



**INSTITUTO POLITÉCNICO DE LISBOA**

**ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA DA SAÚDE DE LISBOA**

**“Relatório de Estágio de Natureza Profissional  
em PET/CT: *Clinical Imaging Sciences Centre,  
Sussex*”**

Raquel Inês Peniche Maria

**Relatório orientado por:**

Head of Radiography Janice Bush, CISC – Universidade de Sussex

Mestre Filipa Lucena, ESTeSL

Professora Doutora Lina Vieira, ESTeSL

**Mestrado em Medicina Nuclear**

Área de Especialização: Tomografia por Emissão de Positrões

*Lisboa, Abril 2013*

**INSTITUTO POLITÉCNICO DE LISBOA**  
**ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA DA SAÚDE DE LISBOA**

**“Relatório de Estágio de Natureza Profissional  
em PET/CT: Clinical Imaging Sciences Centre,  
Sussex”**

Raquel Inês Peniche Maria

**Relatório orientado por:**

Chefe de Serviço Janice Bush, CISC – Universidade de Sussex

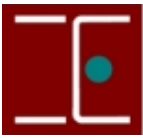
Mestre Filipa Lucena, ESTeSL

Professora Doutora Lina Vieira, ESTeSL

**Mestrado em Medicina Nuclear**

Área de Especialização: Tomografia por Emissão de Positrões

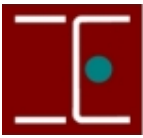
*Lisboa, Abril de 2013*



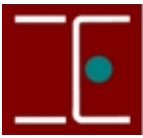
## Índice Geral

---

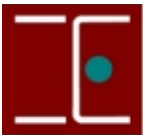
Índice de Figuras.....	v
Índice de Tabelas.....	vi
Lista de Abreviaturas.....	vii
Agradecimentos.....	viii
Resumo.....	ix
Abstract.....	x
Capítulo I.....	1
1. Introdução.....	1
2. Objetivos.....	2
2.1 Objetivos Gerais.....	2
2.2 Objetivos Específicos.....	2
3. Pertinência do Estágio.....	3
4. Organização do Relatório.....	3
Capítulo II.....	5
1. Clinical Imaging Sciences Centre (CISC), Sussex.....	5
1.1 Responsabilidades e Pessoal.....	5
1.1.1 A Entidade Patronal - A Universidade de Sussex.....	5
1.1.2 O Assessor de Proteção Radiológica (RPA).....	6
1.1.3 O Médico Designado.....	6
1.1.4 Chefe da Radiologia.....	7
1.1.5 Supervisor de Proteção Radiológica (RPS).....	7
1.2 Classificação de Áreas.....	7
1.2.1 Áreas Controladas.....	7
1.2.2 Áreas Supervisionadas.....	8
1.2.3 Identificação e descrição das áreas.....	8
1.3 Método de trabalho para todas as Áreas Controladas (e Supervisionadas).....	10
1.3.1 Geral.....	10
1.3.2 Proteção de outros indivíduos.....	11
1.4 Instruções adicionais.....	11



1.4.1	Manuseamento de fontes radioativas.....	11
1.4.2	Após cada sessão com fontes não seladas.....	11
1.4.3	Áreas controladas temporárias.....	12
1.5	Procedimentos Operacionais.....	12
1.5.1	Protocolos Operacionais.....	12
1.5.2	Movimentação de fontes dentro do CISC.....	12
1.6	Derrames e Contaminações.....	12
1.6.1	Geral.....	12
1.6.2	Descontaminação Pessoal.....	13
1.7	Equipamento de Proteção.....	13
1.7.1	Equipamento de Proteção Pessoal (PPE) .....	13
1.7.2	Outro equipamento de proteção.....	14
1.8	Resíduos radioativos.....	14
1.8.1	Resíduos Sólidos.....	14
1.8.2	Resíduos Líquidos.....	14
1.9	Incidentes com Radiação e Notificações.....	14
1.10	Monitorização de Radiação e Registos.....	15
1.10.1	Monitorização Pessoal.....	15
1.10.2	Registos e Investigações.....	15
1.10.3	Monitorização de Contaminações.....	17
	Capítulo III.....	18
1.	Fundamentos de PET/CT.....	18
1.1	Tomografia por Emissão de Positrões (PET).....	18
1.2	Tomografia Computorizada (CT).....	19
1.3	<sup>18</sup> F-DG.....	19
1.4	SUV – Standard Uptake Value.....	20
1.5	Indicações.....	22
	Capítulo IV.....	24
1.	Entrevista ao doente antes da realização do PET/CT.....	24
1.1	O que fazer se o doente tiver comido.....	24
1.2	O doente realizou quimioterapia nas últimas duas semanas?.....	24
1.3	O doente realizou radioterapia nos últimos dois meses?.....	24



1.4 O doente realizou alguma biópsia?.....	25
1.5 O doente realizou alguma cirurgia?.....	25
1.6 O doente é diabético ou tem elevados níveis de glucose?.....	25
1.7 O doente encontra-se a fazer medicação?.....	26
1.8 O doente apresenta alguns sintomas?.....	26
1.9 Existe a possibilidade de gravidez?.....	26
2. Materiais Utilizados durante a entrevista ao doente.....	26
3. Protocolos de PET/CT do CISC.....	27
3.1 Protocolo 18F-DG PET/CT Corpo Inteiro.....	29
3.2 Protocolo 18F-DG PET/CT Corpo Total.....	30
3.3 Protocolo 18F-DG PET/CT Cérebro.....	32
3.4 Protocolo 18F-DG PET/CT Cabeça e Pescoço.....	33
4. Análise comparativa dos protocolos utilizados no CISC relativamente à literatura.....	35
5. Número de protocolos realizados durante o período de estágio.....	39
Capítulo V.....	40
1. Controlo de Qualidade (CQ) Diário.....	40
1.1 Verificação da Qualidade Diária do PET: Abordagem Siemens.....	40
1.1.1 Controlo de Qualidade do PET/CT.....	41
1.2 Controlo de Qualidade da Câmara de Ionização.....	43
Capítulo VI.....	45
1. Proteção e Segurança Radiológica.....	45
1.1 Proteção e Segurança Radiológica no CISC.....	47
1.2 Comparação entre realidade Inglesa e Portuguesa no campo da Proteção e Segurança Radiológica.....	49
Capítulo VII.....	51
1. Prática Clínica Avançada em Inglaterra.....	51
Capítulo VIII.....	52
1. Avaliação Geral do Estágio.....	52
Capítulo IX.....	53
1. Conclusão.....	53
Referências Bibliográficas.....	54
Anexo 1 - Planta do CISC.....	55
Anexo 2 - Funcionários nomeados e outros profissionais do departamento.....	56
Apêndice 1 - Organograma.....	57
Apêndice 2 - Cronograma.....	58



## Índice de Figuras

---

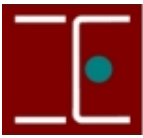
- Figura 3.1** Esquema de aniquilação do positrão com um eletrão.....18
- Figura 3.2** A  $^{18}\text{F}$ -DG compete, assim, com a glucose endógena pela incorporação a nível celular. Uma vez no interior da célula é fosforilada a  $^{18}\text{F}$ -DG-6-fosfato, que não segue a via glicolítica, dado ser um composto polar, ficando retida na célula.....20
- Figura 4.1** Casos representativos ( 2 cortes coronais) da distribuição média de  $^{18}\text{F}$ -DG para diferentes pacientes sujeitos a diferentes protocolos de hidratação: grupo A (A) sujeitos a ingestão oral de 500 mL de água após a administração do RF e de forma livre; grupo B (B) sujeitos à infusão parentérica de 500 mL de solução salina 5 minutos após a administração do RF; grupo C (C) sujeitos à ingestão oral de 500 mL de água de uma só vez e antes da administração do RF; grupo D (D) sujeitos à infusão parentérica de 250 mL de solução salina 30 minutos após a administração do RF.....37
- Figura 4.2** Gráfico circular representativo da percentagem dos diferentes protocolos PET/CT realizados durante o período de estágio.....39
- Figura 5.1** Visualização do Sinograma apresentado no *Quality Check* diário do PET/CT. O sinograma é uma figura bidimensional, na qual representa-se no eixo horizontal o local de detecção dos fotões e na vertical a posição angular do detetor.....42
- Figura 5.2** Relatório de Qualidade do Sistema.....43



## Índice de Tabelas

---

<b>Tabela 2.1</b> Designação de áreas durante a utilização do PET/CT.....	9
<b>Tabela 2.2</b> Limites de dose no Reino Unido para pessoas profissionalmente expostas (18 anos e acima) Tabela adaptada de Health and Safety Executive-Approved Code of Practice and Guidance 2011. <sup>2</sup> .....	16
<b>Tabela 2.3</b> Limites de dose especiais no Reino Unido. Tabela adaptada de Health and Safety Executive-Approved Code of Practice and Guidance 2011. <sup>2</sup> .....	16
<b>Tabela 2.4</b> Limites de dose do Reino Unido para pessoas do público(18 anos e acima). Tabela adaptada de Health and Safety Executive-Approved Code of Practice and Guidance 2011. <sup>2</sup> .....	16
<b>Tabela 2.5</b> Limites de dose do Reino Unido para pessoas do público(menores de 18 anos). Tabela adaptada de Health and Safety Executive-Approved Code of Practice and Guidance 2011. <sup>2</sup> .....	17
<b>Tabela 4.1</b> Protocolo de Aquisição do PET/CT de Corpo Inteiro.....	29
<b>Tabela 4.2</b> Protocolo de aquisição do PET/CT de Corpo Total.....	30
<b>Tabela 4.3</b> Protocolo de aquisição do PET/CT do Cérebro.....	32
<b>Tabela 4.4</b> Protocolo de aquisição do PET/CT da Cabeça e Pescoço.....	34
<b>Tabela 4.5</b> Número de Protocolos PET/CT realizados durante o Estágio.....	39
<b>Tabela 5.1</b> Características de desempenho do sistema <i>Siemens PET/CT Biograph mCT</i> , descritos no manual de funcionamento do mesmo.....	41



## Lista de Abreviaturas

---

ALARA – *As Low As Reasonably Achievable*

ARSAC - *Administration of Radioactive Substances Advisory Committee*

BSMS – *Brighton and Sussex Medical School*

CA – *Correção de Atenuação*

CISC – *Clinical Imaging Sciences Centre*

CRIS - *Clinical Research Information System*

CT - *Computed Tomography*

EANM – *European Association of Nuclear Medicine*

ECF – *Efficiency Calibration Factor*

EPD – *Electronic Personal Dosimeter*

FDG - *Fluorodeoxiglucose*

HSE – *Health and Safety Executive*

IRMER - *The Ionising Radiation (Medical Exposure) Regulations*

IRR - *The Ionising Radiations Regulations*

eV - *Eletrão-Volt*

MPE - *Medical Physics Expert*

NHS - *National Health Service*

PACS - *Picture Archiving and Communication System*

PET - *Positron Emission Tomography*

PPE - *Personal Protective Equipment*

RM – *Ressonância Magnética*

RF- *Radiofármaco*

RPA - *Radiation Protection Adviser*

RPS - *Radiation Protection Supervisor*

SOP – *Standard Operating Procedures*

SUV- *Standard Uptake Value*

TLD - *Thermo-Luminescent Dosimeter*

UH – *Unidades de Hounsfeld*

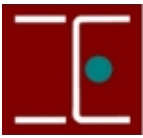


## Agradecimentos

Agradeço a toda a equipa do *Clinical Imaging Sciences Centre*, em especial à Katherine Day, Janice Bush e ao James Hunter, que orientaram todo o decorrer do meu estágio e partilharam toda a sua experiência para que novos conceitos, técnicas e conhecimentos que não se encontram descritos na literatura pudessem ser aprendidos. Agradeço também por me terem feito sentir como parte da equipa e como um membro fundamental da mesma, permitindo que trabalhasse de forma completamente independente durante todo o estágio, depositando assim uma grande confiança nas minhas capacidades enquanto técnica.

Agradeço também aos médicos do serviço, que me deram a oportunidade de trabalhar com eles e de participar na realização dos relatórios clínicos dos exames PET/CT efetuados no departamento.

Por fim, mas não por último, quero agradecer à minha maravilhosa família, e sobretudo à minha adorada mãe, que sempre me motivou e apoiou ao longo do meu percurso académico e profissional e que tornou possível a minha ida para Brighton.



## Resumo

A Tomografia por Emissão de Positrões (PET, do acrónimo em inglês, *Positron Emission Tomography*) mede quantitativamente a biodistribuição de radiotraçadores emissores de positrões *in vivo*. Sendo uma técnica de imagem quantitativa, esta requer procedimentos de controlo e garantia da qualidade para assegurar que são adquiridas imagens de elevado nível de qualidade e que estas imagens sejam aceitáveis e interpretáveis por qualquer especialista em qualquer hospital.<sup>3</sup>

A realização de um estágio de cariz profissional na área de especialização de Tomografia por Emissão de Positrões é de grande importância para aquisição de novas competências e conhecimentos técnicos que são relevantes para a minha formação enquanto Técnica de Medicina Nuclear. A formação na área da radiação médica e as experiências adquiridas neste terreno desenvolveram o gosto pelo trabalho em equipa e pelo domínio das tecnologias.

Os principais objetivos propostos são o aprofundar de competências de PET/CT com <sup>18</sup>F-DG; adquirir novas competências no âmbito da prática clínica Avançada em PET/CT; familiarização com a legislação Inglesa no âmbito da Proteção e Segurança Radiológica em departamentos de PET/CT e, por fim, a elaboração e apresentação de casos clínicos.

O conhecimento de novas realidades sociais, culturais e profissionais, o ritmo de trabalho e, sobretudo, enfrentar novos desafios são as motivações para a realização de um estágio. Acredito que este me tenha feito crescer a nível profissional, tendo sido uma oportunidade única para desenvolver conhecimentos já anteriormente adquiridos e também novas competências.

Palavras-Chave: PET/CT, Protocolos, Proteção e Segurança Radiológica.



## Abstract

Positron Emission Tomography (PET) quantitatively measures the biodistribution of positron emitting radiotracers in vivo. PET is a *quantitative* imaging technique and therefore requires a common quality control/quality assurance procedure to ensure that optimal images are acquired for our patients and that these images would be acceptable and interpretable by any clinician in any other hospital.<sup>3</sup>

The performance of a professional internship in the specialization area of Positron Emission Tomography is of a great importance in order to acquire new skills and experiences that are relevant to my training as a Nuclear Medicine technologist. The training in medical radiation and all the experiences obtained in this area have developed my taste for teamwork and the technology field.

The main proposed goals are to further develop the skills on PET/CT with  $^{18}\text{F}$ -DG; acquire new skills in the field of Advanced Clinical Practice in PET/CT; familiarize myself with the English law on the Radiological Protection and Safety in departments of PET/CT and, finally, the preparation and presentation of clinical cases.

The knowledge of new social, cultural and professional environments, the pace of work and, above all, the new challenges, were the motivations that made me choose an internship in this area. I believe that this experience made me grow professionally and it was a unique opportunity to develop knowledge previously acquired and new skills too.

Keywords: PET/CT, protocols, Radiological Safety and Protection



### 1. Introdução

O presente relatório integra-se no âmbito da unidade curricular de Estágio II do primeiro semestre do segundo ano do Mestrado em Medicina Nuclear, 1ª Edição, na área de especialização de Tomografia por Emissão de Positrões, realizado na Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa.

Neste âmbito, e de acordo com o percurso académico/profissional da candidata justifica-se a realização de um estágio de natureza profissional, que permita o aprofundamento das competências já adquiridas em ambiente escolar e clínico, assim como a aquisição de novas competências no âmbito da área de especialização. Desta forma promove-se um conhecimento teórico e prático integrado e atualizado, que permite uma resposta adequada e eficaz aos novos desafios que a Medicina Nuclear enfrenta na atualidade.

O Estágio decorreu de 23 de Abril a 27 de Julho de 2012 no serviço de Tomografia por Emissão de Positrões/ Tomografia Computarizada (PET/CT, do acrónimo em inglês *Positron Emission Tomography/ Computed Tomography*) do *Clinical Imaging Sciences Centre* (CISC) localizado no Campus da Universidade de Sussex, em Brighton, Inglaterra no âmbito do programa Erasmus – *Student Mobility for Placements*. Os monitores responsáveis pelo estágio em PET/CT foram a *Head of Radiography* Janice Bush (*Radiologist*), que amavelmente tornou a realização deste estágio possível, e o especialista em Medicina Nuclear e PET/CT James Hunter. Os objetivos propostos para a realização deste estágio foram:

- Aprofundar competências no âmbito de PET/CT com  $^{18}\text{F}$ -DG (incluindo a preparação do doente, administração do radiofármaco, aquisição de imagens, processamento e análise das mesmas);
- Adquirir novas competências no âmbito da prática clínica Avançada em PET/CT com  $^{18}\text{F}$ -DG, através da realização de relatórios de exames PET/CT com a orientação do médico responsável;
- Adquirir novas competências no âmbito da Proteção e Segurança Radiológica em PET/CT através do estudo da legislação Inglesa e das regras locais do departamento, bem como da aplicação das mesmas na prática diária;
- Elaboração e apresentação de casos clínicos.

Este estágio apresenta uma grande componente prática, que permite um maior



confronto com o ambiente clínico e tecnológico e todos os seus aspetos inerentes. Desta forma, é possível aperfeiçoar não só a capacidade para aplicar os conhecimentos adquiridos *à priori* no decorrer do Mestrado em Medicina Nuclear e no âmbito da Proteção e Segurança Radiológica, bem como desenvolver a capacidade de improvisação perante determinadas situações, de relacionamento com os doentes e de relacionamento com os restantes profissionais do serviço.

O conhecimento de novas realidades sociais, culturais e profissionais, o ritmo de trabalho e, sobretudo, enfrentar novos desafios foram as motivações para realizar um estágio de cariz profissional.

## **2. Objetivos**

### **2.1 Objetivos Gerais**

1. Aprofundar competências ao nível das práticas em PET/CT;
2. Adquirir competências no âmbito de novos procedimentos, protocolos e exames;
3. Divulgar algumas das realidades da prática da Medicina Nuclear em Portugal;
4. Organizar o tempo disponível de forma a programar, executar e avaliar eficaz e eficientemente o trabalho;
5. Contribuir para o bem-estar da equipa de trabalho em que se é integrado, assim como para a rentabilidade efetiva do trabalho;
6. Conhecer novas realidades e contextos sociais.

### **2.2 Objetivos Específicos**

1. Realizar exames de PET/CT com  $^{18}\text{F}$ -DG (preparar o doente, administrar o radiofármaco (RF), adquirir, processar e analisar as imagens);
2. Desenvolver e apresentar casos clínicos em PET/CT;
3. Comparar a realidade Inglesa com a Portuguesa no campo da Proteção e Segurança Radiológica (instalações, pacientes e profissionais);
4. Realizar uma apresentação PowerPoint na área de PET/RM;
5. Desenvolver atividades de relação com o meio hospitalar e de relação sócio-profissional.



### **3. Pertinência do Estágio**

O estágio de natureza profissional é um processo de aprendizagem indispensável a um profissional que deseja estar preparado para enfrentar os desafios de uma profissão tão exigente como aquela que é a de um técnico de Medicina Nuclear.

Está no estágio a oportunidade de assimilar a teoria e a prática, aprender as peculiaridades e dificuldades da profissão e conhecer a realidade do dia a dia de um técnico de Medicina Nuclear.

À medida que o aluno estagiário tem contacto com as tarefas que o estágio lhe proporciona, começa então a assimilar tudo aquilo que tem aprendido.

As aulas ensinam conceitos e teorias que são necessárias aos futuros profissionais e a vivência do trabalho permite assimilar vários elementos, que foram ensinados teoricamente. Torna-se possível identificar deficiências e falhas, onde o estágio é o momento mais apropriado para extrair benefícios dos erros.

Sendo a área de especialização escolhida neste Mestrado a área de PET, foi com esse intuito que se procurou uma instituição especializada nessa mesma área que acolhesse o aluno estagiário e lhe desse uma oportunidade de aplicar os conhecimentos teóricos à prática adquiridos ao longo no decorrer do Mestrado.

A formação na área da radiação médica e as experiências adquiridas neste terreno desenvolveram o gosto pelo trabalho em equipa e pelo domínio das tecnologias. O conhecimento de novas realidades sociais, culturais e profissionais, o ritmo de trabalho e, sobretudo, enfrentar novos desafios foram as motivações para a realização de um estágio de natureza profissional em Inglaterra.

### **4. Organização do Relatório**

Este relatório encontra-se organizado em nove capítulos. No primeiro e presente capítulo, a Introdução, procura-se justificar a pertinência do estágio, enunciam-se os objetivos que dirigiram todo processo de aprendizagem durante o mesmo e apresenta-se a pertinência da realização da mobilidade Erasmus bem como a estrutura do relatório.

No capítulo dois introduz-se o local de estágio, fazendo referência às instalações físicas e aos requisitos técnicos inerentes à sua construção, bem como aos diferentes



profissionais presentes no departamento e as suas respetivas responsabilidades. Neste mesmo capítulo abordam-se também alguns dos principais protocolos operacionais do serviço.

No capítulo três dá-se particular relevância à técnica de imagem PET/CT. No capítulo quatro destacam-se os protocolos de PET/CT colocados em prática no local de estágio, dando-se particular ênfase aos conhecimentos e competências aprofundados neste âmbito.

No capítulo cinco encontram-se referidas as metodologias utilizadas no controlo da qualidade do sistema de PET/CT utilizado.

No capítulo seis faz-se referência aos métodos de Proteção e Segurança Radiológica gerais bem como aos métodos de Proteção e Segurança Radiológica utilizados do departamento.

O capítulo sete refere-se à Prática Clínica Avançada no âmbito de PET/CT sendo também discutida a sua aplicação e pertinência.

No capítulo oito faz-se uma avaliação geral do estágio e, por fim, no capítulo nove tecem-se considerações finais bem como algumas críticas ao estágio realizado.



### **1. Clinical Imaging Sciences Centre (CISC), Sussex**

O *Clinical Imaging Sciences Centre (CISC)*, inaugurado em Agosto de 2007, localiza-se no centro do campus da Universidade de Sussex, em Brighton, Inglaterra, e foi construído com um propósito interdisciplinar de pesquisa imagiológica e com facilidade de ensino, reunindo uma equipa dinâmica de investigadores. A criação deste centro resultou dos interesses e necessidades comuns à Escola de Medicina de Brighton e Sussex e a Faculdade de Psicologia e escola de Ciências da Vida da Universidade de Sussex.

O CISC é também conhecido por oferecer elevada qualidade de serviços de diagnóstico por imagem nas áreas da Tomografia por Emissão de Positrões/Tomografia Computorizada (PET/CT) e Ressonância Magnética (RM) para pacientes do Brighton e Sussex NHS (*National Health Service*) Trust e outros sectores, fazendo uma média de 7 pacientes por dia, de Segunda a Quinta-feira. Nas sextas feiras não são realizados quaisquer exames uma vez que o tomógrafo encontra-se reservado para ser utilizado em trabalhos de investigação dos alunos da Universidade de Sussex. Trabalham neste departamento três técnicos radiologistas e um técnico de Medicina Nuclear. Embora apenas um dos técnicos seja especializado na área da Medicina Nuclear, todos eles trabalham com o sistema PET/CT, desempenhando também as tarefas de Radiofarmácia e de preparação dos pacientes. Esta clínica possui como equipamento de digitalização: uma RM *AVANTO Siemens 1,5T MRI* e um PET/CT *Siemens BIOGRAPH PET-64 slice CT*.<sup>1</sup> Encontra-se em anexo a planta do serviço (Anexo 1), bem como o organograma do mesmo (Apêndice 1).

Logo após a chegada ao departamento, foi feita uma advertência relativamente ao estudo das regras locais do CISC de forma a ser concedida a autorização para desempenhar as funções enquanto técnica e de forma a ser possível a integração na equipa de pessoal autorizado. Seguem-se alguns dos pontos constituintes do documento de regras locais do CISC.

#### **1.1 Responsabilidades e Pessoal**

##### **1.1.1. A Entidade Patronal- A Universidade de Sussex**



A Universidade de Sussex é a Entidade Patronal das Atividades Envolventes de Radiação para trabalho realizado com materiais radioativos e Raios-X no CISC e é a responsável pelo cumprimento da norma IRR99 (todas as exposições às radiações podem causar mal e devem, por isso, ser mantidas tão baixas quanto possível) na instalação. Por sua vez, a *Brighton and Sussex Medical School* (BSMS) é a responsável pelas regras locais de forma a assegurar o cumprimento da IRR99 e por:

- Designar de um RPS (RPS, do acrónimo inglês *Radiation Protection Supervisor*) adequado;
- Assegurar que todas as pessoas que manuseiam radiação e utilizam equipamento de raio-X na instalação estão adequadamente treinadas;
- Assegurar que todas as pessoas leram, perceberam e seguem as Regras Locais;
- Assegurar que todas as pessoas se encontram familiarizadas com os Procedimentos Operacionais Padrão;
- Assegurar que outras pessoas autorizadas a entrar na instalação, para meios de realização de manutenção, que envolva radiação, tenham lido, compreendido, assinado e que seguem as Regras Locais.

O Reitor da BSMS é a pessoa responsável por assegurar o cumprimento de todas as regras no CISC.

#### 1.1.2. O Assessor de Proteção Radiológica (RPA, do acrónimo em inglês *Radiation Protection Advisor*)

As responsabilidades do RPA são fornecer conselhos ao CISC na implementação dos regulamentos, quando assim lhe é solicitado. O RPA irá colaborar com o Chefe da Radiologia, o Oficial de Proteção Radiológica da Universidade de Sussex, o RPS e outros profissionais.

#### 1.1.3. O Médico Designado

O Executivo de Saúde e Segurança (no ramo de Serviço de Conselho e Emprego Médico) mantém uma lista de médicos adequados. Se um membro do pessoal do departamento tornar-se uma pessoa classificada então a Universidade de Sussex deve designar um médico que conste nessa lista. O Médico Designado é responsável pela supervisão dessa pessoa classificada.



Uma pessoa classificada é uma pessoa que provavelmente possa receber uma dose efetiva de, no máximo, 20 mSv por ano.<sup>2</sup>

#### 1.1.4. Chefe da Radiologia

O Chefe da Radiologia pode delegar a supervisão de práticas seguras de manuseio de radiação no dia a dia a um RPS. O chefe da radiologia deve assegurar que é fornecida uma formação adequada e supervisão a todos os membros do pessoal antes de estes serem autorizados a trabalhar por conta própria.<sup>2</sup> No departamento do CISC o cargo de Chefe de Radiologia é ocupado pela Janice Bush, que aceitou a minha ida enquanto estagiária para o departamento de PET/CT.

#### 1.1.5. Supervisor de Proteção Radiológica (RPS)

O RPS é responsável por assegurar que as medidas de proteção se encontram de acordo com as regras locais, em concordância com a IRR99. Estes procedimentos cobrem a proteção radiológica de todas as pessoas (excepto pacientes que se encontram cobertos pela IRMER) e o controle de substâncias radioativas, artigos e equipamentos. O RPS é também responsável pela supervisão do trabalho, em conformidade com a governação clínica apropriada.<sup>2</sup> É também a Chefe de Radiologia Janice Bush que ocupa o cargo de RPS.

## 1.2 Classificação de Áreas

### 1.2.1. Áreas Controladas

Áreas controladas são áreas onde é necessário seguir procedimentos especiais para restringir a exposição à radiação, devido à taxa de dose de radiação externa ou aos níveis de contaminação.

Nestas áreas, devem-se encontrar exibidos sinais de aviso de área controlada e de materiais radioativos. O PET/CT possui uma ampola de Raios-X e, por isso, um sinal adicional será automaticamente iluminado sempre que a ampola de Raios-X se encontre ativa.

As pessoas autorizadas a entrar numa área controlada são:

- Membros autorizados do pessoal;<sup>2</sup>
- Pacientes com o propósito de diagnóstico, investigação ou tratamento;<sup>2</sup>



- Acompanhante ou prestador de cuidados do paciente (com idade superior a 18 anos) devidamente supervisionado por um membro do pessoal habilitado, de forma a que a dose que possa receber seja pouco provável a exceder qualquer limite de dose ou restrição de dose (0,3 mSv);<sup>2</sup>
- Um trabalhador de fora que tenha recebido autorização prévia do CISC.<sup>2</sup>

Exemplos de trabalhadores de fora que são autorizados a entrar nas áreas controladas são o engenheiro da Siemens responsável pelo sistema de PET/CT que visita o departamento todas as sextas-feiras de cada semana para avaliação geral do tomógrafo e o responsável pela entrega do <sup>18</sup>F-DG que percorre todo o departamento acompanhado de um membro do pessoal até ao laboratório quente onde é deixado o contentor transportador do RF.

### 1.2.2. Áreas Supervisionadas

Áreas supervisionadas são áreas onde é necessário manter determinadas condições dessa mesma área sob vigilância, de forma a determinar se a área deve ser designada como área controlada devido, por exemplo, a possível contaminação radioativa.<sup>2</sup> Sinais de aviso de área supervisionada e materiais radioativos têm sempre de ser exibidos.

As pessoas autorizadas a entrar numa área controlada são:

- Membros do pessoal que tenham recebido instruções adequadas e treino ou que estejam adequadamente supervisionadas por um profissional autorizado;<sup>2</sup>
- Pacientes com o propósito de diagnóstico, investigação ou tratamento;<sup>2</sup>
- Acompanhante ou prestador de cuidados do paciente (com idade superior a 18 anos) devidamente supervisionado por um membro do pessoal habilitado, de forma a que a dose que possa receber seja pouco provável a exceder qualquer limite de dose ou restrição de dose (0,3 mSv).<sup>2</sup>

Neste departamento, os quartos onde são preparados os pacientes são considerados zonas supervisionadas. Caso, durante a administração do RF, ocorra uma contaminação de uma superfície do quarto ou da roupa do próprio paciente, a zona passa a ser designada de zona controlada.

### 1.2.3. Identificação e descrição das áreas

O CISC aplica um sistema de segurança controlado por cartão. Cada membro do pessoal tem acesso a determinadas áreas, dependendo do papel que desempenham dentro da instituição.



Os detalhes abaixo descrevem as áreas em estado operacional no departamento. No fim de cada dia (por exemplo, quando o último manuseamento de material radioativo foi realizado e o último paciente abandonou o serviço) todo o departamento é monitorizado para detectar possíveis contaminações e a área onde se encontra o PET/CT deixa de ser designada de área supervisionada. Caso as áreas se encontrem livres de contaminações, os sinais de deslizamento que se encontram nas portas de cada área passam de vermelho (zona controlada) a verde. (Consultar Anexo 1 para um plano do CISC)

**Tabela 2.1** Designação de áreas durante a utilização do PET/CT

<b>Quarto ou Área</b>	<b>Uso</b>	<b>Designação</b>	<b>Acesso Autorizado</b>
<b>Quartos de Injeção</b>	Administração do radioisótopo. Área de espera para o paciente antes da aquisição de imagem.	<b>Controlada</b>	Acesso apenas a pessoal autorizado
<b>Laboratório Quente</b>	Armazenamento, calibração e dispensa de radioisótopo (18F-DG). Armazenamento de fontes seladas (137Cs-9.25 MBq).	<b>Controlada</b>	Acesso apenas a pessoal autorizado
<b>Sala de PET/CT</b>	Sala de aquisição de exames. O CT encontra-se ligado à rede elétrica da sala. Armazenamento das fontes seladas: fantoma PET/CT (Ge85.25MBq) e fontes lineares X2 (Ge41.32MBq).	<b>Controlada</b>	Acesso limitado. O pessoal clínico do CISC deve contestar a presença de pessoas não autorizadas.
<b>WC doentes</b>	Apenas para uso dos pacientes de PET/CT	<b>Controlada</b>	Acesso apenas a pessoal autorizado
<b>2º WC doentes</b>	Para uso dos pacientes do PET/CT quando o WC dos	<b>Supervisionada</b>	Fora da área do PET/CT. Acesso



	pacientes inválidos se encontra fora de uso.		limitado.
<b>Corredor</b>	Liga os quartos de injeção, ao laboratório e à sala de PET/CT.	<b>Supervisionada</b>	Acesso apenas a pessoal autorizado
<b>Sala de Controlo</b>	Onde os técnicos controlam o PET/CT e a Ressonância Magnética.	<b>Supervisionada</b>	Acesso limitado a técnicos e investigadores.
<b>Perímetro externo e Telhado</b>	Empreiteiros e pessoal da manutenção. Os trabalhos devem ser agendados quando o risco de exposição à radiação é menor.	<b>Controlada</b>	Necessário autorização especial.

Em circunstâncias específicas, as áreas supervisionadas podem-se tornar áreas controladas, como por exemplo devido à ocorrência de contaminações ou devido à possível irradiação a partir de fontes externas.

### **1.3 Método de trabalho para todas as Áreas Controladas (e Supervisionadas)**

#### **1.3.1. Geral**

O acesso a todas as áreas designadas é restrito. Apenas o pessoal autorizado pode entrar numa área controlada quando se encontra em utilização material radioativo. Outras pessoas, tais como enfermeiras, membros da administração, ambulâncias, visitantes, e pessoal da manutenção cuja presença seja necessária numa área controlada ou supervisionada só podem entrar na mesma apenas com a permissão e sob direta supervisão de um membro do pessoal autorizado. Apenas pessoas cuja presença seja essencial podem permanecer numa área controlada. De forma a controlar o acesso a estas áreas, as portas encontram-se bloqueadas e só têm acesso a essas áreas o pessoal autorizado que tem em sua posse um cartão de acesso que autoriza a abertura dessas mesmas portas.

Aplicar sempre os fatores tempo, distância e blindagem para minimizar a exposição à radiação.



### 1.3.2. Proteção de outros indivíduos

A equipa de técnicos deve assegurar que todos os pacientes que se encontram dentro dos quartos de injeção ou em áreas controladas/supervisionadas estão cientes de que devem permanecer onde foram instalados. A exceção é apenas quando estes foram autorizados por um membro do pessoal a deixar essa mesma área.

Pessoas como enfermeiros e pessoal da manutenção devem apenas entrar numa área supervisionada ou controlada sob a supervisão de um membro do pessoal autorizado. Estes devem seguir todas as instruções fornecidas. Se estes tiverem de permanecer na área controlada é-lhes então atribuído um Dosímetro Electrónico Pessoal e a dose recebida será registada no final da visita.

Se existir uma possibilidade de que o visitante tenha entrado em contato com uma substância radioativa não selada, então uma monitorização pessoal será realizada por um membro autorizado do pessoal.

Uma pessoa visitante que se encontre grávida ou a amamentar não deve entrar em áreas controladas a menos que tenha sido autorizada pelo RPS ou por um membro autorizado do pessoal. Caso um paciente se faça acompanhar de uma criança, é importante informar um dos profissionais. Estes podem então decidir a melhor forma de minimizar a dose de radiação externa a que a criança estará sujeita.

## 1.4 Instruções adicionais

### 1.4.1. Manuseamento de fontes radioativas

Quando manuseando fontes radioativas, devem-se ter em conta as seguintes precauções:

- Utilizar pinças e protetores de seringas e trabalhar rapidamente. Manusear fontes grandes agarrando-as pelas suas extremidades;
- Utilizar protetores de chumbo quando retirando a dose de  $^{18}\text{F}$ -DG do contentor;
- Minimizar a dose corporal e dos olhos utilizando uma proteção corporal, óculos e/ou mantendo as fontes a uma determinada distância.

### 1.4.2. Após cada sessão com fontes não seladas

- Verificar se existe contaminação no equipamento utilizado;
- Limpar a área de trabalho;
- Monitorizar a área de trabalho;



- Remover as luvas e lavar as mãos. Monitorizar as mãos e registar o valor obtido;
- Caso exista risco de contaminação no calçado, devem-se monitorizar os pés e deixar o calçado contaminado na área controlada.

#### 1.4.3. Áreas controladas temporárias

Aplicam-se quando uma fonte se encontra a ser utilizada fora de uma área controlada e é delineada uma área com um metro de raio em torno da fonte radioativa. A área controlada é determinada pela pessoa encarregada da fonte e controlará o acesso a esta área falando com qualquer pessoa que se encontre próximo.

## 1.5 Procedimentos Operacionais

### 1.5.1 Protocolos Operacionais

Durante o horário de trabalho, qualquer membro do pessoal clínico pode receber encomendas contendo material radioativo. Estes devem levar imediatamente a encomenda para o laboratório quente para aguardar que a mesma seja desembalada por um membro treinado do pessoal do serviço.

As encomendas de radioisótopos devem ser apenas abertas por um membro treinado do staff. Se uma encomenda se encontrar danificada, o Chefe da Radiologia deve ser imediatamente informado. Deve ser também verificado se a encomenda entregue se encontra em concordância com as notas relativas ao conteúdo, atividade, data e volume, e número de itens. Quaisquer discrepâncias devem ser reportadas ao Chefe da Radiologia. Os detalhes da(s) discrepância(s) devem ser anotadas nos registos apropriados.

### 1.5.2 Movimentação de fontes dentro do CISC

As seringas com doses devem-se encontrar no interior da caixa de seringa revestida por chumbo. O contentor deve-se encontrar marcado de forma a indicar que o seu conteúdo é radioativo. A pessoa responsável pela fonte deve saber o que fazer em caso de ocorrer um eventual derrame/contaminação.

## 1.6 Derrames e Contaminações

### 1.6.1 Geral



- Equipamento para descontaminação encontra-se no interior de um kit de descontaminação localizado no laboratório quente;
- Conter o derrame;
- Informar o RPS o mais rápido possível;
- Caso a contaminação não possa ser removida, devem-se colocar avisos de “Contaminação” em todas as entradas e se necessário deve-se cobrir a área até que a mesma decaia ou até que futuras ações de descontaminação reduzam o nível de atividade. Avisar o Chefe da Radiologia, RPS, MPE (*Medical Physics Expert*) ou o Departamento de Segurança Radiológica da Universidade de Sussex.

Durante o meu período de estágio presenciei uma situação de contaminação com origem no laboratório quente e que, através do calçado, se propagou por grande parte do departamento, incluindo os quartos de injeção, a sala de controlo e a recepção do serviço. Nesta situação todos os membros do pessoal que se encontravam contaminados foram obrigados a trocar de calçado e o calçado contaminado foi lavado e deixado a decair dentro do laboratório. As superfícies que se encontravam contaminadas (incluindo o chão) foram tapadas e vedadas com uma fita amarela contendo o sinal de radioativo. Essas superfícies foram monitorizadas periodicamente e só foram destapadas quando o nível de contagens se igualava ao número de contagens de fundo.

#### 1.6.2 Descontaminação Pessoal

- Chamar por ajuda;
- Contactar o RPS ou o Chefe de Radiologia;
- Medir o nível de contaminação;
- Seguir o SOP (*Standard Operating Procedures*) departamental- Derrames e Contaminações;
- Completar um formulário acerca do incidente e registar a contaminação.

## 1.7 Equipamento de Proteção

### 1.7.1 Equipamento de Proteção Pessoal (PPE, do acrónimo em inglês *Personal Protective Equipment*)

O PPE consiste, normalmente, em:

- Filme de Dosímetro/ Dosímetro Termo-luminescente (TLD, do acrónimo em inglês *Thermo-Luminescent Dosimeter*)/ Dosímetro Electrónico Pessoal (EPD,



do acrónimo em inglês *Electronic Personal Dosimeter*). Os dosímetros são considerados métodos de proteção passiva, fazendo com que o indivíduo se encontre informado acerca da dose de radiação à qual se encontrou exposto;

- Batas de laboratório;
- Luvas;
- Máscaras faciais;
- Proteções de calçado;
- Avental de chumbo (mínimo de 0.25 mm Pb)

### 1.7.2 Outro equipamento de proteção

O equipamento normalmente consiste em:

- Pinças;
- Caixas transportadoras de Chumbo;
- Protetores de Seringas;
- Cofres de Chumbo;
- Barreiras de Chumbo.

## 1.8 Resíduos radioativos

### 1.8.1 Resíduos Sólidos

Devem ser armazenados num cofre de Chumbo até que a atividade decaia para um nível de atividade de fundo.

### 1.8.2 Resíduos Líquidos

A eliminação de excreções e vômito deve ser feita via casa de banho dos pacientes. Outros resíduos líquidos podem ser eliminados através do lavatório “quente” ou da casa de banho dos pacientes. A eliminação de todos os resíduos líquidos, excepto excreções, devem ser registadas no arquivo correspondente.

## 1.9 Incidentes com Radiação e Notificações

1. Os incidentes que envolvam radiação ionizante devem ser reportados ao RPS e ao Chefe de Radiologia, que irão, então, reportar o incidente ao Diretor Clínico, ou RPA. Uma investigação será então conduzida o mais rápido possível.
2. Os incidentes devem ser formalmente reportados através dos Relatórios Oficiais de Acidente/Incidente da Universidade de Sussex.



3. O RPS irá iniciar uma investigação e tomar as ações apropriadas caso algum membro do staff exceda uma dose de corpo inteiro de 0,3 mSv ou uma dose TLD nos dedos de 10 mSv em qualquer mês determinado (como por exemplo afastar esse membro do staff das tarefas que impliquem o manuseamento de fontes radioativas por um determinado período de tempo, incumbindo o indivíduo de outras tarefas).<sup>2</sup>

## **1.10 Monitorização de Radiação e Registos**

### **1.10.1 Monitorização Pessoal**

Membros do pessoal autorizado a trabalhar em áreas controladas e supervisionadas devem usar sempre o dosímetro pessoal sempre que o trabalho com radiação ionizante está a ser realizado.

Os dosímetros de filme são normalmente utilizados ao peito ou ao nível da cintura (caso se utilize o avental de chumbo, então o dosímetro deve ser colocado por detrás do avental) e os Dosímetros Termo-Luminescentes anelares devem ser colocados no dedo indicador ou no dedo do meio. Os dosímetros dos dedos devem ser utilizados sempre que se dispensem doses ou quando se procede com a administração das substâncias radioativas.

Os dosímetros pessoais electrónicos (EPDs) serão também atribuídos a membros específicos do pessoal. Os fornecedores que se encontram no serviço e que necessitam trabalhar com radioatividade terão também de utilizar um EPD para monitorizar a dose que recebem no local.

Os dosímetros de filme não devem ser partilhados entre membros do pessoal. Quando não se encontrarem a ser utilizados, o pessoal deve manter os dosímetros e TLDs num local seguro afastado da radiação.

Os registos das doses recebidas de cada período de monitorização e os registos anuais serão enviados para o Departamento de Segurança Radiológica da Universidade e para o Chefe da Radiologia. Os membros do pessoal podem ter acesso aos seus registos. O RPS mantém também o registo das doses recebidas pelos visitantes que utilizaram um EPD. Os registos de doses devem ser mantidos por um período de 50 anos ou até o indivíduo atingir os 75 anos de idade.<sup>2</sup>

### **1.10.2 Registos e Investigações**



Caso se verifique o excesso dos seguintes valores de dose, ocorrerá uma investigação:

- 100 mSv em qualquer período de 5 anos civis consecutivos sujeitos a um máximo de dose efetiva de 50 mSv em qualquer ano civil único.<sup>2</sup>

No Reino Unido encontram-se estabelecidos os seguintes limites de dose:

**Tabela 2.2** Limites de dose no Reino Unido para pessoas profissionalmente expostas (18 anos e acima). Tabela adaptada de Health and Safety Executive-Approved Code of Practice and Guidance 2011.<sup>2</sup>

<b>Limite anual de equivalente de dose para o caso de exposição parcial:</b>	
<b>Cristalino</b>	150 mSv
<b>Pele</b>	500 mSv
<b>Mãos, antebraços, pés e tornozelos</b>	500 mSv
<b>Qualquer outro órgão ou tecido</b>	500 mSv
<b>Limite de dose efetiva para o caso de exposição total e uniforme do organismo: 20 mSv/ano</b>	

**Tabela 2.3** Limites de dose para mulheres em idade fértil no Reino Unido. Tabela adaptada de Health and Safety Executive-Approved Code of Practice and Guidance 2011.<sup>2</sup>

<b>Mulheres em idade de gestação</b>	Equivalente de dose no abdómen/trimestre: 13 mSv
<b>Mulheres grávidas</b>	Dose no feto (desde concepção até ao final da gestação): 1 mSv

**Tabela 2.4** Limites de dose do Reino Unido para pessoas do público (outras que não profissionais ou estagiários, 16 anos e acima). Tabela adaptada de Health and Safety Executive-Approved Code of Practice and Guidance 2011.<sup>2</sup>

<b>Limite anual de equivalente de dose para o caso de exposição parcial:</b>	
<b>Cristalino</b>	15 mSv
<b>Pele</b>	50 mSv
<b>Mãos, antebraços, pés e tornozelos</b>	50 mSv
<b>Qualquer outro órgão ou tecido</b>	50 mSv
<b>Limite de dose efetiva para o caso de exposição total e uniforme do organismo: 1 mSv/ano</b>	



**Tabela 2.5** Limites de dose do Reino Unido para pessoas do público (estagiários menores de 18 anos). Tabela adaptada de Health and Safety Executive-Approved Code of Practice and Guidance 2011.<sup>2</sup>

<b>Limite anual de equivalente de dose para o caso de exposição parcial:</b>	
<b>Cristalino</b>	50 mSv
<b>Pele</b>	150 mSv
<b>Mãos, antebraços, pés e tornozelos</b>	150 mSv
<b>Qualquer outro órgão ou tecido</b>	150 mSv
<b>Limite de dose efetiva para o caso de exposição total e uniforme do organismo: 6 mSv/ano</b>	

### 1.10.3 Monitorização de Contaminações

Superfícies que se encontrem em áreas controladas ou supervisionadas e que correm o risco de serem contaminadas devem ser monitorizadas regularmente. Os registos devem ser mantidos para inspeção pelo RPA, pelo Executivo de Saúde e Segurança (HSE, do acrónimo em inglês *Health and Safety Executive*) e pela Agência Ambiental.<sup>2</sup>

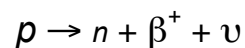


### 1. Fundamentos de PET/CT

#### 1.1 Tomografia por Emissão de Positrões (PET)

A PET é uma técnica de imagem tomográfica baseada em fótons de aniquilação provenientes do decaimento de núcleos emissores de positrões ( $\beta^+$ ) que permite avaliar “*in vivo*” a distribuição tridimensional de marcadores radioativos.<sup>3</sup>

Neste tipo de decaimento, o excesso de energia é libertado através da conversão de um próton do núcleo num neutrão, libertando ao mesmo tempo uma partícula  $\beta^+$  e um neutrino (c.f. Equação 1).



Equação 1

Após a sua emissão, o positrão irá percorrer uma determinada distância nos tecidos, aniquilando-se com um eletrão do meio, o que resulta na emissão de dois fótons gama de 511 keV em sentidos diametralmente opostos e com um ângulo de, aproximadamente, 180° entre si.<sup>3</sup>

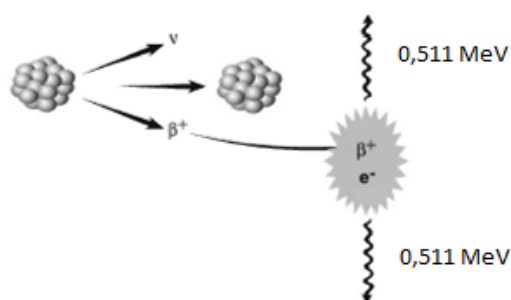


Figura 3.1 Esquema de aniquilação do positrão com um eletrão.<sup>3</sup>

Após a administração de pequenas quantidades de um RF (na ordem dos pico-molar ou nano-molar) ocorre distribuição do mesmo pelos órgãos e tecidos.

A aquisição da imagem PET tem por base a detecção em coincidência (simultânea) dos dois fótons de 511 keV provenientes da aniquilação. Durante a aquisição, milhões



de coincidências são detetadas, fornecendo informações sobre a distribuição do RF nos tecidos.<sup>3</sup>

## 1.2 Tomografia Computorizada (CT)

A CT utiliza um feixe de raios-X para gerar imagens tomográficas, permitindo a visualização de estruturas morfológicas e anatómicas com uma elevada resolução. A CT deteta fotões que, sendo atenuados ao atravessar um objeto, permitem mapear a atenuação que este induz nos fotões. A atenuação indica a quantidade de radiação absorvida por cada porção da secção analisada, sendo as variações traduzidas numa escala de tonalidades de cinzentos.

Como a capacidade de absorção de raios-X de um tecido está altamente relacionada com a sua densidade, zonas com diferentes densidades apresentarão diferentes tonalidades de cinzento, o que permite distingui-las.

A partir da localização espacial dessa atenuação constrói-se um mapa de coeficientes de atenuação ( $\mu$ ) para cada ponto da imagem, onde cada *pixel* da imagem, que na realidade representa um volume (*voxel*), corresponde à média da absorção dos tecidos nessa zona.<sup>2</sup>

Os valores de atenuação são normalizados para a densidade da água, por forma a reduzir a dependência dos valores da energia da radiação (*c.f.* Equação 2), passando a ser expressos em unidades de *Hounsfield* (HU, do acrónimo em inglês *Hounsfield Units*).<sup>3</sup>

$$HU = \frac{1000(\mu - \mu_{H_2O})}{\mu_{H_2O}}$$

### Equação 2

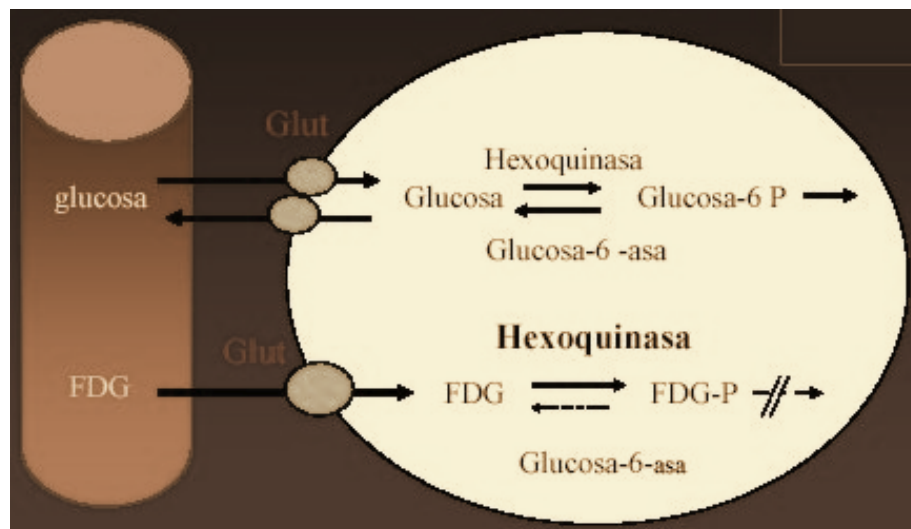
As UH encontram-se estabelecidas numa escala que varia de -1000UH (que representa o ar) a +1000UH (que representa o osso denso), encontrando-se a água no 0. As imagens da CT permitirão, assim, fazer a correção de atenuação (CA) das imagens PET, bem como fazer a co-localização anatómica dos achados PET.<sup>3</sup>

## 1.3 <sup>18</sup>F-DG



Diversos RF têm sido avaliados para utilização em imagem funcional por PET, baseados nos quatro emissores de positrões mais conhecidos,  $^{15}\text{O}$ ,  $^{13}\text{N}$ ,  $^{11}\text{C}$  e  $^{18}\text{F}$ . O mais utilizado é o  $^{18}\text{F}$ , uma vez que apresenta um período de semi-desintegração relativamente longo ( $T_{1/2}=109,8$  min), quando comparado com os restantes, não implicando, assim, a existência de um sistema de produção perto do serviço de Medicina Nuclear.<sup>4</sup>

Dado que apresenta um pequeno raio de *Van der Waals*, podendo substituir átomos de hidrogénio em moléculas com interesse biológico sem alterar praticamente o seu comportamento bioquímico, têm vindo a ser desenvolvidos diversos RF com base no  $^{18}\text{F}$ , sendo a  $^{18}\text{F}$ -desoxiglucose ( $^{18}\text{F}$ -DG) a mais utilizada em prática clínica, dada a sua utilidade em diversas aplicações, principalmente em oncologia.<sup>5</sup> Este RF é um análogo da glucose, acumulando-se nos tecidos proporcionalmente à utilização da glucose pelas células.<sup>4,5</sup>



**Figura 3.2** A  $^{18}\text{F}$ -DG compete com a glucose endógena pela incorporação a nível celular. Uma vez no interior da célula é fosforilada a  $^{18}\text{F}$ -DG-6-fosfato, que não segue a via glicolítica, dado ser um composto polar, ficando retida na célula.<sup>5</sup>

Nas células tumorais ocorre um aumento do consumo da glucose em relação às células normais, como resultado do aumento da expressão de transportadores de membrana e do aumento da atividade da enzima hexocinase, o que permite diferenciá-las em termos de imagem funcional.<sup>5</sup>

## 1.4 SUV – Standard Uptake Value



De acordo com a *guideline* da *European Association of Nuclear Medicine* (EANM)<sup>3</sup>, a quantificação tem por base o cálculo do SUV, uma vez que este é o parâmetro mais comumente utilizado para avaliação semi-quantitativa em estudos de PET/CT em oncologia.<sup>5</sup> O SUV pode ser definido como a medida de captação do <sup>18</sup>F-DG num tumor, normalizado com base na distribuição de um determinado volume.<sup>3</sup> O SUV de um tecido pode ser descrito como o mínimo (SUV<sub>min</sub>), máximo (SUV<sub>max</sub>) ou a média na ROI (SUV<sub>médio</sub>).<sup>5</sup> O SUV<sub>médio</sub> corresponde à média de todos os píxeis na ROI, enquanto que o SUV<sub>min</sub> e o SUV<sub>max</sub> correspondem ao valor do *píxel* com o SUV menor e maior, respetivamente. Normalmente, as lesões malignas apresentam um valor SUV superior a 2,5-3,0, enquanto que os tecidos normais, tais como o fígado, pulmão e medula óssea apresentam valores de SUV variando de 0,5 a 3.<sup>5</sup>

Este valor é obtido através da seguinte fórmula (*c.f.* Equação 3)<sup>3</sup>:

$$SUV = \frac{\text{Concentração de RF na ROI (kBq/mL)}}{\text{Atividade Administrada (MBq) / Fator de Normalização}}$$

**Equação 3**

Os fatores de normalização que entram no cálculo do SUV podem ser:

- Peso do paciente (Kg), utilizado na maioria dos casos;<sup>3,5</sup>
- Superfície corporal do paciente (m<sup>2</sup>);<sup>3,5</sup>
- Massa magra do paciente (Kg);<sup>5</sup>
- Concentração de glucose no plasma (mol/L).<sup>5</sup>

Assim, o valor do SUV é influenciado por inúmeros fatores, o que se traduz, por vezes, em resultados pouco precisos. Entre esses fatores encontram-se:

- Peso do paciente - o SUV em tecidos normais de pacientes obesos pode ser o dobro do SUV em tecidos normais de pacientes magros, o que leva a que o peso seja um possível fator de erro no cálculo deste valor. Embora a gordura apresente uma captação de <sup>18</sup>F-DG relativamente baixa, ao utilizar-se um peso elevado no cálculo, assume-se que todo esse peso corresponde a tecidos ávidos para o RF.<sup>5</sup>
- Tempo após administração do RF – a captação do RF, na maioria das lesões, aumenta rapidamente nas duas primeiras horas após administração, apresentando após esse período uma captação lenta. Assim, a realização de



imagens precoces está, geralmente, sujeita a erros maiores, dado que o SUV nas lesões ainda não estabilizou.<sup>5</sup>

- Concentração de glucose no plasma – uma vez que a glucose endógena (não-radioativa) compete com o RF, quanto maiores os seus níveis, menor o valor do SUV.<sup>5</sup>
- Extravasamento do RF aquando da administração – resulta numa subestimação do valor do SUV.<sup>5</sup>

## 1.5 Indicações

A PET é um campo de rápido desenvolvimento tanto a nível nacional como internacional, algumas vezes com diferenças marcantes entre diferentes países. Contudo, as indicações para a realização de imagens de PET/CT tendem a ser as mesmas em qualquer departamento.

- Avaliação inicial: malignidade primária desconhecida, diferenciação de lesões malignas e benignas (como por exemplo um nódulo solitário do pulmão, especialmente em casos de discrepância de estimativas clínica e radiológica acerca da verosimilhança do cancro);
- Estadiamento: cancro do pulmão das não-pequenas-células, cancro esofágico T3, doença de *Hodgkin*; linfoma não-*Hodgkin*, cancro cervical avançado localizado, tumores da cabeça e pescoço com fatores de risco e cancro da mama localizado e avançado;
- Avaliação da resposta: linfoma maligno, tumores do estroma gastrointestinal.
- Restadiamento em casos de relapso potencialmente curável (para tumores ávidos de FDG);
- Estabelecimento e localização de *focus* de doença como causa para elevados marcadores séricos (como por exemplo cancro coloretal, tireoide, ovárico, cérvix, melanoma, da mama e tumores de células germinativas);
- Biópsia guiada por imagem (como por exemplo os tumores cerebrais) e planeamento da radioterapia.

Nem todos os cancros são ávidos de FDG. A sua captação é variável e encontra-se relacionada com as características biológicas dos diferentes cancros, tal como pode ser verificado nos carcinomas bronco-alveolares, renais, cancros da tireoide, vários



subtipos de linfomas malignos, tumores carcinoides e também na maior parte dos carcinomas da próstata.<sup>3</sup>



## Capítulo IV

---

Neste capítulo serão abordados os procedimentos PET/CT efectuados durante o estágio no CISC, procurando discuti-los face ao estado-da-arte nesta área.

### 1. Entrevista ao doente antes da realização do PET/CT

Antes da administração do  $^{18}\text{F}$ -DG é realizada, pelo técnico, uma entrevista ao paciente de forma a recolher o máximo de informação possível acerca do mesmo. A mesma permite também averiguar se o doente realizou a preparação adequada para a realização do PET/CT. Antes de se iniciar a conversa com o paciente, este é colocado na balança com o objetivo de medir o peso do mesmo. Este valor irá mais tarde ser utilizado para cálculos de SUV. Caso o doente não tenha realizado a preparação indicada para a realização do exame PET/CT, o exame é cancelado e marcado para outro dia e é também explicada qual a preparação que o doente deve apresentar no dia do exame. O principal objetivo da preparação do paciente é a redução da captação do RF no tecido normal (rins, bexiga, músculo esquelético, miocárdio, gordura castanha), mantendo e otimizando a captação do traçador nas estruturas alvo (tecido tumoral).<sup>3</sup>

No departamento de PET/CT do CISC existem algumas *guidelines* que devem ser seguidas e que podem ser consultadas em casos de dúvida relativamente ao estado do doente.

#### 1.1 O que fazer se o doente tiver comido

O paciente comeu/bebeu alguma coisa nas últimas seis horas (ou quatro horas se diabético insulino dependente)?

- Estabelecer o que o doente comeu: se foi uma bebida (como por exemplo chá ou café) verificar os níveis de glucose e avisar o médico especialista. Se ingeriu comida deve-se então chamar o médico especialista.

#### 1.2 O doente realizou quimioterapia nas últimas duas semanas?

Ligar ao médico responsável para nos certificarmos de que o mesmo se encontra a par desta situação.

#### 1.3 O doente realizou radioterapia nos últimos dois meses?



Determinar a partir do formulário de requisição de PET/CT o que é procurado pelo médico prescritor. Perguntar ao paciente qual o local exato do corpo onde foi dirigida a radioterapia. Ligar ao médico de serviço e dar-lhe a conhecer esta situação. Se a área de interesse foi irradiada recentemente é pouco provável que o médico autorize a realização do scan. Contudo, em alguns casos, o médico prescritor procura possibilidade de metastização e a reação de inflamação causada pela irradiação não irá mascarar a doença.

#### 1.4 O doente realizou alguma biópsia?

Se o paciente realizou uma biópsia nas últimas seis semanas deve-se questionar o doente acerca do local exato de onde a amostra de tecido foi retirada e anotar esta informação no questionário do doente. Em alguns casos, essa área pode inflamar e por isso devemos questionar o doente acerca do processo de cicatrização. Caso tenha ocorrido uma inflamação dessa área deve-se ligar ao médico de serviço e pedir ao mesmo que veja o doente.

#### 1.5 O doente realizou alguma cirurgia?

Os pacientes que tenham estados sujeitos a cirurgia nas ultimas seis semanas não são supostos serem agendados para um PET/CT. Caso tenham sido agendados, devemos averiguar o porquê, onde e quando foi realizada a cirurgia e avisar o médico de serviço.

#### 1.6 O doente é diabético ou tem elevados níveis de glucose?

O médico prescritor do PET/CT deve fornecer esta informação juntamente com o formulário de pedido do exame, embora o técnico averigúe este aspecto junto do doente aquando da marcação do scan. Devemos saber se o paciente é diabético antes da marcação do exame de forma a termos a certeza de que o paciente é agendado para a parte do dia destinada a estes pacientes. Pacientes que se encontrem a tomar corticosteróides tendem a ter níveis de glucose mais elevados e por isso estes pacientes são aconselhados pelo técnico a apresentarem-se em jejum e certificarem-se de que os níveis de glucose se encontram dentro dos limites aceitáveis antes de se dirigirem para o CISC.

O paciente deve testar os níveis de glucose para garantir que estes se encontram OK. Quando o nível de glucose se encontra abaixo dos 4 mmol/L, o médico de serviço deve permanecer no departamento até o paciente terminar o PET/CT e abandonar o edifício. Deve-se confirmar com o paciente quais são os níveis de glucose que este



normalmente apresenta uma vez que em alguns casos 5 mmol/L pode ser muito baixo para determinado doente. Se o nível de glucose do doente for:

- < 4 mmol/L – deve-se chamar o médico de serviço;
- 6 mmol/L >8 mmol/L- ter a certeza de que o paciente não quebrou as regras de jejum;
- 8 mmol/L > 10 mmol/L - ligar ao médico responsável. É provável que o paciente seja examinado mas devemos facultar o máximo de informação possível acerca da história do doente.
- > 10 mmol/L- ligar ao médico responsável. Este paciente será muito provavelmente cancelado e agendado para outro dia. Em alguns casos, o médico de serviço tem de escrever uma carta destinada ao médico prescritor justificando o motivo pelo qual o doente não foi examinado naquele dia.

#### 1.7 O doente encontra-se a fazer medicação?

A maior parte da medicação não interfere com os resultados do PET/CT. Contudo, medicação destinada a diabéticos e quaisquer suspensões açucaradas devem ser interrompidas. Se o doente tomou a medicação para controlar os níveis de glucose deve-se chamar o médico de serviço. Se alguma suspensão açucarada foi tomada, devem ser verificados os níveis de glucose do doente e chamar o médico de serviço.

#### 1.8 O doente apresenta alguns sintomas?

Se o doente realizou recentemente uma biópsia aos pulmões e se este se encontrar sem fôlego, deve-se analisar o CT em busca de possível pneumotórax recorrendo à janela definida para visualização do pulmão antes de o paciente abandonar o departamento.

#### 1.9 Existe a possibilidade de gravidez?

Uma vez que o PET recorre a elevados níveis de radiação, TODAS as mulheres em idade fértil (12-65 anos, excluindo as que foram sujeitas a histerectomia), incluindo mulheres que se encontrem nos primeiros dois anos da menopausa, devem apresentar um resultado negativo no teste de gravidez antes de serem injetadas.

## 2. Materiais Utilizados durante a entrevista ao doente



- (De preferência) Um sistema de canal triplo (= sistema standard com três vias de forma a possibilitar a administração da solução salina) para administrar o RF e fazer de seguida a lavagem com soro fisiológico.
- Medidor de glucose portátil, para medir a glucose sérica, especialmente em pacientes suscetíveis a apresentarem hiperglicemias (diabéticos, pacientes que tomam corticosteróides). É importante referir que existem vários medidores de glucose portáteis que não possuem precisão suficiente para serem utilizados na correção do SUV.
- Balanças (para verificar o peso do doente) que sejam acreditadas e que sejam avaliadas pelo menos anualmente.

### 3. Protocolos de PET/CT do CISC

<b>Resumo</b>	Este exame é realizado para melhorar a visualização de lesões e identificá-las, clarificá-las e para aplicação de SUV, se necessário.
<b>Indicações</b>	Diferenciação entre lesões malignas e benignas; Determinação das anormalidades residuais detetadas em exames físicos ou outros estudos imagiológicos após tratamento; Identificação de um tumor primário desconhecido quando já foi diagnosticada doença metastática como primeira manifestação de cancro ou quando o paciente apresenta um síndrome paraneoplásico; Estadiamento de neoplasias conhecidas; Monitorização do efeito da terapia em neoplasias conhecidas; Detecção da recorrência de tumor, especialmente na presença de elevados níveis de marcadores tumorais; Aplicações não-oncológicas, tais como a avaliação de infeção ou arteriosclerose.
<b>Autorização válida</b>	Detentor da licença MARS / ARSAC no CISC
<b>Equipamento</b>	Siemens Biograph TruePoint PET-CT
<b>Radiofármaco</b>	2-[ <sup>18</sup> F]fluoro-deoxi-D-glucose (FDG)
<b>Dose máxima</b>	400MBq
<b>Administração do <sup>18</sup>F-DG</b>	Médico do Serviço e Técnicos (ARSAC)
<b>Preparação do Doente</b>	Pacientes diabéticos, em medicação, ou mulheres grávidas acompanhantes do doente, devem-se dirigir à recepção para tomarem conhecimento das políticas do CISC (apresentadas mais à frente). O paciente não deve consumir comida ou bebida (excepto água) até 6 horas antes do exame.
<b>Procedimento</b>	O paciente deve apresentar-se na recepção.



Ao mesmo será dado um questionário ao qual se pede que preencha todos os dados pessoais.

O paciente é levado pelo técnico para a área supervisionada (verde) e é pesado (para cálculos de SUV).

De seguida, é levado para um dos quartos de injeção e é identificado de acordo com a política de identificação do CISC (confirmação de nome, data de nascimento e morada atual). É feito o historial clínico do paciente pelo técnico utilizando o questionário PET/CT do CISC. É importante questionar o paciente acerca da sua capacidade para se manter deitado e imóvel durante a aquisição do exame PET/CT (20-45 minutos) e se este apresenta uma história de claustrofobia. É importante também verificar se o paciente é capaz de colocar os seus braços acima da cabeça.

**Pacientes sexo feminino:** é necessário saber se a paciente tem crianças em casa ou se existe alguma possibilidade de esta se encontrar grávida. Se existe incerteza quanto à possibilidade de gravidez, então deve ser realizado um teste de gravidez.

É dado ao paciente uma explicação completa do procedimento do exame por um dos membros treinados do pessoal e todas as questões do paciente serão respondidas.

As mulheres devem remover os soutiens e quaisquer objetos metálicos/joalharia etc, para prevenir artefactos derivados do feixe da CT. Caso seja necessário, pode ser providenciado uma muda de roupa sem metais.

O acesso venoso é então realizado através da utilização de uma cânula.

É verificado o nível de glucose no sangue. Caso este se encontre fora dos limites indicados pelo CISC ( mínimo: 4 mmol/l; máximo: 10 mmol/l), o médico que se encontra no serviço ou o detentor do certificado ARSAC deve ser informado para decidir se se deve continuar com a realização do exame.

Se o paciente se encontrar nervoso ou for claustrofóbico pode então tomar qualquer medicação que lhe tenha sido prescrita pelo seu médico de família.

A FDG é administrada assegurando que a dose corresponde a  $\pm 10\%$  da dose indicada no protocolo.

A cânula é removida e é medida a atividade residual na seringa utilizando a câmara de ionização, tendo o cuidado de assegurar que todos os resíduos são eliminados de forma apropriada (recipiente de objetos cortantes/radioativos).

O paciente permanece no quarto de injeção atribuído para período de relaxamento durante uma hora após a administração da FDG. O paciente é advertido de que é importante que se mantenha quente e bem hidratado durante essa mesma hora.

Após este tempo, é pedido ao paciente que vá à casa de banho “quente”



designada para esvaziar a bexiga.

O scan é realizado de acordo com o protocolo de aquisição pretendido, i.e. Cérebro, Corpo Inteiro, Corpo Total, Cabeça e Pescoço.

O paciente muda para a sua roupa, é solicitado a esvaziar a bexiga mais uma vez na casa de banho “quente” caso sinta necessidade e é acompanhado até à área não-vigiada. O paciente é mais uma vez lembrado das instruções que deve seguir após o scan, no que toca especialmente a manter a distância de mulheres grávidas e crianças.

O paciente deve então abandonar o departamento.

**Importante** Evitar contacto desnecessário com o paciente após a injeção do isótopo.

**Transferência de dados** Assegurar que todos os dados são transferidos no fim de cada sessão de aquisição de imagens.

Assegurar que qualquer desvio feito ao protocolo se encontra documentado pelo clínico que realiza os relatórios.

Assegurar que toda a papelada do doente se encontra completa e enviada para o PACS e para o sistema CRIS.

### 3.1 Protocolo $^{18}\text{F}$ -DG PET/CT Corpo Inteiro

**Tabela 4.1** Protocolo de Aquisição do PET/CT de Corpo Inteiro

<b>Protocolo de Aquisição: PET/CT Corpo Inteiro</b>	
Tempo de execução	Preparação do paciente 30 minutos
	Período de captação 60 minutos
	Tempo de Scan 30 minutos
	Tempo Total no CISC 120 minutos
Atividade Máxima	400MBq
Período de Captação	60 minutos
Posição do Paciente	Assegurar que a almofada para a cabeça se encontra na cama do tomógrafo; o paciente entra no tomógrafo com a cabeça primeiro. O paciente deve-se colocar em posição supina com a cabeça na almofada e deve levantar os braços acima da cabeça.  Colocar almofada de suporte de baixo dos joelhos do paciente de forma a retirar a pressão da zona inferior das costas do mesmo.  Assegurar que a tira de imobilização se encontra fixa em torno do abdómen do paciente.  Mover a cama com o paciente no sentido ascendente, mantendo o máximo de



distância possível do mesmo.

Utilizar a luz do laser de forma a que o topo da cabeça do paciente e a linha média da axila coincidam com o centro do tomógrafo.

A posição de início da aquisição deve coincidir com a margem superior supraorbital.

**Scanning** Colocar os detalhes do paciente.  
 Selecionar o protocolo correspondente (CISC\_PETCT\_WholeBody-Adult).  
 Visualizar o topograma e colocar o localizador de forma a que a área coberta inclua a linha supraorbital e se prolongue até à zona terminal da virilha. Se as usuais 7 beds não permitirem a cobertura total desta área deve-se então aumentar o número de beds. Se o paciente for mais pequeno, pode-se então diminuir o número de beds.  
 O paciente deve ser constantemente observado durante todo o scan.

Parâmetros de Scanning	Topograma		AC_CT		PET	
	kV	120	kV	120	Alcance do scan coincide com FOV do CT	SIM
mA	35	mA	50	Duração Scan/ bed	3 mins	
Corte	0.6mm	Care Dose4D	Yes	Início	Posição CT	
Topo Topograma	1024mm	Corte	5.0mm	Direção	Craniocaudal	
Direção do scan	Craniocaudal	Pitch	0.8	Scan Output	Sinograma	
Auto tasking	No	Direção do scan	Craniocaudal	Modo Sinograma	Net Trues	
Kernel	T80s sharp	Rotação	0.5s			
Atraso	4s	Atraso	4s			

**Análise de dados** As imagens são automaticamente pós-processadas.  
 Colocar as imagens em 3D e assegurar de que os scans CT e PET coincidem.

DoseEfetiva	PET	8mSv	CT	~4.8mSv
-------------	-----	------	----	---------

### 3.2 Protocolo <sup>18</sup>F-DG PET/CT Corpo Total

**Tabela 4.2** Protocolo de aquisição do PET/CT de Corpo Total

Protocolo de Aquisição: Corpo Total FDG PETCT	
Tempo de Execução	Preparação do paciente do 30 minutos



	Período de captação	60 minutos
	Tempo de Scan	60 minutos
	Tempo Total no CISC	150 minutos
Preparação Adicional	Evitar áreas da pele com aparência suspeita como local de canulação.	
Atividade Máxima	400MBq	
Período de Captação	60 minutos	
Posição do Paciente	<b>Scan 1</b>	<b>Scan 2</b>
	<p>Colocar a extensão própria para posicionamento da cabeça na cama do PET/CT, de forma a que esta se encontre fixa ao Velcro da cama.</p> <p>O paciente deve ter as mãos:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• No abdómen se a patologia primária afetar o membro superior;</li><li>• Acima da cabeça caso a patologia se encontre em qualquer outro local do corpo.</li></ul> <p>Colocar almofada de suporte de baixo dos joelhos do paciente de forma a retirar a pressão da zona inferior das costas do mesmo.</p> <p>Assegurar que a tira de imobilização se encontra fixa em torno do abdómen do paciente de forma a que as mãos do paciente não se movam.</p> <p>Mover a cama com o paciente no sentido ascendente, mantendo o máximo de distância possível do mesmo.</p> <p>Utilizar a luz do laser de forma a que o topo da cabeça do paciente e a linha média da axila coincidam com o centro do tomógrafo.</p>	<p>Mover a cama para a posição original e pedir ao paciente que saia da cama do PET/CT.</p> <p>Remover o suporte para a cabeça.</p> <p>Colocar a almofada na extremidade oposta da cama de forma a que o paciente entre no tomógrafo com os pés primeiro. Pedir ao paciente que relaxe os braços sobre o abdómen e colocar a faixa de segurança para que o mesmo não mexa os braços durante a aquisição.</p> <p>Os pés dos pacientes devem ser amarrados para prevenir qualquer movimento dos mesmos.</p> <p>Mover a cama com o paciente no sentido ascendente, mantendo o máximo de distância possível do mesmo.</p> <p>Centrar as luzes do laser na sínfise púbica, e no nível médio das pernas do paciente.</p> <p>Se o paciente for extremamente alto, deve-se recorrer a utilização da extensão para pernas.</p>
Scanning	<p>Colocar os detalhes do paciente.</p> <p>Selecionar o protocolo correspondente (CISC PETCT WholeBody- Adult).</p> <p>Planear o PET/CT assegurando que a área total da pele se encontra coberta desde o topo da cabeça. Com a extensão para a cabeça deve ser possível realizar até 10 beds, embora se possam realizar apenas 9 se não forem necessárias mais.</p>	<p>Colocar os detalhes do paciente.</p> <p>Selecionar o protocolo CISC PETCT Legs (Adult).</p> <p>Avaliar o primeiro scan e utilizar como referência para sobreposição. Certificar que a sobreposição dos topogramas se encontra feita de forma correta e que toda a superfície corporal se encontram cobertas pelo scan.</p>



Parâmetros de Scanning	Topograma			AC_CT			PET		
	WB	Pernas		WB	Pernas		WB	Pernas	
kV	120	120		kV	120	120	Alcance do scan coincide com FOV do CT	Sim	Sim
mA	35	35		mA	50	45	Duração Scan/bed	3 mins	3-4mins
Corte	0.6mm	0.6mm		Corte	5.0mm	5.0mm	Início	Posição CT	Posição CT
Topo do Topograma	1024mm	1024mm		Pitch	1.5	0.8	Direction	Caudocranial	Cranio-caudal
Direção do Scan	Cranio-caudal	Caudocranial		Direção do Scan	Cranio-caudal	Caudocranial	Scan Output	Sinograma	Sinograma
Kernel	B80s sharp	B80s Sharp							
Análise de dados	As imagens são automaticamente pós-processadas. Colocar as imagens em 3D e assegurar de que os scans CT e PET coincidem.								
Dose Efetiva	Corpo Inteiro (WB)			Pernas					
	PET	~8mSv	CT	~7.6mSv	PET	Não aplicável		CT ~7.6mSv	

### 3.3 Protocolo <sup>18</sup>F-DG PET/CT Cérebro

Tabela 4.3 Protocolo de aquisição do PET/CT do Cérebro

Protocolo de Aquisição: PET/CT Cérebro	
Tempo de execução	Preparação do paciente 30 minutos Período de captação 30 minutos Tempo de Scan 15 minutos Tempo Total no CISC 75 minutos
Preparação Adicional	O paciente deve permanecer num quarto totalmente escuro durante o período de captação.
Atividade Máxima	Cérebro 250 MBq Cérebro+ outro protocolo (ex. Corpo Inteiro) Tal como indicado para outro scan (ex.400MBq)
Período de Captação	30 minutos



**Posição do Paciente**

Colocar a extensão própria para posicionamento da cabeça na cama do PET/CT, de forma a que esta se encontre fixa ao Velcro da cama.

O paciente deve posicionar as mãos em cima do abdómen, ou onde se sinta mais confortável.

Colocar almofada de suporte de baixo dos joelhos do paciente de forma a retirar a pressão da zona inferior das costas do mesmo.

Assegurar que a tira de imobilização se encontra fixa em torno do abdómen do paciente de forma a que as mãos do paciente não se movam e que a tira de suporte do queixo se encontre bem posicionada de forma a evitar movimentos da cabeça.

Mover a cama com o paciente no sentido ascendente, mantendo o máximo de distância possível do mesmo.

Utilizar a luz do laser assegurando que o laser coincide com o topo da cabeça do paciente e que o laser vertical se encontra ao nível do meato auditivo externo.

**Scanning**

Colocar os detalhes do paciente.

Selecionar o protocolo correspondente (CISC\_PETCT\_Brain-Adult).

Planear o PET/CT assegurando que a totalidade do cérebro se encontra dentro da área de estudo.

Parâmetros de Scanning	Topograma		AC_CT		PET	
	kV	120	kV	120	Alcance do scan coincide com FOV do CT	SIM
	mA	35	mA	120	Duração Scan/ bed	15 mins
	Corte	0.6mm	Care Dose4D	Não	Início	Posição CT
	Topo Topograma	256mm	Corte	3.0mm	Direção	Caudocranial
	Direção do scan	Craniocaudal	Pitch	0.8	Scan Output	Sinograma
	Auto tasking	Não	Direção do scan	Craniocaudal	Modo Sinograma	Net Trues
	Kernel	B20s standards	Rotação	1.0s		
			Kernel	B10 PET muito suave		
	Atraso	4s	Atraso	4s		
<b>Análise de dados</b>	As imagens são automaticamente pós-processadas.					
	Colocar as imagens em 3D e assegurar de que os scans CT e PET coincidem.					
<b>DoseEfetiva</b>	Cérebro			Cérebro e Corpo Inteiro		
	PET	5mSv	CT	~1.7mSv	PET	8mSv
					CT	~6.5mSv

### 3.4 Protocolo <sup>18</sup>F-DG PET/CT Cabeça e Pescoço



**Tabela 4.4** Protocolo de aquisição do PET/CT da Cabeça e Pescoço

<b>Protocolo de Aquisição: Corpo Inteiro + Cabeça e Pescoço</b>			
Tempo de Execução	Preparação do paciente do 30 minutos		
	Período de captação 60 minutos		
	Tempo de Scan 45 minutos		
	Tempo Total no CISC 135 minutos		
Preparação Adicional	O paciente deve permanecer em silêncio total após a canulação.		
Atividade Máxima	400MBq		
Período de Captação	60 minutos		
Posição do Paciente	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <p><b>Scan 1</b></p> <p>Assegurar que a almofada se encontra na cama; o paciente entra no tomógrafo com a cabeça primeiro. Deitar o paciente em posição supina com a cabeça na almofada e com os braços acima da cabeça.</p> <p>Colocar almofada de suporte de baixo dos joelhos do paciente de forma a retirar a pressão da zona inferior das costas do mesmo.</p> <p>Assegurar que a tira de imobilização se encontra fixa em torno do abdómen.</p> <p>Mover a cama com o paciente no sentido ascendente, mantendo o máximo de distância possível do mesmo.</p> <p>Utilizar a luz do laser de forma a que o topo do pescoço do paciente e a linha média da axila coincidam com o centro do tomógrafo .</p> </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <p><b>Scan 2</b></p> <p>Pedir ao paciente que se sente na cama do tomógrafo. Colocar a extensão própria para posicionamento da cabeça na cama do PET/CT, de forma a que esta se encontre fixa ao Velcro da cama. O paciente deve posicionar as mãos em cima do abdómen, ou onde se sinta mais confortável.</p> <p>Colocar almofada de suporte de baixo dos joelhos do paciente de forma a retirar a pressão da zona inferior das costas do mesmo. Assegurar que a tira de imobilização se encontra fixa em torno do abdómen do paciente de forma a que as mãos do paciente não se movam. Utilizar a luz do laser assegurando que o laser coincide com o topo da cabeça do paciente e que o laser vertical se encontra ao nível da linha média da axila, de forma a que estes coincidam com o centro do tomógrafo.</p> </td> </tr> </table>	<p><b>Scan 1</b></p> <p>Assegurar que a almofada se encontra na cama; o paciente entra no tomógrafo com a cabeça primeiro. Deitar o paciente em posição supina com a cabeça na almofada e com os braços acima da cabeça.</p> <p>Colocar almofada de suporte de baixo dos joelhos do paciente de forma a retirar a pressão da zona inferior das costas do mesmo.</p> <p>Assegurar que a tira de imobilização se encontra fixa em torno do abdómen.</p> <p>Mover a cama com o paciente no sentido ascendente, mantendo o máximo de distância possível do mesmo.</p> <p>Utilizar a luz do laser de forma a que o topo do pescoço do paciente e a linha média da axila coincidam com o centro do tomógrafo .</p>	<p><b>Scan 2</b></p> <p>Pedir ao paciente que se sente na cama do tomógrafo. Colocar a extensão própria para posicionamento da cabeça na cama do PET/CT, de forma a que esta se encontre fixa ao Velcro da cama. O paciente deve posicionar as mãos em cima do abdómen, ou onde se sinta mais confortável.</p> <p>Colocar almofada de suporte de baixo dos joelhos do paciente de forma a retirar a pressão da zona inferior das costas do mesmo. Assegurar que a tira de imobilização se encontra fixa em torno do abdómen do paciente de forma a que as mãos do paciente não se movam. Utilizar a luz do laser assegurando que o laser coincide com o topo da cabeça do paciente e que o laser vertical se encontra ao nível da linha média da axila, de forma a que estes coincidam com o centro do tomógrafo.</p>
<p><b>Scan 1</b></p> <p>Assegurar que a almofada se encontra na cama; o paciente entra no tomógrafo com a cabeça primeiro. Deitar o paciente em posição supina com a cabeça na almofada e com os braços acima da cabeça.</p> <p>Colocar almofada de suporte de baixo dos joelhos do paciente de forma a retirar a pressão da zona inferior das costas do mesmo.</p> <p>Assegurar que a tira de imobilização se encontra fixa em torno do abdómen.</p> <p>Mover a cama com o paciente no sentido ascendente, mantendo o máximo de distância possível do mesmo.</p> <p>Utilizar a luz do laser de forma a que o topo do pescoço do paciente e a linha média da axila coincidam com o centro do tomógrafo .</p>	<p><b>Scan 2</b></p> <p>Pedir ao paciente que se sente na cama do tomógrafo. Colocar a extensão própria para posicionamento da cabeça na cama do PET/CT, de forma a que esta se encontre fixa ao Velcro da cama. O paciente deve posicionar as mãos em cima do abdómen, ou onde se sinta mais confortável.</p> <p>Colocar almofada de suporte de baixo dos joelhos do paciente de forma a retirar a pressão da zona inferior das costas do mesmo. Assegurar que a tira de imobilização se encontra fixa em torno do abdómen do paciente de forma a que as mãos do paciente não se movam. Utilizar a luz do laser assegurando que o laser coincide com o topo da cabeça do paciente e que o laser vertical se encontra ao nível da linha média da axila, de forma a que estes coincidam com o centro do tomógrafo.</p>		
Scanning	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <p>Colocar os detalhes do paciente.</p> <p>Selecionar o protocolo correspondente (<u>CISC PETCT WholeBody- Adult</u>).</p> <p>Planear o PET/CT assegurando que a área coberta inclui desde o ápice até à zona das virilhas. Ajustar o número de beds necessárias de forma a cobrir toda a área anteriormente descrita. Seguir as instruções do ecrã e realizar o CT, seguido do PET scan.</p> </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <p>Colocar os detalhes do paciente.</p> <p>Selecionar o protocolo <u>CISC PETCT HeadNeck (Adult)</u>.</p> <p>Planear o PET/CT de forma a assegurar que a área coberta vai desde o topo do ápice até onde a última bed acaba. Seguir as instruções do ecrã e realizar o CT, seguido do PET scan.</p> </td> </tr> </table>	<p>Colocar os detalhes do paciente.</p> <p>Selecionar o protocolo correspondente (<u>CISC PETCT WholeBody- Adult</u>).</p> <p>Planear o PET/CT assegurando que a área coberta inclui desde o ápice até à zona das virilhas. Ajustar o número de beds necessárias de forma a cobrir toda a área anteriormente descrita. Seguir as instruções do ecrã e realizar o CT, seguido do PET scan.</p>	<p>Colocar os detalhes do paciente.</p> <p>Selecionar o protocolo <u>CISC PETCT HeadNeck (Adult)</u>.</p> <p>Planear o PET/CT de forma a assegurar que a área coberta vai desde o topo do ápice até onde a última bed acaba. Seguir as instruções do ecrã e realizar o CT, seguido do PET scan.</p>
<p>Colocar os detalhes do paciente.</p> <p>Selecionar o protocolo correspondente (<u>CISC PETCT WholeBody- Adult</u>).</p> <p>Planear o PET/CT assegurando que a área coberta inclui desde o ápice até à zona das virilhas. Ajustar o número de beds necessárias de forma a cobrir toda a área anteriormente descrita. Seguir as instruções do ecrã e realizar o CT, seguido do PET scan.</p>	<p>Colocar os detalhes do paciente.</p> <p>Selecionar o protocolo <u>CISC PETCT HeadNeck (Adult)</u>.</p> <p>Planear o PET/CT de forma a assegurar que a área coberta vai desde o topo do ápice até onde a última bed acaba. Seguir as instruções do ecrã e realizar o CT, seguido do PET scan.</p>		



Parâmetros de Scanning	Topograma			AC_CT			PET		
	WB	HN		WB	Pernas		WB	HN	
kV	120	120	kV	120	120	Início	Posição CT	Posição CT	
mA	35	35	mA	50	50	Duração Scan/bed	3 mins	7 mins	
Corte	0.6mm	0.6mm	Corte	5.0mm	5.0mm	Direção	Caudocranial	Cranio-caudal	
Topo do Topograma	1024 mm	256 mm	Pitch	1.5	1.5	Scan	Sinograma	Sinograma	
Direção do Scan	Cranio-caudal	Caudocranial	Direção do Scan	Cranio-caudal	Caudocranial	Output			
Kernel	B80s sharp	B80s Sharp	Atraso	WB 4s	HN 4s				
Análise de dados	As imagens são automaticamente pós-processadas. Colocar as imagens em 3D e assegurar de que os scans CT e PET coincidem.								
Dose Efetiva	Corpo Inteiro (WB)			Pernas					
PET	~8mSv	CT	~4.8mSv	PET	Não aplicável	CT	~2.0mSv		

Após o paciente ser libertado do tomógrafo PET/CT, questiona-se o paciente da necessidade de utilizar a casa-de-banho antes de abandonar o serviço e relembra-se de que é de elevada importância o paciente manter uma hidratação aumentada durante o resto do dia. É dada também a informação de que os resultados do exame estarão prontos no dia seguinte e que estes serão diretamente enviados para o médico prescriptor do exame.

#### 4. Análise comparativa dos protocolos utilizados no CISC relativamente à literatura

De acordo com a *guideline* da EANM, e devido à cinética da FDG, as imagens estáticas são frequentemente adquiridas aproximadamente 60 minutos após a administração do RF.<sup>3</sup> Também no departamento de PET/CT do CISC a aquisição da imagem é feita 1 hora após a administração do RF, uma vez que é este o período de espera que demonstra melhores resultados visuais e uma maior qualidade em termos de resultados finais.

A literatura estabelece também quais os dados obrigatórios que devem acompanhar o pedido para o estudo de PET/CT, sendo eles:



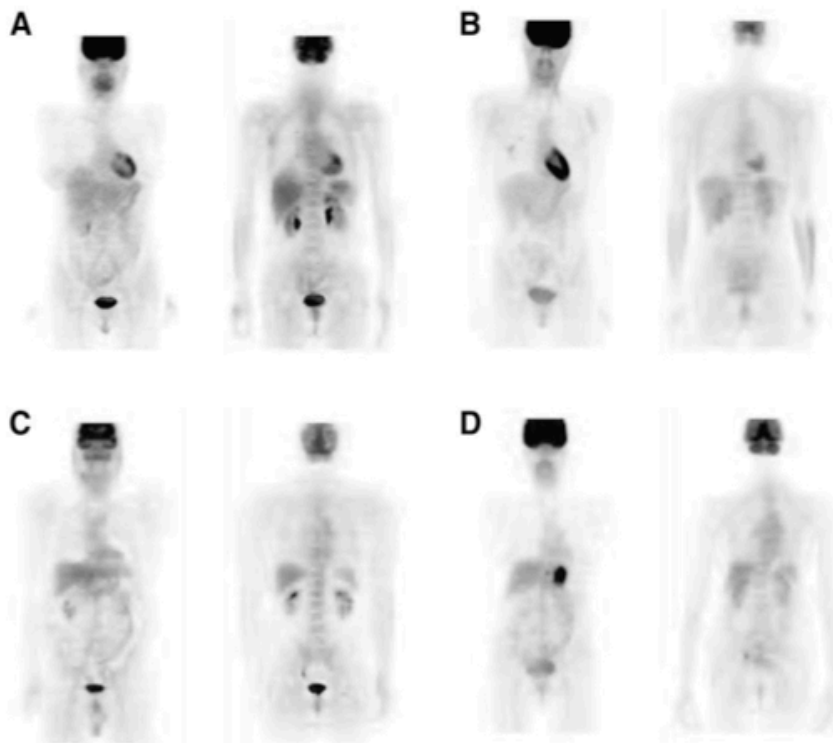
- Indicação, razão para o pedido do estudo PET/CT;<sup>3</sup>
- Altura e peso corporal (que devem ser fornecidos com precisão de forma a serem utilizados nos cálculos do SUV). Mesmo que um doente tenha já realizado vários estudos PET/CT, o peso deve ser sempre registado imediatamente antes de cada estudo, uma vez que o peso corporal sofre frequentemente alterações durante o curso da doença;<sup>3</sup>
- (Se conhecido) Tipo de tumor e locais tumorais que tenham já sido identificados;<sup>3</sup>
- Historial oncológico;<sup>3</sup>
- *Diabetes mellitus* (incluindo medicação);<sup>3</sup>
- Resultados de outros estudos (especialmente RM e CT);<sup>3</sup>
- Em caso de avaliação da terapia: tipo e data da última intervenção terapêutica;<sup>3</sup>
- Alergia a agentes de contraste;<sup>3</sup>
- Estado da função renal.<sup>3</sup>

No departamento do CISC todos os pontos anteriores, à exceção da função renal, não só acompanham o pedido do estudo PET/CT, como são novamente questionados ao paciente durante a entrevista. No que respeita à hidratação do doente antes da aquisição das imagens, a literatura defende que uma pré-hidratação adequada é importante para garantir uma concentração de FDG suficientemente baixa na urina (originando assim menos artefactos) e por razões de segurança radiológica (por exemplo, 1 litro de água nas duas horas que antecedem a injeção do radiofármaco).<sup>3</sup> No departamento do CISC, tal não se aplica, isto é, os doentes não são instruídos a fazer uma hidratação mais aumentada antes de se apresentarem no departamento. A única hidratação que o doente é aconselhado a fazer corresponde a um copo de água (cerca de 0,20 litros) que é fornecido ao doente durante a entrevista. No que respeita à qualidade final das imagens, verifica-se uma maior atividade de fundo nos tecidos adiposo e muscular, o que pode conduzir a uma redução do contraste tumor-fundo. Esta informação não pode ser demonstrada através da utilização de uma imagem adquirida no CISC pois o departamento não autorizou a utilização de imagens neste relatório, de forma a proteger a identidade dos pacientes. Durante o meu período de estágio e, comparativamente a outras imagens por mim analisadas noutros locais clínicos, verifiquei uma diminuição na qualidade das imagens obtidas no CISC.

Um estudo realizado por *Luca Ceriani et al.* demonstrou o impacto que diferentes protocolos de hidratação podem ter a nível de qualidade final nas imagens obtidas (c.f. Figura 4.1).



Dos quatro protocolos propostos pelos autores concluiu-se que o melhor seria a



**Figura 4.1** Casos representativos ( 2 cortes coronais) da distribuição média de  $^{18}\text{F}$ -DG para diferentes pacientes sujeitos a diferentes protocolos de hidratação: grupo A (A) sujeitos a ingestão oral de 500 mL de água após a administração do RF e de forma livre; grupo B (B) sujeitos à infusão parentérica de 500 mL de solução salina 5 minutos após a administração do RF; grupo C (C) sujeitos à ingestão oral de 500 mL de água de uma só vez e antes da administração do RF; grupo D (D) sujeitos à infusão parentérica de 250 mL de solução salina 30 minutos após a administração do RF. As diferentes imagens foram adquiridas 60 minutos após a administração do RF.<sup>6</sup>

infusão parentérica de um volume de 250 mL de solução salina 30 minutos após a administração do RF.<sup>6</sup> Este é um ponto importante a ter em conta uma vez que, contrariamente ao realizado no departamento do CISC, uma boa hidratação é fundamental para a obtenção de imagens PET/CT com uma boa qualidade.

Como é sabido, em PET/CT, os pacientes com diabetes *mellitus* devem ter cuidados extra no que toca à preparação para o exame. No decorrer do estágio verifiquei que grande parte dos pacientes apresentavam esta patologia e que todos eles eram tratados com medicação oral (toma de Metformina). A literatura apresenta as seguintes recomendações que devem ser aplicadas a estes pacientes:

- O estudo PET deve ser, preferencialmente, realizado ao fim da manhã;<sup>3</sup>
- Os pacientes devem cumprir as mesmas regras de jejum que os restantes pacientes;<sup>3</sup>



- Os pacientes devem continuar a tomar a medicação oral de forma a controlar os níveis de glucose no sangue.<sup>3</sup>

Contrariamente ao descrito na *guideline* da EANM relativamente à suspensão da medicação antidiabética, no CISC é pedido ao doente que interrompa a medicação oral pelo menos 12 horas antes da realização do exame PET/CT. Um estudo realizado por *Dasgeb B. E Siegel E.* demonstra que os pacientes que não suspenderam a medicação antes do estudo de PET/CT mostraram um aumento significativo da captação de <sup>18</sup>F-DG na musculatura periférica e na gordura subcutânea de uma forma difusa.<sup>7</sup> Assim, e em oposição ao indicado pela *guideline*, é aconselhado que os doentes diabéticos interrompam a toma da medicação oral, de forma a serem obtidas imagens com um maior nível de qualidade e de credibilidade.

No CISC, só se procede com a administração da <sup>18</sup>F-DG após a realização da medição dos níveis de glucose do paciente. Neste departamento, é admitido o paciente que apresente um nível medido de glucose até o máximo de 10 mmol/litro. Segundo a *guideline* da EANM, se o nível de glucose for igual ou superior a 7 mmol/litro o paciente deve ser agendado para outro dia. Verifica-se aqui uma discrepância entre a literatura e a prática do serviço. Ao sujeitar os pacientes com um nível de glucose superior a 7 mmol/litro à administração do RF, poderão ser adquiridas imagens com achados duvidosos e com um nível de confiança que será questionável.

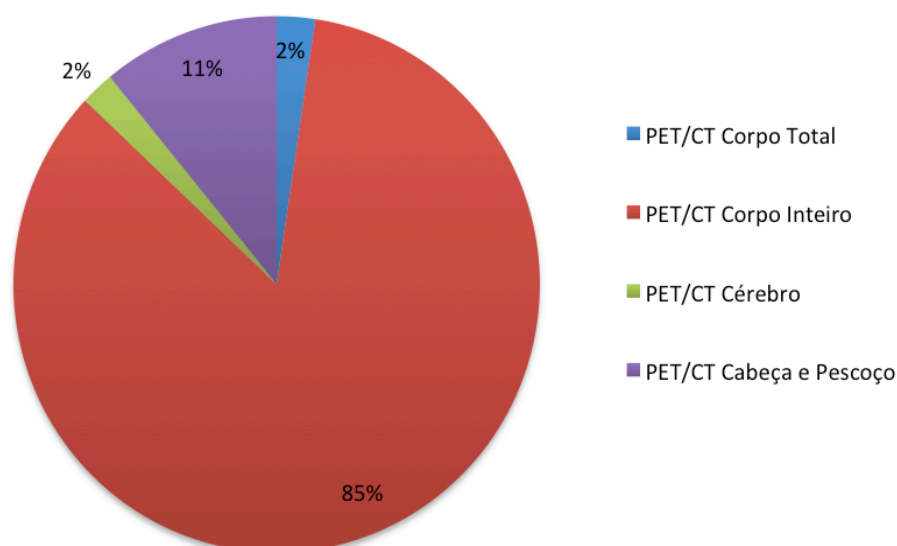
No que se refere à atividade de RF administrada utiliza-se um valor padrão de 400 MBq  $\pm$  10% para todos os pacientes. Neste caso, as doses são administradas sem ter em linha de conta o peso ou a superfície corporal do paciente, tal como recomenda a *guideline* europeia. Para sistemas 3D com um *bed overlap* inferior a 25% (como se verifica nos sistemas de PET/CT da *Siemens*) e um tempo de aquisição de 3 minutos/bed, as recomendações são para que seja administrada uma atividade de 13,8 MBq x Kg de peso corporal/ (min/bed) ( $\pm$  10%).<sup>3</sup> Verificamos então que a dose administrada ao paciente é dependente da massa corporal do mesmo, variando de paciente para paciente. Por sua vez, no departamento do CISC, a dose mantém-se constante nos 400MBq ( $\pm$  10%). O valor máximo de <sup>18</sup>F-DG que pode ser administrado é de 440 MBq, tendo sido este valor imposto pela legislação Inglesa.<sup>2</sup> Caso um paciente apresente um elevado volume ou massa corporal, a única alternativa é aumentar o tempo de aquisição/bed, de forma a manter a atividade administrada dentro dos limites legais.



## 5. Número de protocolos realizados durante o estágio

Tabela 4.5 Número de Protocolos PET/CT realizados durante o Estágio.

	Maio 2012	Junho 2012	Julho 2012	
PET/CT Corpo Total	3	4	1	8
PET/CT Corpo Inteiro	95	97	95	287
PET/CT Cérebro	2	5	0	7
PET/CT Cabeça e Pescoço	12	17	8	37
	112	123	104	339



**Figura 4.2** Gráfico circular representativo da percentagem dos diferentes protocolos PET/CT realizados durante o período de estágio.

Pode-se assim verificar que o maior número de protocolos realizados foram o Protocolo de Corpo Inteiro (com 85% de todos os protocolos realizados) e o Protocolo de Cabeça e Pescoço (com 11 % dos protocolos realizados).



### 1. Controlo de Qualidade (CQ) Diário

No CISC, diariamente pela manhã, são realizados os controlos de qualidade do PET/CT e da câmara de ionização do laboratório quente.

O CQ ajuda a assegurar que o equipamento funciona ao longo da sua vida útil de acordo com os níveis especificados pelo fabricante, e medidos durante o processo de testes de aceitação, e que há conformidade contínua com as exigências regulamentadas para segurança contra radiações.<sup>8</sup>

Cada procedimento de CQ tem uma correspondente frequência, intervalo de tolerância e ação corretiva. Fatores que não se alterem rapidamente, tais como a uniformidade do detetor, são realizados com pouca frequência, por exemplo trimestral ou sempre que ocorra uma intervenção, tais como a substituição de um módulo detetor. Outros procedimentos têm recomendação para serem executados diariamente.<sup>8</sup>

O controlo de qualidade diário tem como objetivos: assegurar que, diariamente, são obtidas imagens clínicas optimizadas a partir do tomógrafo; comparar quantitativamente os resultados das imagens com as especificações e standards do fabricante e da própria instituição; assegurar a utilização apropriada do dispositivo pelo técnico; permitir uma base de dados disponível de forma a derivar tendências funcionais nas imagens no que respeita à qualidade da imagem.<sup>8</sup>

#### 1.1 Verificação da Qualidade Diária do PET: *Abordagem Siemens*

A verificação da qualidade diária do PET é um procedimento de manutenção realizado diariamente para normalizar as variações que possam existir nas respostas dos detetores do PET. Os resultados produzidos determinam a prontidão do sistema para o *scanning* ou para qualquer outro serviço que seja necessário. O procedimento inclui:

- Normalização diária baseada num scan do fantoma;<sup>8</sup>
- Computação e verificação do factor de calibração PET (ECF);<sup>8</sup>
- Apresentação dos resultados de normalização obtidos e avaliação do sinograma;<sup>8</sup>
- Relatório de qualidade do sistema que pode ser guardado e imprimido.<sup>8</sup>



**Tabela 5.1** Características de desempenho do sistema *Siemens PET/CT Biograph mCT*, descritos no manual de funcionamento do mesmo.

<b>Fabricante:</b>	<b>Siemens</b>
<b>Modelo:</b>	<b>Biograph mCT</b>
<b>Características</b>	
<b>Sensibilidade- 3D (cps/kBq/cc)</b>	9.5
<b>Resolução Transversal a 1 cm (mm)</b>	4.4
<b>Resolução Transversal a 10 cm (mm)</b>	5.8
<b>Resolução Axial a 1 cm (mm)</b>	4.5
<b>Resolução Axial a 10 cm (mm)</b>	4.8
<b>Taxa de contagem equivalente ao pico de ruído (kcps) (3D)</b>	100
<b>Fração de Scatter (%)</b>	<36

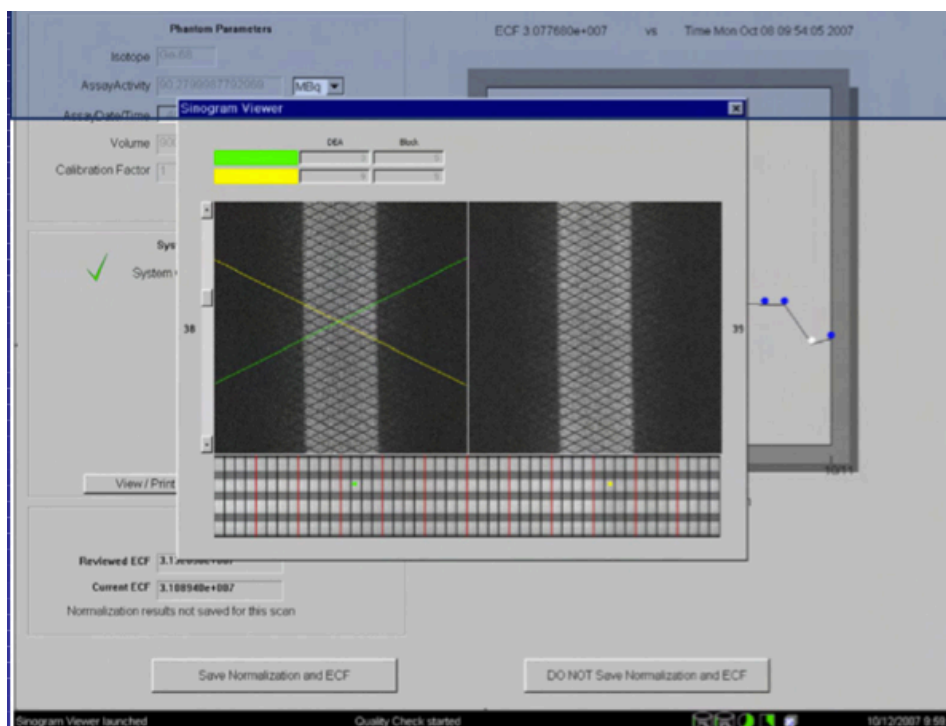
### 1.1.1 Controlo de Qualidade do PET/CT

A ser realizado todas as manhãs quando o tomógrafo PET/CT é utilizado.

1. Ligar a Gantry. Seguir as instruções que surgem no ecrã acerca das luzes intermitentes do PET/CT. Se esta etapa não for realizada corretamente a gantry não iniciará corretamente e um *shutdown* terá de ser cumprido.
2. Assegurar que todos os indivíduos se encontram fora da sala do PET/CT e que todos os acessos à mesma se encontram trancados. Realizar o check-up do CT. Esta opção ocorre automaticamente.
3. Colocar o fantoma de CT no final da mesa do paciente; realizar CT (*Quality Check*). O *Quality Check* do CT consiste no aquecimento da Ampola (permite realizar o aquecimento do tubo de raios-X e estabilizar a temperatura da gantry) e na verificação das UH e uniformidade, ruído de imagem e artefactos. Neste passo o objetivo é avaliar as UH, bem como possíveis artefactos na imagem. É utilizado um fantoma cilíndrico com cerca de 20 cm de diâmetro (cheio de água), obtendo-se as UH para a água e o respetivo desvio-padrão. O diâmetro da ROI deve ser padronizado para todos os testes de CQ. A imagem é, ainda, inspecionada visualmente para detetar qualquer ausência de uniformidade ou a existência de artefactos.
4. Assegurar que todos os resultados obtidos se encontram “em tolerância”, ou seja, de acordo com os valores estabelecidos como normais pelos fornecedores.



5. Utilizando luvas, anexar o fantoma de PET à mesa do paciente. O fantoma de  $^{68}\text{Ge}$  para PET encontra-se guardado no cofre, localizado na sala do PET/CT. A posição da cama deve cobrir o centro do corpo do fantoma.
6. Introduzir os resultados obtidos no diário de Controlo de Qualidade presente no CISC.
  - Assegurar que os resultados de qualidade do sistema passaram no teste;
  - Verificar os resultados de qualidade do sistema;
  - Verificar o perfil plano de atividade;
  - Verificar o gráfico de tendências do fator de calibração (*ECF trend graph*);
  - Analisar o sinograma de forma a confirmar que não existem detetores que não se encontram a funcionar;
  - Salvar a normalização e o ECF.



**Figura 5.1** Visualização do Sinograma apresentado no *Quality Check* diário do PET/CT. O sinograma é uma figura bidimensional, na qual representa-se no eixo horizontal o local de detecção dos fótons e na vertical a posição angular do detetor.<sup>8</sup>

7. Terminar a função de Garantia de Qualidade.



8. Abrir as imagens adquiridas do Controlo de Qualidade no modo 3D e verificar se as imagens se encontram OK (ou seja, verificar visualmente que as imagens se encontram uniformes).
9. Assegurar que existe espaço suficiente no disco para serem realizados os scans diários. A percentagem de espaço livre no disco é representada por um círculo com o símbolo % a verde no canto inferior direito do monitor. Caso o círculo se encontre a cor vermelha deve-se proceder à eliminação de dados mais antigos de forma a criar espaço de armazenamento no disco.

System Quality Report				
Scan Date Friday12-Oct-200709:38:35				
<b>Phantom Parameters</b>				
Isotope	Ge-68			
Assay Activity	2.43756mCi			
Assay Date and Time	18-Apr-200712:00:00			
Volume	9007cc			
Calibration Factor	1			
<b>Input for Computation</b>				
Daily Sinogram	\\PETCTRECON\PETDATA\data-4.0.39644299			
Proposed ECF Value	3.13289e+007bq/ml			
Last Successful Setup	Friday12-Oct-200709:11:00			
<b>Results</b>				
System Quality Results Passed				
<b>Detailed System Quality Report</b>				
Item	Upper Bound	Lower Bound	Value	Decision
Block Noise	10sigma	0sigma	0Block_Outside_Range	Pass
Block Efficiency	121%	79%	0Block_Outside_Range	Pass
Measured Randoms	116%_Estimated	84%_Estimated	104%	Pass
Scanner Efficiency	5514%	2968%	4603%	Pass
Scatter Ratio	43%	23%	33%	Pass

Figura 5.2 Relatório de Qualidade do Sistema.<sup>7</sup>

## 1.2 Controlo de Qualidade da Câmera de Ionização

Deve ser realizado todos os dias, sempre que um radioisótopo tiver de ser medido no departamento. O radioisótopo não se deve encontrar no laboratório quando estiver a ser realizado este teste e, assim, deve ser colocado num dos quartos de injeção até que a câmara de ionização tenha passado no Controlo de Qualidade.



1. Selecionar a opção “Daily Check” que se encontra no monitor da câmara de ionização. Apontar no diário de Controlos de Qualidade os valores apresentados para “Preamp” e “ItoUb”.
2. O valor BIAS apresentado será quase sempre igual a 50.
3. Selecionar “Start” para efetuar o teste “efeito zero”, apontar o valor atividade de fundo (MBq) e se a mesma se encontra OK.
4. Vestir a bata, colocar luvas e retirar a fonte de  $^{137}\text{Cs}$  do cofre. Utilizando pinças, retirar a fonte do contentor de chumbo, colocá-la na câmara de ionização e selecionar “OK”. Apontar a atividade medida e a % de desvio.
5. Iniciar de seguida o teste de “uniformidade”. Anotar a % de desvio, assegurando que a mesma não ultrapassa 1%. Caso tal se verifique, contatar o responsável pelo equipamento.
6. Remover a fonte do interior da câmara de ionização utilizando pinças e colocá-la de volta no cofre. Trancar o cofre e monitorizar as mãos ainda usando as luvas. Caso não se verifique contaminação, retirar as luvas e prosseguir com o teste seguinte. Retirar o suporte do calibrador de doses da câmara de ionização e voltar a introduzi-la quando pedido pelo ecrã. Apontar o resultado (“OK” ou “Failed”) e, caso passe no teste de contaminação, seguir para o próximo teste.
7. Verificar e anotar a voltagem do sistema.
8. Assegurar que o isótopo selecionado é o  $^{18}\text{F}$ . A câmara de ionização encontra-se então pronta a ser utilizada.

Este teste mede a precisão e é realizado para mostrar que, utilizando uma fonte de elevado tempo de meia-vida, usualmente o  $^{137}\text{Cs}$  com um tempo de meia-vida de aproximadamente 30 anos, são obtidos resultados reprodutíveis dia após dia com os vários isótopos que serão provavelmente utilizados no serviço e assegurando a precisão das atividades administradas aos doentes. Os resultados obtidos no controlo de qualidade são registados no diário e comparados com os valores mais recentes para determinar se o instrumento apresenta valores constantes no dia-a-dia.<sup>5,8</sup>



### 1. Proteção e Segurança Radiológica

Para os profissionais que trabalham na área da imagem médica recorrendo à aplicação de radiações ionizantes, é de extrema importância o conhecimento sobre radioproteção. Pacientes, público em geral, meio ambiente e o próprio profissional de medicina nuclear estão sujeitos aos riscos inerentes à radiação ionizante.<sup>9</sup> O facto da radiação ionizante não poder ser diretamente detectada pelos cinco sentidos, bem como a falta de conhecimento básico acerca das suas propriedades, contribuem para consolidar, cada vez mais, sob a forma de medo, a rejeição da utilização das radiações ionizantes para fins benéficos. Porém, para que haja uma realização desse tipo de trabalho existem formas corretas de praticá-la, recorrendo à diminuição do risco, seguindo atentamente as normas de segurança existentes. O profissional deve estar atento a estas normas, pois, dela não está dependente apenas a sua vida, mas também toda a equipa e o paciente. O Homem está constantemente exposto às várias formas de radiação, cujos efeitos presentes e futuros não estão perfeitamente delineados. Deve-se, portanto, agir de modo a não contribuir para o agravamento dos problemas biológicos irreversíveis que deverão sobrevir.<sup>9</sup>

A radiobiologia surgiu para estudar esses efeitos, desmistificando e trazendo à luz da ciência os efeitos determinísticos, estocásticos e o risco fetal. A partir desse conhecimento tornou-se necessário criar princípios básicos de proteção radiológica. Já os princípios de radioproteção fornecem diretrizes básicas para as atividades operacionais que utilizam radiação ionizante. São eles: Justificativa, Otimização e Limitação da dose, todos baseados no princípio fundamental conhecido como ALARA acrónimo para “*As Low As Reasonable Achievable*”, que significa: tão baixo quanto possivelmente exequível.<sup>8</sup> Em consonância com esses princípios, desenvolveram-se formas de radioproteção baseadas no tempo de exposição, distância da fonte de radiação e blindagem, com a finalidade de reduzir ao máximo os efeitos perniciosos da radiação.<sup>9</sup> Para isso existem regulamentos e medidas de proteção radiológica que, em geral, são baseados nas recomendações fornecidas pelos seguintes órgãos internacionais:

- IAEA (*International Atomic Energy Agency*)- Agência Internacional de Energia Atômica;



- ICRP (*International Commission on Radiological Protection*)- Comissão Internacional de Proteção Radiológica;
- EURATOM (*The European Atomic Energy Community*)- Comunidade de Energia Atômica Europeia;
- ARSAC (*Administration of Radioactive Substances Advisory Committee*)- Comité da Administração de Consultoria de Substâncias Radioativas.

Estas medidas são importantes na proteção e minimização da dose a que os pacientes estão expostos, e também nas medidas a seguir pelos profissionais que trabalham com radiações ionizantes.

Existem três medidas a seguir como forma de minimizar a dose absorvida:

#### **1- Diminuir o tempo de exposição:**

O tempo que se está exposto à radiação determina em grande parte a dose absorvida, quanto mais tempo se estiver exposto a uma fonte irradiadora, mais tempo os fótons desta interação com o material provocando ionizações.<sup>10</sup>

Deve-se então reduzir ao mínimo o tempo de exposição às fontes radioativas, como forma de minimizar a dose absorvida e os efeitos consequentes.<sup>10</sup>

#### **2- Utilizar barreiras de materiais densos (como o chumbo e o tungstênio).**

Quando um feixe de radiação atravessa um material, a radiação interage com os átomos da matéria, sendo atenuada, ou seja, os fótons são removidos do feixe segundo a lei de Lambert-Beer.<sup>10</sup>

$$N = N_0 \times e^{-\mu x}$$

**Equação 4**

N- no de fótons transmitidos N<sub>0</sub> – no de fótons iniciais μ - Coeficiente de atenuação linear x - Espessura do material.

#### **3- Aumentar a distância à fonte.**

Outra das medidas eficazes para reduzir a dose absorvida é através da distância. A intensidade de um feixe de radiação no ar, varia inversamente com o quadrado da distância à fonte.<sup>10</sup>



### Lei do inverso do quadrado da distância

$$\frac{I}{I'} = \frac{d'^2}{d^2}$$

Equação 5

A administração de RFs cria riscos para as outras pessoas através da radiação externa e da contaminação com urina, vômito, etc.

Na nossa vida a exposição às radiações ionizantes é de certa forma um factor preocupante, devido a todas as doenças e problemas que lhes estão relacionadas. Nestas circunstâncias conhecer elementos que nos ajudem a minimizar a dose absorvida, é uma ajuda preciosa como forma de proteção de nós mesmos e das pessoas que conosco trabalham.

## 1.1 Proteção e Segurança Radiológica no CISC

O departamento de PET/CT do CISC aplica várias técnicas de proteção e segurança radiológica de forma a diminuir a exposição à radiação dos técnicos e dos pacientes.

Como foi já referido anteriormente, apenas o pessoal autorizado tem acesso à potenciais zonas controladas. Os pacientes não podem entrar nessas mesmas zonas a não ser que se encontrem acompanhados por um dos membros da equipa dos técnicos. Todos os quartos que recebem os pacientes para injeção encontram-se na mesma ala do serviço, juntamente com a casa-de-banho para os pacientes injetados, a sala do PET/CT e o laboratório, evitando assim que exista deslocação de pacientes radioativos e/ou de doses a injetar em outras zonas do departamento (*c.f.* Anexo 1).

Todos os quartos para pacientes possuem uma parede entre a porta de entrada do mesmo e a cama onde o paciente se encontra deitado. Desta forma, e como me foi explicado pela equipa do CISC, o serviço foi construído recorrendo a uma estrutura designada por “labirinto”, com o objetivo de aumentar o número de barreiras entre o técnico e o paciente e entre os diferentes quartos e zonas comuns (como por exemplo os corredores).

Os sinais deslizantes que se encontram nas portas dos quartos e da casa-de-banho dos pacientes permitem identificar se a zona de interesse é uma zona controlada ou não. A partir do momento em que o  $^{18}\text{F}$ -DG chega ao serviço de manhã, a zona do departamento correspondente ao serviço do PET/CT torna-se uma zona controlada e



todos os sinais das portas são deslizados da cor verde para a cor vermelha. O técnico que recebe o  $^{18}\text{F}$ -DG do fornecedor é encarregue da alteração da cor dos sinais de aviso.

No laboratório quente existem diversas barreiras de forma a diminuir a exposição dos técnicos à radiação. Entre a zona de trabalho escrito e a zona de manuseamento de doses encontra-se uma parede que separa estas duas zonas. Existe também um indispensável vidro de chumbo atrás do qual as doses são manuseadas e medidas. A mala de chumbo que permite o transporte da dose a injetar ao paciente encontra-se localizada o mais junto possível ao vidro de chumbo de forma a diminuir ao máximo a exposição do técnico à radiação. O manuseamento de doses é feito recorrendo sempre à utilização de um protetor de seringa de tungsténio. É importante recordar que durante o manuseamento de doses o técnico responsável pela tarefa deve utilizar sempre os dosímetros de anel em ambas as mãos, bem como o dosímetro de corpo inteiro e o EPD. Quando existe alguma tarefa a ser desempenhada que exija o manuseio de  $^{18}\text{F}$ -DG é obrigatória a utilização de bata e luvas, que se encontra à disposição à entrada do laboratório. O calçado utilizado no laboratório quente é o mesmo utilizado no restante departamento. Contudo, as restantes tarefas que não exigem o manuseamento de fontes radioativas (como a preparação do paciente, aquisição de imagens e outras) são feitas com a roupa pessoal do técnico e com o calçado de rua, o que mostrou ser uma discrepância com as regras aplicadas em Portugal, onde todos os serviços requerem a utilização de uma bata ou de uma farda pessoal a ser utilizada durante todo o horário de trabalho.

Na sala de PET/CT existem diversas barreiras que fazem a separação entre o paciente radioativo a ser estudado e os raios-X emitidos pelo CT e a sala de controlo onde se encontram os técnicos e as estações de processamento, tais como a mesma estrutura labirinto que se encontra nos quartos dos pacientes e um vidro de chumbo que permite a observação visual da sala de PET/CT e que ao mesmo tempo permite a proteção dos técnicos que se encontram em serviço. Todos os protocolos e procedimentos aplicados no CISC são regulados pelo “*The Ionizing Radiation Regulations 2000, ARSAC, IRR1999*”.<sup>11</sup>

Outro ponto importante a ser apresentado é o facto de, no Reino Unido, ser obrigatório realizar documentos de avaliação de risco (“*Risk Assessment*”) para todas as ações realizadas no departamento e para possíveis cenários que possam ocorrer no interior do mesmo, os possíveis riscos associados e as formas de diminuir/ ultrapassar esses mesmos riscos. Estes documentos têm de ser apresentados à Chefe de Radiologia,



aprovados e arquivados no departamento prontos para serem apresentados caso tal seja requerido em momentos de inspeção. A ausência destes documentos pode conduzir ao encerramento do departamento.

## **1.2 Comparação entre realidade Inglesa e Portuguesa no campo da Proteção e Segurança Radiológica**

Da pesquisa e análise feita à literatura disponível e analisada antes e durante o decorrer do estágio e de forma a criar uma familiarização com a legislação Inglesa, foi possível verificar algumas diferenças entre esta legislação e a legislação Portuguesa.

No que respeita à classificação das zonas de trabalho num serviço de medicina nuclear ou de qualquer outro serviço que recorra a radiações ionizantes, os termos atribuídos são semelhantes tanto em Portugal como Inglaterra mas, contudo, apresentam significados diferentes. Assim, quando em Portugal se vê a indicação de que nos situamos na presença de uma zona controlada, tal indica que os trabalhadores que se encontram nessa área estão sujeitos a uma exposição que os leva a ultrapassar três décimos dos limites de dose fixados.<sup>12</sup> Por sua vez, quando em Inglaterra nos encontramos perante um aviso de zona controlada, significa que nessa zona os profissionais encontram-se sujeitos a uma taxa de dose de 7,5  $\mu\text{Sv/hora}$ , uma dose efetiva superior a 6mSv por ano ou uma dose equivalente superior a três décimos de qualquer limite de dose afixado.<sup>11</sup> Quando em Portugal se designa uma área como vigiada, tal significa que a exposição a que os trabalhadores estão sujeitos durante um ano pode ultrapassar um décimo dos limites de exposição fixados mas improvável que possa ultrapassar três décimos desses mesmos limites.<sup>12</sup> Já em Inglaterra, não existem zonas vigiadas mas sim zonas supervisionadas, área essa onde a pessoa se sujeita a receber uma dose efetiva superior a 1 mSv por ano ou uma dose equivalente superior a um décimo de qualquer limite de dose.<sup>11</sup>

É de máxima importância em qualquer serviço que trabalhe com radiações ionizantes o cumprimento dos limites anuais de dose a que os indivíduos (profissionais ou público) estão expostos. Através da comparação entre os limites de dose estabelecidos para Inglaterra e para Portugal, verificou-se que, para os profissionais, os limites de dose aplicados em Portugal e em Inglaterra são idênticos, com a exceção do limite para a dose equivalente eficaz anual estipulada para o corpo inteiro. Enquanto que em Portugal o limite é de 50 mSv por ano<sup>12</sup>, em Inglaterra o limite é de 20 mSv por ano<sup>11</sup>. Contudo, a dose efetiva é igual para ambos os países,



sendo o limite 100 mSv em 5 anos consecutivos.<sup>11,12</sup> Uma diferença entre limites de dose entre os diferentes países verifica-se também no que respeita às grávidas. Enquanto em Portugal o limite estabelecido é de 10 mSv<sup>12</sup> desde o início até ao fim da gestação do feto, em Inglaterra o limite é dez vezes inferior, sendo de 1mSv<sup>11</sup>. Por fim, e no que respeita aos limites de dose estabelecidos para o público, os valores apresentados são iguais tanto para Portugal como para Inglaterra.

Outros pontos importantes, como a dosimetria das radiações e os resíduos radioativos, não são passivos de comparação uma vez que o tratamento dado aos mesmo em ambos os países torna-se semelhante uma vez que ambos se encontram regidos pelas normas apresentadas pela IAEA, ou seja, orientam-se segundo um conjunto de diretrizes comuns aos restantes países da Europa.



### 1. Prática Clínica Avançada em Inglaterra

A prática clínica avançada é entendida no Reino Unido como a liberdade dada ao técnico para realizar relatórios clínicos das imagens adquiridas em PET/CT. A prática clínica avançada não é realizada no Reino Unido, tal como não o é em Portugal.

Contudo, e devido à excelência da equipa presente no CISC, foi-me dada a oportunidade de realizar as denominadas “*reporting sessions*”, onde a equipa de médicos consultores (equivalente aos médicos especialistas em Medicina Nuclear em Portugal) me recebeu para participar de forma autónoma, mas supervisionada, na realização dos relatórios clínicos. A equipa de médicos que realiza os relatórios clínicos relativos aos PET/CT do CISC é constituída por: Doutora Sabina Dizdarevic, Doutor Guy Burkhill, Doutor Vivek Raman, Doutora Georgia Keramida e Professor Adrian Michael Peters. Durante a realização destas sessões verificou-se uma grande diferença na facilidade da interpretação dos achados clínicos quando se encontrava presente o técnico que entrevistou e acompanhou o respetivo paciente durante todo o processo. Por vezes, durante o discurso do paciente, este faz referências a aspetos da sua vida diária ou acontecimentos recentes que podem não ser de grande importância para a entrevista mas que, durante a avaliação das imagens adquiridas, podem levar à justificação de determinado achado na imagem. Por exemplo, num estudo realizado a um paciente, procurava-se avaliar o estado de vasculite que este apresentava. Nas imagens adquiridas verificou-se uma elevada captação do radiotraçador em ambos os braços do indivíduo. Os médicos questionaram se tal captação aumentada se devia ao processo de inflamação ou se existiria outra causa. Uma vez que o médico não tem qualquer contato com o paciente, este não sabia que o paciente se apresentou no departamento utilizando o auxílio de um andarilho sem rodas, o que requeria um esforço físico aumentado dos braços. Semanalmente, participei na realização de cerca de 9 a 10 relatórios clínicos. No final do estágio verifiquei que as patologias mais relatadas encontravam-se relacionadas com neoplasias do pulmão, neoplasias do cólon e linfomas.

Contudo, pelo que me foi informado e tal como ocorre em Portugal, apesar de este processo se tornar mais fácil com a presença do técnico, a prática clínica avançada não é realizada em Inglaterra.



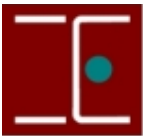
### 1. Avaliação Geral do Estágio

O estágio de natureza profissional realizado em programa ERASMUS no CISC, em Inglaterra, contribuiu em muito para o aumento da experiência profissional, bem como para um crescimento de nível pessoal e social, através da relação criada com os vários elementos da equipa técnica e com os vários pacientes. O CISC prima pela organização e pelo empenho máximo da sua equipa de trabalho que, apesar de contar apenas com um PET/CT, rentabiliza ao máximo a sua utilização. Durante o período de estágio fui submetida ao mesmo programa de treino PET/CT que os restantes membros constituintes da equipa. O programa de treino consiste, além da prática diária normal, no estudo das regulações associadas ao PET/CT com o objetivo de me tornar familiar com a legislação Inglesa, com o estudo das regras locais do CISC, realização de exercícios de Proteção e Segurança Radiológica (incluindo exercícios de monitorização ambiental), estudo do manual “*Biograph TruePoint PET-CT*”, estudo dos sistemas PACS e CRIS bem como a avaliação das nossas resposta quando submetidos a diferentes cenários possíveis.

A componente humana e holista não são de forma alguma colocadas de parte neste serviço, onde os profissionais dão uma grande importância aos pacientes e às suas necessidades físicas, psicológicas e sociais.

A prática clínica obtida no CISC foi em muito enriquecedora, principalmente devido à autonomia e independência facultada pelos profissionais do serviço, fazendo com que o meu trabalho fosse necessário e valorizado no período de tempo em que me encontrei a estagiar.

Para terminar, gostaria de referir que foi muito gratificante poder finalizar este Mestrado junto de profissionais excelentes com os quais tive o prazer de trabalhar, e que me permitiram aplicar os conhecimentos teóricos e práticos adquiridos neste Mestrado, e poder relacionar esses conhecimentos com a experiência real que é trabalhar num departamento especializado em PET/CT.



### 1. Conclusão

“Valeu a pena?”

Tudo vale a pena se a Alma não é pequena”

*in* Mensagem de Fernando Pessoa.

Desde o momento da entrada no serviço, o permanente contacto com os pacientes, profissionais e técnicas utilizadas permitiu-me ter a certeza de que tomei a decisão acertada acerca da escolha da realização de um estágio como forma de terminar o Mestrado. A criação da identidade de um técnico de Medicina Nuclear forma-se em campo, sendo os momentos em que nos encontramos a exercer a profissão para a qual estudámos tão arduamente os momentos privilegiados para a criação dessa mesma identidade.

Maioritariamente todos os objectivos que inicialmente foram propostos foram largamente atingidos. Verificou-se o aprofundamento de várias competências em PET/CT, tais como a realização de exames de forma autónoma, a tomada de decisões no que respeita à relação com pacientes de forma independente e o estabelecimento de uma relação forte e de confiança com os restantes membros da equipa profissional. A realização deste estágio permitiu, de certa forma, a preparação para integrar o mercado profissional de forma independente e confiante, tendo sido, sem dúvida, uma mais valia para o futuro.



## Referências Bibliográficas

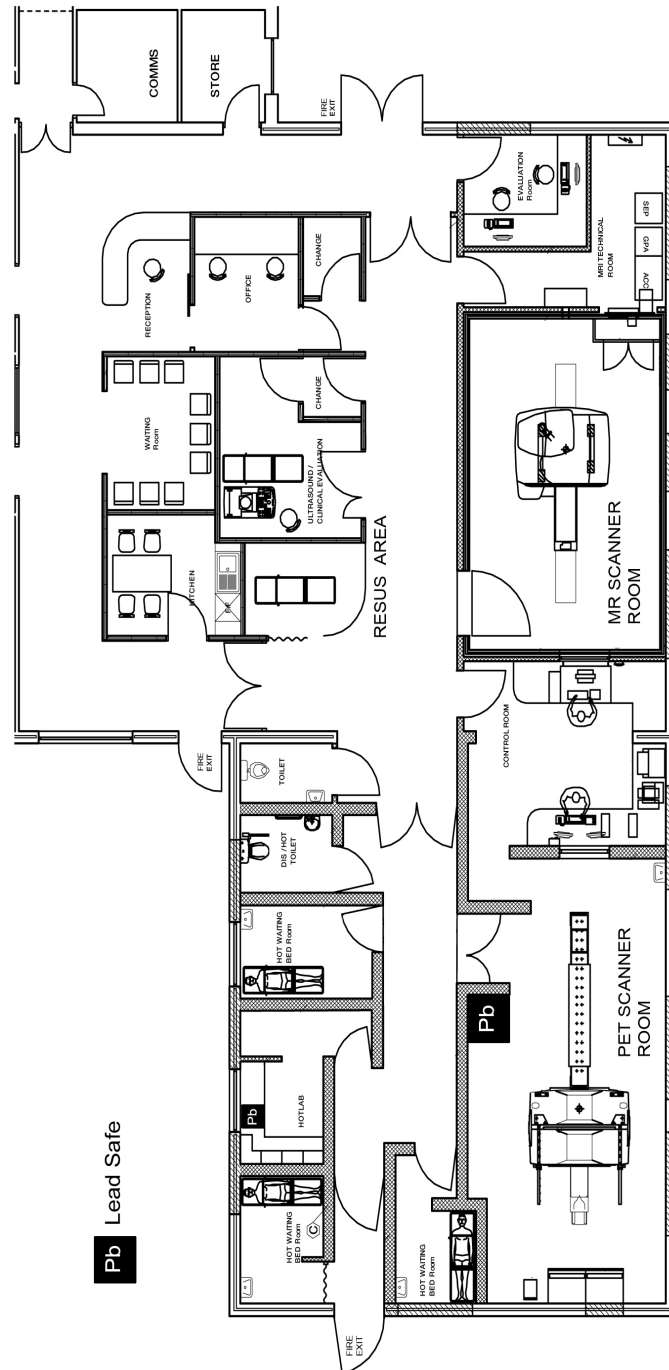
---

1. Brighton and Sussex Medical School. [Online].; 2012 [cited 2012 Junho 9. Available from: <http://www.bsms.ac.uk/research/cisc/>
2. Health and Safety Executive. Work with ionising radiation: Ionising Radiations Regulations - Approved Code of Practice and guidance. Londres, 2011
3. Boellaard R, O'Doherty M, Weber W, Mottaghy F, Lonsdale M, Stroobants S et al. FDG PET and PET/CT: EANM procedure guidelines for tumor PET imaging: version 1.0. Eur J Nucl Med Mol Imaging. 2010 January; 37(1): 181– 200.
4. Falen S, Kowalsky R. Radiopharmaceuticals in Nuclear Pharmacy and Nuclear Medicine. Second Edition. Washington DC: American Pharmacists Association, 2004. 825p.
5. Wahl R. Principles and Practice of PET and PET/CT. Second Edition. Philadelphia: Wolters Kluwer Health, 2009. 729p.
6. Ceriani L, Suriano S, Ruberto T, Giovanella L. Could Different Hydration Protocols Affect the Quality of <sup>18</sup>F-FDG PET/CT Images? J Nucl Med Technol. 2011; 39:77–82
7. Dasgeb B, Siegel E. Alteration of FDG uptake associated with metformin: Pitfall and opportunity. J Nucl Med. 2007; 48 (Supplement 2).184 p.
8. Knesarek K. Paper presented at: SNM 2008- Annual Meeting. Overview of Existing QC Protocols for PET Systems and Proposed Updates. The Mount Sinai Medical Centre. New York, USA.
9. Seares M; Ferreira C. A importância da Radioproteção na Radiologia. Florianópolis: Núcleo de Tecnologia Clínica, 2003.
10. Bushong S. Radiation Protection. USA: McGraw- Hill Companies Inc., 1998. 685 p.
11. Health and Safety Executive. The Ionizing Radiation Regulations 2000. ARSAC, IRR1999. Londres 2000. 173p.
12. Decreto Regulamentar nº 9/90, de 19 de Abril.



# Anexo 1

## Planta do CISC





## **Anexo 2**

### **Funcionários nomeados e outros profissionais do departamento**

#### **Radiation Protection Advisor**

Jil Segerman

Medical Physics Department

The Royal County Hospital

#### **Radiation Protection Officer**

Geoff Ward

#### **Radiation Protection Supervisor - CISC**

Janice Bush (Head of Radiography) or Alison Reed (senior radiographer)

#### **Medical Physics Experts**

Jil Segerman

John Lutkin

Paul Colley

John Davis

#### **Clinical Director - CISC**

Mike Peters

#### **Head of Radiography - CISC**

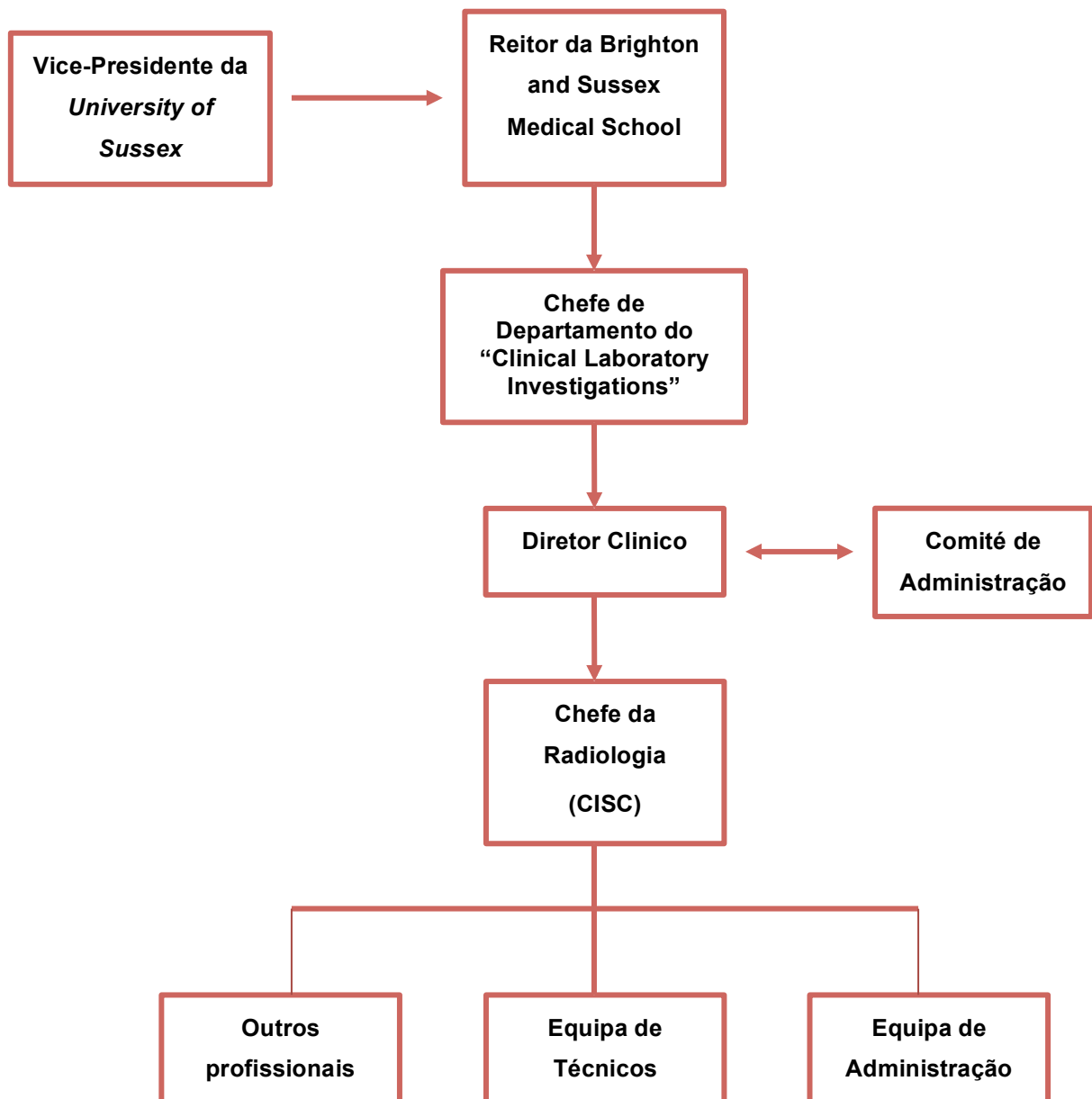
Janice Bush

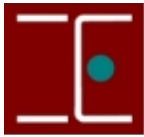


## Apêndice 1

### Organograma

Adaptado de: <http://www.bsms.ac.uk/research/cisc/> <sup>1</sup>





## Apêndice 2

### Cronograma

	S	M	T	W	T	F	S	S	M	T	W	T	F	S	S	M	T	W	T	F	S	S	M	T	W	T	F	S	S	M	T	W	T	F
<b>Março</b>					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
<b>Abril</b>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30				
<b>Maio</b>			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
<b>Junho</b>						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
<b>Julho</b>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31			
<b>Agosto</b>				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
<b>Setembro</b>							1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28

Clinical Practice Plan Proposal (80h)
Activities Report (40h + 60h)
Vacations
Clinical practice (225h)
Review article (200h) + PET/CT reporting sessions (Fridays)
Preparation of Oral presentation of Review article (40h)