.

Podem considerar-se que, no vivo e em média, o seu peso oscila entre 2.300 a 2.500 gramas, enquanto que no cadáver tem cerca de 1.500 gramas.

### ***Cor e consistência***

O fígado tem uma cor avermelhada acastanhada, de aspecto granitado, devido às características da arquitectura da sua área vascular.

Tem uma consistência elástica muito marcada e bastante friável, sendo este facto de grande importância clínica dado o número cada vez maior de traumatismos abdominais. (Pina, 2004)

## Territórios Hepáticos

### *Princípios Gerais*

A configuração exterior da face superior do fígado é constituído por dois lobo, o lobo direito e o lobo esquerdo, enquanto que na face inferior existe quatro lóbulos, o lobo direito, o lobo esquerdo, o lobo quadrado e o lobo caudado ou de Spiegel. Esta discrepância mostra os eventuais perigos numa descrição baseada nos acidentes morfológicos exteriores.

Verificamos que a ordenação interna dos elementos constituintes do fígado se faz por justaposição de numerosos territórios que possuem pedículos próprios. A disposição destes territórios depende da distribuição dos elementos vasculares e biliares.

Os vasos do fígado têm no seu interior uma distribuição do tipo terminal, valendo a pena, desde já, acentuar que, histologicamente, não há um plano de tecido conjuntivo a separar dois territórios adjacentes. Cada ramo terminal deve assegurar a vascularização de um território preciso e teoricamente bem individualizado. Estes territórios hepáticos denominam-se por sectores ou segmentos, de acordo com o volume e o pedículo considerado. Entre os sectores existem cissuras, não materializadas por nenhum plano de clivagem anatómico ou cirúrgico.

Plano de clivagem pode aparecer artificialmente nos órgãos de necropsia, com a nossa técnica de injeção-corrosão-fluorescência, ou na cirurgia hepática, devido aos fenómenos hemodinâmicos, condicionados pela interrupção do pedículo dum território acarretando imediatamente uma mudança de cor do mesmo, e sendo assim possível determinar a posição do plano anatomo-cirúrgico de separação de dois territórios.

Para que se compreenda o problema dos territórios hepáticos, necessitamos primeiro de abordar o problema da vascularização hepática, já que aquele se baseia na distribuição intraparenquimatosa dos vasos hepáticos. Trata-se de um problema de grande importância em cirurgia, pois permite ao cirurgião a ressecção dum ou doutro

território, sem interferência na restante circulação do órgão, pelo que terão de ser analisados, o pedículo hepático e o pedículo supra-hepático.

### ***Pedículos do fígado***

Os pedículos do fígado, em número de dois são o pedículo hepático e o pedículo suprahepático.

O pedículo hepático penetra no fígado através do sulco transversal ou hilo hepático, sendo constituído pela veia porta, pela artéria hepática, pelo canal hepático, por vasos linfáticos e pelo plexo venoso hepático.

As ramificações da veia porta, da artéria hepática e do canal hepático têm, no interior do parênquima, um trajecto comum. O conhecimento do modo de distribuição dos ramos terminais da veia porta é suficiente para definir os territórios hepáticos.

O pedículo supra-hepático é constituído pelas veias hepáticas, que saem do parênquima hepático ao nível da face posterior do fígado para se lançarem na veia cava inferior.

A origem das veias hepáticas, únicas estruturas constituintes do pedículo supra-hepático permitem definir os territórios supra-hepáticos.

### **Veia Porta**

A veia porta origina-se por duas raízes principais, o tronco venoso espleno-mesentérico, resultante da reunião da veia esplénica com a veia mesentérica inferior e da veia mesentérica superior.

A veia porta inicia-se atrás do colo do pâncreas, dirige-se depois obliquamente para cima e para fora, caminhando na face posterior do colo do pâncreas e da primeira porção do duodeno, relacionando-se, nesta região, com o canal colédoco ao nível do seu flanco direito. Antes de alcançar o hilo hepático, ocupa o bordo livre do epíploon gastro-hepático ou pequeno epíploon, juntamente com a artéria hepática, situada adiante à direita.

A veia porta, ao nível do hilo hepático, divide-se em dois ramos terminais, segundo um ângulo variável, a veia porta direita e a veia porta esquerda. A veia do lobo

caudado ou de Spiegel origina-se como ramo da veia porta direita ou da veia porta da esquerda, ou raramente como ramo terminal do tronco da veia porta.

O território correspondente à veia porta direita constitui o fígado esquerdo, formando os clássicos lobo esquerdo e lobo quadrado.

A veia porta direita permite dividir o fígado direito num sector paramediano direito e num sector lateral direito. A veia porta esquerda permite também dividir o fígado esquerdo num sector paramediano esquerdo e num sector lateral esquerdo. A veia do lobo caudado ou de Spiegel origina o sector posterior.

### ***Veia do lobo caudado ou de Spiegel***

O lobo caudado ou de Spiegel, possui uma vascularização própria, quer recebendo uma ou duas veias hepáticas para a veia cava inferior.

A veia do sector posterior que, pelo facto ser monosegmentar, constitui a veia do segmento I, tem origem na veia porta direita esquerda, na veia porta direita, ou, mais raramente, como um dos ramos terminais do tronco porta, e origina um ou dois ramos que vascularizam o lobo caudado ou de Spiegel, sobreponível ao sector posterior supra-hepático.

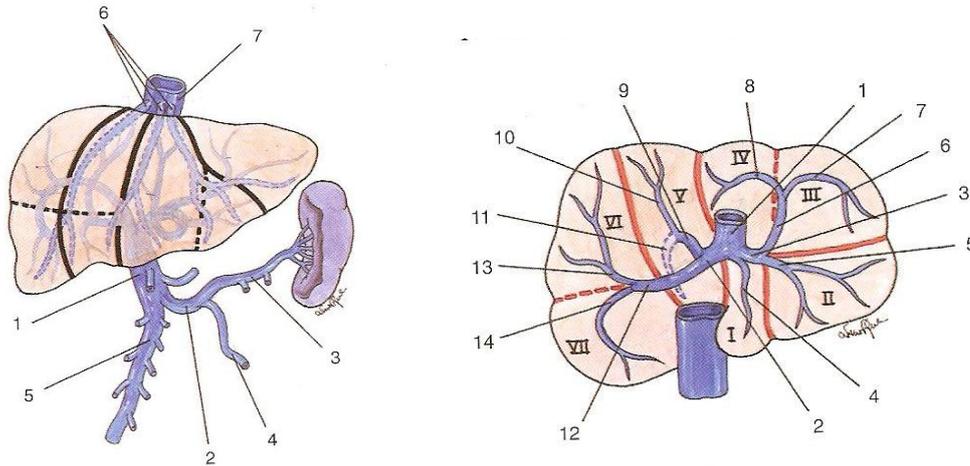
### ***Veia porta esquerda***

A veia porta esquerda, após a sua entrada no hilo hepático, e após um trajecto transversal, origina dois ramos, a veia do sector lateral esquerdo e a veia do sector paramediano esquerdo.

A veia do sector lateral esquerdo segue o trajecto transversal da veia porta esquerda, vascularizando o sector lateral esquerdo e, pelo facto deste sector ser monosegmentar, constitui a veia do segmento II, destinada à porção posterior do lobo esquerdo.

A veia do sector paramediano esquerdo, perpendicular à anterior, dirige-se para diante, terminando no recesso umbilical de Rex, onde se insere a veia umbilical no feto,

ou o resquício, o ligamento redondo, que se estende de trás para a diante, ao longo do sulco umbilical, terminando em fundo de saco perto do bordo anterior do fígado. A veia do sector paramediano esquerdo bifurca-se num ramo esquerdo, que vasculariza a porção anterior do lobo esquerdo, a veia do segmento III, e num ramo direito, a veia do segmento IV, que vasculariza o clássico lobo quadrado e a vertente esquerda do leito da vesícula biliar.



**Fig. 8** Imagem anterior com as vasos do fígado e imagem posterior representando os segmentos hepáticos

### ***Veia porta direita***

A disposição da veia porta direita é mais variável do que a esquerda. O seu trajecto inicial no hilo do fígado parece continuar a direcção do tronco da veia porta, dividindo-se após um curto trajecto, na veia paramediana direita e na veia lateral direita.

A veia do sector paramediano direito após a sua origem, dirige-se para cima e descreve uma curva de concavidade posterior, originando um ramo que se dirige para diante e para trás. O ramo anterior, dirige-se para o bordo anterior do fígado e constitui a veia do segmento V. o ramo posterior dirige-se para a face posterior do fígado e constitui a veia do segmento VII.

A veia do sector lateral direito, depois de um curto trajecto, continua a direcção da veia porta direita, originando um ramo que se dirige para diante e outro para trás. O

ramo anterior constitui a veia do segmento VI. O ramo posterior constitui a veia do segmento VII.

### **Veias Hepáticas**

As veias hepáticas originam-se ao nível das centro-lobulares que recebem o sangue dos sinusóides. As veias centro-lobulares juntam-se, à periferia dos lóbulos, nas veias sublobulares. Da reunião destas, formam-se as veias hepáticas que terminam na veia cava inferior, por intermédio de três veias principais: a veia hepática direita, a veia hepática mediana e a veia hepática esquerda.

### **Sectores e segmentos hepáticos**

#### *Sectores portais*

A distribuição infraparenquimatosa da veia porta permite a determinação dos territórios hepáticos.

A bifurcação da veia porta determina a existência do fígado direito e do fígado esquerdo, respectivamente vascularizados pela veia porta esquerda.

O fígado direito e o fígado esquerdo estão separados pela cissura porta principal, um plano obliquamente inclinado cerca de 70° para baixo e para a direita, passando, adiante, no fundo da fosseta cística, na zona média do hilo, e terminando, atrás, no flanco ântero-esquerdo da veia cava inferior. Cirurgicamente, este plano pode tornar-se evidente por clampagem de uma das veias portas direita ou esquerda e do ramo terminal homólogo da artéria hepática, observando-se a mudança de cor da zona isquémica dos vasos clampados.

A veia porta esquerda origina dois ramos, a veia do sector lateral esquerdo, com a forma de uma pirâmide achatada e correspondendo à metade posterior do lobo esquerdo, e a veia do sector paramediano esquerdo, vascularizando o sector paramediano esquerdo, sobreponível à metade anterior do lobo esquerdo e ao lobo quadrado.

Os dois sectores esquerdos estão separados pela cissura porta esquerda ou umbilical, estendendo-se entre o flanco esquerdo da veia cava inferior e no bordo anterior do fígado, na união dos seus dois terços direitos com o terço esquerdo.

A veia porta direita origina dois ramos, a veia do sector paramediano direito, irrigando o sector paramediano direito, correspondendo à porção interna do lobo direito, e a veia do sector lateral direito, vascularizando o sector lateral direito, sobreponível à porção externa do lobo direito.

Os dois sectores direitos estão separados pela cissura porta direita que se estende entre o flanco direito da veia cava inferior e o bordo anterior do fígado, a meia distância entre o leito da vesícula biliar e a extremidade direita do fígado.

A veia porta esquerda, veia porta direita, ou raramente o ponto de ramificação terminal do tronco da veia porta originam a veia do sector posterior, que irriga o sector posterior, correspondendo ao lobo caudado de Spiegel.

### ***Segmentos portais***

O sector posterior, monosegmentar, corresponde ao segmento posterior ou segmento I, sobrepondo-se ao lobo caudado ou de Spiegel.

O sector lateral esquerdo é monosegmentar, constituindo o segmento pósterolateral esquerdo ou segmento II, vascularizando pela única veia do sector, a veia do segmento II.

O sector paramediano esquerdo é bisegmentar, constituído por um segmento anterior, o segmento ântero-lateral esquerdo ou segmento III, correspondendo à porção anterior do lobo anterior, vascularizado pela veia do segmento III e por um segmento interno, o segmento médio-interno ou segmento IV, correspondente ao lobo quadrado, que é vascularizado pela veia do segmento IV.

O sector paramediano direito é bisegmentar, constituído por um segmento anterior, o segmento ântero-mediano direito ou segmento, correspondendo à porção ântero-interna do lobo-direito, que é vascularizado pela veia do segmento V, e por um segmento posterior, o segmento pósteromediano direito ou segmento VIII,

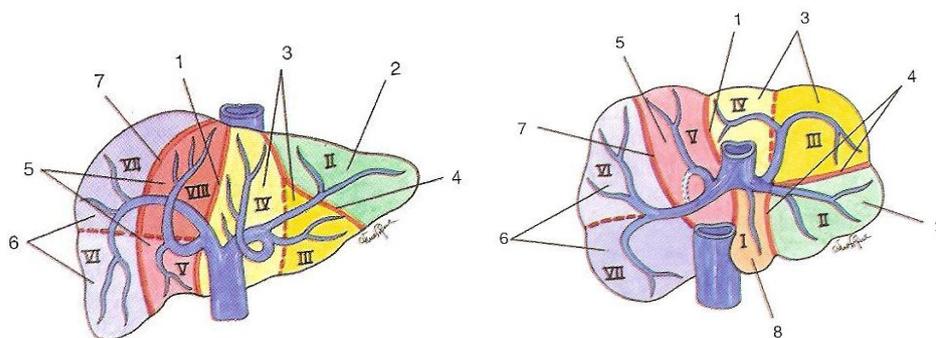
correspondendo à porção póstero-interna do lobo direito, que é vascularizado pela veia do segmento VIII.

O sector lateral direito também é bisegmentar, constituído por um segmento anterior, o segmento ântero-lateral direito ou segmento VI, correspondendo à porção ântero-externa do lobo direito, sendo vascularizado pela veia do segmento VI, e por um segmento posterior, o segmento póstero-lateral mediano direito ou segmento VII, correspondendo à porção póstero-externa do lobo direito, que é vascularizado pela veia do segmento VII, correspondendo à porção póstero-externa do lobo direito, que é vascularizado pela veia do segmento VII.

Existem, como verificámos, cinco sectores com oito segmentos, sendo todos visíveis na face inferior do fígado, excepto o segmento VIII, só observável na face superior.

Todos os sectores têm dois segmentos, excepto o segmento posterior ou segmento I e o sector lateral esquerdo com o segmento póstero-lateral esquerdo ou segmento II, ambos monosegmentares.

A numeração dos segmentos faz-se na face interior do fígado, à volta do tronco da veia porta, no sentido inverso dos ponteiros do relógio.



**Fig. 9** Imagem anterior e posterior indicando os segmentos hepáticos

As veias hepáticas permitem distinguir territórios com pedículos próprios, os sectores supra-hepáticos.

As veias hepáticas lançam-se directamente na veia cava inferior condicionando os três sectores supra-hepáticos, direito, mediano e esquerdo, separados entre si pelas cissuras supra-hepáticas, direita e esquerda.

A cissura supra-hepática esquerda inicia-se no flanco esquerdo da veia cava inferior e termina a nível da chanfradura do sulco da veia umbilical ou do ligamento redondo.

O sector supra-hepático direito encontra-se para a direita da cissura supra-hepática direita, o sector supra-hepático mediano, entre as duas cissuras supra-hepáticas, e o sector supra-hepático esquerdo encontra-se para a esquerda da cissura supra-hepática esquerda.

O sector supra-hepático direito, determinado pela veia hepática direita, que drena o sector supra-hepático direito, correspondente à metade direita do clássico lobo direito do fígado.

O sector supra-hepático mediano, condicionado pela veia hepática mediana, situada na cissura porta principal, que drena o sector supra-hepático médio, correspondente à metade esquerda do clássico lobo direito do fígado.

O sector supra-hepático esquerdo, determinado pela veia hepática esquerda, a qual drena o sector supra-hepático esquerdo, correspondente ao clássico lobo esquerdo do fígado. (Pina, 2004)

## Sistema arterial e venoso

As figuras abaixo representam o sistema arterial e sistema venoso.

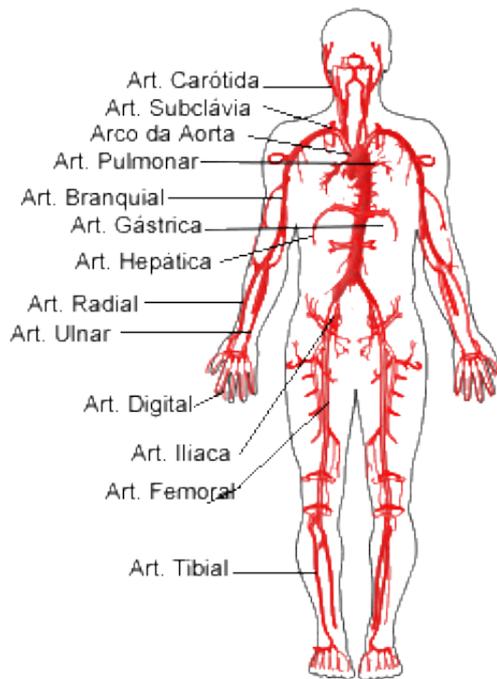
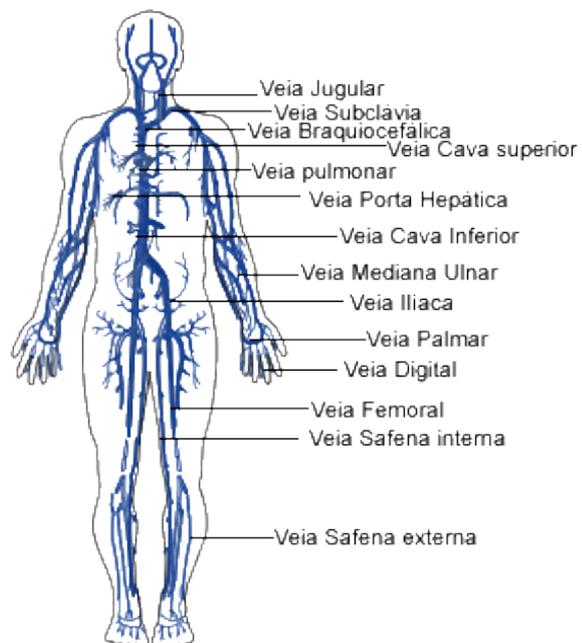


Fig. 10 Sistema Arterial e Venoso



## **Procedimentos Realizados na Sala de Angiografia do HCC**

### ***CPRE (Colangiopancreatografia retrógrada endoscópica)***

A CPRE é um exame diagnóstico do fígado, vias biliares, vesícula e pâncreas. Após a canulação da papila de Vater, introduz-se contraste para visualização radiológica. É um exame demorado, de duração muito variável e realizado sempre sob sedação. A CPRE é um exame do sistema digestivo que inclui a vesícula, o pâncreas, os canais que drenam estes órgãos e o fígado; os pequenos canais da vesícula e pâncreas confluem num ducto maior (o colédoco) que por sua vez drena para o intestino delgado (duodeno) através de um orifício, a papila de Vater. Todos estes ductos são observados, radiologicamente, após introdução de um produto de contraste através da papila de Vater, canulada com o endoscópio (chamado duodenoscópio).

### **Quais as indicações da CPRE**

As causas mais comuns para a realização de uma CPRE são:

- Icterícia colestática;
- Pancreatite litiásica;
- Suspeita de tumor do pâncreas;
- Esclarecer imagem do TAC, da vesícula, pâncreas ou VBP;
- Remoção de cálculos nos canais biliares;
- Remover um corpo estranho (ou impacto alimentar);
- Colocação de próteses no colédoco ou pâncreas em situações benignas (inflamatórias) ou malignas (tumores inoperáveis).

O duodenoscópio é o principal instrumento desta intervenção. É um tubo flexível composto de fibra óptica, de visão lateral, permitindo a visualização directa com iluminação acoplada.

Possui um canal de aspiração, um canal de instilação de água ou drogas e um canal de trabalho, que permite a inserção de cateteres, pinças, esfínterótomo, e restantes materiais.

Este aparelho é acoplado a um trolley constituído por aparelhos de imagem e electrocirurgia.

- Cânulas;
- Esfincterótomos;
- Fio guia;
- Cestos de remoção de cálculos;
- Balões;
- Pinças biopsia;
- Próteses.

O doente não deve beber nem comer nada nas 6 a 8h que antecedem o exame. É importante que o estômago se encontre completamente vazio durante a realização do exame. Alguns medicamentos devem ser suspensos alguns dias antes da realização do exame.

O paciente é deitado em decúbito lateral, sendo o mais comum a posição de cúbito lateral esquerdo, com o braço do lado encostado estendido para trás, para facilitar a rotação para a posição de pronação. É dado ao paciente sedação, assim como um anti-espasmódico, para reduzir a motilidade do duodeno.

De seguida é realizada a primeira imagem simples. O duodenoscópio utilizado na CPRE possui visualização lateral, deste modo permite uma melhor visualização da parede da segunda porção do duodeno, onde se localiza normalmente a grande papila duodenal.

Depois do duodenoscópio se encontrar no duodeno, é localizada a Ampola de Vater. É efectuada a esfínterectomia endoscópica que é o procedimento terapêutico inicial da CPRE. O músculo (esfíncter) é cortado, e o tamanho da esfínterectomia é determinado pelos objectivos terapêuticos.

De seguida uma pequena canula passa através do duodenoscópio e entra directamente na ampola de Vater. Quando os cálculos apresentam grandes dimensões, estes geralmente não saem por si só, utilizando-se, as técnicas de extracção de cálculos, quer por cateter balão, quer por cateter em forma de cesto. (Pisco & Sousa, 1999)

## ***Colangiografia***

A Colangiografia é um exame dirigido às vias biliares, para se poder ver o trajecto da bÍlis desde o fÍgado até ao duodeno. Este exame permite diagnosticar alguma obstrução à passagem da bÍlis, provocada por um tumor, cálculo ou corpo estranho. Também permite verificar o funcionamento da ampola de Vater, lesões, estreitamento ou dilatação dos ductos biliares.

As colangiografias, realizadas no hospital Curry Cabral, são para retirarem um tubo em T, que é colocado quando há transplante de fÍgado, este tubo é colocado durante o transplante no local onde é feita a anastomose entre o dador e o receptor. Quando o fÍgado do dador é colocado no receptor já não leva a vesÍcula biliar. Este tubo em T fica sensivelmente 9 meses, havendo sempre uns atrasos e acabando por ficar até 13 a 15 meses.

Depois do transplante é feita uma primeira colangiografia entre o 7º e o 10º dia para ver se não existem fugas, ou quando há colestase, depois dessa colangio o tubo é clampado durante os dois dias seguintes, ficando apenas depois o tubo enrolado e tapado com um penso.

Volta novamente a fazer colangiografia quando vai retirar o tubo, então nessa altura como já passou muito tempo em primeiro verifica-se se esta tudo bem com o tubo, e só depois é que se retira o tubo e nunca é retirado totalmente ficando o mesmo a drenar até o dia seguinte de modo a sair todos os resÍduos, e só ao outro dia é retirado, se o tubo sair totalmente é colocado um K30 que fica a drenar também para um saco, e então ao outro dia é retirado já na enfermaria. (Pisco & Sousa, 1999); (Apontamentos de Radiologia de Intervenção fornecidos pela Técnica de Radiologia Madalena)

## **Quimioembolizações**

A quimioembolização é um tratamento paliativo para o carcinoma hepatocelular. Este método de tratamento é utilizado desde 1981, baseado na infusão intra-arterial de quimioterapêuticos localizados, levando ao suprimento arterial do tumor. Os tumores hepáticos têm um suprimento sanguíneo próprio, recebendo de 90% a 100% de suprimento sanguíneo arterial. A quimioembolização é então eficaz induzindo a necrose completa de pequenos tumores, ficando as artérias embolizadas parcial ou totalmente sem o restante parenquima hepático ficar afectado. A quimioembolização é contraindicada a doentes com Disfunção hepática significativa (bilirrubina <2 mg/dl); Encefalopatia; Insuficiência renal; Carga tumoral hepática acima dos 50% do fígado; Infecção activa; Alergia ao contraste iodado; Pacientes com fluxo portal invertido ou ausente.

Este exame inicia-se com uma arteriografia, de seguida é feita uma selectiva da artéria que irriga o tumor. Injecta-se o citostático normalmente, doxorrobicina com esferas na artéria mais próxima do tumor. Ou seja consiste na combinação de infusão intra-arterial (selectiva ou super selectiva) de agentes quimioterapêuticos e materiais embólicos ao tecido doente. As esferas mais usadas são as 300/500.

As esferas retêm o citostático, durante um período de tempo maior, que pode ir até às 20 semanas, ou seja o tumor fica sujeito a um período de necrose maior.

Apesar de não ser considerado um tratamento curativo, não sendo capaz de eliminar todas as células malignas, este procedimento é benéfico em 55% dos pacientes, levando a uma redução na velocidade de progressão do tumor e na invasão vascular, com evidências sugerindo uma melhora no tempo de sobrevida. (Pisco & Sousa, 1999); (Apontamentos de Radiologia de Intervenção fornecidos pela Técnica de Radiologia Madalena)

## ***Angioplastia***

É uma das técnicas utilizadas no tratamento das estenoses (estreitamentos) ou oclusões (bloqueios) de um vaso sanguíneo e consiste na introdução de um cateter com um balão na extremidade, o qual é colocado ao nível da zona estenosada e depois insuflado, originando um alargamento nessa zona provocado pelo balão. A angioplastia por balão é usada no tratamento das doenças dos vasos periféricos, visando aumentar e restaurar o fluxo de sangue circulante na artéria estenosada de um membro.

Como o procedimento aumentará o calibre de uma das artérias e inclui o uso de cateteres e injeção de contraste, existem alguns riscos, porém as complicações não são frequentes. A colocação do cateter na artéria pode causar algum trauma à mesma e provocar hemorragia. Mesmo quando a artéria não é afectada pode haver um pequeno hematoma ou nódulo no local, que pode provocar dor, mas que desaparecerá por completo após alguns dias. (Pisco & Sousa, 1999); (Apontamentos de Radiologia de Intervenção fornecidos pela Técnica de Radiologia Madalena)

## **Radiação ionizante**

A radiação são ondas electromagnéticas ou partículas que se propagam com alta velocidade e carregam energia, eventualmente carga eléctrica e magnética, e que ao interagir podem produzir variados efeitos sobre a matéria. Elas podem ser geradas por fontes naturais ou por dispositivos construídos pelo homem. Possuem energia variável desde valores pequenos até muito elevados. As radiações sob a forma de partículas, com massa, carga eléctrica, carga magnética mais comuns são, feixes de electrões, feixes de prótons, radiação beta, radiação alfa. Das radiações sem carga eléctrica, a mais conhecida é o neutrão.

As radiações são denominadas de ionizantes quando produzem iões, radicais e electrões livres na matéria que sofrem a interacção. A ionização deve-se ao facto das radiações possuírem energia alta, o suficiente para quebrar as ligações químicas ou expulsar electrões dos átomos após colisões.

De acordo com Pisco: “as energias mínimas necessárias para ionizar os átomos mais frequentes nas moléculas orgânicas variam cerca de 11 eV. De acordo com a definição, são radiações ionizantes as partículas: gama e beta, os neutrões e a radiação electromagnética de pequeno comprimento de onda, como as radiações X e UV. É de notar que as radiações X e gama apesar de ionizantes, não produzem praticamente ionização por acção directa, pois são os electrões secundários, que são libertados após as interacções primárias dos fotões com átomos do meio, que produzem, que são libertados após as interacções primárias dos fotões com átomos do meio, que produzem a quase totalidade dos iões. Os raios gama são emitidos pelos núcleos dos átomos radioactivos enquanto que os raios-x são emitidos fora núcleo, mais propriamente nas camadas electrónicas.”

A radiação ionizante liberta energia nos meios materiais desencadeando processos complexos a nível atómico e molecular. Associamos a acção biológica da radiação à energia cedida por esta aos meios biológicos. Desde cedo que se pretendeu quantificar esta quantidade que se pode designar por dose.

Desenvolveram-se métodos de medição de dose que classificamos em dois grupos: os absolutos e os relativos. O método absoluto fornece a informação directa de

energia cedida ao meio. O método relativo requer duas medições, uma onde se pretende determinar a dose e a outra num local onde a dose é conhecida.

A interacção com os meios biológicos é particularmente importante, pois interessa saber quais os níveis de irradiação susceptíveis de causar danos, saber como usar os efeitos desta interacção para fins terapêuticos e saber quais as doses que, com um risco calculado, os trabalhadores com radiações ionizantes poderão receber. (Lima, 2005)

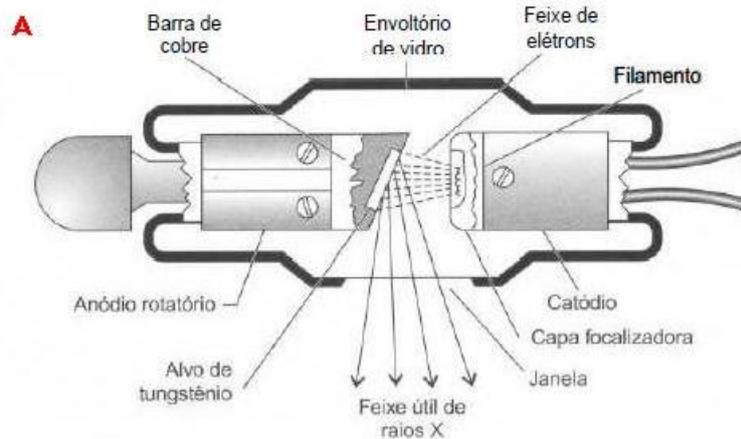
A radiologia é uma especialidade da medicina que mais depende da radiação ionizante e das novas tecnologias, os novos avanços e as inovações técnicas constantes têm mudado os equipamentos o ambiente de trabalho, o que irá influenciar o desempenho no diagnóstico e no tratamento da doença.

“A maior parte das técnicas de Imagiologia é baseada nalgum tipo de radiação electromagnética. Esta radiação é constituída por partículas designadas por fotões que se movem à velocidade da luz e engloba as ondas de rádio e televisão, os microondas, os infravermelhos, a luz visível, os ultravioletas, a radiação X e os raios gama. Várias das técnicas de Imagiologia, como a radiologia convencional, a TC e a RM utilizam ondas electromagnéticas. Quando a radiação tem energia suficiente para ionizar a matéria com a qual interage designada por radiação ionizante” (Gaivão)

### ***Ampola de Raios X***

O tubo de raios X é constituído por uma ampola de vidro em vácuo, dentro da qual se encontra um cátodo (negativo) e um ânodo (positivo).

“O cátodo, filamento de tungsténio, vai ser aquecido através de uma corrente eléctrica de baixa voltagem e elevada amperagem, formando-se uma nuvem de electrões em torno do filamento de tungsténio por efeito termo-iónico. Os electrões vão ser acelerados em direcção ao ânodo por uma diferença de potencial, e quando interagem como o ânodo, alvo de tungsténio, a Energia Cinética vai ser convertida em radiação X (1%) – Radiação Característica e Radiação de Bremsstrahlung – e em calor (99%).” (Freire L. , 2008)



**Fig. 11 Ampola de raios X**

(<http://radiologiafasp.blogspot.com/>)

Para obter uma imagem, os raios X atravessam a zona do corpo da pessoa a ser observada, sendo absorvidos em quantidades diferentes por diferentes tecidos. A imagem é depois captada por impressão de uma película fotográfica sensível aos raios X, que tem de ser revelada para poder ser vista.

A informação numa radiografia resulta das variações em intensidade, existentes no feixe de radiação X emergente do paciente. Neste feixe há um contraste inerente que depende da energia dos fotões X e da espessura e características de absorção das estruturas atravessadas. Uma radiografia é uma sobreposição de informações volumétricas vista a duas dimensões.

“A radiação X, para as energias usadas em diagnóstico, apresentam uma baixa resolução de densidade para as estruturas moles, pelo que estes tecidos atravessados pelo feixe são dificilmente diferenciáveis nas imagens. Por outro lado, parte dos fotões que atravessam os tecidos sofrem dispersão, perdem a informação de posição e produzem degradação do contraste.” (Gaivão)

A radiologia é, fundamentalmente, baseada nas leis que comandam a transferência de energia da radiação X para os meios materiais que atravessam. Esta transferência de energia, entre os fotões X e os átomos do meio absorvente, acontece segundo diversos processos de interação de que resultam diferenças de atenuação que moldam a intensidade do feixe emergente. É necessário utilizar-se um feixe de radiação que sofra atenuação parcial de modo a gerar um mecanismo de contraste.

“Um átomo é a parte mais pequena de um elemento e é composto por um núcleo rodeado de electrões. A radiação X é como volumes de energia chamados fotões, que têm a habilidade de empurrar os electrões para fora da sua órbita, criando iões carregados electricamente. Quando os fotões atravessam a matéria, podem ser absorvidos ou difundidos pelo meio com que estes interactivam, ou podem passar directamente pelo meio sem ocorrer qualquer interacção.” (Gurley & Callaway, 1992)

### **Radiação Característica**

Quando os electrões atingem o alvo, podem ionizar os átomos deste, havendo, posteriormente, lugar à emissão de radiação X (característica), quando um electrão de uma órbita superior reocupa a orbital deixada livre.

### **Radiação de Bremsstrahlung**

Um electrão com elevada velocidade, ao penetrar no alvo, pode ser deflectido (ou mesmo parado) devido à força electrostática exercida pelos núcleos que constituem o meio. A perda de energia cinética é feita à custa da emissão de radiação electromagnética com energia igual à variação de energia do electrão.

“Quando se dá a interacção de um feixe de fotões (radiação electromagnética) com a matéria, parte da energia do feixe é re-emitida sob a forma de radiação difundida, enquanto outra parte é comunicada, sob a forma de energia cinética, às partículas carregadas do meio.

Estas partículas carregadas podem, por sua vez, perder a energia por colisões ou por emissão de radiação de travagem.

A interacção dos fotões (radiação electromagnética) com a matéria pode ocorrer de diferentes formas, nomeadamente por Efeito Fotoeléctrico e por Efeito de Compton.” (Freire L. , 2008)

## Efeito Fotoelétrico

“No efeito fotoelétrico, um fóton, de energia  $h\nu$ , interage com um átomo, retirando-lhe um electrão - denominado por fotoelectrão - da camada K, L, M ou N.

Uma vez que toda a energia do fóton é cedida ao fotoelectrão, este abandona o átomo, segundo uma direcção definida pelo ângulo  $\theta$ , com uma energia cinética,  $T_e$ , igual à diferença entre a energia do fóton incidente e a energia de ligação do electrão ao átomo,  $B$ , de acordo com a equação:

$$T_e = h\nu - B$$

(Freire L. , 2008)

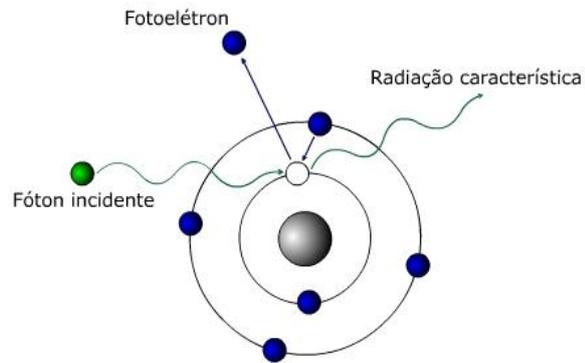


Fig. 12 Efeito Fotoelétrico

(<http://www.oocities.com/tomografiademadeira/interacao.html>)

Segundo Pisco “ um fóton de energia  $E_y$ , entrando em colisão com um electrão orbital, comunica-lhe toda a sua energia, deixando de existir. Parte da energia  $E_y$ , é dispensada para neutralizar a energia de ligação do electrão  $E_l$  no seu nível energético, sendo a restante transferida ao electrão na forma de energia cinética,  $E_c$ .

$E_c = E_y - E_l$  o que significa que para ocorrer este efeito, é necessario que o fóton tenha energia pelo menos igual a energia de ligação do electrão. O efeito fotoelectrico ocorre geralmente com os electroes mais fortemente ligados ao atomo, ou seja, das camadas mais internas K ou L.” o atomo atingido fica mais ionizado ou num estado de excitação, sofrendo um rearranjo dos electroes periféricos, com emissão de radiação electromagnetica caracteristica. A probabilidade de ocorrer o efeito aumenta, rapidamente, com o número atómico do absorvente e decresce drasticamente quando aumenta a energia do fóton”

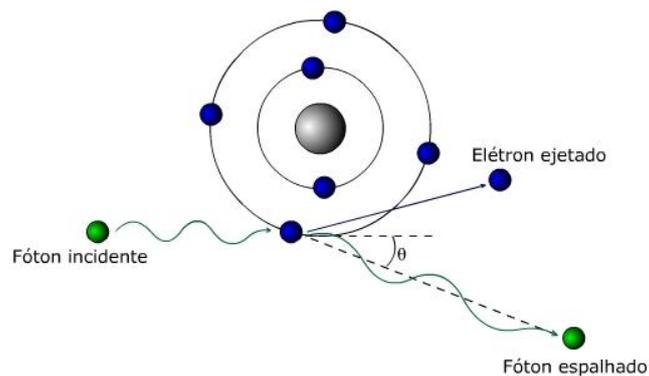
## Efeito de Compton

“No efeito de Compton, um fóton X ou  $\gamma$ , com energia  $= h\nu$ , interage com um electrão do meio e cede-lhe parte da sua energia. Em resultado da interacção, o fóton é

difundido, segundo um ângulo  $\phi$  em relação à direcção de incidência, com uma energia  $h\nu' < h\nu$ ; por outro lado, o electrão - denominado por electrão de recuo - adquire energia cinética  $T_e$ , e é emitido segundo um ângulo  $\theta$  em relação à direcção do fóton incidente.” (Freire L. , 2008)

Segundo Pisco, este efeito “envolve uma colisão entre um fóton e um electrão orbital, na qual so parte da energia do primeiro é cedida. Ocorre com electroes orbitais frouxamente ligados, das camadas mais perifericas dos atómos. O fóton perde energia e dá origem a um fóton disperso e a um electrão secundário.”

“ O electrão libertado é uma particula ionizante secundária, sendo o fenomeno mais corrente para as energias das radiações X de diagnóstico.”



**Fig. 13 Efeito de Compton**

<http://www.oocities.com/tomografiademadeira/interacao.html>

## **Efeitos Biológicos da radiação X**

Quando falamos nos efeitos biológicos das radiações, referimo-nos às alterações biológicas que as interações físicas dos diversos tipos de radiação causam nos seres vivos. “A radiação ionizante pode produzir efeitos biológicos nocivos em órgãos e tecidos devido à produção de iões e à deposição de energia que pode danificar moléculas importantes como o ADN.

Segundo Gaivão: “Os fenómenos elementares primários que estudámos, podem desencadear, após tempo mais ou menos longo, alterações que se situam quer ao nível celular, quer ao nível do organismo.”

Estas alterações podem ser funcionais ou morfológicas. As alterações funcionais caracterizam-se por:

- Diminuição da matéria viva;
- Diminuição na secreção de uma glândula;
- Perda da contractilidade muscular;
- Esclerose do tecido conjuntivo, etc.

Estas constituem as primeiras reacções do organismo à acção da radiação que surgem geralmente para doses pouco elevadas. As alterações morfológicas atingem a estrutura íntima da substância viva.

Uma quebra no ADN pode resultar num dano genético ou somático, podendo afectar gerações futuras. Para doses muito elevadas a radiação pode causar morte celular, definida como a perda de capacidade reprodutiva. Os tecidos de proliferação rápida e as células com maior conteúdo de oxigénio são mais rádiossensíveis. As células nervosas são as células menos rádio sensíveis. A extensão da lesão biológica produzida depende da energia total depositada (dose) e do tipo de radiação.” (Pisco & Sousa, 1999)

“Ao nível celular, o prolongamento, o núcleo ou os diversos “organismos” banhados no citoplasma, podem ser lesados. Estas alterações estruturais podem ser mais ou menos graves; em geral, deixam traços e podem provocar, por inibição de certas funções essenciais, a morte imediata ou à distância, da célula.

As funções metabólicas podem ser modificadas ao ponto de a célula se tornar incapaz de afectar as sínteses que são necessárias à sua vida própria, originando-lhe a morte após um prazo mais ou menos longo. Uma agressão menos severa destas mesmas funções pode cancelar os processos de síntese que procedem à divisão celular, fazendo-a perder toda a sua capacidade de reprodução.” (Pisco & Sousa, 1999)

Segundo Pisco “ Estas constituem as primeiras reacções do organismo à acção da radiação que surgem geralmente para doses elevadas. As alterações morfológicas atingem a estrutura íntima da substancia viva”

“A radiação ionizante pode produzir efeitos biológicos nocivos em órgãos e tecidos devido a produção de iões e à deposição de energia que pode danificar moléculas importantes como o ADN.”

Assim, a Radiação X causa dois tipos de efeitos sobre as estruturas biológicas:

**Estocásticos-** significa aleatório na natureza. Um efeito estocástico para a radiação ionizante significa que existe uma baixa probabilidade de existir um efeito para doses pequenas, sendo maior para doses mais elevadas. No entanto, mantêm-se ambos improváveis (individualmente). O período entre, o início e a manifestação da doença, pode ir de alguns anos (por exemplo, leucemia, cancro da tiróide) a algumas décadas (por exemplo cancro do cólon e do fígado). Além disso, podem ser iniciados efeitos genéticos por irradiação de células reprodutoras. Estes efeitos são, geralmente, não *thresholded*. Exemplos: (efeitos hereditários e carcinogénicos).

**Determinísticos:** Um efeito determinístico é um efeito que sucederá garantidamente para certos níveis de dose (doses elevadas). Para doses baixas, nenhum efeito será induzido. Os efeitos determinísticos são os que são causados pela diminuição ou perda de função de um órgão, devido a danos ou morte de células. Para estes efeitos, existem limiares de dose: a função de muitos órgãos e tecidos não é afectada por pequenas reduções no número das células saudáveis existentes. Só no caso de uma redução suficientemente grande, serão clinicamente observados efeitos patológicos. Estes efeitos são *thresholded*. Exemplo: (indução de cataratas, alterações ao nível da fertilidade, radioterapia).”

(Freire L. , 2008)

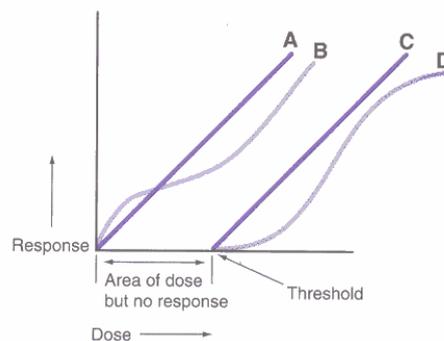
As curvas dose-resposta são gráficos que representam a relação entre a quantidade de radiação absorvida pela célula (dose) e a quantidade de dano (resposta) daí resultante.

A forma de uma curva dose-resposta não é sempre igual. Esta pode descrever uma relação linear ou não-linear (sigmóide, linear-quadrática), com ou sem *threshold*.

O *threshold* define uma região de dose para a qual não existe resposta nociva, isto é, dano biológico (ex: olho humano, radioterapia).

Por vezes, não existe consenso sobre a forma da curva que melhor descreve o efeito da radiação sobre certas estruturas biológicas, mas estas estão na base das directivas sobre protecção radiológica.

(Freire L. , 2008)



**Fig. Curvas Dose/Resposta**

- A e C – lineares com e sem *threshold*: são utilizadas para modelar doses pequenas a moderadas;
- B – linear-quadráticas: são utilizadas para descrever a resposta global do ser humano à radiação;
- D – sigmóide com *threshold*: são utilizadas para modelar doses elevadas, como em radioterapia.

Quando é possível estabelecer-se a curva que relaciona a frequência de aparecimento de um dado efeito com a dose, para um domínio de valores suficientemente grande pode, em certos casos, obter-se por extrapolação sobre existência ou não de limiar.

Quando a curva é simples (uma recta, por exemplo), o facto do seu prolongamento cortar o eixo das abcissas (dose) na origem ou num ponto de valor positivo, torna no primeiro caso mais provável a ausência de limiar e no segundo caso a sua existência.

Com esta hipótese os efeitos genéticos não apresentariam limiar.

As radiações podem atingir as células que constituem o nosso corpo individualmente – a soma – ou as células que são destinadas à reprodução. No primeiro caso, desencadeiam danos que constituem os efeitos somáticos, no segundo as lesões só se manifestam na descendência do indivíduo irradiado, constituindo os efeitos genéticos.

Os efeitos somáticos podem revestir-se de toda a espécie de formas porque as radiações podem atingir todos os órgãos e todas as funções do corpo. Há contudo alguns dentre deles que apresentam um maior interesse, devido à importância e à radiosensibilidade dos tecidos lesados.

“Somente doses relativamente grandes de radiação, podem provocar sérios efeitos e nunca devem ser usados em radiografia diagnóstica.”

“As partes do corpo são mais sensíveis à radiação do que outras, particularmente os órgãos hematopoiéticos, as lentes dos olhos e órgãos reprodutores. Uma dose corpórea total tão baixa como 25r pode produzir uma alteração temporária na contagem celular do sangue, 200r para o olho podem causar formação de catarata e com 750r poderá ocorrer em muitos casos. Doses para as gónadas de 200r irão produzir esterilidade temporária e 300r a 600r podem causar esterilidade permanente”. (Whitley, Alsop, & Moore, 1999)

Os efeitos somáticos dividem-se em efeitos imediatos e em efeitos tardios.

### **Efeitos imediatos**

- Fases da doença: *síndrome prodromal*, (2) período de latência, (3) fase de enfermidade manifesta e (4) recuperação\* ou morte;
- Síndromas: hematológico, gastrointestinal e do S.N.C;
- Danos locais: pele e gónadas.

### **Efeitos tardios**

- Carcinogénese: leucemia, osteosarcoma, cancro do pulmão, tiróide, pele e mama;
- Danos localizados: pele, olhos, sistema cardiovascular, fígado, sistema urinário e respiratório, ossos e cartilagens;
- Danos genéticos;
- Irradiação fetal.

### **“Existem factores que podem afectar a resposta à radiação:**

**Dose e taxa de absorção:** doses elevadas provocam, geralmente, maiores danos biológicos. No entanto, uma dose elevada pode provocar um dano reduzido se for absorvida durante um intervalo de tempo longo.

**Oxigenação:** o nível de oxigenação das células modifica a resposta à radiação (em radioterapia, por exemplo). Células pouco oxigenadas exibem menores danos biológicos, o que se teoriza devido ao facto da formação de radicais livres durante a radiólise exigir a presença de oxigénio; (OER=3 para X e  $\gamma$ ).

**Idade:** Em estados precoces (embrião/feto), existe uma elevada radiosensibilidade. Esta decresce até se atingir a idade adulta, mantendo-se até à 3ª idade, podendo aumentar novamente para pessoas de grande longevidade.

**Sexo:** As mulheres podem suportar doses 5 a 10% superiores às suportáveis pelos homens.

**Efeitos nos cromossomas:** a interacção da radiação com os cromossomas pode provocar uma ou duas quebras.”

Como vemos, as aplicações médicas constituem a maior contribuição para a irradiação artificial do homem, com radiação ionizante.

“A protecção contra as radiações ionizantes constitui uma importante aplicação da física à radiologia e traduz-se no estudo das regras e no desenvolvimento e optimização dos métodos que permitem controlar a irradiação da espécie humana com radiação ionizante. Uma das suas tarefas são, tornar mínimas as doses absorvidas pelos profissionais e pelos doentes, durante o diagnóstico médico com radiação ionizante, mantendo-as abaixo de níveis considerados permitidos” (Pisco & Sousa, 1999)

## Dosimetria

A Sala de Angiografia é um ambiente estéril, onde são realizados exames com elevados níveis de dose. Devido aos estudos que são feitos e às técnicas utilizadas este é um local de risco tanto para a equipa multi-disciplinar como para o paciente. De todas as técnicas imagiológicas, a angiografia é por eleição a que constitui um maior nível de dose para o profissional de saúde, devido ao uso constante de fluoroscopia e da proximidade com o paciente e o equipamento durante o exame.

Os procedimentos na angiografia de intervenção, utilizam um longo tempo de fluoroscopia, do qual vai resultar uma dose elevada de radiação para o paciente. Estes procedimentos invasivos devem ter um especial cuidado, com as medidas de exposição de dose e protecção da equipa e do paciente. O grande número de escopias bem como a repetição do procedimento devido à recorrência da lesão, resultam numa dose elevada no local dessa mesma lesão, podendo levar até a necrose da pele do doente. Há relatos na literatura de casos de pacientes que sofreram lesões na pele devido à radiação, depois de exames de angiografia, no qual a dose de radiação emitida, a fluoroscopia e escopia, ultrapassaram o limite dos efeitos determinísticos na pele. A realização destes exames comporta um risco que terá de ser inferior ao benefício que advém do exame. (ANDREAS I. Stratis, 2009)

Em comparação com o paciente os profissionais de saúde são expostos a um nível de radiação relativamente mais fraca, a radiação difusa que é proveniente do tubo de raios x. O modo de protecção dos profissionais durante o exame são as barreiras amovíveis de chumbo, óculos de protecção ocular, aventais, colares, dosímetro de corpo e de anel, etc. Para medição de dose recebida na pele, a equipa multi-disciplinar utiliza um Dosímetro, este não constitui nenhuma protecção radiológica directa contra os efeitos da radiação, mas através da monitorização que é feita dos mesmos, verifica-se o cumprimento das regras e normas de protecção, visto cada profissional receber uma leitura de dose do seu dosímetro. Os dosímetros utilizados por fora dos aventais de chumbo registam apenas doses pequenas, enquanto que os dosímetros usados sob o avental de chumbo, não registam qualquer dose. “ *Todos os profissionais de saúde que trabalham directamente com a radiação ionizante devem estar monitorizados para que possa ser controlada a quantidade de radiação recebida. A este sistema individual é chamado dosímetro.*” (BUSHONG, 1993)

A radiação difusa do paciente é a principal fonte de irradiação da equipa presente na sala.

“As doses nos profissionais podem ser minimizadas até níveis aceitáveis por utilização de protecção e dos recursos técnicos disponíveis nos equipamentos, mas a formação teórica e de prática clínica de todos os intervenientes é uma condição inultrapassável.” (Lima, 2005)

A dose e pode ser afectada por vários parâmetros como filtros, colimadores, dispositivos de blindagem.

Reduções significativas de dose podem ser alcançadas pelo aumento dos kv, o exame fica com menor contraste, mas pode possibilitar informação clínica necessária. Os filtros, eliminam fótons de baixa energia do espectro, e estes não têm capacidade de atravessar o corpo do paciente, logo não contribuem para a qualidade da imagem.

A dose recebida pelo paciente pode ser medida de 5 maneiras diferentes:

- Dose na pele (Skin Dose,SD) : é a medida mais facilmente calculável, sendo também a mais usada. É medida por detectores termoluminescentes (DTL).
- Exposição de entrada na pele (entrance Skin Exposure, ESE): é um valor estimado, utilizado por agências governamentais para regulamentar a exposição à radiação X. o calculo é feito tendo em conta características técnicas e geométricas (parte do corpo, existência de filtragem, distância à fonte). Existem factores de conversão entre SD e a ESE.
- Dose em Profundidade (Deph Dose, DP). Indica a dose a uma determinada profundidade. É dada como uma percentagem da dose na pele.
- Dose no órgão (Organ Dose, OD) é a dose recebida por um órgão em particular. É geralmente considerado um valor médio, uma vez que os diferentes órgãos são extensos e irregulares.
- Dose integral (Integral Dose, ID) refere-se à quantidade total de energia absorvida por unidade de massa do paciente ou de uma determinada região. (Freire, 06/07)

A radiação dispersa do paciente é a principal fonte de irradiação da equipa presente na sala. As doses nos trabalhadores, podem ser minimizadas até níveis aceitáveis por utilização de protecção, como já foi dito anteriormente, e também upela formação de todos os profissionais intrevenientes na pratica clinica. Existem razoes para se acreditar que as doses elevadas recebidas em radiologia de intervenção, em grande parte são devidas a uma má tecnica, ou utilização de equipamentos inapropriados. (Lima, 2005)

A não utilização de regras e recursos existentes de protecção radiologica origina que pacientes e trabalhadores sofram irradiações desnecessárias. Na utilização de radiação ionizante é importante conhecer os níveis de irradiação susceptíveis de causar dano e as doses, que com um risco calculado, a equipa poderá receber. (Lima, 2005)

Qualquer sistema de raios x apresenta riscos para os operadores, principalmente se não forem respeitadas as normas de protecção. A velocidade de Kerma debitada por um sistema radiologico depende dos parametros e filtragem introduzidos.

A kerma total na pele do doente depende da velocidade de kerma debitada, da dose/imagem no detector e do numero de imagens executado.

Diversos factores tais como proximidade ao doente e ao feixe de raios X, os débitos elevados e os longos tempos de exposição, contribuem para a irradiação dos operadores seja elevada, com episódios de velocidades de dose que podem atingir os 10mgy/min.

A espessura do paciente condiciona a energia do feixe emergente e determina a fracção desta como radiação dispersa. Quando aumenta a espessura do paciente diminui a energia total do feixe emergente mas aumenta a fracção da radiação dispersa. (Lima, 2005)

Quem utiliza a técnica de fluoroscopia, com exposições prolongadas, deve saber explorar até ao extremo as possibilidades do equipamento, pois os avanços tecnologicos permitem obter exposições médicas aceitáveis e exposições ocupacionais minimas. Nos novos equipamentos são medidos e indicados a velocidade de dose, o tempo de exposição e a dose total acumulada, são filtrados ao maximo os raios X de baixa energia de modo a reduzir a dose na pele do paciente, é permitida uma colimação rigorosa do feixe de raios X e é permitida a alimentação pulsada da ampola.

A dose absorvida pelo paciente com fluoroscopia digital directa é inferior à absorvida com um equipamento analógico.

A intensidade de radiação dispersa é máxima na mesa junto ao doente e varia aproximadamente com o inverso do quadrado da distância ao foco.

Há vários parâmetros que podem ser controlados em fluoroscopia: como a número de imagens por minuto, a distância ao foco, a orientação do tubo, as dimensões do paciente, e a experiência do técnico são factores determinantes da dose no paciente.

Em termos gerais, um equipamento que permita a minimização das doses em radiologia de intervenção deve ter, pelo menos:

- Indicação do tempo acumulado de exposição em fluoroscopia
- Indicação da dose acumulada na pele ou de uma quantidade relacionada como o produto dose/área
- Indicação em tempo real da velocidade de dose
- Apresentação da ultima imagem fluoroscopica após terminada a exposição
- Utilização de filtragem, grelhas removíveis, controlo automático de brilho etc.

(Lima, 2005)

A radiação ionizante, por vezes é pouco tida em conta como um factor de risco, será que a dose é mantida tão baixa como deveria? Mas por vezes reduzir a dose no paciente pode reduzir a quantidade e qualidade de informação diagnóstica, aqui temos o dilema, custo/benefício. Então tem de se encontrar uma relação óptima entre a dose e a qualidade da imagem.

### **Medição do produto Dose x Área**

A DAP (produto dose área) é a técnica de medida mais utilizada em técnicas dinâmicas como a fluoroscopia, fornece informações sobre a superfície da pele irradiada.

Os parâmetros essenciais que influenciam a velocidade de dose no paciente são a tensão aceleradora, a corrente no tubo e a filtragem efectiva, cujo efeito conjunto é

traduzido pela velocidade Kerma em mGy/min. Se multiplicarmos a grandeza anterior pelo tempo de disparo em minutos é a kerma em mGy que traduz o conjunto das variáveis. Se multiplicarmos ainda pela área do campo temos o produto dose x área em mGy.m<sup>2</sup>.

Com este produto conhecemos a dose total recebida por um doente, num estudo específico. A medição do produto dose-área é efectuada utilizando uma câmara de ionização plana de compartimento único, com dimensões tais que abranjam toda a área do feixe e a uma distância próxima do colimador, para evitar a radiação dispersa proveniente do paciente. a área do feixe a atravessar a câmara e a dose são proporcionais respectivamente ao quadrado da distancia ao foco e ao inverso deste quadrado. A carga eléctrica total produzida por ionização na câmara é proporcional à dose de raios X pelo que o produto dose x área não depende da posição em que se encontra a câmara de ionização.

O produto dose x área permite obter uma indicação da dose total para os exames, permitindo estabelecer comparações entre exposições para diferentes pacientes e técnicas, ou obter valores absolutos aproximados, após calibrações com fantomas. (Lima, 2005)

### ***Níveis de Referência de Dose***

O conceito de “Níveis de Referência de Diagnóstico” (NRD) para exames de raios X foi introduzido no Reino Unido em 1990 pelo Royal College of Radiologists (RCR) e pelo NRPB (National Radiological Protection Board).

A obrigatoriedade de definição dos NRD em exames médicos de radiodiagnóstico foi instituída nos Estados-membros da União Europeia através da Directiva 97/43/EURATOM. A transposição desta Directiva para o quadro legislativo português foi efectuada através do Decreto-Lei nº 180/2008, que estabelece as regras relativas à protecção da saúde das pessoas contra os perigos resultantes das radiações ionizantes em exposições radiológicas médicas. Este Decreto-Lei define os NRD, à semelhança da definição Europeia, do seguinte modo:

“Os Níveis de Referência de Diagnóstico são valores de referência em práticas de radiodiagnóstico médico para exames tipo, em grupo de pacientes de tamanho médio ou em modelos-padrão para equipamentos de definição alargada. Estes níveis de referência não deverão ser ultrapassados para procedimentos standards em que um bom e normal desempenho técnico em matéria de radiodiagnóstico é aplicado. Estes níveis não devem ser ultrapassados nos procedimentos habituais quando são aplicadas as boas práticas correntes relativas ao diagnóstico e à qualidade técnica.”

Os NRD deverão ser aplicados com flexibilidade para permitir doses mais elevadas quando necessário para uma melhor avaliação clínica. Os princípios orientadores para a fixação de um NRD são:

- Objectivos nacionais, regionais ou locais bem definidos incluindo o grau de especificação dos exames clínicos e condições técnicas para a tarefa de imagiologia médica;
- O valor dos NRD é baseado nos dados da legislação nacional, regional ou local;
- Os valores dos NRD devem ser bem definidos e obtidos de uma forma simples praticamente;
- Os NRD têm uma ligação directa com as doses efectivas de radiação ionizante a que estão expostos os pacientes no âmbito de exames de radiodiagnóstico.
- Devem ser aplicáveis a todos os actuais e novos tipos de equipamento e todas as técnicas comuns de aquisição, incluindo o varrimento em modo helicoidal;

Os NRD são uma forma de referência para que o profissional de saúde se possa situar em relação a um conjunto de práticas com orientações optimizadas estabelecidas para exames padrão não devendo ser ultrapassados sem justificação. Estes são designados para permitir a comparação de desempenho.

Como sugere a Directiva 97/47/EURATOM os valores dos NRD deverão ser revistos periodicamente, isto é, quando uma prática médica conduza a valores distintos dos fixados, esta diferença deverá ser identificada e essa prática deverá ser optimizada para garantir que a distribuição de dose é alterada e consequentemente os valores dos

NRD possam ser corrigidos a longo prazo. Portanto os próprios valores dos NRD não são fixos e estão sujeitos a um ajustamento de acordo com a evolução.

Um NRD é um valor de referência estabelecido para um procedimento padrão, para grupos de pacientes com tamanho padrão (70 kg  $\pm$  3 kg de massa corporal, 20  $\pm$  2 cm de espessura de tronco) ou fantoma antropomórfico padrão e não para exposições individuais de cada paciente e não constituem limites de dose óptimos, não sendo portanto limitadores de dose.

**MINISTÉRIO DA SAÚDE**  
**Decreto-Lei n.º 222/2008**  
de 17 de Novembro

**Artigo 4.º**

**Limites de dose para os trabalhadores expostos**

1 — O limite de dose efectiva para os trabalhadores expostos é fixado em 100 mSv por um período de cinco anos consecutivos, na condição de esse valor não ultrapassar uma dose efectiva máxima de 50 mSv em cada ano.

2 — Sem prejuízo do limite disposto no número anterior, são ainda fixados os seguintes:

- a) O limite de dose equivalente para o cristalino é fixado em 150 mSv por ano;
- b) O limite de dose equivalente para a pele é fixado em 500 mSv por ano;
- c) O limite de dose equivalente para as extremidades é fixado em 500 mSv por ano.

3 — O limite a que se refere a alínea b) do número anterior aplica -se à dose média numa superfície de 1 cm<sup>2</sup>, independentemente da área exposta.

**Artigo 11.º**

**Restrição das doses**

1 — No contexto da optimização da protecção contra radiações, são aplicadas restrições de doses de modo a permitir o cumprimento dos limites de dose previstos nos artigos 4.º, 5.º e 6.º

2 — As restrições de dose utilizadas no planeamento de uma instalação devem obedecer ao seguinte critério:

- a) 0,4 mSv/semana, para zonas ocupadas por profissionais expostos;
- b) 0,02 mSv/semana, para zonas ocupadas por membros do público.

3 — Podem ser utilizadas restrições de dose mais baixas, se tal for considerado conveniente.

## **Protecção radiológica**

A História da protecção Radiológica segundo alguns autores:

“A 8 de Novembro de 1895, enquanto trabalhava num modesto laboratório da Universidade de Wurzburg na Baviera, um professor de física alemão, Wilhelm Conrad Röntgen, descobriu um raio misterioso. Descobriu que a maior parte dos materiais permitiam que este novo raio passasse por eles. Röntgen chamou a esta descoberta monumental de Radiação X.

Também descobriu que a radiação X impressionava o filme fotográfico.

Nos meses que se seguiram ao anúncio da sua descoberta, as experiências com estes raios maravilhosos, resultaram num dano biológico agudo para alguns pacientes e alguns trabalhadores pioneiros.

Casos de danos somáticos, danos biológicos no corpo de indivíduos expostos a radiações ionizantes, foram descobertos na Europa por volta de 1896. Nos Estados Unidos, Clarence Madison Dally tornou-se na primeira fatalidade da radiação na América (1904).

Como resultado da exposição ocupacional, muitos radiologistas e dentistas que eram expostos a radiações enquanto exerciam a sua profissão, desenvolviam radiodermatite causadas pela exposição às radiações ionizantes.

Alarmados pelo aumento de descobertas de lesões devido às radiações, a comunidade médica decidiu investigar métodos para reduzir a exposição às radiações.

Em 1921, o British X-Ray Radium Protection Committee, planeou formular as linhas orientadoras em relação à produção, e uso para eliminar a possibilidade de lesões.

Desde o início da descoberta da radiação X, que os efeitos biológicos nos humanos causados pela exposição por radiação ionizante, eram muito evidentes.

Estes efeitos somáticos a curto prazo que apareciam em minutos, horas, dias ou semanas, após a altura da exposição por radiação, acreditava-se que podiam ser prevenidos se as doses de radiação dos trabalhadores fossem limitadas, e postas abaixo de um nível de tolerância onde não se verificassem efeitos biológicos.

O conceito de uma dose de tolerância, foi desenvolvido para proteger as pessoas expostas ocupacionalmente a efeitos agudos, como o eritema da pele. Acreditava-se que não seriam vistos efeitos adversos abaixo da dose de tolerância.

À medida que os cientistas começaram a reconhecer os efeitos somáticos a longo prazo das radiações ionizantes, que apareciam nos meses ou anos seguintes à exposição, e a possibilidade dos efeitos genéticos, começaram a tentar encontrar meios de minimizar o risco de causar estes danos.

Por volta de 1970, a dosimetria e a análise do risco tornaram-se muito sofisticadas.

Começava-se a desenvolver a ideia de que as consequências para a saúde humana, dependiam dos órgãos e sistemas de órgãos que eram irradiados.

Até aos dias de hoje, têm-se desenvolvido medidas de protecção radiológica de forma a minimizar os danos das radiações ionizantes. (Sherer, Viscontini, & Ritenour, 1998)

Segundo Pisco: “Uma fracção considerável das decisões médicas passa pela utilização de radiação ionizante e, em particular, de radiação X. O facto de ser uma decisão corrente e frequente, justifica a sua participação com mais de 90% da irradiação artificial do homem, simultaneamente, cria a obrigatoriedade de um controlo rigoroso e generalizado no sentido de minimizar a dose libertada nos pacientes.”

“A protecção contra as radiações ionizantes, constitui uma importante aplicação da física à radiologia e traduz-se no estudo das regras e no desenvolvimento e optimização dos métodos, que permitem controlar a irradiação da espécie humana. Uma das suas tarefas, é tomar mínimos os riscos associados às doses de radiação recebidas pelos profissionais e pelos doentes, durante o diagnóstico médico com radiação ionizante” (Lima, 2005)

“A protecção contra a radiação é concebida para evitar a ocorrência de efeitos determinísticos e para minimizar o risco de efeitos estocásticos (diminuindo a dose de radiação). Os principais métodos de controlo de exposição à radiação em radiografia são; a diminuição do tempo de exposição; o aumento da distância da fonte da radiação e a utilização de colimadores e blindagem (...)

Os fundamentos da profissão de radiologista são produzir uma imagem de diagnóstico de qualidade e garantir a protecção radiológica do paciente.

A realização de um exame de diagnóstico utilizando radiação ionizante comporta um risco que terá de ser sempre inferior ao benefício que advêm do exame.” (Lima, 2005)

Segundo Arias: Os objectivos da prevenção radiológica são a prevenção que ocorram efeitos determinísticos agudos e crónicos, induzidos pela radiação em pessoas expostas. Reduzir também os efeitos estocásticos aos quais as pessoas são expostas até um nível aceitável, de modo a que beneficie o indivíduo e a sociedade.

Os efeitos biológicos das radiações ionizantes têm constituído ao longo do tempo uma preocupação permanente, pelo que se procura minimizar esses efeitos com a diminuição das doses absorvidas, aperfeiçoando os equipamentos e materiais utilizados em todos os procedimentos radiológicos.

Existem 3 princípios fundamentais que devem ser observados na utilização de radiações ionizantes:

- **Justificação:** nenhuma pratica envolvendo exposições a radiações, deve ser adoptada se dessa prática não resultar um claro beneficio para o homem ou para a sociedade.
- **Limitação de Dose:** a exposição dos indivíduos deve ser sujeita a limites de dose estabelecidos, ou no caso de exposições potenciais ao controlo do risco de modo a assegurar que nenhum indivíduo seja exposto a riscos de radiação julgados inaceitáveis, para estas praticas em situações normais.
- **Optimização:** todas as exposições as radiações e o numero de indivíduos expostos devem ser mantidos a um nível tão baixo quanto razoavelmente possível, tendo em atenção diversos factores de natureza económica e social.

O conceito ALARA- em 1954 o National Committee on Radiation Protection declarou que o princípio da exposição à radiação deveria ser “as low as reasonably achievable” em consideração as factores económicos e sociais. Este princípio conhecido como o conceito ALARA e aceite em todas as instituições. Em 1987 o NCRP descreveu

este conceito como ”a continuação de um bom programa e pratica em relação à protecção da radiação”. (Sherer, Visconti, & Ritenour, 1998)

### **Meios de protecção Radiológica:**

A protecção da equipa multi-disciplinar começa pela utilização de técnica radiológica apropriada, envolvendo:

- Utilização apropriada dos recursos técnicos do aparelho, KV/mas, frequência dos pulsos, Colimação etc.
- Boa metodologia, consiste numa boa posição na sala, distância, tempo, etc.
- Protecção Física: avental de chumbo, dosímetro, dispositivos adicionais de protecção. A minimização de doses na tiróide e olhos deve ser considerada, usando então colar da tiróide, e óculos.

(Lima, 2005)

O colimador é o dispositivo mais versátil para definir o tamanho e a forma do feixe radiográfico. Pode ser ajustado consoante a região em estudo.

O filtro existente à saída do feixe de radiação reduz a exposição do paciente, na pele e nos tecidos mais superficiais ao absorver os fotões de menor energia do feixe heterogéneo. Este fenómeno aumenta a qualidade do feixe, também se pode denominar endurecimento do feixe.

Relativamente aos dispositivos de blindagem pode-se dizer que a exposição à radiação dos órgãos radiosensíveis ou tecidos requer a utilização de meios de blindagem (uma estrutura constituída por determinados materiais que atenua o feixe de radiação ionizante) que reduzem ou eliminam a dose radiação que pode provar efeitos biológicos. A protecção do cristalino, do coração e das gónadas é essencial e deve ser utilizado sempre que possível. Os dispositivos de protecção são específicos para cada região anatómica, constituídos por chumbo.

Para protecção das gónadas são usados os dispositivos durante a realização do exame radiológico de modo a proteger os órgãos do sistema reprodutor em conjunto

com a colimação do feixe. Estas protecções só são utilizadas quando não comprometem a qualidade do exame nem o diagnóstico. Este dispositivo de blindagem deve ser uma protecção secundária e não dispensa a colimação do feixe. Uma colimação adequada do feixe, que inclui apenas a região a estudar é o primeiro passo na protecção das gónadas.

Como consequência da localização das gónadas femininas estas recebem cerca três vezes mais radiação durante um exame pélvico em comparação à dose recebida pelas gónadas masculinas. Contudo, a exposição das gónadas é bastante diminuída, quer para o sexo masculino quer para o feminino, com a utilização de protecções adequadas. Para pacientes do sexo feminino o uso de uma protecção de contacto (constituída por 1mm de chumbo) colocada por cima dos órgãos reprodutores reduz cerca de 50% da exposição, para pacientes do sexo masculino o mesmo dispositivo reduz cerca de 90% a 95%. Todos os departamentos de radiologia devem estabelecer protocolos relativos a protecção radiológica em cada exame. Este tipo de iniciativas contribui para a redução da acumulação de dose ao nível da população. Existem quatro tipos básicos de protecções físicas: protecções de contacto planas, protecções tipo sombra, protecções de contacto com a forma adequada à região anatómica, protecções constituídas por material plástico/transparente.

Protecções de contacto planas – estes dispositivos são constituídos por tiras de chumbo, estas protecções podem ser colocadas directamente sobre os órgãos reprodutores do paciente ou seguras ao paciente através de fita-cola. Estes meios são mais eficazes em posicionamentos como AP (Antero-posterior) ou PA (postero-anterior) do que posicionamentos oblíquos ou reclinados. Em fluoroscopia estas protecções devem ser colocadas por baixo do paciente de modo a serem mais eficazes uma vez que a ampola de raios X se encontra por baixo da mesa.

Protecções tipo sombra – estas protecções são constituídas por material radiopaco. Encontram-se suspensas entre o foco e o paciente, e localizadas na região a proteger (órgãos reprodutores). É possível ver a área “sombreada” através do feixe luminoso. Quando a protecção está colocado correctamente providencia melhor protecção em comparação com as protecções de contacto. Este meio de protecção não deve ser utilizado em fluoroscopia pois o campo de visão está em permanente movimento. Contudo este tipo de protecção pode ser utilizado em campo esterilizado, pois não estará em contacto com este. Outra vantagem da utilização da protecção em

sombra é reduzir o embaraço do paciente pois é necessário palpar a anatomia do paciente para colocar a protecção numa posição correcta.

Protecções de contacto com a forma adequada à região anatómica – este tipo de protecções são feitas de material radiopaco com contorno para incluir os órgãos reprodutivos masculinos. São descartáveis e laváveis. A sua forma permite uma adaptação confortável ao escroto e ao pénis, qualquer que seja a posição do paciente. Para reduzir o embaraço, o paciente pode colocá-la ele mesmo no vestiário. Este tipo de protecção pode ser utilizado em exames de fluoroscopia.

Protecções de material plástico/transparente – estas protecções são constituídas por material plástico transparente impregnado de chumbo.

O uso de fluoroscopia pulsada (manual ou automática) reduz significativamente a dose recebida pelo paciente, especialmente em exames de longa duração e contribui para prolongar a duração da ampola de raios-X. A maioria dos equipamentos inclui um programa que permite visualizar a última imagem realizada, de modo a evitar uma nova exposição. O técnico de radiologia deve limitar o tamanho do campo incluindo apenas a área de interesse, colimando o feixe de radiação. Quando o campo é limitado, a dose no paciente diminui substancialmente. Os factores técnicos de exposição devem ser seleccionados de modo a minimizar a dose ao paciente. Aumentar o pico de kilovoltagem em conjunto com os filtros, reduz o índice de exposição ao paciente. Na maioria dos exames de fluoroscopia, é utilizada uma janela de 85 a 120 kVp para pacientes adultos, dependendo da área a estudar. A distância da fonte ao paciente não deve ser inferior a 30cm. Os factores de exposição numa criança devem ser cerca de 20% mais baixos.

Barreira de protecção primárias – o propósito de uma barreira primária de protecção é evitar o feixe de radiação primária. O feixe de radiação primário é constituído por fotões de raios-X emitidos em linha recta, entre os colimadores. Esta barreira primária é localizada perpendicularmente ao feixe. Barreiras de protecção secundárias – a radiação secundária consiste nos fotões que foram deflectidos do feixe primário. Uma barreira de protecção secundária protege contra radiação secundária. Uma parede ou barreira que nunca foi exposta a um feixe primário é uma barreira secundária.

Protecção durante o exame de fluoroscopia – para assegurar a protecção da radiação dispersa proveniente do paciente, toda a equipa deve estar o mais longe possível do paciente e só se deve aproximar quando necessário. Sempre que as mãos estão próximas do campo de radiação, devem ser usadas luvas de material plúmbeo. Deve também ser usada protecção para a tiróide, um avental de chumbo e óculos de protecção. (Sherer, Visconti, & Ritenour, 1998)

É sabido que hoje em dia a radiação tanto a ionizante, como a ultravioleta e como algumas outras é prejudicial, podendo causar efeitos a nível biológico. Como tal é necessário cada vez mais que todos os cidadãos se mantenham informados e consequentemente protegidos. É também nos hospitais que começa a protecção em relação à radiação X, dos profissionais aos doentes e de toda a comunidade hospitalar. É aqui que os Técnicos de Radiologia que lidam com a radiação X no seu dia-a-dia podem ter um papel interventivo fundamental. Como profissional de saúde o TR, no decorrer da sua formação adquire várias competências e conhecimentos no sentido da protecção Radiológica. Não como meio de protecção mas um meio de auto-defesa, pois são recebidos os dados obtidos pelo dosímetro, pode-se avaliar por aqui se as regras de protecção radiológica estão realmente a ser cumpridas.

Dosímetro pessoal – é utilizado para monitorizar a exposição à radiação a cada pessoa que é exposta regularmente à radiação ionizante. A monitorização à exposição é requerida quando as pessoas que trabalham com radiação estão em risco de receber 10% ou mais da dose efectiva anual de 50mSv num ano.

O objectivo da dosimetria pessoal é a monitorização da dose de radiação recebida pelo trabalhador durante a exposição ocupacional de rotina.

A dosimetria clínica é empregada no controle das doses derivadas de práticas médicas, requer materiais de tecido equivalente, de preferência, e de tamanho reduzido, para serem posicionados em fantasmas ou corpo humano, antes de expor o paciente à radiação durante o diagnóstico (radiologia). (CAMPOS, 1998)

Os dosímetros termoluminescentes podem ser utilizados sob formas físicas variadas dependendo do tipo de medida a que se destinam. As formas mais utilizadas são material particulado, material compactado, material prensado a quente (...). A instrumentação necessária para se observar a termoluminescência emitida por estes

materiais é, basicamente, muito simples. Constitui-se de um dispositivo para aquecer o dosímetro e uma fotomultiplicadora para captar a luz por ele emitida. (CAMPOS, 1998)

Nos últimos anos os dosímetros TL têm vindo a ser substituídos pelos filmes dosimétricos, principalmente na monitorização individual, uma vez que estes possuem algumas limitações tais como o desvanecimento da imagem, sensibilidade á humidade intervalo limitado de dose e de sensibilidade. (CAMPOS, 1998)

Segundo Bushong: “Os dosímetros não oferecem qualquer tipo de protecção radiológica, limitam-se a medir a quantidade de dose recebida.” (Bushong, 2003)

#### **Protecção a ter em conta na Radiologia de Intervenção:**

- Utilização de equipamento apropriado;
- Valores de mas deve ser mantido baixo, quanto possível, valores de KVp elevados, ou seja deve ser preocupação obter imagens clinicamente adequadas com um mínimo de dose;
- Colimação do feixe até ao menor campo praticável, de modo a reduzir a radiação dispersa e a exposição desnecessária do paciente;
- Ampola de raios X deve estar debaixo da mesa e tão afastada do paciente quanto possível pelo menos 45cm;
- Minimizar o tempo de exposição;
- Irradiar continuamente enquanto houver fenómenos dinâmicos a observar no monitor;
- Intensificador por cima do paciente e o mais próximo possível do mesmo;
- Não se devem colocar as mãos desprotegidas no feixe directamente;
- Se for possível, não usar grelha antidifusora;
- Quando possível usar o modo pulsado;
- Usar aventais de chumbo e restantes protecções físicas;

- Se possível alterar a inclinação do feixe de modo a limitar a velocidade de dose à entrada da pele;
- Verificar o alinhamento do tubo intensificador com a ampola de raios X e com o paciente antes de iniciar;
- Garantir que durante a exposição só se encontram na sala as pessoas necessárias;
- Manter uma distribuição apropriada da equipa em torno do paciente;
- Devem ser registadas as doses dos pacientes;
- Utilização de dispositivos de temporização, para indicar aos técnicos um tempo prefixado (ex: 5 minutos);
- Se o feixe é horizontal, ou próximo, o operador deve manter-se do lado do intensificador de imagem. Se o feixe é vertical ou próximo e se possível deve usar-se o tubo de raios X por baixo do paciente;
- A posição da equipa em relação ao feixe deve ser corrigida de modo a minimizar a dose, para isso é necessário estar informado das curvas de isodose.

(Lima, 2005)

# Capítulo II

## Metodologia

O estudo foi realizado primariamente durante 3 semanas, no Hospital Curry Cabral, na Sala de Angiografia da Unidade de Cirurgia Ambulatória, na qual se observou várias intervenções realizadas na sala em questão. Registou-se aquelas que mais se realizavam e aquelas com um maior nível de dose. Na mesma sala realizou-se posteriormente quatro medições de dose, para um procedimento único, de Angioplastia, recebidas pelo Médico Nefrologista.

Para realizar estes estudos utilizou-se dois métodos distintos: o método qualitativo e o método quantitativo.

### ***1.1 Caracterização da Sala de Angiografia***

Para caracterização da Sala de Angiografia utilizou-se o método qualitativo, mais propriamente a observação directa.

O método observacional directo, baseia-se na nossa presença na sala de Angiografia do Hospital Curry Cabral, onde se acompanhou os vários tipos de exames, preenchendo uma tabela previamente preparada, com os dados mais relevantes para o estudo.

A tabela abaixo, demonstra todos os elementos considerados importantes para a selecção do estudo realizado. Pode-se então verificar que foram recolhidos os seguintes dados para cada uma das intervenções em separado:

- Intervenção – é importante definir cada intervenção como única, atribuindo-lhe um nome específico;
- Número de profissionais – recolha do número de todos os elementos da equipa multidisciplinar presentes em cada intervenção;
- Equipamentos de protecção utilizados pelo pessoal da equipa – levantamento dos tipos de protecções utilizados por cada elemento. Este parâmetro auxilia a definir a preocupação individual para o perigo da radiação ionizante;

- Equipamento de protecção da sala – este parâmetro dá a conhecer os dispositivos fixos (da sala) que estão disponíveis para protecção da equipa na sala de Angiografia;
- Protecção Radiológica – Sim/Não, uma noção geral sobre a utilização da mesma;
- Quem utiliza protecção – registo dos elementos da equipa que utilizam protecção;
- Posicionamento relativamente à mesa e em relação à ampola – aqui pode definir-se o posicionamento de toda a equipa em relação à mesa de exame e à ampola, com este parâmetro conseguimos ter uma ideia geral do elemento da equipa mais exposto à radiação ionizante.
- Sexo do paciente e Idade – dados relativos ao paciente que permitem caracterizar a amostra recolhida (não nos foi possível ter acesso ao peso do paciente);
- Parâmetros de exposição (Kv e mA) – foram recolhidos os parâmetros de exposição para poder compará-los entre intervenções. Os Kv é a componente que controla a qualidade do feixe de Raios X, é o que define o contraste ou a escala de cinzentos. Quanto maior o Kv menor o contraste. O mA é o factor responsável pela corrente de tubo, controla também o enegrecimento ou a densidade da imagem final;
- AEC (Controlo Automático de Exposição) – Sim/Não, ferramenta passível de ser desactivada, por norma encontra-se activa. Quando é usado um dispositivo de controlo automático de exposição, em geral o técnico fixa os Kvp e os mAs são determinados indirectamente;
- DAP (Produto Dose Área) – é a técnica de medida mais utilizada em técnicas dinâmicas como a fluoroscopia, fornece informações sobre a superfície da pele irradiada, este é determinado automaticamente no final de cada intervenção;
- Recebe feixe directo/disperso – este dado é uma avaliação hipotética de quem recebe radiação;
- Região anatómica em contacto com o feixe – aqui é registada a região anatómica visível que entra em contacto com o feixe directo, podendo assim avaliar a região do corpo mais irradiada;

- Dose total utilizada na intervenção – este parâmetro é registado pelo equipamento, em  $mGycm^2$ , em DAP, este dado é utilizado para estudo comparativo de outras intervenções
- Tempo total da intervenção - este parâmetro é registado pelo equipamento, em minutos, indica o tempo total de escopia.

Todos estes dados são importantes fazer uma recolha de dados específica para

Equipa e a Protecção				
<b>Intervenção</b>				
<b>Número de Profissionais</b>	Médicos	Enfermeiros	Técnicos	Auxiliares
<b>Equipamentos de protecção utilizados pelo pessoal da equipa</b>				
<b>Equipamentos de protecção da sala</b>				
<b>Protecção radiológica</b>	Sim		Não	
<b>Quem utiliza protecção</b>	Médicos	Enfermeiros	Técnicos	Auxiliares
<b>Posicionamento relativamente à mesa</b>				
<b>Posicionamento relativamente à ampola</b>				
Paciente				
<b>Sexo</b>	<b>Idade</b>	<b>Peso</b>		
Caracterização do Feixe de raios X				
<b>Parâmetros</b>	Kv	mAs		
<b>AEC</b>	Sim	Não		
<b>DAP</b>	Sim	Não		
Profissionais relativamente ao feixe de raios X				
<b>Recebe feixe directo</b>	Médico	Enfermeiro	Técnico	Auxiliar
<b>Recebe feixe disperso</b>	Médico	Enfermeiro	Técnico	Auxiliar
<b>Regiões do corpo em contacto com o feixe</b>				
<b>Dose total utilizada na intervenção</b>				
<b>Tempo total da Intervenção</b>				

Fig. 14 Tabela utilizada para registo de dados

cada intervenção, para posterior avaliação e comparação, entre as mesmas intervenções.

## ***1.2 Medição de Dose na Equipa***

Numa segunda fase, realizou-se medições de dose tendo por base o método quantitativo.

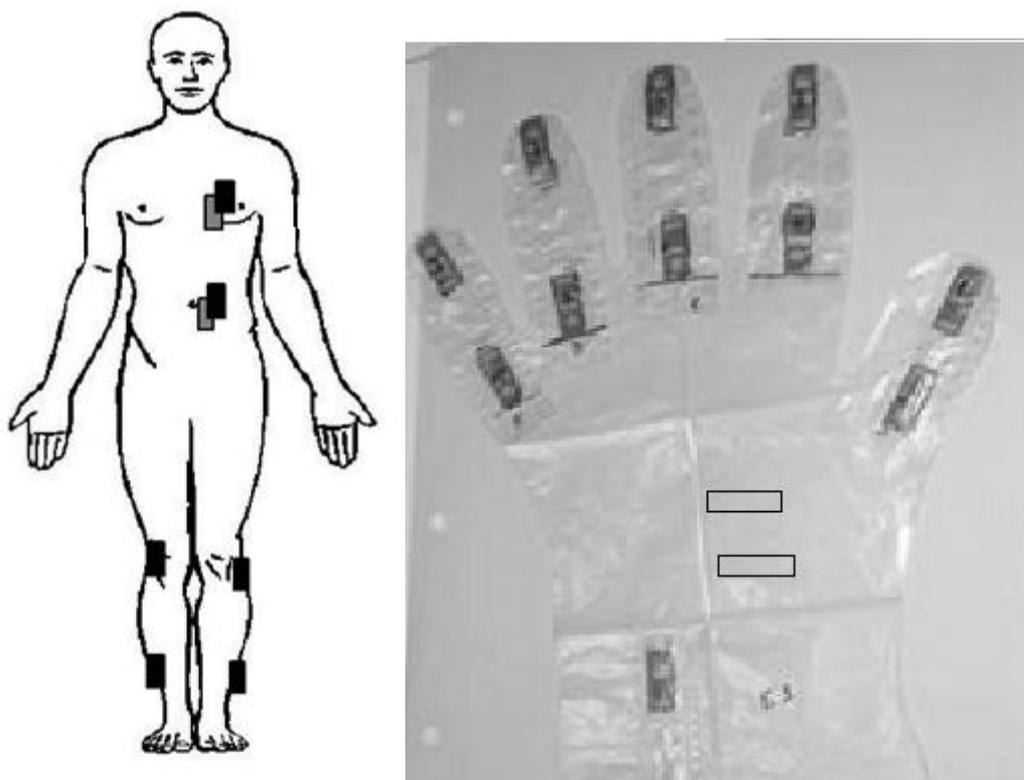
As medições de dose foram efectuadas com ajuda de técnicas científicas, que levaram a conclusões quantitativas, com recurso a instrumentos de análise estatística.

Este estudo só foi possível com a colaboração do Instituto Tecnológico e Nuclear, que forneceu os dosímetros necessários para a realização das medições.

Nas medições foram utilizados oito dosímetros de corpo inteiro e oito dosímetros para a mão direita pois o Médico em caso era dextro. Os dosímetros foram colocados antes do início de cada procedimento, nas seguintes regiões anatómicas: tórax por cima e por baixo do avental, abdómen igualmente por cima e por baixo do avental, em ambos os joelhos e em ambos os pés. Os dosímetros de mão foram colocados na primeira falange de todos os dedos, dois na palma da mão e um nas costas da mão.

Para as medições foi escolhida a equipa de Nefrologia e o procedimento de Angioplastia, pois após a observação de algumas intervenções pode-se concluir que é neste exame que o posicionamento do Médico intervencionista está directamente exposto ao feixe de radiação X.

Abaixo está representado o esquema indicativo da localização dos dosímetros durante a intervenção. É de salientar que só foram utilizados dosímetros nas primeiras falanges, e não como representa a figura, pois dificultava a mobilidade e sensibilidade dos dedos.



**Fig. 15** Esquema Representativo da localização dos dosímetros no corpo e mão, respectivamente.

# Capítulo III

## Resultados

## Resultados

A tabela abaixo representada demonstra a recolha de dados efectuada nas intervenções de CPRE.

Observação	Kv (Kv)	mAs (mA)	Dose total (mGycm <sup>2</sup> )	Tempo total (min)
<b>1</b>	86	5.7	33131	10
<b>2</b>	85	15.4	15000	5.7
<b>3</b>	86	6.2	111000	24.5
<b>4</b>	80	5.0	38575	12
<b>5</b>	82	5	39758	12.5
<b>6</b>	80	5.2	36920	11
<b>7</b>	86	11.3	69938	20.1
<b>Média</b>	83.6 Kv	7,7 mA	<b>49189 mGycm<sup>2</sup></b>	13,7 min
<b>Desvio Padrão</b>	2.8 Kv	4,1 mA	<b>31702 mGycm<sup>2</sup></b>	6,4 min

Fig. 16 Tabela de Dados CPRE

A tabela abaixo representada demonstra a recolha de dados realizada nas intervenções de Quimioembolização.

Observação	Kv (Kv)	mAs (mA)	Dose total (mGycm <sup>2</sup> )	Tempo total (min)
<b>1</b>	75	64.6	413327	10
<b>2</b>	75	70	434428	18
<b>3</b>	90	50	211808	9
<b>4</b>	75	50.9	200313	17
<b>5</b>	75	57.9	190792	15
<b>6</b>	103	4.8	308000	9.7
<b>7</b>	80	50.2	552561	4.9
<b>8</b>	75	55	180163	15.5
<b>9</b>	80	72.5	455928	18.5
<b>10</b>	69	60	138869	14
<b>Média</b>	79.7 Kv	53,6 mA	<b>308619 mGycm<sup>2</sup></b>	13,2 min
<b>Desvio Padrão</b>	9.9 Kv	18,9 mA	<b>144646 mGycm<sup>2</sup></b>	4,5 min

Fig. 17 Tabela de dados das Quimioembolizações

A tabela abaixo representada demonstra a recolha de dados realizada nas intervenções de Angioplastia.

Observação	Kv (Kv)	mAs (mA)	Dose total (mGycm <sup>2</sup> )	Tempo total (min)
1	80	4.5	42931	8
2	75	4	53287	10
3	72	24.3	51899	8.1
4	58	2.4	58993	0.1
5	65	24.6	61783	3.3
6	52	16.4	16202	0.2
7	65	62.7	45964	3.8
8	65	24	55251	7.3
9	52	17	45324	5.2
10	59	24.6	32160	7.6
11	53	16.6	33969	0.8
<b>Média</b>	63.3 Kv	20,1 mA	<b>45251 mGycm<sup>2</sup></b>	4,9 min
<b>Desvio Padrão</b>	9.5 Kv	16,6 mA	<b>13488 mGycm<sup>2</sup></b>	3,5 min

Fig. 18 Tabela de dados das intervenções de Angioplastia

Esta Tabela representa outras intervenções observadas, para as quais não foi efectuado estudo comparativo, pela sua ocorrência não ser tão frequente.

Observação	Kv (Kv)	mAs (mA)	Dose total (mGycm <sup>2</sup> )	Tempo total (min)
<b>1- Colocação cateter</b>	80	3,7	11014	4,8
<b>2- Emb. Portal</b>	75	55	94163	12
<b>3- Angio. c/ lipiodol</b>	70	50	299307	17
<b>4- CPT</b>	75	57,9	8620	2,9
<b>5- TIPS</b>	75	64,2	291049	27,1

Fig. 19 Tabela de dados de outras intervenções observadas

A tabela abaixo indica a comparação de valores das médias de dose e do desvio padrão das três intervenções observadas, e para as quais o estudo foi dirigido.

Tipo de Intervenção	Média da dose (mGycm <sup>2</sup> )	Desvio-padrão da dose (mGycm <sup>2</sup> )
CPRE	49189	31702
Quimioembolização	308619	144646
Angioplastia	45251	13488

Fig. 20 Tabela de dados da média e do desvio padrão das principais intervenções.

O Gráfico abaixo compara a média das três intervenções, incluindo as suas barras de erro.

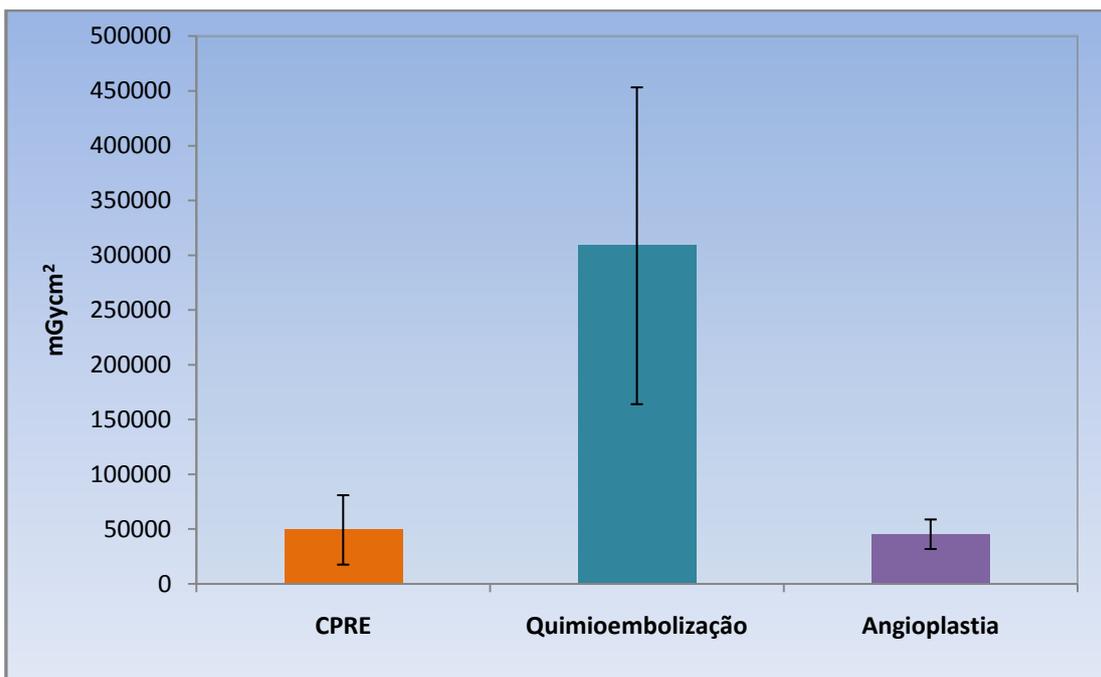
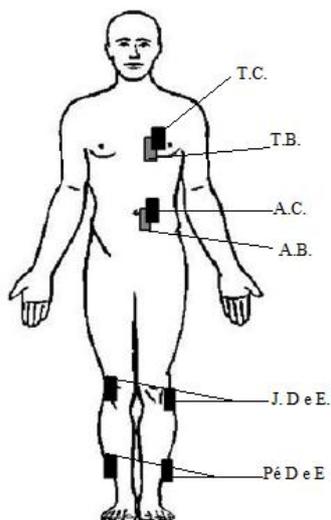


Fig. 21 Gráfico representativo da média das intervenções, barras de erro correspondentes ao desvio padrão.



	Ensaio 1	Ensaio 2	Ensaio 3	Ensaio 4
<b>Tórax Cima (TC)</b>	0,02 mSv	0,16 mSv	0,09 mSv	0,07 mSv
<b>Tórax Baixo (TB)</b>	Não usado	0,02 mSv	0,02 mSv	0,03 mSv
<b>Abdómen Cima (AC)</b>	0,03 mSv	0,13 mSv	0,11 mSv	0,06 mSv
<b>Abdómen Baixo (AB)</b>	Não usado	0,02 mSv	0,02 mSv	0,02 mSv
<b>Joelho Direito (JD)</b>	0,19 mSv	0,13 mSv	0,04 mSv	0,11 mSv
<b>Joelho Esquerdo (JE)</b>	0,17 mSv	0,32 mSv	0,07 mSv	0,04 mSv
<b>Pé Direito (Pé D)</b>	0,25 mSv	0,08 mSv	0,05 mSv	0,09 mSv
<b>Pé Esquerdo (Pé E)</b>	Não usado	Não usado	Não usado	Não usado
<b>Dose Total (mSv)</b>	0,66 mSv	0,86 mSv	0,8 mSv	0,42 mSv

Fig. 22 Figura e Tabela de registo de dosímetros e doses (4 ensaios) do estudo preliminar no Médico Nefrologista.

	Ensaio 1	Ensaio 2	Ensaio 3	Ensaio 4
Dose total (mSv)	0,9 mSv	1,39 mSv	0,72mSv	1,6 mSv

Fig. 23 Tabela representativa da dose recebida na mão do Médico durante os ensaios.

# Capítulo IV

## Discussão

Analisando o resultado do estudo observacional directo efectuado nas 28 intervenções, elaborámos tabelas e um gráfico que passamos a explicar.

Na tabela relativa à CPRE (fig. 12) é possível verificar que foram observadas sete intervenções, das quais os parâmetros de Kilovoltagem utilizados são muito semelhantes, enquanto que os de mA diferem bastante. Como temos registo de que foi sempre utilizado o controlo automático de exposição esta diferença de valores poderá estar relacionada com o morfotipo ou com o posicionamento (decúbito ventral) do paciente. Visto a equipa ser a mesma, as técnicas utilizadas não se alteram de forma significativa, logo este factor pode ser excluído. Observamos que as intervenções com mais tempo de duração foram as intervenções três e sete, e com mais dose de radiação, o que nem sempre acontece. Após a realização dos cálculos, podemos afirmar que a Média das doses das intervenções observadas é de 49189 mGycm<sup>2</sup> e o Desvio Padrão dos mesmos valores é de 31702 mGycm<sup>2</sup>. Estas medidas representam para nós um valor médio generalizado da dose utilizada nas intervenções de CPRE, e o valor correspondente à diferença entre o valor mais alto afastado da média e o valor mínimo afastado da média.

Relativamente à tabela da Quimioembolização (fig. 13) foram observados dez exames em que os valores dos parâmetros são mais variáveis. Também nestas intervenções foi utilizado o controlo automático de exposição. Esta variabilidade de valores pode dever-se a vários factores: o morfotipo do doente, a região anatómica seleccionada no equipamento, que nem sempre é a mais correcta, e a equipa não ser a mesma para todas as intervenções. Verifica-se também que nem sempre o valor de dose é proporcional ao tempo, é exemplo disso a observação 1 que regista um total de dose de 413327 mGycm<sup>2</sup> com um tempo de escopia de 10 minutos, comparativamente à observação 4 que regista um total de dose de 200313 mGycm<sup>2</sup> com um tempo total de escopia de 17 minutos. Esta desproporcionalidade de valores entre a dose e o tempo poderá estar associada à patologia, e às complicações que possam ocorrer durante a intervenção. Após calcular a Média e o Desvio Padrão afirmamos que estes valores de dose são 308619 mGycm<sup>2</sup> e 144646 mGycm<sup>2</sup>, respectivamente.

Em relação à tabela da Angioplastia (fig. 14), observámos 11 exames com valores de parâmetros muito distintos, sendo que as regiões anatómicas irradiadas variam bastante de espessura, o membro superior ou tórax. Podemos afirmar que foi

sempre utilizado o controlo automático de exposição. Nestas intervenções a relação dose/tempo varia com muita frequência, o exame é uma incógnita ao início, pois só após a visualização da patologia associada é possível compreender a sua complexidade. É de salientar um factor que poderá estar associado a esta variação, a equipa não foi sempre a mesma em todas as observações. Os valores de mA nestas intervenções baixam significativamente devido à região em estudo, ter menor espessura. A Média e o Desvio Padrão da dose total do exame foram calculados sendo  $45251 \text{ mGycm}^2$  e  $13488 \text{ mGycm}^2$ , respectivamente.

Durante a realização do estudo foram ainda observados outros procedimentos, únicos, (tabela 16) motivo pelo qual não foi possível a realização de um estudo comparativo. É de salientar que mais uma vez se verifica uma desproporcionalidade na relação dose/tempo, pois a observação 3 regista um valor de dose  $299307 \text{ mGycm}^2$  e um tempo total de escopia de 17 minutos enquanto que a observação 5 regista um valor de dose de  $291049 \text{ mGycm}^2$  e um tempo total de escopia de 27 minutos. Para esta tabela não faz sentido o cálculo da média e do desvio padrão pois as intervenções são todas diferentes.

Foi elaborado um gráfico de barras que permite uma visualização geral da média da dose total medida nas intervenções em estudo: CPRE (fig. 12), Quimioembolização (fig.13) e Angioplastia (fig.14), e as suas barras de erro correspondentes. A barra de erro corresponde no gráfico ao desvio-padrão, que demonstra a gama de valores acima da média e abaixo da média.

Analisando o gráfico verifica-se uma disparidade na barra que representa a Quimioembolização, pois este exame regista valores de dose muito elevados em relação às outras duas intervenções. Este facto poderia estar associado ao número de intervenções observadas comparativamente com as outras intervenções, mas os dados indicam exactamente o contrário, temos como exemplo a Angioplastia onde se registaram 11 observações (amostra em maioria) e o total de dose é inferior. Contrariamente na CPRE fizemos sete observações e o total de dose registada foi mais elevada que na Angioplastia.

Apesar de não acharmos pertinente para o nosso estudo, devemos referir que na recolha de dados verificamos uma maioria de pacientes do sexo masculino a efectuar exame, com idades compreendidas entre 55 a 75 anos.

De acordo com o gráfico elaborado a intervenção que envolveria mais dose seria a quimioembolização. No entanto decidimos realizar um estudo da dose recebida pelo médico em determinadas regiões anatómica na Angioplastia. Seleccionámos o exame de Angioplastia pois no decorrer das observações verificámos, que neste exame o posicionamento do Médico é de maior risco. Este encontra-se paralelamente à mesa de exame, e à ampola de Raios X, as suas mãos encontram-se por baixo do intensificador de imagem, estando em contacto directo com o feixe primário. Por vezes dependendo do local a estudar, as barreiras físicas da sala são limitadas (cortina de Pb da mesa e biombo de vidro plúmbeo móvel) e não conseguem proteger o profissional de saúde.

Realizaram-se quatro medições preliminares para verificar se o Profissional de Saúde, neste caso o Médico Nefrologista em procedimentos de Angioplastia, recebia radiação em regiões anatómicas por nós seleccionadas. Esta selecção foi feita com base no posicionamento do Profissional no decorrer da intervenção.

O Instituto Tecnológico e Nuclear (ITN) disponibilizou para estas medições 68 dosímetros no total, 32 de corpo e 32 para a mão, os restantes 4 são dosímetros de trânsito. Estes últimos asseguram a viabilidade da leitura dos dados, pois acompanham os dosímetros restantes, sem no entanto serem utilizados no estudo, caso haja leitura de dose o registo dos restantes não é totalmente verdadeiro.

A figura 18, representa então a tabela que elaborámos para o registo das doses obtidas nos dosímetros, do estudo preliminar de 4 ensaios. Onde registámos para cada região do corpo a leitura dada pelo dosímetro correspondente.

Analisando os resultados obtidos verificamos que todos os dosímetros colocados por baixo da protecção de chumbo (Tórax e Abd), registaram valor de dose considerado nulo (0,02 mSv).

É de salientar que em todos os ensaios o médico Nefrologista cedeu o seu lugar ao médico Interno, logo não estava exposto ao feixe directo.

No ensaio 1 pode-se concluir que a dose recebida pelo médico é mais elevada em ambos os joelhos (0,19 ; 0,17 mSv ), com destaque da dose recebida no pé direito (0,25 mSv). Estas doses elevadas podem estar associadas ao posicionamento do médico durante a intervenção. A dose total registada neste ensaio foi de 0,66 mSv. Nos dosímetros de extremidades (mão) a dose total registada foi de 0,9 mSv.

No ensaio 2 observamos na tabela uma dose bastante díspar correspondente ao joelho esquerdo, e mais uma vez verifica-se que a protecção utilizada é segura, pois os dosímetros não registam dose significativa. A dose total obtida nesta intervenção foi de 0,86 mSv. Nos dosímetros de extremidades (mão) a dose total registada foi de 1,39 mSv.

No ensaio 3 a região anatómica que regista mais dose é o abdómen (dosímetro colocado no por cima do avental). Este facto pode dever-se ao posicionamento do médico, relativamente à mesa. A dose total nesta intervenção foi de 0,8mSv. Nos dosímetros de extremidades (mão) a dose total registada foi de 0,72 mSv.

No ensaio 4 comparativamente com o ensaio 2 e 3 verifica-se que este regista menos dose total (0,42 mSv). Quando comparado com o ensaio 1 em que foram utilizados menos dosímetros, o registo de dose continua a ser inferior. A região anatomia que registou um valor mais elevado foi o Joelho direito (0,11 mSv). Nos dosímetros de extremidades (mão) a dose total registada foi de 1,6 mSv.

Analisando os 4 ensaios verifica-se que a dose total não varia muito entre cada intervenção. Os parâmetros de exposição, o tempo de escopia, o posicionamento do médico durante a intervenção são factores que afectam directamente a dose recebida pelo profissional.

A leitura dos dosímetros foi efectuada no ITN, com o auxílio do Mestre Miguel Pereira onde participámos activamente no processo de abertura, tratamento e leitura dos dosímetros. O tempo de leitura para cada dosímetro é de aproximadamente 1 minuto.

# Capítulo V

## Conclusão

De acordo com os objectivos traçados neste estudo, os resultados obtidos vão de encontro às expectativas esperadas.

Utilizando o método observacional, conseguimos caracterizar a sala de angiografia: a protecção utilizada pelos elementos da equipa multidisciplinar, posicionamento e número de profissionais na sala, protecção radiológica existente na sala, mais especificamente as intervenções aqui realizadas com recolha dos parâmetros de exposição( kv, mA, dose e tempo total de escopia) para cada intervenção, assim como recolha dos dados do doente (sexo, Idade).

A partir desta recolha de dados conseguimos responder aos nossos objectivos específicos.

Verificámos que a intervenção com maior nível de dose para o paciente é a quimioembolização, no entanto em comparação com outras intervenções analisadas esta é aquela em que os profissionais não se encontram tão expostos ao feixe directo de radiação X.

Foi também possível durante as observações analisar o comportamento da equipa face a radiação X. Podemos afirmar com agrado que todas as equipas que observámos cumpriam com rigor as normas de protecção radiológica, visto a sala ter ao dispor dos profissionais um grande número de dispositivos de protecção.

Todos os elementos utilizavam correctamente os aventais, colares da tiróide, e dosímetro de corpo, os médicos intervencionistas pelo facto de estarem mais junto ao feixe utilizavam também óculos e os dispositivos de protecção fixos da sala. De referir que só os médicos nefrologistas utilizavam dosímetro de anel, pois na maioria das vezes as suas mãos estão em contacto com o feixe directo de radiação.

Assim sendo podemos afirmar que na sala de angiografia do HCC Técnicos Enfermeiros e Médicos estão alertados e informados sobre os perigos da radiação, utilizando boas práticas em todas as intervenções observadas, localizando-se em locais estratégicos sempre que se realiza escopia.

Uma das alíneas do nosso objectivo geral era a medição do produto de dose área de radiação recebida pelos médicos intervencionistas de nefrologia, no Hospital Curry Cabral.

Este objectivo, não foi cumprido na íntegra, pois, devido à falta de tempo e à incerteza de resultados, conseguimos somente realizar um estudo preliminar, cujo objectivo era meramente verificar se o médico intervencionista registava dose nos dosímetros utilizados durante cada intervenção.

Após a leitura e análise dos dosímetros e apesar do médico intervencionista não receber o feixe directo, os dosímetros captaram radiação. Mas as medições que realizamos ainda não são conclusivas, visto a amostra ser muito reduzida.

Depois dos resultados obtidos dos 4 ensaios efectuados, consideramos então que o estudo é viável e passível de ser continuado.

*“A Investigação implica um processo contínuo de pesquisa e o seu valor é julgado pelo que se tiver conseguido em termos de compreensão, bem como das alterações desejáveis da nossa forma de agir”*

*Brown e McIntyre 1981*

## Bibliografia

- 📖 Gaivão, F. *Imagiologia Clínica- Principios e Técnicas*. Coimbra- Serviço de Imagiologiadados HUC.
- 📖 Gurley, L. T., & Callaway, W. J. (1992). *Introducion tu Radiologie Technoogy*. U.S.A.: Mosby IcarBook.
- 📖 Lima, J. P. (2005). *Tecnicas de Diagnóstico com raios X*. Coimbra: impressa da universidade de coimbra.
- 📖 Pina, J. E. (2004). *Anatomia Humana dos Orgãos*. Lisboa: Lidel.
- 📖 Pisco, J., & Sousa, L. (1999). *Noções Fundamentais de Imagiologia*. Lisboa: Lidel.
- 📖 Portugueses, A. d. (2006). *Enfermagem Perioperatória*. Loures: Lusodidacta.
- 📖 Sherer, M., Viscontini, P., & Ritenour, E. (1998). *Radiation Protection in Medical Radiography*. St.Louis: Mosby Company.
- 📖 ARIAS, César; (1967) "*organizacion, desarrollo, garantia de calidad y radioproteccion em los servicios de radiologia: imagiologia y adioterapia*"; FACR Washington DC; Cari Borrás;
- 📖 <http://radiologiafasp.blogspot.com/>
- 📖 ANDREAS I. Stratis, P. L. (2009). Patient Dose in Cardiac Radiology. *Hellenic Journal of Cardiology* .
- 📖 BONTRAGER, K. L. (2005). *Tratado de Posicionamento Radiográfico e Anatomia Associada*. Rio de Janeiro: Elsevier.
- 📖 CAMPOS, L. L. (1998). *Termoluminescência de Materiais e sua aplicação em dosimetria da radiação*. cerâmica.
- 📖 Freire, L. (06/07). *Apontamentos de Protecção e segurança Radiologica*. Barcarena: Universidade Atlântica.
- 📖 Freire, L. (2008). *Apontamentos de Protecção Radiológica* .
- 📖 Kessel, D., & Robertson, I. (2000). *Intervencional Radiology*. London: Churchill Livingstone.
- 📖 Martin, C., & Sutton, D. (2002). *Practical Radiation Protection*. Oxford: Oxford University Press.

- 📖 Tortorici, M. R. (1982). *Fundamentals of Angiography*. St. Louis, Missouri: Mosby Company.
- 📖 Veiga-Pires, J., & Grainger, R. G. (1982). *Pioneers in Angiography*. Lancaster, England: MTP press limited.
- 📖 WHITEHOUSE, G. &. (1996). *Techique Diagnostic Imaging 3.<sup>a</sup>*. Oxford: Blackwell Science.
- 📖 Whitley, A. S., Alsop, C. W., & Moore, A. D. (1999). *Special Procedures in Diagnostic Imaging*. Butterworth Heinemann.

# Anexos