

ESCOLA  
SUPERIOR  
DE TECNOLOGIA  
DA SAÚDE  
DE LISBOA



**INSTITUTO POLITÉCNICO DE LISBOA**

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

**Contributo da Radioterapia na Melhoria dos Cuidados de Saúde no  
Centro Nacional de Oncologia - Luanda**

Euclides Chilemo Zacarias Bango

Orientador – Professora Doutora Margarida Eiras

Co-orientador - Dr. Miguel Ramalho

**Mestrado em Radiações Aplicadas às Tecnologias da Saúde**

**(Área de Especialização em Terapia com Radiações)**

**III Edição**

**Lisboa**

**Julho de 2013**



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

**Contributo da Radioterapia na Melhoria dos Cuidados de Saúde no  
Centro Nacional de Oncologia- Luanda**

Euclides Chilemo Zacarias Bango

**Mestrado em Radiações Aplicadas às Tecnologias da Saúde**  
**(Área de Especialização em Terapia com Radiações)**

**III Edição**

**Júri**

**Presidente:** Doutora Margarida Eiras – Escola Superior de Tecnologia de Saúde de Lisboa

**Arguente:** Mestre Iola Cardoso – MedicalConsult, SA

**Orientador:** Dr. Miguel Ramalho – MedicalConsult, SA

**Arguente:** Doutor Nuno Teixeira – Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa

**Lisboa**

**Julho de 2013**



Mestrado  
RATeS III

**Contributo da Radioterapia na melhoria dos cuidados de  
saúde no CNO em Luanda**

Euclides  
Chilemo  
Zacarias  
Bango

**2013**

*Aos meus pais, Sonhi e Bango*

*As mulheres da minha vida*

*Arlete e Camila*

*“Cada cual debe aplicarse a la educación  
propia hasta el último día de su vida”*

**Massimo D´Azeglio**

## AGRADECIMENTOS

Estas linhas servem de reconhecimento ao esforço de um conjunto de pessoas que pelos mais diversos motivos se viram envolvidos direta ou indiretamente na materialização desta Dissertação.

Assim sendo, expresso inicialmente os meus imensos agradecimentos à **Professora Doutora Margarida Eiras**, minha orientadora, pelo constante incentivo, compressão e apoio em todas as fases da minha presença na ESTeSL;

Ao **Dr. Miguel Ramalho**, meu Co-orientador, pela sua solidariedade, amizade e incansável apoio durante a minha estadia por Lisboa;

Ao **Professor Doutor Nuno Teixeira**, Diretor do Mestrado, pelo seu incansável apoio e confiança, sem a qual não estaria escrevendo estas linhas;

Ao **Dr. Fernando Miguel**, Diretor do Centro Nacional de Oncologia, pelos seus sábios conselhos e oportunidade na concretização deste objetivo;

Ao **Dr. António Tavares Frederico**, Coordenador do Serviço de Radioterapia do CNO, pela sua cooperação, amizade e apoio inquestionável;

Ao Centro Nacional de Oncologia e a MedicalConsult, S.A, pelo apoio institucional, que permitiu o meu ingresso no Mestrado, programação de estágios e a minha permanência em Lisboa nos últimos dois anos;

Aos meus colegas do Centro Nacional de Oncologia, pois sem eles não seria possível termos a informação que fundamenta esta Dissertação;

Aos meus pais e irmãos que sempre me encorajaram a seguir em frente;

A minha esposa Arlete e a minha filha Camila que suportaram incansavelmente que a formação lhes roubasse um tempo que lhes pertence;

E finalmente, a Deus, o nosso criador, por estar sempre presente.

A todos, o meu sincero agradecimento.

## ÍNDICE

I.	LISTA DE ACRÓNIMOS.....	V
II.	LISTA DE GRÁFICOS.....	VI
III.	LISTA DE FIGURAS.....	VII
	RESUMO.....	VIII
	ABSTRACT.....	IX
1.	Introdução.....	1
2.	Fundamentos teóricos.....	3
	2.1. Antecedentes históricos.....	3
	2.3. Equipamentos.....	7
	2.4. Controlo da qualidade.....	12
	2.5. Parâmetros e funções que caracterizam um feixe de radiação.....	14
	2.6. Descrição do processo da radioterapia.....	17
	2.7. Tratamentos modernos usados em radioterapia.....	21
3.	Caracterização do Centro Nacional de Oncologia.....	28
4.	Metodologia.....	30
5.	Apresentação e discussão dos resultados.....	33
6.	Conclusões e recomendações.....	44
7.	Referência bibliográfica.....	47

## I. LISTA DE ACRÓNIMOS

CNO	Centro Nacional de Oncologia
ESTeSL	Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa
ADN	Ácido desoxirribonucleico
OMS	Organização Mundial da Saúde
IARC	<i>International Agency for Research on Cancer</i>
MINSa	Ministério da Saúde de Angola
RX	Raios -X
SPECT/CT	<i>Single Emission Computed Tomography/ Computed Tomography</i>
PET	<i>Positron Emission Tomography</i>
3D-CRT	<i>3D Conformal Radiation Therapy</i>
IMRT	<i>Intensity Modulated Radiation Therapy</i>
IGRT	<i>Image Guided Radiation Therapy</i>
SBRT	<i>Stereotactic Body Radiation Therapy</i>
RM	Ressonância Magnética
TC	Tomografia Computorizada
BEV	<i>Beam`s Eye View</i>
EPID	<i>Electronic Portal Imaging Device</i>
CBCT	<i>Cone Beam Computed Tomography</i>
MLC	<i>Multileaf Collimators</i>
VMAT	<i>Volumetric Modulated Arc Therapy</i>
ICRU	<i>International Commission on Radiation Units and Measurements</i>
IAEA	<i>International Atomic Energy Agency</i>
AAPM	<i>American Association of Physicists in Medicine</i>
LINAC	<i>LINear ACcelerator</i>
TPS	<i>Treatment Planning System</i>

## II. LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1.</b> Distribuição de pacientes com cancro segundo o ano de registo.....	37
<b>Gráfico 2.</b> Distribuição de novos casos de cancro segundo o género.....	37
<b>Gráfico 3.</b> Distribuição de novos casos de cancro segundo o estágio clínico.....	38
<b>Gráfico 4.</b> Distribuição de novos casos de cancro segundo a idade.....	38
<b>Gráfico 5.</b> Distribuição de novos casos de cancro segundo os órgãos e aparelhos.....	39
<b>Gráfico 6.</b> Distribuição de novos casos de cancro segundo a localização primária mais frequente .....	40
<b>Gráfico 7.</b> Localizações mais frequentes no género feminino.....	40
<b>Gráfico 8.</b> Localizações mais frequentes no género masculino.....	41
<b>Gráfico 9.</b> Tratamento recebido após o diagnóstico.....	42
<b>Gráfico 10.</b> Pacientes atendidos por mês no Serviço de Radioterapia.....	43
<b>Gráfico 11.</b> Pacientes tratados segundo a idade no Serviço de Radioterapia .....	44
<b>Gráfico 12.</b> Pacientes tratados segundo o género no Serviço de Radioterapia .....	44
<b>Gráfico 13.</b> Estágio clínico apresentado pelos pacientes tratados no Serviço de Radioterapia...45	
<b>Gráfico 14.</b> Patologias mais frequentes tratadas no Serviço de Radioterapia.....	45
<b>Gráfico 15.</b> Tratamentos administrados aos pacientes no Serviço de Radioterapia .....	46
<b>Gráfico 16.</b> Distribuição dos pacientes segundo a finalidade terapêutica.....	46
<b>Gráfico 17.</b> Local de proveniência dos pacientes tratados no Serviço de Radioterapia .....	47
<b>Gráfico 18.</b> Perfil demonstrativo do desempenho do Serviço de Radioterapia.....	47

### III. LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Ilustração de uma fonte externa de radioterapia.....	4
<b>Figura 2.</b> Aplicação de braquiterapia intersticial da mama.....	5
<b>Figura 3.</b> Imagem do acelerador linear do Serviço de Radioterapia do CNO.....	7
<b>Figura 4.</b> Componentes de um LINAC.....	9
<b>Figura 5.</b> Ilustração de um simulador virtual.....	12
<b>Figura 6.</b> Representação da lei do inverso do quadrado da distância.....	14
<b>Figura 7.</b> Géneses do rendimento em profundidade.....	15
<b>Figura 8.</b> Representação dos perfis de dose.....	16
<b>Figura 9.</b> Descrição dos volumes de interesse.....	17
<b>Figura 10.</b> Ilustração de uma planimetria 3D-CRT.....	22
<b>Figura 11.</b> Ilustração de uma planimetria de IMRT.....	23
<b>Figura 12.</b> Representação esquemática da aquisição de imagens com o EPID.....	24
<b>Figura 13.</b> Ilustração de um sistema Cone Beam CT (CBCT).....	25
<b>Figura 14.</b> Ilustração de um sistema de Ultrassons (BAT).....	25
<b>Figura 15.</b> Ilustração de um sistema Exac Trac X-Ray 6D.....	26
<b>Figura 16.</b> Ilustração de uma Leksell Gamma Knife.....	27

## RESUMO

É de todos conhecido que o uso das radiações ionizantes na terapêutica médica iniciou-se poucos anos depois da descoberta dos Raios-X pelo eminente físico *Wilhelm Conrad Roentgen* em 1895 e do rádio pelo casal Pierre e Marie Curie em 1898. Desde então, muitas doenças foram curadas ou aliviadas mediante o seu emprego. Recordamos o tratamento de muitas doenças benignas como os linfonodos submandibulares e cervicais as mastites crónicas e os processos degenerativos articulares.

Porém, o campo em que as radiações ionizantes mostraram efetividade foi no tratamento das neoplasias malignas, quer dizer, no tratamento do cancro.

Recentemente, foi introduzindo em Angola no Centro Nacional de Oncologia (CNO) o primeiro serviço de radioterapia, cujo funcionamento teve início no dia 13 de Setembro de 2012,. Perante esta evidência, assume-se que a introdução deste novo serviço terapêutico aportará uma melhoria nos resultados clínicos aos pacientes oncológicos seguidos no CNO. Não obstante, ser necessário avaliar o resultado obtido pelo serviço nos primeiros nove meses de funcionamento.

Assim sendo, esta dissertação pretende analisar o contributo da radioterapia na melhoria dos cuidados de saúde dos pacientes oncológicos seguidos no CNO. Trataremos de conhecer o perfil epidemiológico dos pacientes com cancro, atendidos e inscritos no registo hospitalar do CNO, considerando o período que vai de 2006 a 2012. Assim como trataremos de perceber a finalidade atual do tratamento com radioterapia, a cobertura do serviço (acesso dos utentes) e a capacidade funcional do Serviço de Radioterapia.

Para a consecução destes objetivos delineou-se um estudo do tipo descritivo, composto por uma parte retrospectiva e outra prospectiva. Foi feita uma revisão, análise e avaliação de toda a informação dos pacientes oncológicos seguidos pelo registo hospitalar do CNO que abrangerá o período compreendido entre 2006 e 2012, considerando o início da revitalização do CNO em 2002 e a implementação em 2006 do Registo Hospitalar de Cancro

Os resultados evidenciaram que o Serviço de Radioterapia ora implantado no CNO chegou num momento peculiar, visto que a maior parte dos tumores malignos (cancro da mama, colo do útero, próstata) observados no quadro epidemiológico são particularmente candidatos a radioterapia, uma vez que quando os doentes são admitidos no CNO, a sua doença se encontra em fase muito avançada.

**Palavras-chave:** Radioterapia; cancro; oncologia, cuidados de saúde.

## **ABSTRACT**

It is all known that the use of ionizing radiation in medical therapy was initiated a few years after the discovery of X-rays by the eminent physicist Wilhelm Conrad Roentgen in 1895 and radio by the couple Pierre and Marie Curie in 1898. Since then, many diseases have been cured or alleviated through your job. We recall the treatment of many diseases such as benign cervical and submandibular lymph nodes mastitis were chronic and degenerative joint.

However, the field in which ionizing radiation has shown most effective was in the treatment of malignancies, also known as cancer.

Was recently introduced in Angola at the National Center of Oncology (CNO) the first radiotherapy service, whose operation began on September 13, 2012,. Given this evidence, it is assumed that the introduction of this new service will contribute therapy improved clinical outcomes for cancer patients followed in the CNO. Nevertheless be necessary to evaluate the results obtained by the service in the first nine months of operation.

Therefore, this paper aims to examine the contribution of radiotherapy in improving the health care of cancer patients followed at the National Oncology Center. The epidemiological profile of the cancer patients recorded in the hospital files will be discussed, considering the period 2006-2012. As we will try to understand the current purpose of radiotherapy, service coverage (access of users) and functional capacity of the Department of Radiation.

To achieve these objectives outlined was a descriptive study, comprising a part retrospective and one prospective. A review, analysis and evaluation of all information of cancer patients followed by hospital record of the National Oncology Centre covering the period between 2006 and 2012, considering the beginning of the revitalization of the National Oncology Centre in 2002 and implementation in 2006 Hospital Cancer Registry

The results showed that the Radiotherapy Service now deployed in National Oncology Centre came a peculiar moment, since most of the malignant tumors (breast, cervical, prostate) observed in epidemiological candidates are particularly radiotherapy, since when patients are admitted to the National Oncology Centre, their disease is in a very advanced stage.

**Key-words:** Radiotherapy, cancer, oncology, healthcare.

## 1. Introdução

O cancro é um processo patológico que começa quando células normais do organismo originam células anormais em consequência de uma alteração ou mutação do ácido desoxirribonucleico (ADN), que pode ser herdada ou adquirida com o tempo (Brunner e Suddarth, 1993). À medida que a doença avança, as células anormais multiplicam-se, ainda restritas a uma pequena área. Entretanto, ocorre um estágio no qual as células adquirem características invasivas, aparecendo alterações nos tecidos adjacentes. As células infiltram esses tecidos e ganham acesso a vasos linfáticos e sanguíneos surgindo, então, metástases noutras partes do corpo. Não obstante o processo patológico ser descrito nos termos genéricos usados acima, deve-se salientar que o cancro não é uma doença única com apenas uma causa, ou seja, é um grupo de doenças que têm como característica comum o facto de as suas células terem um crescimento desordenado (maligno) e a capacidade de proliferarem indefinidamente (Pollock et al., 2006).

O cancro constitui um dos maiores problemas de saúde no mundo e a Organização Mundial da Saúde (OMS) prevê que o número de novos casos de cancro aumentará nos próximos 20 anos, passando de 11.3 milhões para 15.5 milhões e a mortalidade aumentará de 7.9 milhões para 11.5 milhões o que equivale a sete mortes em cada dez nos países em vias de desenvolvimento, onde os recursos necessários para a prevenção, diagnóstico e tratamento são escassos ou inexistentes (WHO, 2008).

Nos países em vias de desenvolvimento convergem tanto os fatores de risco que se manifestam nos países industrializados (obesidade, tabaco, sedentarismo, envelhecimento da população), assim como os próprios fatores de risco dos países em vias de desenvolvimento, como as infeções por vírus do papiloma humano, as hepatites B e C. São fatores que explicam a tendência relativa do aumento de indivíduos com cancro e em geral das doenças crónicas no seu perfil de morbidade e mortalidade. Segundo a OMS, muitas destas doenças são evitáveis e outras podem ser diagnosticadas precocemente e assim beneficiar de um tratamento eficaz. Em certos casos pode-se conhecer o grupo de pessoas afetadas e oferecer-se o tratamento adequado.

O cancro já não é um problema somente dos países industrializados. As evidências mostram que Angola não foge à regra e a situação é cada vez mais preocupante. Estimativas desenvolvidas pela *International Agency for Research on Cancer* (IARC) e a OMS preconizam que Angola tem uma incidência de 9.200 novos casos por ano, com uma mortalidade estimada de 7.100/ano, o que representa um índice de mortalidade de 77.17%, muito acima dos 50% observados em Países desenvolvidos (MINSa, 2012).

Os dados do registo hospitalar de cancro do CNO vêm reforçar esta tendência e mostram que, entre os anos 1970 e 1980, o hospital registava 15 novos casos por ano. Porém, a situação atual é muito diferente, desde a revitalização do hospital, que começou em 2002, o número de novos casos de cancro vem aumentando continuamente e os dados disponíveis indicam que nos últimos sete anos a taxa de incidência bruta foi de 6.264 novos casos, e a sua maioria foi diagnosticada em estádios muito avançados ou com doença primitiva desconhecida. O perfil da incidência por idade vai dos 3 anos aos 75 anos, com um alto predomínio entre os 15 e os 44 anos e entre os 45 e 64 anos respetivamente e os cinco tipos de cancro mais frequentes em ambos os sexos e idades são: mama, colo do útero, sarcoma de Kaposi, linfoma não Hodgkin e próstata.

Importa realçar que estes dados não espelham a real dimensão do problema em Luanda e muito menos de Angola, uma vez que falamos de um registo de cancro de base hospitalar (OMS, 1995) e o seu objetivo é avaliar a eficácia das diferentes modalidades terapêuticas usadas no hospital, embora em certas ocasiões seja usado como indicador de que o cancro é uma realidade em Angola.

A justificação da opção da problemática decorreu da necessidade de conhecermos o contributo que a radioterapia vem proporcionando aos doentes oncológicos seguidos no CNO e para compreendermos esta problemática procuramos antes conhecer:

- O perfil epidemiológico dos pacientes seguidos e tratados no CNO no período compreendido entre 2006 a 2012, considerando aspetos como; a incidência segundo a idade, ano do diagnóstico, género, localização primária mais frequente, estágio clínico, tratamento recebido após o diagnóstico, seguimento e localizações anatómicas mais frequentes.

Assim como tratamos de conhecer:

- A finalidade atual do tratamento de radioterapia, a cobertura do serviço de radioterapia e capacidade de funcionamento do serviço de radioterapia, considerando os primeiros nove meses de funcionamento do serviço ora implantado isto de setembro de 2012 a maio de 2013.

Nesta perspetiva, desenvolvemos este estudo na abordagem metodológica descritiva, composta por uma parte retrospectiva e outra prospectiva.

Para além do presente capítulo, temos o capítulo 2 onde é abordado aspetos relacionados com o conhecimento científico sobre a radioterapia, no capítulo 3 é caracterizado o CNO, no capítulo 4 expusemos a metodologia usado no estudo, e no capítulo 5 apresentamos os resultados. Por fim no capítulo 6 são apresentadas algumas conclusões e recomendações.

Esperamos que, embora com algumas lacunas o presente estudo possa contribuir na elaboração de futuros estudos relacionados com a contribuição da radioterapia na melhoria dos cuidados de saúde dos pacientes seguidos no Centro Nacional de Oncologia.

## 2. Fundamentos teóricos

### 2.1. Antecedentes históricos da radioterapia

Historicamente a radioterapia teve o seu início após a descoberta dos Raios-x (RX) a 08 de novembro de 1895 pelo ilustre professor *Wilhelm Conrad Roentgen*, da radioatividade natural emitida por sais de urânio por *Henri Becquerel*, em março de 1896 e o do polónio e do rádio pelo matrimónio *Pierre e Marie Curie* em 1898 (*Colección Sanitaria*, 2010).

Passado algum tempo, os pesquisadores notaram que as propriedades físicas dos Raio-x não se limitavam apenas a impressionar os filmes radiográficos ou transpor um corpo opaco mas também ionizavam ou excitavam os átomos que integram o organismo. Estas características intrínsecas permitiram que eles desenvolvessem o pensamento da sua utilidade em aplicações curativas (Galie e Paulin, 2003).

De facto, ao longo do século XX, o uso das radiações ionizantes na medicina teve um progresso extraordinário, movido pela acumulação de conhecimentos sobre as radiações e a evolução tecnológica que se materializou em vários âmbitos:

- Na Radiologia, com a introdução em 1972 da tecnologia computadorizada, que aporta informação anatómica do paciente com uma resolução espacial milimétrica com a obtenção de imagens tridimensionais (3D) (Bontrager e Lampignano, 2010);
- Na Medicina Nuclear, através da introdução de radioisótopos e novas técnicas como os aparelhos híbridos SPECT/CT, que combinam a imagem molecular SPECT e PET com a imagem anatómica de alta qualidade da tomografia (Colección Sanitaria, 2010);
- Na Radioterapia, através da introdução de novas técnicas como, a radioterapia conformada tridimensional (3D-CRT), a IMRT, a IGRT e a SBRT, aliadas à capacidade de conformar a dose para adequá-la a tumores com forma irregular mediante sofisticados sistemas dosimétricos (*Colección Sanitaria*, 2010);
- Na biologia molecular, os avanços na investigação baseada no estudo de cultivos celulares para estabelecer a relação entre a dose administrada ao paciente e a resposta obtida.

## 2.2. Conceitos

A palavra “Radioterapia”, etimologicamente provém de dois termos: Radio, procedente do latim *radiativo-onis* que significa *radiação*, e *terapia*, procede do termo grego *therapeia* que significa *tratamento* (*Colección Sanitaria*, 2010).

De uma forma geral, a radioterapia é a especialidade médica que utiliza as radiações ionizantes com finalidade terapêutica. Utiliza feixes de radiações tais como fótons e electrões produzidos em aparelhos chamados aceleradores lineares (LINAC) ou raios gama procedentes do decaimento radioativo numa unidade de Cobalto-60 ( $^{60}\text{Co}$ ) cujo principal objetivo é a administração rigorosa da radiação no volume tumoral previamente definido pelo médico radioterapeuta, com a finalidade de inviabilizar a reprodução das células neoplásicas, conduzindo-as a sua morte, de forma a obter-se um controlo permanente do tumor. Do ponto de vista dos tecidos sãos, o objetivo é conseguir-se a sobrevivência das células clono-génicas em número suficiente para assegurar uma adequada repovoação, imprescindível na manutenção da integridade das funções da região irradiada (*Colección Sanitaria*, 2010).

Hoje em dia, calcula-se que 60% de todos os pacientes com cancro receberam a radioterapia como parte do tratamento oncológico. Em muitas ocasiões, este tratamento é associado a outros como a cirurgia, a quimioterapia ou a imunoterapia, com o objetivo de aumentar a taxa de cura. No entanto, em alguns casos manifestam-se efeitos secundários derivados da combinação dos tratamentos.

Para a sua administração destacam-se duas técnicas básicas que se dividem segundo a posição da fonte em:

- a) Radioterapia externa ou Teleterapia. Quando a fonte de radiação se situa fora da anatomia do paciente como referencia a figura 1 (*Colección Sanitaria*, 2010);



**Figura 1.** Ilustração de uma fonte externa de radioterapia.  
(imagem cedida pelo serviço de radioterapia do CNO).

- b) Braquiterapia. Quando as fontes radioativas seladas, são colocadas ou depositadas dentro de uma cavidade anatómica existente (Intracavitária) ou são colocadas diretamente através do tecido do paciente (intersticial) como ilustra a figura 2, (*Colección Sanitaria*, 2010).



**Figura 2.** Aplicação de braquiterapia intersticial da mama. (Cortesia da Dra. B. F. Lucaya: Serviço de Radioterapia, Hospital Clinic de Barcelona-2007)

Segundo a sequência temporal com respeito a outros tratamentos oncológicos, ela pode ser:

- a) Exclusiva. Quando o único tratamento que o paciente recebe é a radioterapia;
- b) Adjuvante. Quando é utilizada como complemento de um tratamento primário ou principal e pode ser neoadjuvante ou adjuvante;
- c) Concomitante ou Sincrónica. Quando é realizada em simultâneo com outro tratamento;
- d) Intraoperatória. Quando se administra uma dose única de radiação ionizante durante o ato cirúrgico.

Segundo a sua finalidade pode ser:

- a) Radical ou curativa. É um procedimento que emprega doses altas de radiação, próxima ao limite máximo de tolerância dos tecidos normais, com o objetivo de eliminar o tumor. Este tipo de abordagem terapêutica implica um tempo de tratamento extenso e uma planificação laboriosa, onde o benefício da possível cura supera a toxicidade originada pelos tecidos sãos;

- b) Remissiva. Quando o objetivo é apenas a redução/controlo tumoral;
- c) Profilática. Quando se trata de doenças subclínicas, isto é não há volume tumoral presente, mas possíveis células neoplásicas dispersas;
- d) Paliativa. Esta abordagem terapêutica emprega esquemas terapêuticos de curta duração, mas suficientes para aliviar os sintomas do paciente;
- e) Ablativa. Quando se administra a radiação para suprimir a função de um órgão, como, por exemplo o ovário para se obter a castração actínica.

Basicamente, a finalidade terapêutica da radioterapia é alcançada mediante o processo físico da interação da radiação ionizante com a matéria, que está caracterizada por dois mecanismos de ação das radiações: ação direta e ação indireta. Estes dois mecanismos de ação fundamentam o conceito radiobiológico da radiosensibilidade, baseado nas características inerentes à célula e não à radiação.

Esta característica resume-se ao nível da diferenciação que apresenta cada célula que compõe o organismo humano, que podemos entender que quanto mais diferenciada for a célula, menor dano sofrerá do impacto das radiações ionizantes e em detrimento quando as células apresentam uma menor diferenciação ou são indiferenciadas aumenta a probabilidade de que a sua estrutura seja danificada pelo impacto da radiação (Galie e Paulin, 2003).

Na prática clínica, a relação entre a radiosensibilidade de uma célula e o seu nível de diferenciação, explica claramente que as células neoplásicas apresentam uma maior suscetibilidade à radiação ionizante devido à sua elevada taxa de reprodução e crescimento, caracterizado pela indiferenciação das suas células. Esta é a razão pela qual é utilizada a radioterapia para o controlo e tratamento das doenças neoplásicas (Galie e Paulin, 2003).

## 2.3. Equipamentos

### a) Acelerador Linear (LINAC)

Atualmente um LINAC, conforme ilustra a figura 3, é o aparelho de eleição para a administração do tratamento de radioterapia externa. Estas unidades de tratamento são capazes de emitir múltiplas energias de Raios-x e de electrões, o que permite selecionar a energia mais adequada para cada tratamento. As energias utilizadas oscilam entre 4 MV e um máximo de 25 MV como referencia Karzmark (1984), podendo realçar-se que a energia mais utilizada para o tratamento de tumores de cabeça e pescoço e mama, oscila entre os 4 e os 6MV. Para tumores de localização mais profunda utilizam-se energias mais elevadas, particularmente de 10 MV ou 15 MV para tratar tumores pélvicos, pulmonares ou do aparelho digestivo.



**Figura 3.** Imagem do LINAC do Serviço de Radioterapia do CNO.

Existem aceleradores lineares desenhados especificamente como emissores de fotões e outros são desenhados para emitir fotões e electrões. Os primeiros geralmente dispõem de baixas energia de fotões (4 MV ou 6 MV), enquanto os outros são fabricados como emissores de duas ou três energias de fotões, uma de 6MV e outra de maior energia de 10 a 23 MV, e uma variável gama de energias de electrões (4 a 18 MeV) (Vitoria, H.A.,2009).

Os aceleradores lineares estão concebidos de forma a permitirem a *gantry* fazer uma rotação de 360°, de modo a que os campos de tratamento possam ser dirigidos para o paciente em qualquer ângulo do círculo.

O centro do círculo descrito pela rotação do eixo da *gantry* é conhecido como o isocentro, é o ponto de intersecção entre o eixo do colimador, o eixo de rotação da gantry e eixo de rotação da mesa, todos os movimentos de rotação da máquina são feitos ao redor deste ponto, encontrando-se a uma distância fixa da fonte (100 cm).

A rotação dos colimadores deve ser de 360°. O eixo de rotação é o eixo central do feixe de radiação, que intercepta o isocentro a 100 cm de distância do foco à pele. Na prática, esta distância entre o paciente e a zona do colimador permite suficiente espaço e margens para a execução de técnicas de tratamento de forma segura.

A mesa roda em torno de um isocentro numa base rotativa e a escala indica esta rotação, é normalmente posicionado sobre o eixo de rotação da mesa. Por convenção, é considerado zero, quando a mesa está em posição normal de tratamento (Casas, 2001).

Para permitir o tratamento das diferentes áreas do paciente de uma maneira segura o feixe dos aceleradores lineares é configurado com dois jogos de colimadores, o primário e o secundário.

A colimação primária é formada por uma liga forte, com uma abertura cónica que permite a passagem do feixe para a colimação secundária. Entretanto a colimação secundária é formada por dois pares de colimadores de chumbo com uma espessura suficiente para absorver a maior parte do feixe primário. O seu movimento é normalmente simétrico em torno do eixo central do feixe, o que permite uma maior variabilidade de campos de tratamento. No entanto, os aceleradores modernos contam com um sistema chamado multilâminas (MLC) que, de acordo com cada fabricante, substituem o colimador secundário ou são adicionados como colimador terciário. Consistem em lâminas cujo material é de um elevado número atómico que se movem individualmente. Tipicamente são constituídos numa matriz de 80 e 120 lâminas (variam consoante o fabricante), que se projetam a partir de 1cm a 0.5 cm do isocentro. Com este tipo de colimador consegue-se moldar o campo de tratamento e a geometria do volume tumoral planeado (PTV). As lâminas são movidas por motores individuais e estes movimentos são controlados por um computador que verifica a posição de cada lâmina (AAPM, 1996, 2001).

A figura 4 ilustra de forma geral as partes que compõem um acelerador linear (Vitoria, H.A.,2009). No seu desenho consta uma secção fixa chamada de estativa ou *Stand* e uma rotacional que frequentemente é chamada de *gantry* ou braço, além disso incorpora elementos não menos importantes como o modulador, estação de controlo e a mesa de tratamento.

A secção rotacional é composta pela bomba de vácuo, canhão de eletrões, estrutura aceleradora, cabeça de tratamento e a secção fixa contém a guia de onda, o circulador, o Klystron e a unidade de arrefecimento.

De facto, as partes que intervêm na criação do feixe de radiação são as seguintes:

- Sistema gerador de radiofrequência;
- Guia aceleradora;
- Sistema de transporte do feixe;
- Sistema de colimação e controlo do feixe
- Sistemas auxiliares (vácuo e arrefecimento).

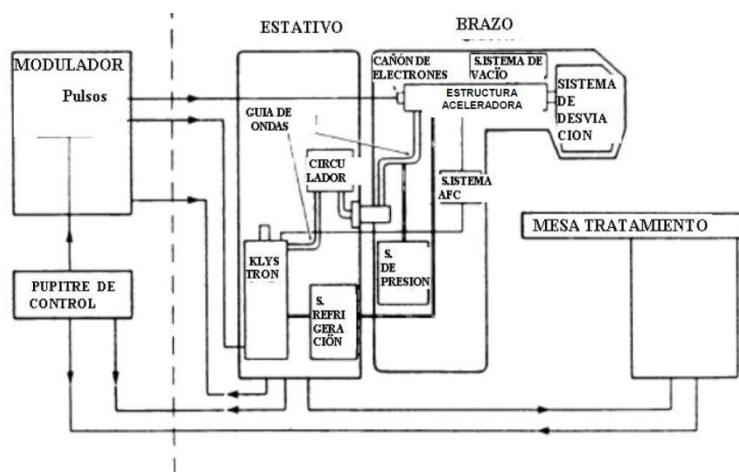


Figura 4. Componentes de um LINAC. (Vitoria, H.A.,2009)

Na prática o funcionamento desta unidade de tratamento inicia-se com a energia que provém de uma fonte elétrica exterior, que é armazenada no modulador. O controlador envia um sinal repetitivo que liberta esta energia a intervalos regulares com uma frequência de 50 a 200 Hz. Produzem-se assim uns pulsos de energia em microssegundos que são enviados até à fonte de radiofrequência (Klistron ou Megnetrón) e até ao canhão de eletrões, posteriormente os eletrões são reagrupados e acelerados na energia requerida. O controlo automático da frequência permite manter a frequência de ressonância da estrutura e o sistema de guias de ondas transporta a onda de hiperfrequência desde a fonte até à secção de aceleração. Depois da sua aceleração, os eletrões são desviados de 90° ou 270° para poderem alcançar o cabeçal de irradiação (Casas, 2001).

Como podemos perceber, a produção de um feixe de radiação num acelerador linear é feita de forma pulsada e por segurança é necessário monitorizar continuamente o feixe de radiação de maneira a garantir que a dose planeada é a que o paciente recebe. Isto consegue-se através de duas câmaras de ionização que se encontram integradas na *gantry*. Por sua vez, elas monitorizam a saída do feixe de radiação continuamente de maneira que quando o acelerador linear debita a dose planeada, as câmaras de ionização enviam informação ao sistema de maneira eletrónica de que a dose foi entregue e a sessão terminada.

De facto, na prática clínica para a administração da dose desejada, utiliza-se a informação que é dada pelo Sistema de Planeamento Computorizado (TPS) e nela já vêm definidas as unidades monitor que serão administradas em cada campo de tratamento. Esta informação é posteriormente introduzida no controlador que vai monitorizar o tratamento.

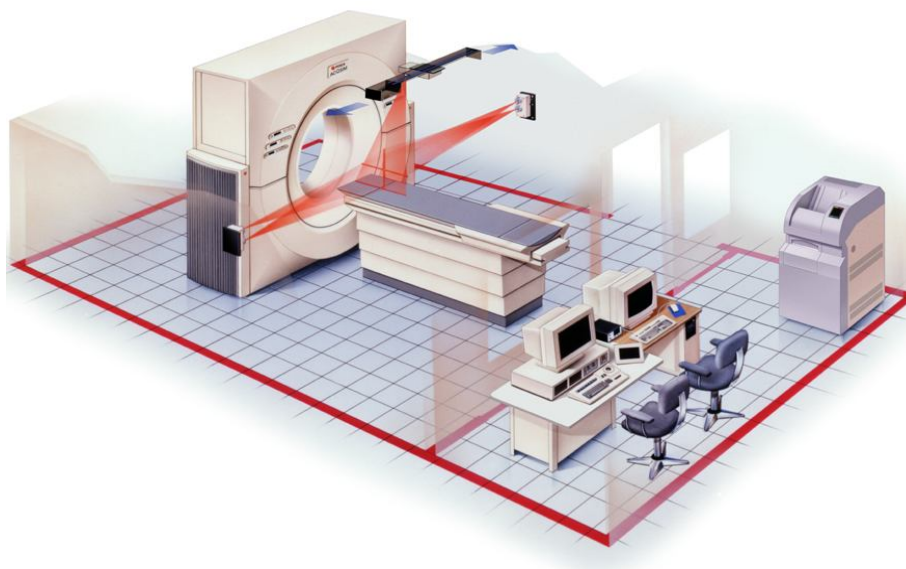
#### b) **Simulador**

Os serviços de radioterapia atualmente dispõem de um simulador virtual. Para o planeamento que torna possível a visualização anatómica em três dimensões, permitindo uma melhor conformação da dose entorno ao volume alvo, poupando os tecidos normais (Aird & Conway, 2002; Sanchiz et al., 1994).

Conforme a figura 5, o simulador virtual é um sistema eletromecânico composto por um tomógrafo computadorizado (TC) de Raios-x, similar ao usado no diagnóstico por imagem, com a particularidade de recriar cenários de tratamento de radioterapia através da reconstrução de imagens tridimensionalmente, o que permite reduzir significativamente o desvio entre a dose planificada e a dose administrada ao paciente.

Durante a aquisição das imagens de TC para uso em radioterapia deve-se reproduzir todas as condições geométricas que serão usadas pela equipe de tratamento de modo que, os dados adquiridos serão sempre relativos a uma posição fixa do paciente. Para cumprir este objetivo a TC reúne algumas características especiais tais como:

- O diâmetro do túnel da tomografia computadorizada deve estar entre os 70 e 85 cm, para permitir realizar os cortes com exatidão e permitir visualizar os contornos externos do paciente. Já que na radioterapia a chave essencial do tratamento baseia-se na reprodutibilidade dos dados adquiridos na simulação;
- Sistema de alinhamento do paciente constituído por três lasers deve estar calibrado;
- A mesa da TC deve ser similar à da unidade de tratamento;
- O computador da TC deve ter um software, que permita desenhar estruturas, simular um feixe de radiação, reconstruir imagens, e transmitir toda esta informação ao TPS (Aird & Conway, 2002).



**Figura 5.** Ilustração de um simulador virtual. <http://impactsan.org/slides/course07/lect10/img043.png>

### **c) Sistemas de Planimetrias Computorizados (TPS)**

São utilizados em radioterapia para simular a projeção ou entrada dos campos de radiação e sua forma de modo a criar distribuições de dose homogénea no volume de tratamento com o objetivo de maximizar o controlo tumoral e minimizar complicações nos tecidos sãos que se interpõem ao feixe de radiação. Consistem num software (algoritmo de cálculo) ou numa combinação de diferentes softwares, e numa parte física denominada hardware (PC).

O procedimento de planeamento computadorizado envolve vários passos que são:

- i Aquisição da TC e envio das imagens para o TPS;
- ii Criação do doente no TPS;
- iii Delimitação;
- iv Definição de campos de tratamento;
- v Conformação do PTV;
- vi Prescrever a dose de tratamento;
- vii Distribuição da dose;
- viii Análise da planimetria-Histograma;
- ix Relatório e verificação da planimetria;
- x Transferência de dados.

Todo este processo é supervisionado pelo Físico-Médico, que é o responsável pelo bom funcionamento do TPS, garantindo o correto cálculo e reprodutibilidade da distribuição de dose.

## 2.4. Controlo da qualidade

Como podemos constatar, a radioterapia para alcançar o seu objetivo terapêutico utiliza uma gama de aparelhos bastante complexos, que produzem energia de altíssima voltagem, e por conseguinte qualquer erro no procedimento da sua administração pode desencadear graves consequências ao paciente e em última instância à sua morte. Por esta razão, é indispensável conhecer-se de forma precisa, a dose emitida pelos aparelhos em qualquer das opções de tratamento possível. Para alcançar-se este objetivo, os diferentes serviços de radioterapia elaboram programas de controlo da qualidade baseando-se nas diretrizes dos organismos internacionais como a ICRU, IAEA, AAPM (IAEA-TECDOC-1151).

A maior parte destes aparelhos antes de entrarem em funcionamento, passam por testes de aceitação que têm como finalidade validar as especificações do fabricante. Estes testes permitem verificar o correto funcionamento de cada equipamento segundo a sua utilidade e especificidade.

Posteriormente é realizado o *commissioning* e a aquisição de dados. É nesta fase que são recolhidos e parametrizados, todos os dados relevantes de cada aparelho do serviço de radioterapia e seguidamente é feito um conjunto de medições em condições de trabalho reprodutíveis, que permitem validar a parametrização realizada, que nos aceleradores lineares permite conhecer:

- a) A quantidade de dose que chega a um ponto determinado (dose absoluta);
- b) A velocidade em que essa dose é administrada (taxa de dose);
- c) A distribuição espacial da dose de radiação (dose relativa) (Sanchiz et al., 1994).

Tendo este processo concluído elaboram-se os programas de controlo da qualidade, baseados em dados de referência adquiridos no *commissioning*.

O *commissioning* estabelece os parâmetros físicos e dosimétricos de referência inicial dos equipamentos que integram o serviço de radioterapia. E o controlo da qualidade elabora as metodologias, a periodicidade e a tolerância dos testes que serão realizados durante a vida útil de cada aparelho, guiando-se sempre pelos parâmetros iniciais.

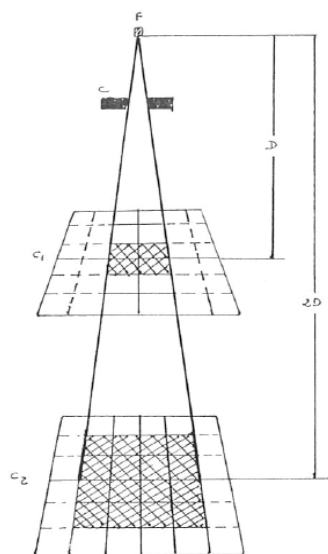
## 2.5. Parâmetros e funções que caracterizam um feixe de radiação

Os parâmetros e funções de um acelerador linear são caracterizados previamente, antes do funcionamento do acelerador. Esta iniciativa permite conhecer a distribuição da dose absorvida num meio irradiado e o meio estabelecido pelos protocolos internacionais é a utilização da água. (AAPM, 1994).

### a) Variação da dose com a distância da fonte

Na dosimetria de feixe externo da radiação, assume-se muitas vezes que a fonte emissora de radiação é uma fonte pontual, e que a forma do feixe produzido é divergente.

Sendo assim, ao aumentar a distância da fonte diminui a intensidade da radiação, isto implica uma diminuição na taxa de dose que obedece um conceito puramente geométrico e não tem nenhuma relação com a interação da radiação com a matéria (Solá, 1996).



**Figura 6.** Representação da lei do inverso do quadrado da distância.  
Imagem adaptada da aula de dosimetria clínica. (Cortesia Prof. J. Maynon)

A figura 6 exemplifica que a distância que cobre a área C1 à distância D deve distribuir-se sobre uma área quatro vezes maior que C2 quando a distância é o dobro (2D). Em resumo a imagem, quer dizer que a intensidade da radiação em qualquer parte da superfície C2 é a quarta parte da intensidade do mesmo ponto em C1.

Indo mais longe para o triplo da distância a intensidade da radiação será nove vezes menor, para uma distância quatro vezes maior a intensidade será dezasseis vezes menor e matematicamente expressa-se pela seguinte fórmula:

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{D_2^2}{D_1^2}$$

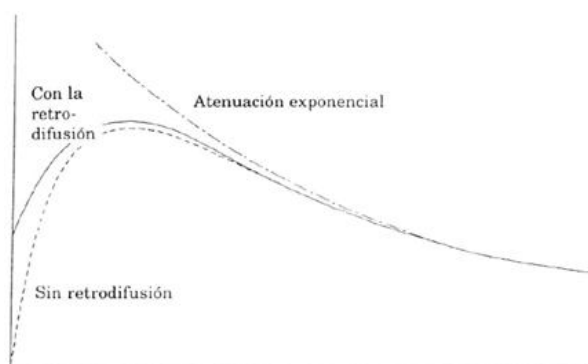
### b) Percentagem de dose em profundidade (PDP)

Os fótons seguem uma lei de atenuação que determina como diminui a radiação na matéria, expressada matematicamente por:

$$I = I_1 \times e^{-\mu x}$$

Os fótons de baixa energia começam a perder intensidade a partir da superfície do material irradiado, assim, a uma maior profundidade corresponde uma menor dose.

Se os fótons são de alta energia e supondo que incidem sobre a superfície do meio material a intensidade do feixe inicial, observaremos que a medida que a radiação penetra no fantoma, interage cada vez com um maior número de electrões e em consequência, a curva sobe de tal maneira como demonstra o traçado descontínuo da figura 7, o feixe não para, e durante a sua progressão continua cedendo energia à matéria. Ao cabo de certa distância perde parte da intensidade e já não pode continuar produzindo electrões. Atenua-se segundo a curva exponencial que aparece na parte superior. Esta curva impõe um limite, a curva representada no traçado descontínuo, que diminui também depois de haver passado pelo valor máximo. A curva do traçado contínuo representa o primeiro exemplo do *Rendimento em profundidade*.



**Figura 7.** Géneses do rendimento em profundidade.  
Imagem adaptada da aula de dosimetria clínica. (Cortesia Prof. J. Maynon)

Na prática, para comparar as curvas de diferentes energias, estabelece-se o ponto de normalização. Deixando de lado todas as variações particulares de cada energia, atribui-se o valor de 100% ao ponto máximo que é registado ao medir a dose à medida que a radiação vai penetrando no meio material. A distância que separa o ponto de entrada da radiação ionizante até a profundidade que ocorre o máximo é designada na literatura como sendo a região de Build-up.

O rendimento em profundidade é sempre uma percentagem e matematicamente expressa-se pela seguinte fórmula:

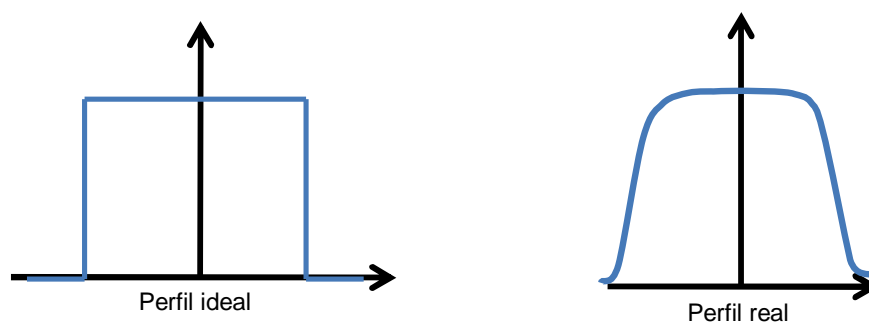
$$\text{PDD} = \frac{D_d}{D_m} 100$$

Que é entendida como a relação entre a dose em determinada profundidade, dentro do meio dispersor, e a profundidade máxima no ponto de equilíbrio.

Quanto mais energética for a radiação, mais profundo se encontrará o seu valor máximo, isto explica claramente que se a energia da radiação primária aumenta, a exponencial de atenuação diminui com menor rapidez. Em consequência, para um acelerador linear, se utilizarmos uma energia de fótons de 6 MV, o seu valor máximo estará a 1.5 cm da superfície e se utilizarmos energia de fótons de 15 MV o seu máximo estará a 3 cm de profundidade.

### c) Variação da dose com a distância do eixo do feixe

Os perfis de dose permitem essencialmente conhecer a forma como está distribuído o feixe de radiação fora do eixo central e esta finalidade consegue-se medindo os perfis perpendicularmente ao eixo central do feixe, utilizando uma determinada profundidade. Na prática laboral permite analisar a uniformidade do feixe como a simetria, a homogeneidade e a penumbra.



**Figura 8.** Representação dos perfis de dose. (Cortesia Eng. Miguel Pontes)

## 2.6. Descrição do processo de tratamento por radioterapia

O tratamento de um paciente com radiações ionizantes é um processo contínuo e bastante complexo com etapas bem diferenciadas, que implicam uma planificação metódica por forma a maximizar-se os danos causados nas células tumorais e minimizar os danos nos tecidos sãos circundantes ao tumor (Colección Sanitaria, 2010). Este equilíbrio em radioterapia é alcançado mediante a implementação de uma serie de etapas ou fases que incluem:

### a) Avaliação clínica do paciente

Fase em que o médico radioterapeuta determina a localização, extensão, estadiamento, morfologia e comorbilidades. É a fase onde o médico radioterapeuta, conhece as características biológicas e patológicas do tumor, nela intervêm diferentes profissionais e para alcançar o objetivo clínico são usados diferentes meios de diagnóstico como a tomografia computadorizada, a ressonância magnética, os rastreios ósseos, o Raios-x, a ecografia e os exames clínicos de laboratório. É também a fase onde é decidida a intenção do tratamento (curativo ou paliativo) em função do tipo e extensão da doença, assim como do estado do paciente e das possibilidades técnicas reais oferecidas pelos tratamentos disponíveis no local ou região onde o paciente for diagnosticado.

### b) Planificação do tratamento

É considerada a etapa mais crucial de todo o processo de tratamento de radioterapia. Nesta fase obtém-se a informação anatómica da região que se quer tratar, o posicionamento do paciente, os meios de imobilização, o corte de referência. É a fase em que se reúne toda a informação técnica que será usada durante todo o processo de tratamento. As informações técnicas obtêm-se com ajuda do simulador virtual. Posteriormente toda a informação é enviada para as estações de delimitação, onde o médico radioterapeuta delimita o volume alvo, seguindo as regras internacionalmente implementadas e descritas pela ICRU, conforme o relatório nº 50 (1993) e o suplemento nº 62 (1999), que adiciona uma margem geométrica à estrutura que representa o PTV cuja objetivo é compensar as incertezas geométricas do tratamento. Destacando que de uma maneira genérica o volume de irradiação ou volume alvo (figura 9) deve conter os seguintes elementos:

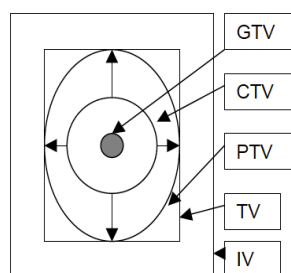


Figura 9. Descrição dos volumes de interesse (ICRU 50, 62)

i *Gross tumor Volume* (GTV) ou Volume tumoral visível

Corresponde à extensão e localização do tumor maligno visível por palpação ou identificado usando técnicas de imagem como o Raios-x, ressonância magnética ou tomografia computadorizada. Importa realçar que este termo não é aplicável em pacientes sujeitos à remoção do tumor (cirurgia) antes da radioterapia.

ii *Clinical Target Volume* (CTV) ou Volume Tumoral Clínico

É o volume do tecido normal que envolve o GTV demonstrado, ou a doença maligna subclínica e a sua delimitação baseia-se em dados puramente anatómicos, topográficos e considerações biológicas, sem ter em conta os movimentos dos tecidos ou do paciente ou outros fatores técnicos. Por conseguinte o CTV deve ser irradiado adequadamente para que se cumpra a finalidade do tratamento.

iii *Planning Target Volume* (PTV) ou Volume Tumoral Planificado

É a margem de segurança atribuída ao redor do CTV capaz de absorver as variações e modificações do CTV em consequência dos movimentos do paciente e dos tecidos que contém. Genericamente é definido como um conceito geométrico, usado para seleccionar os tamanhos e disposição dos feixes adequados para assegurar que está realmente administrada no CTV a dose prescrita.

iv Volume Tratado

Corresponde ao volume que, englobado por curvas de isodose se consideram apropriados para o alcance ou propósito do tratamento.

v Volume Irradiado

É o volume que recebe uma dose que é considerada significativa em relação com a tolerância do tecido.

vi Órgãos de Riscos

Tecidos normais, cuja sensibilidade pode influenciar o planeamento ou a prescrição da dose.

c) Cálculo dosimétrico

Uma vez determinado o volume alvo e adquiridas as informações técnicas, realiza-se o cálculo dosimétrico que determina:

- A disposição do feixe, selecionando as projeções mais adequadas para a cobertura do volume de tratamento, excluindo os órgãos de risco;
- A forma como estarão dispostos os MLC ou blocos de proteção;
- O tipo de cunhas que se vai usar em função principalmente da forma da superfície de entrada do paciente ou da distribuição geométrica dos feixes;
- A visualização da planimetria desde o ponto de vista do *Beam`s Eye View* (BEV);
- O algoritmo de cálculo a ser usado.

Todas estas variáveis vão proporcionar uma distribuição adequada da dose, de forma homogénea e ajustada aos volumes definidos no planeamento do tratamento.

d) Verificação do plano de tratamento

É realizada antes do início do tratamento e permite avaliar a partir das curvas de isodose e do histograma dose volume, se o volume de interesse encontra-se bem coberto e os órgãos de riscos estão dentro da dose de tolerância, posteriormente obtêm-se imagens radiográficas do paciente no mesmo equipamento de tratamento, que serão comparadas com as imagens homólogas do planeamento para comprovar se o tratamento coincide com a simulação, garantindo assim a qualidade do tratamento.

e) Administração do tratamento

Inclui uma série de subfases que são da responsabilidade dos Técnicos de Radioterapia, assim como com o Especialista em Oncologia Radioterápica que prescreve o tratamento.

Em primeiro lugar procede-se ao posicionamento do paciente, reproduzindo as mesmas características do momento do planeamento, no que diz respeito ao seu posicionamento e imobilização. Reproduzida a situação, recolhem-se imagens a partir dos sistemas de imagens eletrónicos como o portal (*electronic portal imaging devices*, EPID) ou pelo sistema de imagem volumétrica (*cone beam CT*, CBCT) que estão acoplados nos novos aceleradores lineares. As imagens adquiridas ajudam a comprovar o desenho dos campos, verificação da posição do feixe e disposição dos MLC. Estes procedimentos permitem detetar os possíveis erros de planeamento e em ocasiões excepcionais permite repensar um novo planeamento, quando existam alterações importantes ou significativas no diâmetro do paciente (perca de peso superior a 10%), ou no volume tumoral.

f) Avaliação periódica

O especialista em Oncologia Radioterápica procederá a uma revisão semanal durante o curso do tratamento, tanto desde um ponto de vista de complemento da informação fornecida na primeira visita, como de suporte psicológico para resolver as dúvidas e inquietações do paciente sobre a terapêutica recebida ou sobre a própria doença.

A partir da terceira semana de tratamento podem começar a manifestar-se uma série limitada de efeitos secundários, totalmente controlados com determinadas atitudes higiénicas ou com medicação. Nas consultas de seguimento são referenciados também os possíveis sintomas associados ao tumor em si, e os processos crónicos que muitas vezes acompanham o paciente, são abordados diretamente ou remetidos oportunamente ao especialista indicado.

Estas visitas permitem também que o especialista em oncologia radioterápica planifique com antecedência as previstas modificações da técnica de tratamento a fim de poupar os órgãos de risco ou inclusive de modificar o plano terapêutico inicial segundo a evolução do paciente e da sua doença, objetivando esta fase mediante escalas de avaliação do estado geral do paciente (*performance status*) como é o caso do índice de Karnofsky.

Nesta fase o Técnico de Radioterapia tem um papel importante de colaboração com o Médico Radioterapeuta, já que a ele cabe a administração diária das sessões de radioterapia e naturalmente pode detetar tanto a ansiedade do paciente, como qualquer transtorno que foge a normalidade como referencia Casas (2001).

g) Seguimento

De acordo com Casas (2001), embora o seguimento não faça parte do processo de administração da radioterapia, deve ser visto no âmbito do mesmo, uma vez que é um dos meios disponíveis e que permite avaliar, de forma prospetiva, o resultado do tratamento de uma forma íntegra e científica. Neste assunto em particular todo o Médico Radioterapeuta é responsável em maior ou menor medida, no seguimento do paciente tratado, já que é ele que tem competências para avaliar com conhecimento de causa se um sintoma ou uma complicação aguda ou crónica pode ser secundária ao tratamento. Pode ainda antecipar-se a possíveis processos da doença, como é o caso das fraturas ósseas por metástases ou de processos irreversíveis como uma compressão medular secundária à doença.

## **2.7. Tratamentos modernos usados na radioterapia**

### **a) Radioterapia conformacional tridimensional (3D-CRT)**

Segundo vários autores, a radioterapia externa foi administrada durante quase um século usando-se apenas um feixe de radiação que delimitava os campos em forma quadrada ou retangular os quais, para se conformarem ao tumor era necessário a interposição de blocos de proteção e filtros em cunhas, modalidade que se denomina de Radioterapia clássica (Bartle & Ribas, 2003).

A evolução tecnológica permitiu o aparecimento da tomografia computadorizada (TC) em 1972 e com o passar dos anos, os computadores tornaram-se numa ferramenta muito eficaz para o processamento rápido da grande quantidade de informação anatómica tridimensional. Em paralelo, os aceleradores lineares evoluíram incorporando novos sistemas como os colimadores multilaminas (MLC) (Purdy, 1999), sistemas de imagem portal em tempo real e sistemas de registos e verificação integrados no próprio acelerador linear. Essa contínua evolução tem ajudado a desenhar campos de tratamento com formas geométricas mais adaptadas à forma do tumor, como ilustra a figura 10. Em suma, é o que podemos denominar como Radioterapia Conformada Tridimensionalmente (3D-CRT) (Bartle & Ribas, 2003; Webb, 1997).

Esta técnica é conceptualmente definida como sendo um tratamento no qual as zonas de altas doses de radiação se adequam à forma tridimensional do volume alvo evitando na maior medida possível os órgãos de risco, com o objetivo de conseguir uma melhoria do índice terapêutico (controlo/morbilidade). Isto consegue-se escalando a dose com a finalidade de aumentar o controlo local da doença e reduzindo a morbilidade devido à irradiação dos órgãos de risco ou de forma geral aumentando a dose com uma melhoria significativa do controlo da doença e mantendo um nível aceitável de complicações. Embora a técnica, já viesse sendo utilizada manualmente com os blocos de proteção, a incorporação de imagens tridimensionais no planeamento do tratamento tem tornado possível a identificação de uma forma muito mais precisa do volume alvo a ser tratado e as estruturas normais a serem protegidas. Na prática clínica, a delimitação dos volumes alvo e os órgãos de risco baseia-se na imagem médica multimodal (tomografia computadorizada, ressonância magnética, SPECT e mais tarde a PET). Esta informação posteriormente é processada e inserida nos sistemas de planeamento que por sua vez vão permitir o cálculo e otimização do plano de tratamento com a seleção adequada das angulações dos feixes, números de campos de tratamento, abertura dos campos, contribuição da dose de cada campo.

O sistema de planeamento dispõe de diferentes ferramentas para a visualização dos campos de tratamento e das estruturas anatómicas BEV, que proporcionam ao médico, físico-médico e ao dosimetrista uma visão da anatomia do paciente na perspetiva da fonte do feixe de radiação e também dispõe do histograma dose volume que funciona como um aplicativo de análise quantitativa e qualitativa do tratamento.

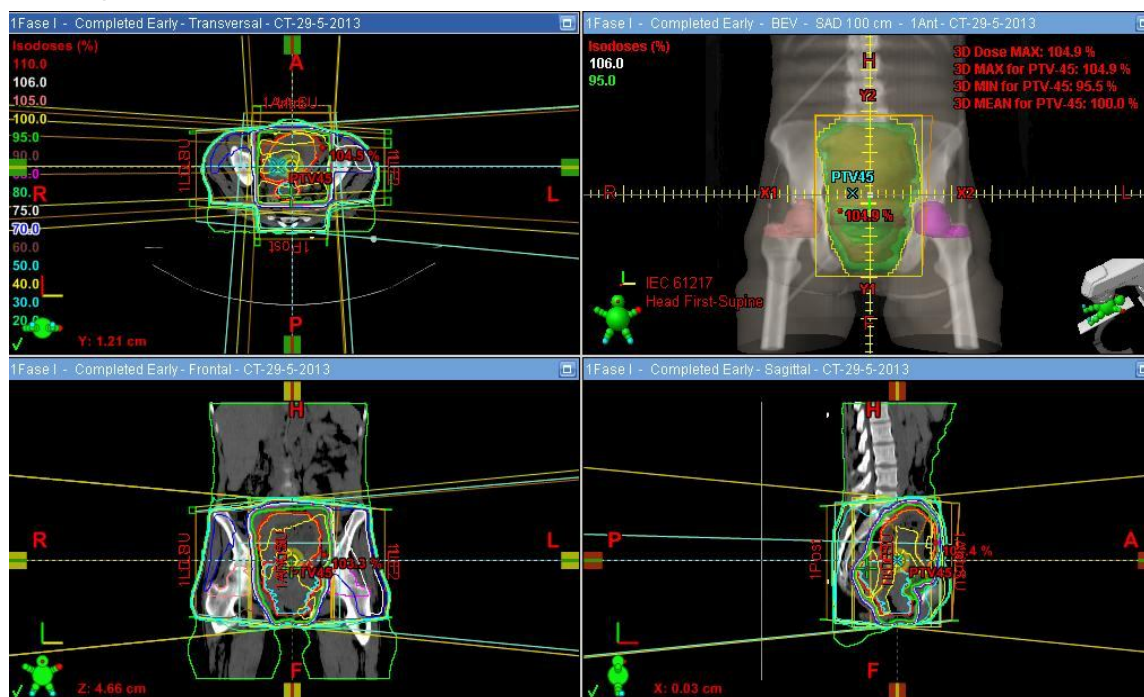


Figura 10. Ilustração de uma planimetria 3D-CRT (imagem cedida pelo serviço de radioterapia do CNO).

### b) Radioterapia de Intensidade Modulada (IMRT)

A radioterapia de intensidade modulada (IMRT) é a forma mais avançada da radioterapia 3D-CRT, que utiliza aceleradores lineares controlados por computador para administrar doses de radiação com uma distribuição mais integrada dos volumes a irradiar e dos órgãos de risco a proteger, permitindo assim um aumento do controle local da doença e diminuindo a toxicidade nos órgãos de riscos. Isto consegue-se variando a intensidade da radiação para produzir distribuições de dose mais ajustadas do que as produzidas pela radioterapia 3D-CRT *standard* (Purdy, 1999).

A sua técnica baseia-se, na irradiação utilizando feixes múltiplos com intensidade não uniforme como ilustra a figura 11. A modulação é possível dividindo cada feixe em pequenos segmentos, cuja intensidade individual é modulada até que se obtenha a contribuição desejada (IMRT CWG, 2001; Webb, 2001).

Para se alcançar esta finalidade os aceleradores lineares devem dispor de colimadores multilâminas (MLC) ou colimadores binários combinados com o movimento da mesa de tratamento (Webb, 1997). O cálculo da distribuição da dose de cada feixe é efetuado mediante sistemas de planeamento baseado em complexos algoritmos de planeamento inverso, que permitem planear o movimento dos MLC para desenhar mapas de fluência, adaptando a dose tanto nas complexas formas anatómicas do organismo humano como do volume tumoral e as suas zonas de disseminação.

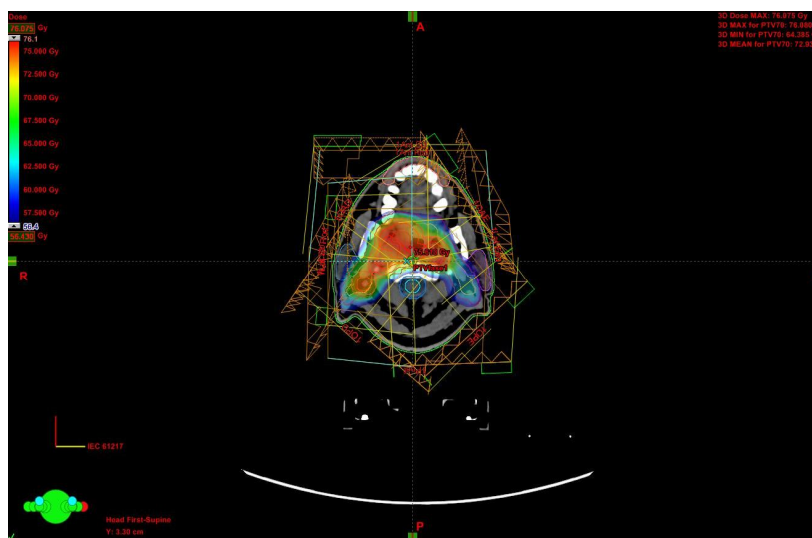


Figura 11. Ilustração de uma planimetria de IMRT. (Cortesia Prof<sup>a</sup>. Iola Cardoso)

Existem pelo menos seis diferentes modalidades de radioterapia de intensidade modulada na qual se destacam:

- i IMRT segmentada (*step and shot*). Cada incidência é irradiada com vários segmentos (campos com diferentes configurações) fixos. O número de segmentos pode variar entre dois e mais de 20, não necessita de um grande número de feixes, sendo suficiente entre três e quatro (AAPM TG-40, 1994);
- ii IMRT dinâmica (*sliding window*). A intensidade constante de cada feixe é modulada pelo movimento contínuo das lâminas do colimador multilâminas durante o tempo que durar a irradiação deste campo (Siochi, 1999);
- iii Arcoterapia volumétrica modulada (VMAT). Utiliza um colimador multilâminas convencional cujo padrão das lâminas mudam em simultâneo com a rotação da *gantry*;
- iv Tomoterapia helicoidal. Ajusta as características de um acelerador linear e de uma tomografia axial computadorizada helicoidal. Utiliza um colimador especial (*Peacock MIMIC, Nomos*), que estreita o feixe na direção Z (longitudinal do paciente ou da mesa de tratamento), modificando as lâminas enquanto a *gantry* gira 360°. Após cada rotação completa, a mesa de tratamento produz um desvio para irradiar a seguinte secção (Salte, 2001)

v Ciberknife

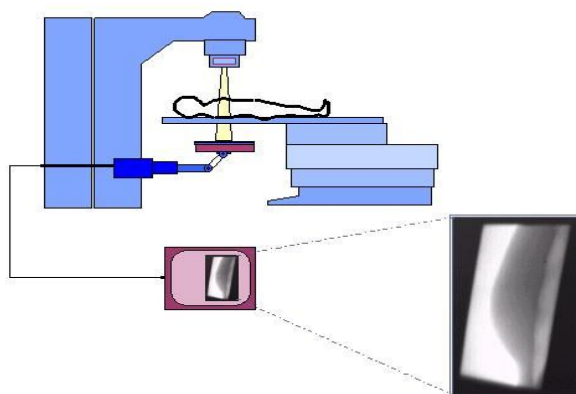
É um sistema de radiocirurgia sem o marco estereotáxico, composto por acelerador linear que administra feixe de fótons de 6 MV, montado num braço robotizado e de um sistema de imagens em tempo real ligado a consola de fusão de imagens. O sistema de imagens adquire imagens digitais de alta resolução por intermédio dos detetores planos de silício amorfo ortogonal entre si e o braço robotizado move-se com seis graus de liberdade (três de traslação e três de rotação) e segue a posição do tumor guiado pelo rastreio com infravermelhos sincronizados com o sistema de imagens.

c) **Radioterapia Guiada por Imagem (IGRT)**

A Radioterapia Guiada por Imagem é uma técnica que possibilita em primeiro lugar, a localização do volume a ser irradiado, mediante o uso de aparelhos de imagem acoplados nos aceleradores lineares ou instalados dentro da sala de tratamento, que fornecem informação funcional e biológica do paciente, e em segundo lugar, facilitam o uso das imagens na própria sala de tratamento, como ferramenta de verificação imediatamente antes ou durante o tratamento. A sua principal finalidade é diminuir as incertezas produzidas pelos movimentos entre ou durante as frações, a fim de reduzir as margens e otimizar o desenho do tratamento (Liuain et al. 2008).

Existem vários sistemas que permitem realizar a IGRT, pelo que destacamos os seguintes:

- i Sistema de imagem portal (*Electronic Portal Imaging Device, EPID*). Permite adquirir duas imagens ortogonais planares do paciente e compará-las com as imagens de referência proveniente da fase de planeamento do tratamento para o ajuste *on-line* ou *off line*. Nesta técnica a análise das imagens é feita tendo em conta a anatomia do paciente ou por intermédio de marcadores fiduciais conforme ilustra a figura 12 (Antonuk, 2002);



**Figura 12.** Representação esquemática da aquisição de imagem com o EPID.  
[http://radonc.ucsf.edu/research\\_group/jpouliot/Tutorial/main.htm](http://radonc.ucsf.edu/research_group/jpouliot/Tutorial/main.htm)

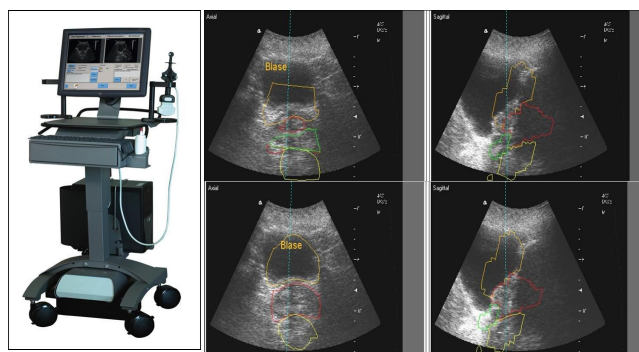
- ii Sistema de imagem volumétrica (*cone beam CT, CBCT*). É um aparelho de tomografia computadorizada (TC) de feixe cónico, montado no corpo do braço (gantry) de um acelerador linear conforme faz referência a figura 13 (Jaffray et al. 2002) e o seu funcionamento é semelhante a um aparelho de TC convencional de feixe de varrimento, exceto o facto da aquisição de imagens volumétricas numa só rotação do tubo de Raios-x e do detetor. Este sistema produz imagens volumétricas (3D) que posteriormente são registadas e fundidas com as imagens usadas no planeamento mediante o correspondente software, permitindo calcular as diferenças entre os dois conjuntos de dados (planeamento e *setup*);



**Figura 13.** Ilustração de um sistema cone beam CT (CBCT).

[http://www.varian.com/us/oncology/radiation\\_oncology/clinac/clinac\\_ix.html#\\_Ua-ffV1dat8](http://www.varian.com/us/oncology/radiation_oncology/clinac/clinac_ix.html#_Ua-ffV1dat8)

- iii Sistema baseado em Ultrassons. São equipamentos de ultrassons com sonda externa que produzem imagens 3D, utilizam um sistema de referência externo comum a uma TC de planeamento e a uma unidade de tratamento. As imagens de Ultrassons são combinadas com as da TC que serviram como referência para as imagens adquiridas antes do tratamento. Os primeiros aparelhos foram desenhados para o controlo dos tratamentos de tumores da próstata (figura 14), cujo desvio durante uma fração, pode chegar a valores entre 15 e 20 mm (Salter, 2006). Atualmente está sendo usado em tratamento ginecológicos e de mama.



**Figura 14.** Ilustração de um sistema de Ultrassons (BAT).

<http://www.umm.uni-heidelberg.de/inst/radonk/engl/enqligt/enqligt.html>

- iv Equipamento de Raios-x independente do acelerador linear (*Exac Trac X-Ray 6D*). É um sistema de posicionamento do paciente de elevada precisão (BrainLAB 2007), usado em tratamento de radioterapia e radiocirurgia Estereotaxica, que utiliza marcadores corporais, de câmaras de infravermelhos, câmara de vídeo e imagens de Raios-x para determinar e corrigir a posição do paciente (figura 15). Também permite controlar e verificar a posição e os movimentos do paciente durante o tratamento e proporciona informação dos desvios ocorridos em cada uma das sessões. É constituído por dois subsistemas; o sistema de câmaras de infravermelhos (*Exac Trac*) que permite o posicionamento baseando-se na deteção ótica dos marcadores e o sistema de Raios-x que utiliza imagens radiográficas de KV (*X-Ray 6D*) (Jian et al., 2008).



**Figura 15.** Ilustração de um sistema de *Exac Trac X-Ray 6D* (BrainLab).

- v Tomoterapia helicoidal. Consiste num equipamento que administra a dose de radiação de forma espiral caracterizado pelo seu avançado método de colimação que consta de um sistema de cerre do colimador independente, integrado com o colimador primário e capaz de produzir o *fan beam* com uma amplitude do feixe de 1 a 5 cm. Inclui um colimador multilâminas binário composto por 64 lâminas, capazes de interagir através do feixe de radiação mediante um sistema de abertura e fecho que define pequenos feixes ou *beamlets* individuais com tempo de abertura das lâminas de uns 50 milissegundo. (Mackie et al., 2003).

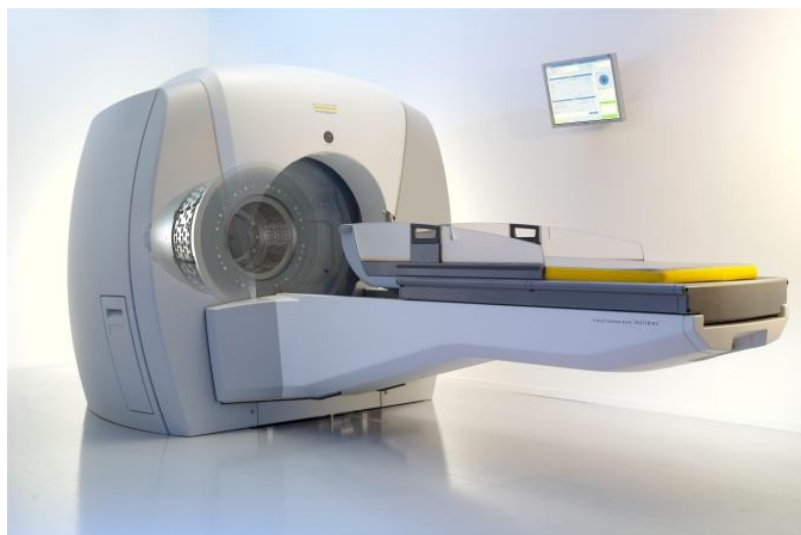
## **b) Radiocirurgia**

A Radiocirurgia é descrita como sendo, uma modalidade terapêutica não invasiva que destrói o alvo intracerebral e extracranial, localizado estereotaxicamente, sem craniotomia, por meio de uma única dose de radiação ionizante, administrada através de um sistema de feixes convergentes ao alvo, o que possibilita obter um alto gradiente de dose para além dos limites da

lesão, que se vai resumir numa poupança máxima de irradiação nos tecidos sãos adjacentes à lesão tumoral.

Para sua administração, atualmente destacam-se três tecnologias de radioterapia externa que são:

- i Gamma Knife. É um aparelho desenhado e dedicado para efetuar os procedimentos de radiocirurgia que consiste num sistema que opera com 192 a 201 fontes milimétricas de cobalto-60 ( $^{60}\text{Co}$ ), colocadas numa matriz circular da unidade fortemente blindada para que a radiação de fuga tenha valores aceitáveis. Milhares de feixes de radiação podem ser produzidos a partir destas fontes com um grau de precisão de mais do que 0.5 mm, que permite realizar tratamento de pequenas lesões no crânio em dose única e de forma precisa. Entretanto as suas desvantagens baseiam-se no seu alto custo e a sua falta de versatilidade para tratar outras localizações anatómicas. Não obstante, ter uma ampla simplicidade, alta reprodutibilidade dosimétrica e uma enorme precisão mecânica;



**Figura 16.** Ilustração de um Leksell Gamma Knife® Perfexion (Elekta).  
<http://imagens.elektagallery.com/famain.asp?customerId=476&sKey=45ETMKVK&cid=5>

- ii Aceleradores lineares. É o aparelho mais utilizado, pelo simples facto de que ao longo dos anos desenvolveram-se aceleradores lineares mais precisos e versáteis que proporcionam tratamentos mais seguros, aliados ao fabrico de software e hardware cada vez mais sofisticados que permitem realizar planeamento de tratamentos de forma mais adequada. Não apresentam limitações e tem uma maior maleabilidade na conformação da dose, assim como permitem fazer tratamentos fracionados e radiocirurgia extracraniana (Leskssel,1951; Francisco Mascarenhas et al., 2005).

### **3. Caracterização do Centro Nacional de Oncologia (CNO)**

O Centro Nacional de Oncologia, abreviadamente designado CNO, é um estabelecimento público de saúde da rede hospitalar de referência nacional, fundado no ano de 1979, integrado no Serviço Nacional de Saúde de Angola, para a prestação de assistência no domínio da prevenção, rastreio, diagnóstico precoce e tratamento especializado e inovador dos pacientes oncológicos. Geograficamente encontra-se situado no bairro da Maianga, município de Luanda, e a sua área de influência engloba as 18 províncias e os respetivos municípios, com uma população de 18.565.269 habitantes (The World Factbook, 2013).

Em conformidade com o Decreto nº 41/02, de 09 de Agosto, o Centro Nacional de Oncologia é uma pessoa coletiva de direito público, dotada de autonomia administrativa, financeira e patrimonial, cuja capacidade jurídica abrange todos os direitos e obrigações necessárias para o cumprimento das suas atribuições.

Estruturalmente o Hospital conta com um amplo serviço de consulta externa, onde funcionam as consultas de rastreio, oncologia clínica, mastologia, urologia, pediatria oncológica, psicologia, cirurgia, radioterapia e apoio social. Existem também os serviços de apoio ao diagnóstico como o serviço de imagiologia, serviço de anatomia patológica e laboratório clínico.

Para o apoio assistencial o Hospital conta com um bloco operatório, serviço de dia de quimioterapia com 30 cadeiras, serviço de radioterapia e internamento com uma capacidade instalada de 100 camas. O hospital aposta num modelo de gestão que coloca o paciente no centro de toda a atenção, incluindo a criação de núcleos de oncologia nos hospitais principais das capitais provinciais que impulsionam o projeto do Governo Central de rastreio, prevenção e diagnóstico precoce dos principais tipos de cancro apresentados no quadro epidemiológico do CNO.

Atualmente o Hospital reúne as principais opções terapêuticas do campo da oncologia, como é o caso da quimioterapia, radioterapia, cirurgia, hormonoterapia e imunoterapia, e conta ainda com uma base de dados de registo hospitalar que concentra toda a informação dos pacientes oncológicos, constituindo-se como uma unidade principal de oncologia dentro do sistema de saúde Angolano.

O Centro Nacional de Oncologia preocupa-se com a saúde das pessoas, a fim de satisfazer as suas necessidades e expectativas de saúde através da assistência integral, eficaz, eficiente e de qualidade, formando profissionais que a sociedade necessita e que contribuam para melhorar a saúde e a qualidade de vida das pessoas.

Aspira ainda, ser reconhecido pelo público como um hospital de referência na prevenção, diagnóstico e tratamento inovador das doenças oncológicas em Angola e na região Central da África Austral.

No desenvolvimento da sua atuação, o CNO e os seus colaboradores regem-se, nomeadamente, pelos seguintes valores:

- a) Desenvolvimento e valorização permanente dos recursos humanos;
- b) Atitude responsável e de qualidade no atendimento dos pacientes;
- c) Ambiente de trabalho harmonioso e competitivo;
- d) Gestão participativa e com criatividade;
- e) Humildade, sapiência e honestidade;
- f) Orgulho em fazer parte do quadro da instituição hospitalar;
- g) Eficácia;
- h) Equidade.

O hospital executa as políticas traçadas pelo Ministério da Saúde no domínio da prevenção, diagnóstico precoce do cancro, bem como do tratamento especializado e inovador do cancro e tem as seguintes atribuições:

- a) Assegurar permanentemente a assistência médica e medicamentosa em oncologia;
- b) Assegurar a implementação das políticas, programas e planos nacionais na prevenção do cancro, assim como o seu tratamento;
- c) Propor normas de atuação clínicas, laboratoriais, investigação biomédica, pedagógica e laboral no que concerne à prevenção e ao combate ao cancro;
- d) Assegurar a reabilitação dos pacientes oncológicos;
- e) Definir e coordenar as ações de formação, informação, educação para a saúde, comunicação, aconselhamento no domínio da oncologia;
- f) Promover formação, capacitação e superação técnico-profissional do pessoal em serviço, bem como o estabelecimento de relações sociais afetivas e estáveis;
- g) Colaborar com organismos internacionais que atuam na área da prevenção e combate ao cancro.

O Serviço de Radioterapia do Centro Nacional de Oncologia encontra-se numa fase embrionária, fará um (1) ano de funcionamento a 13 de setembro de 2013. Tem a missão de contribuir e potenciar todos os aspetos relacionados com a melhoria da prevenção, diagnóstico, tratamento e investigação do cancro.

O serviço conta atualmente com os mínimos recursos tecnológicos e humanos, necessários para levar avante o tratamento de todas as doenças oncológicas conhecidas.

## **4. Metodologia**

### **4.1. Objetivo Geral da Investigação**

Avaliar o contributo da radioterapia na melhoria dos cuidados de saúde no Centro Nacional de Oncologia.

### **4.2. Objetivos Específicos**

- I. Conhecer o perfil epidemiológico dos pacientes tratados e seguidos no CNO;
- II. Perceber a finalidade do tratamento com radioterapia;
- III. Conhecer a cobertura do serviço, observando o acesso dos pacientes tratados;
- IV. Perceber a capacidade funcional do Serviço de Radioterapia.

### **4.3. MÉTODOS**

Optámos por realizar um estudo do tipo descritivo, composto por uma parte retrospectiva e outra prospectiva. Foi feita uma revisão, análise e avaliação de toda a informação dos pacientes oncológicos seguidos pelo registo hospitalar do CNO que abrangerá o período compreendido entre 2006 e 2012, considerando o início da revitalização do CNO em 2002 e a implementação em 2006 do Registo Hospitalar de Cancro.

A opção pelo referido período justificou-se também por alguma facilidade de obtenção de dados visto que o CNO organiza, classifica, e concentra toda a informação dos pacientes oncológicos numa base de dados de registo hospitalar, que utiliza o CID-O (3ª Edição) como sistema de codificação para a localização e morfologia do tumor desde 2006.

De forma adicional serão também analisados todos os arquivos clínicos e documentos relevantes produzidos de forma geral pelos profissionais do hospital no período em análise.

De acordo com os dados e a informação recolhida, serão analisadas as seguintes variáveis: incidência segundo a idade, ano do diagnóstico, género, localização primária mais frequente, estágio clínico, tratamento recebido após o diagnóstico, seguimento e incidência segundo as localizações anatómicas mais frequentes. Serão incluídos no estudo todos os pacientes registados na série temporal 2006 e 2012 e serão excluídos todos os pacientes que não se encontravam registados na base de dados do registo hospitalar na série temporal em análise.

A informação recolhida será analisada e avaliada mediante os relatórios produzidos pela base de dados *Microsoft Access 2003* (anexo I), utilizada como fonte de armazenamento e processamento de dados do Registo Institucional do CNO. Na análise estatística serão descritas as frequências absolutas e relativas das variáveis de interesse. Os gráficos serão criados através da folha eletrónica do *Microsoft Excel versão 2007*.

Será feita uma revisão de todos os processos e registos clínicos dos pacientes oncológicos atendidos no Serviço de Radioterapia do CNO e considera-se os primeiros nove meses do funcionamento do serviço, de Setembro de 2012 a Maio de 2013. Nesta fase a informação será recolhida mediante o uso de um protocolo de recolha de dados (anexo II), e será obtida a seguinte informação: número do registo do paciente, local de proveniência, idade, género, localização primária do tumor, estágio clínico, indicação terapêutica, finalidade do tratamento e por último será realizada uma análise do desempenho do serviço. Serão incluídos todos os pacientes tratados com radioterapia no período em análise e serão excluídos todos os pacientes que não receberam o tratamento. A análise e avaliação dos dados será efetuada através da folha eletrónica do *Microsoft Excel versão 2007*.

A escolha do CNO como local da realização da pesquisa deveu-se ao facto de ser a única Instituição da Especialidade no País, com responsabilidades na prevenção, diagnóstico, tratamento e cuidados paliativos dos pacientes oncológicos e também pelo facto da recente implementação do Serviço de Radioterapia. Salientamos ainda que é o local onde o pesquisador desempenha a sua atividade profissional na área da Radioterapia (Técnico de Radioterapia), o que de certo modo facilitou o acesso e contacto com a informação disponível sobre a problemática do cancro.

Porém, o que realmente despertou a atenção do pesquisador foi o facto de que a radiação ionizante vem sendo usada em aplicações médicas sistematizadas há mais de meio século, e somente, no ano 2012 é que o primeiro Serviço de Radioterapia, integrado no Serviço Nacional de Saúde de Angola (SNS), entrou em funcionamento. Este aspeto cultivou o interesse de contribuir na discussão desta temática.

#### **4.4. Descrição da população e amostra**

Antes de começarmos a recolha da informação solicitamos à Secção de Estatística e Registo do CNO a lista de todos os pacientes inscritos no Registo Hospitalar da Instituição na série temporal 2006/2012.

E segundo as informações iniciais, nessa série temporal (2006/2012) estão inscritos no Registo Hospitalar do CNO 6.264 pacientes de ambos os sexos e idade. Visto que não havia nenhuma incongruência, optámos por selecionar todos os pacientes registados no período em análise.

Assim sendo, a população analisada retrospectivamente ficou constituída por 6.264 pacientes de ambos os sexos e idades.

Para a análise dos pacientes tratados no Serviço de Radioterapia seguimos a mesma metodologia. Assim, a amostra ficou constituída por 145 pacientes tratados com radioterapia de ambos os sexos e idade na série temporal de Setembro de 2012 a Maio de 2013.

#### **4.5. Técnicas Utilizadas**

Como estratégia para a operacionalização da técnica de recolha de dados, o pesquisador deslocou-se a Luanda onde permaneceu dois meses e uma semana. Durante este período foram feitas visitas ao CNO e estas incluíram a revisão e leitura dos processos clínicos, observação da rotina do serviço de radioterapia, assim como a avaliação e análise de vários documentos e dados do registo hospitalar de cancro.

#### **4.6. Limitações metodológicas**

As principais limitações apresentadas pelo presente estudo estiveram focalizadas sobretudo com a falta de experiência do investigador no que concerne à recolha, tratamento e compilação da informação. Este constrangimento foi ultrapassado na medida em que fomos pesquisando várias matérias que falam sobre as técnicas de investigação.

Tivemos também um condicionamento provocado pelo fator tempo, na medida em que o estudo teve o prazo limite de três meses (desde a recolha e análise dos dados, redação do relatório e entrega do mesmo). Este imperativo fez com que se adiasse a entrega do mesmo por mais quatro meses.

Tivemos também limitações na revisão e recolha de informação dos processos clínicos contidos no arquivo do CNO, já que um bom número não estava preenchido adequadamente, pelo que tivemos que solicitar inúmeras vezes ajuda dos médicos da instituição. Porém, a grande dificuldade prendeu-se com a falta de um registo de cancro de base populacional, que impossibilita um diagnóstico completo da realidade oncológica em Luanda e concomitantemente do País em geral.

#### **4.7. Considerações éticas**

O estudo realizado observou todos os princípios éticos que devem reger qualquer estudo desta natureza. Antes do começo da pesquisa foi solicitada uma autorização escrita, ao Diretor Geral e Diretor Clínico em exercício do CNO (anexo III e IV), explicando a natureza do estudo, finalidade, objetivos, técnicas a ser usadas para a compilação da informação.

Não será necessário a elaboração de um consentimento informado, já que os métodos da recolha de informação não o requerem. Porém, será mantido o nome de todos os utentes em anonimato, assim como a informação adquirida.

## 5. Apresentação e discussão dos resultados

Os resultados apresentados provêm da análise dos dados e informação obtida através dos instrumentos de colheita de informação, que nos permitiram fazer a observação descritiva das variáveis estudadas, mediante apresentação de tabelas de frequência e estatística de tendência central e dispersão (media, mediana e moda). Todos os dados foram analisados como já havíamos referenciado com o programa *Microsoft Excel versão 2007*.

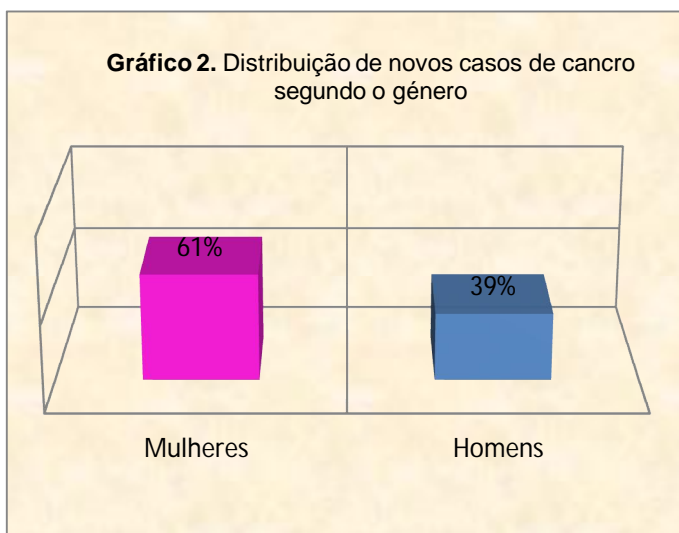
Antes de iniciarmos a apresentação e discussão dos resultados, achamos pertinente, trazer em análise as estimativas sobre o cancro em Angola apresentadas pela IARC e a OMS por intermédio do projeto *GLOBOCAN 2008* que baseia o seu estudo em dados do registo de cancro de base populacional utilizando uma amostra baseada em 18.020 milhões de habitantes na altura do estudo. Estima assim que Angola tem uma incidência de 9200 novos casos de cancro por ano com uma taxa de mortalidade de 7100/ano, o que representa um índice de mortalidade de 77.17% e o risco de se contrair cancro antes dos 75 anos é, nas mulheres de 10.3%% e nos homens 9.7% respetivamente. Os cinco tipos de cancros mais frequentes são: nas mulheres o cancro do colo do útero, mama, fígado, linfoma não Hodgkin e cancro do estômago e nos homens o cancro da próstata, fígado, linfoma não Hodgkin, estômago, lábio e cavidade oral (IARC, GLOBOCAN, 2008).

Vendo o panorama apresentado na perspetiva do projeto *GLOBOCAN 2008*, podemos dizer que o estudo em análise vem reforçar esta tendência e segundo os arquivos do CNO entre os anos 1970/1980, o hospital registou 15 novos casos de cancro por ano. Porém, a situação atual é muito diferente. Desde a revitalização do hospital iniciada em 2002, o número de novos casos de cancro vem aumentando continuamente e como podemos constatar no gráfico 1, os dados apresentados indicam que nos últimos sete anos (entre 2006 e 2012) o CNO registou 6264 novos casos de cancro em ambos os sexos e idades o que representa uma média de 895 novos casos por ano e uma mediana de 1102 novos casos.

Neste período foram registados 261 óbitos. Porém, este número não espelha objetivamente a realidade porque segundo o constatado pela pesquisa, os registadores têm-se deparado com muitas dificuldades em fazer um adequado seguimento dos pacientes que tenham ou não terminado o seu ciclo de tratamento no CNO.



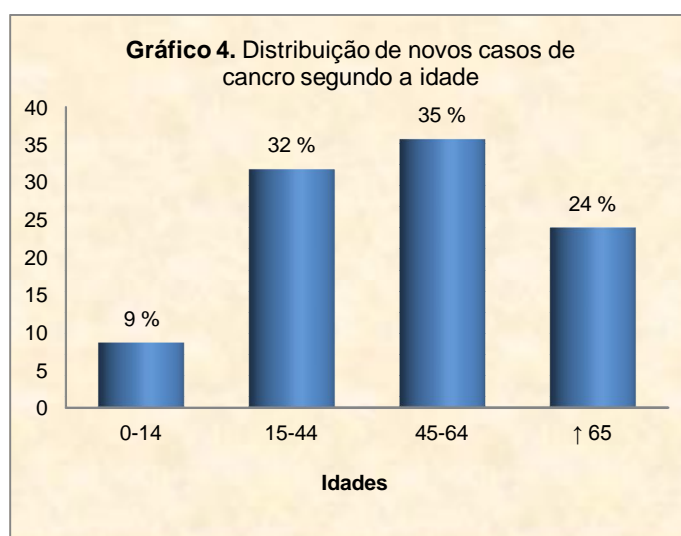
Quanto ao género como ilustra o gráfico 2, houve um maior registo de pacientes do sexo feminino que representam um registo de 3.847 (61%) novos casos de cancro com uma média de 550 novos casos/ano e os pacientes do sexo masculino representam um registo de 2417 (39%) novos casos com uma média de 345 novos casos/ano. Segundo os arquivos do CNO o alto índice de pacientes do sexo feminino registado na série temporal em estudo (2006/2012) deve-se a que numa primeira fase as campanhas de sensibilização para as consultas de rastreio estavam focalizadas principalmente para o despiste do cancro da mama e colo do útero. Porém, atualmente, os programas de rastreio estão focalizados para o despiste dos tipos de cancro mais frequentes registados no hospital.



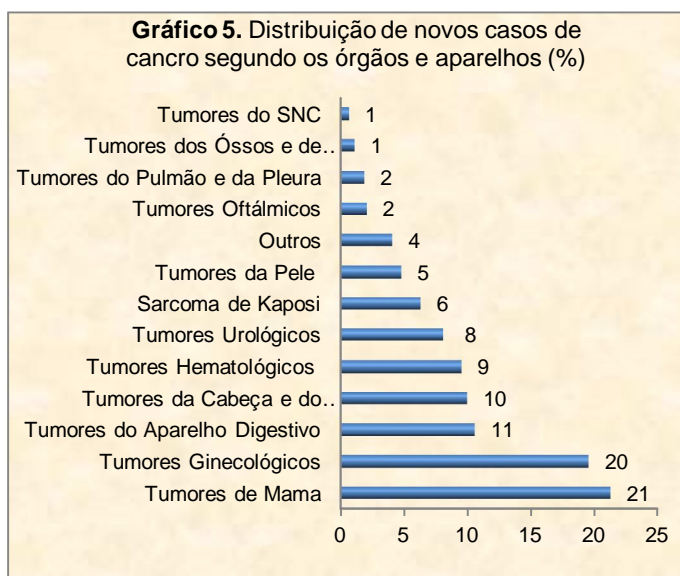
Os resultados do gráfico 3 ilustram objetivamente que 87% dos pacientes registados teve acesso a assistência médica especializada em estádios avançados da doença (do estágio III ao IV). Segundo estudos catalogados nos arquivos do CNO este panorama deve-se principalmente a fatores socioculturais (prática terapêutica baseada na medicina tradicional sem êxitos terapêuticos) e a fatores clínicos (inexistência de um serviço básico de assistência oncológica nas suas regiões de origem).



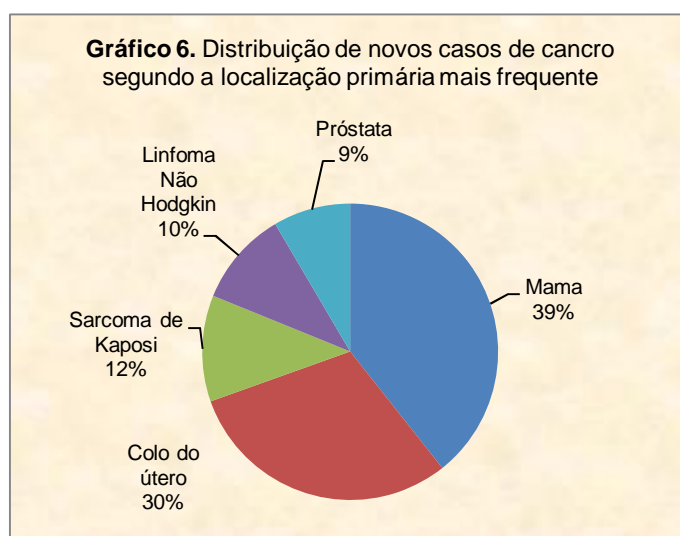
O perfil da distribuição por idade vai dos 3 anos a mais de 75 anos, com um alto predomínio entre os 15 anos e os 44 anos (32%) e entre os 45-64 anos (35%), com uma média de 46 anos e mediana de 43 anos com um desvio padrão de 1,9 como ilustra gráfico 4.



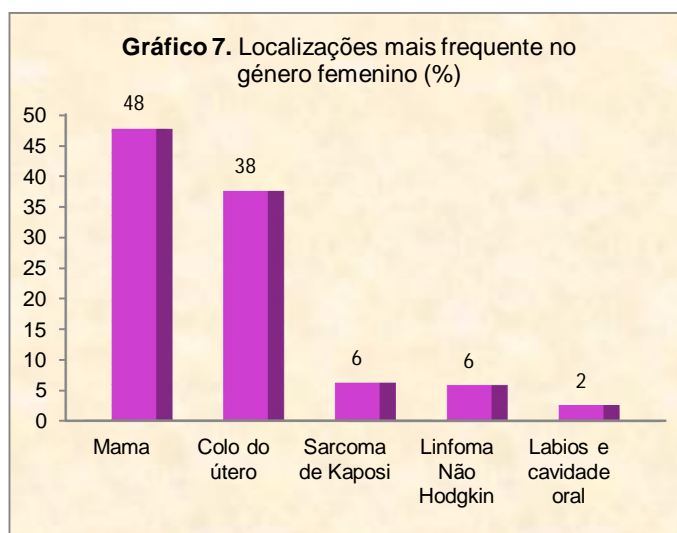
Quando analisamos a informação por regiões anatómicas verificamos uma alta incidência do cancro da mama como ilustra o gráfico 5, com um registo de 1335 novos casos que corresponde a 21% de todos os tumores malignos diagnosticados em mulheres no CNO, ocupando o primeiro lugar na ordem de frequência em ambos os sexos. Seguidamente estão os tumores ginecológicos com um registo de 1227 novos casos (20%). Importa realçar que o maior número de pacientes que integram este grupo corresponde a pacientes com cancro do colo do útero com um registo de 1027 novos casos.



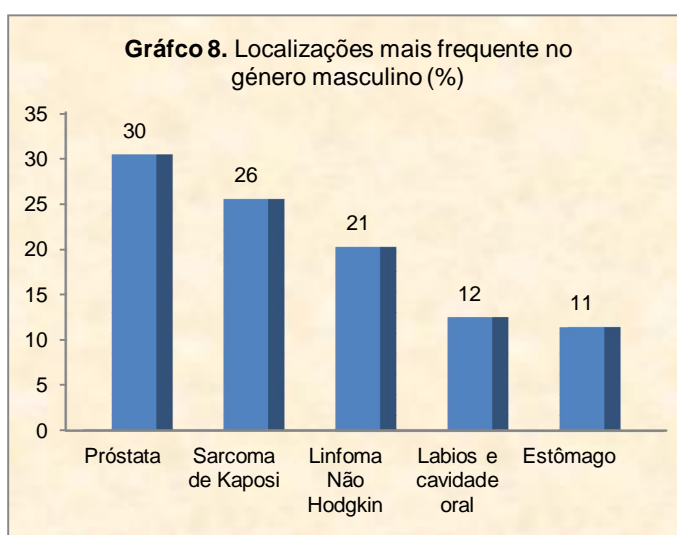
De forma global verificou-se que as cinco localizações mais frequentes em ambos os sexos são as representadas no gráfico 6, com uma particular atenção ao sarcoma de Kaposi associado ao VIH que ocupa o terceiro lugar na ordem de frequência apresentando um registo de 395 novos casos. Dizer também que, quanto aos cinco tipos de tumores mais frequentes, os dados do CNO convergem claramente com as estimativas apresentadas pelo projeto *GLOBOCAN 2008* sobre a incidência do cancro em Angola.



Porém quando analisado por género verificou-se que a frequência específica segundo as localizações primária no género feminino, o tumor que mais predomina é o cancro da mama com um registo de 48% relativamente ao total de cancros mais frequentes nas mulheres, seguido do cancro do colo do útero com um registo de 38%, conforme o gráfico 7.

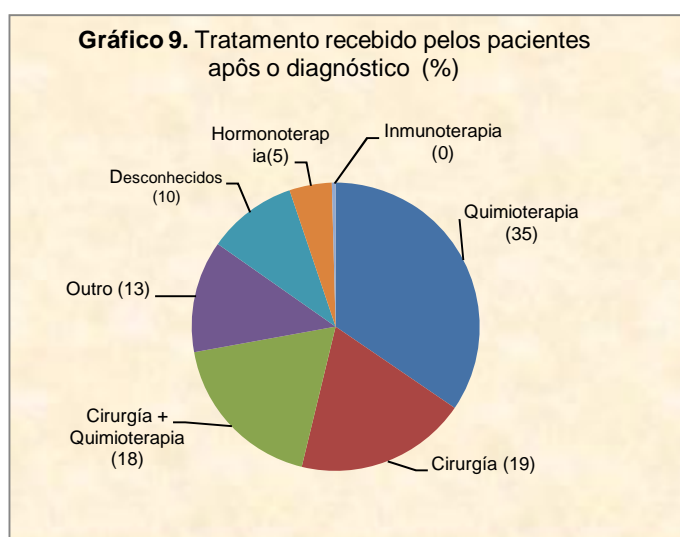


No género masculino, o predomínio recai para o cancro da próstata com um registo de 30% relativa ao total de cancros mais frequentes nos homens, seguido do sarcoma de Kaposi associado ao VIH com um registo de 25% conforme demonstra o gráfico 8.



No que concerne à terapêutica recebida pelos pacientes após o diagnóstico verificamos que dos 6264 pacientes registados na série temporal em análise, 35% dos pacientes receberam quimioterapia exclusiva conforme ilustra o gráfico 9, 19% dos pacientes foram submetidos a cirurgia e 18% dos pacientes realizaram tratamento concomitante (cirurgia e quimioterapia). Importa realçar que a 13% dos pacientes foi administrado um tratamento de suporte, dependendo do seu quadro clínico. Entretanto e como postulam os protocolos internacionais seria recomendado o uso da radioterapia, sobretudo porque a maior parte dos pacientes atendidos nesta série temporal chegavam em estágio avançado da doença.

Também importa realçar que as opções terapêuticas apresentadas no gráfico 9 são as que o CNO dispunha até ao primeiro semestre de 2012. Visto que em setembro do mesmo ano entrou em funcionamento o Serviço de Radioterapia como uma nova opção terapêutica.



### Seguimento dos pacientes

Nos anos em referência, notou-se que o seguimento dos pacientes foi quase nulo ou inexistente, e segundo a análise feita e o relato dos registadores e médicos do CNO, essa é uma das razões que limitam a avaliação objetiva do resultado do tratamento e assim conhecer-se as taxas da sobrevida e da mortalidade pelas doenças oncológicas mais frequentes. Esta dificuldade de seguimento relaciona-se principalmente com a crença que muitos pacientes têm, quando apresentam uma remissão total/parcial da doença, considerando que já estão curados. Quando os doentes terminam o ciclo de tratamento planeado, independentemente de lhes ser informado que devem comparecer periodicamente nas consultas programadas, simplesmente não aparecem ou aparecem seis meses ou um ano mais tarde quando se manifesta uma recorrência da doença. Uma outra causa são os pacientes móveis que migram do interior do país em busca de tratamento oncológico. Estes doentes quando tratados, voltam para as suas regiões de origem e perde-se todo o contacto com os mesmos.

### 5.1. Atendimento do Serviço de Radioterapia

O Serviço de Radioterapia do CNO entrou em funcionamento a 13 de Setembro de 2012 em Luanda, com a utilização de um Acelerador Linear (LINAC) capaz de emitir duas energias de fótons (6 e 15 MV) e quatro de Electrões (6, 9, 12, 15 MeV), como referido anteriormente.

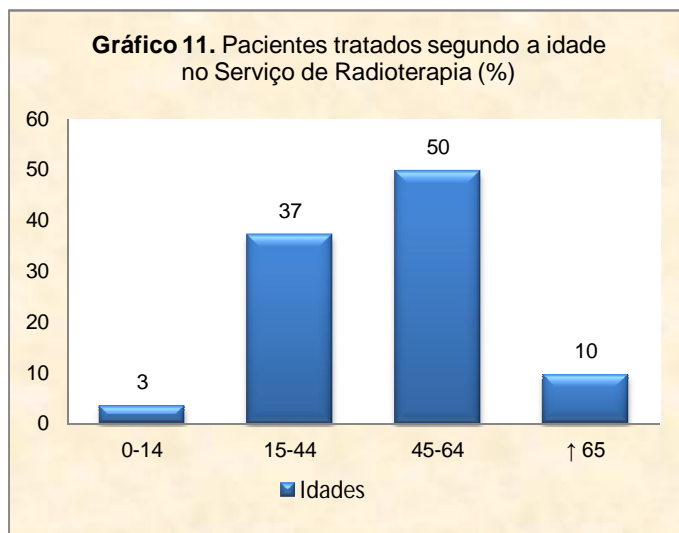
Podemos verificar que durante os primeiros nove meses de funcionamento conforme representa o gráfico 10, o serviço em análise atendeu, ou melhor, tratou 145 pacientes de ambos os sexos, com uma média de 16 pacientes por mês, mediana de 30 pacientes e moda 14 pacientes por mês. Segundo dados e informação do Serviço de Radioterapia esta baixa média de pacientes atendidos por mês deve-se principalmente a dois fatores:

- i Avarias apresentadas pelo Acelerador Linear ao longo do seu funcionamento;
- ii Escassez de Recursos humanos.

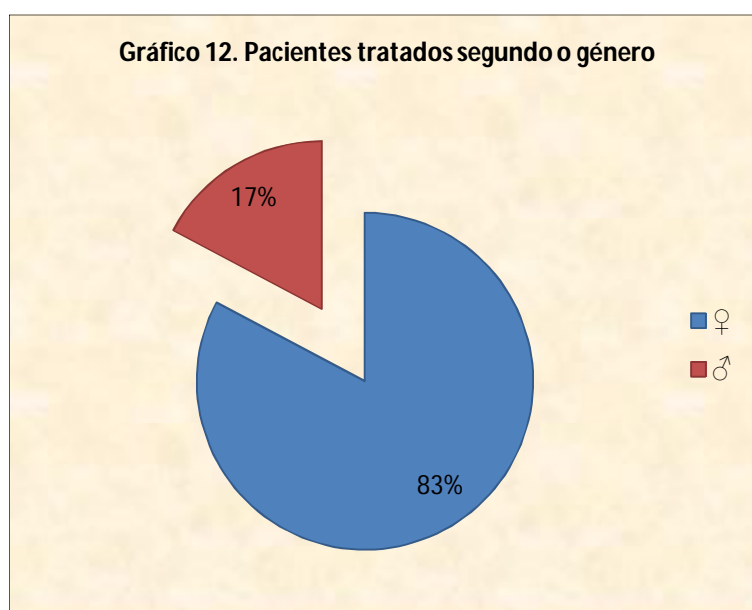
Durante o mesmo período houve um registo de 10 óbitos que corresponde a 14,5% do total de todos os pacientes tratados. Importa realçar que estes óbitos estão relacionados com o estágio avançado da doença com o qual os pacientes chegavam ao serviço de radioterapia e não com o tratamento de radioterapia em si.



No que respeita à idade dos pacientes, a mesma varia dos 6 e os 76 anos como ilustra o gráfico 11, com um alto predomínio entre os 15 e os 44 anos e entre os 45 e os 64 anos, com uma média de 46 anos, bimodal 52 anos e 57 anos respetivamente, e mediana de 52 anos.



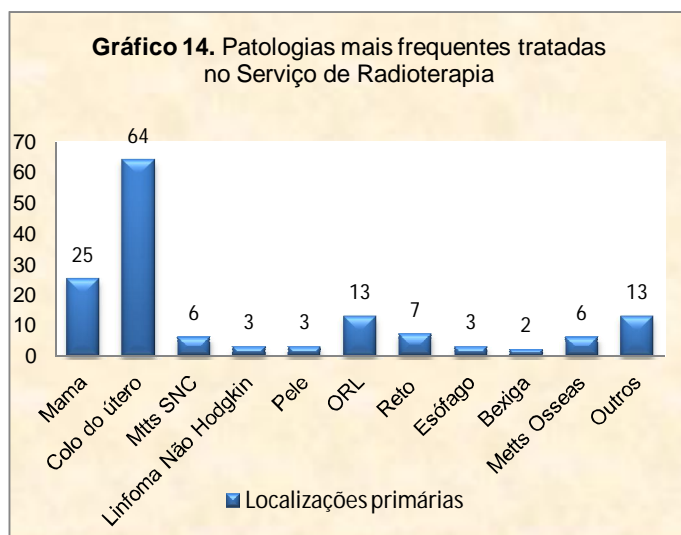
Em relação ao género, verificou-se que 83% de pacientes atendidos pelo Serviço de Radioterapia foram do género feminino, com uma média de 13 pacientes atendidos por mês, mediana de 23 pacientes por mês. Em relação ao género masculino observou-se que 17% dos pacientes atendidos pelo serviço foram homens com uma média de 3 pacientes por mês e mediana 7 pacientes por mês, conforme ilustra o gráfico 12.



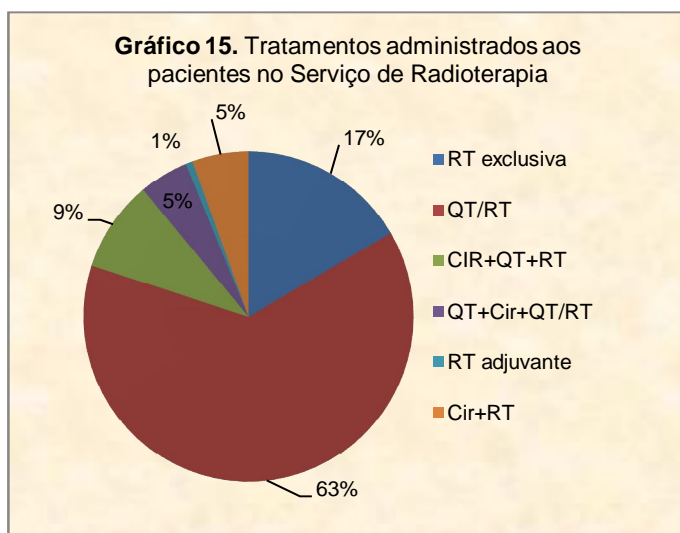
Observou-se também que 41% dos pacientes tratados encontravam-se no estágio III da doença e o 30% com estágio desconhecido da doença conforme representa o gráfico 13.



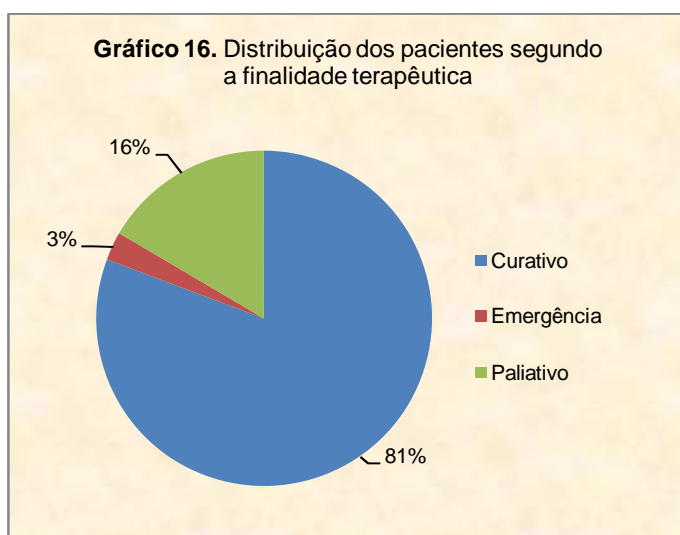
Dentro das patologias tratadas a que mais teve maior predomínio foi o cancro do colo do útero, representando 44% relativo ao total de todos os pacientes tratados no Serviço de Radioterapia, seguido do cancro da mama com 17% de pacientes tratados conforme o gráfico 14.



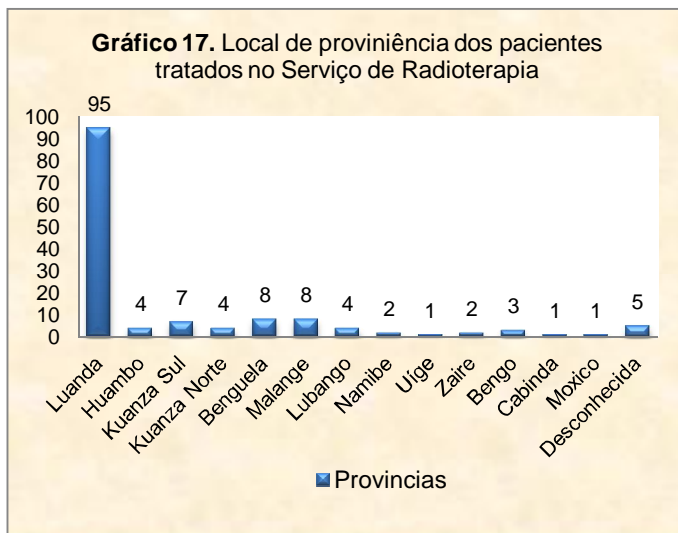
Quanto ao tratamento administrado verificamos que houve um contributo considerável da radioterapia como ilustra o gráfico 15, sendo que 63% dos pacientes tratados beneficiou de um tratamento concomitante quimio/radioterapia, 17% beneficiou da radioterapia exclusiva e 9% beneficiou também de um tratamento concomitante (quimioterapia, radioterapia e cirurgia).



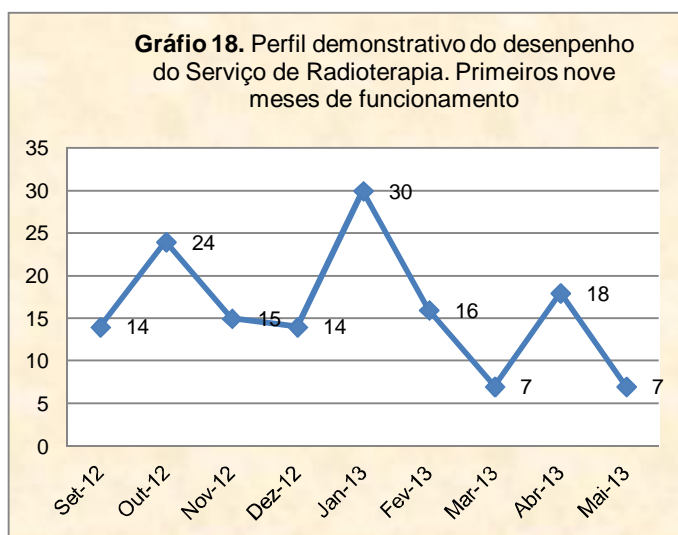
Em relação à finalidade do tratamento, observou-se que a abordagem terapêutica aplicada na maior parte dos pacientes assistidos, a 81% dos pacientes foi usada a intenção curativa e a abordagem paliativa foi aplicada em 16% dos pacientes assistidos, conforme ilustra o gráfico 16.



Relativamente ao local de proveniência dos pacientes tratados, observou-se como representa o gráfico 17, que 66% (95) dos pacientes é originária de Luanda enquanto 15% (22) provêm de províncias que se encontram a menos de 450 km de Luanda (Bengo, Kuanza-Sul, Kuanza-Norte e Benguela) e os restantes 19% (23) de pacientes tratados são oriundos das províncias que distam mais de 450 km de Luanda.



Quando analisada a regularidade do funcionamento do Serviço de Radioterapia, verificamos que no período em análise o funcionamento do Serviço foi muito irregular devido a diversas avarias apresentadas pelo acelerador linear. Tornando-se evidente que este fator influenciou negativamente a função assistencial do Serviço como ilustra o gráfico 18, verificando-se que apenas no mês de janeiro o serviço atingiu um desempenho médio tratando 30 pacientes. Neste contexto e nas condições atuais (um acelerador instalado) para que o serviço de radioterapia atingisse um desempenho ótimo ou desejável como postula a Organização Pan-Americana da Saúde (OPS) e a Organização Mundial da Saúde (OMS), o serviço de radioterapia deveria tratar em média 40 a 50 pacientes por acelerador.



## 6. Conclusões e recomendações

No que diz respeito ao perfil epidemiológico dos pacientes oncológicos tratados e seguidos no CNO, notamos que as estimações apresentadas pelo projeto *GLOBOCAM 2008* e pelo Registo de cancro de base hospitalar do CNO, devem situar o cancro como uma patologia de elevada prioridade na planificação do Sistema Nacional de Saúde Angolano, tanto atualmente como num futuro próximo. Deve-se atribuir recursos médicos e tecnológicos necessários para responder aos desafios levantados por estas doenças, tanto a nível da cidade de Luanda como a nível de todo o País para que a procura num futuro próximo não condicione os serviços de saúde. Neste âmbito, existe a necessidade da criação de um registo de base populacional que permita colher e classificar informações de todas as manifestações da doença oncológica assim como da sua mortalidade. Só com estes registos será possível estabelecer com objetividade prioridades de acção, planificação de recursos e avaliação dos resultados das intervenções preventivas ou terapêuticas a médio e longo prazo.

Em relação à finalidade do tratamento do cancro, podemos deduzir que o Serviço de Radioterapia ora implantado no CNO chegou num momento peculiar, visto que a maior parte dos tumores malignos (cancro da mama, colo do útero, próstata) observados no quadro epidemiológico são particularmente candidatos a radioterapia, uma vez que quando os doentes são admitidos no CNO, a sua doença se encontra em fase muito avançada. A experiência do Serviço de Radioterapia independentemente de ser reduzida a pouco mais de sete meses, provou que neste período foram irradiados de forma radical 117 pacientes com radioterapia conformacional tridimensional (3D-CRT). Porém, ainda é prematuro avaliar-se os resultados de forma objetiva, já que o período médio de seguimento de um paciente após o tratamento é de cinco anos.

Relativamente à cobertura do Serviço de Radioterapia na vertente acesso dos pacientes, partindo do pressuposto conceptual conforme referem Abel-Smith e Leiserson citados por Unglert, C. V. de S. et al. (1987) *o grau de acesso real aos serviços de saúde depende da distância que se deve percorrer para obtê-los, do tempo que leva a viagem e do seu custo*. Perante este facto e os indicadores observados no gráfico 17 podemos deduzir que existe um défice na cobertura assistencial do serviço de radioterapia tanto a nível da província de Luanda como a nível de todo o País, o que exige um planeamento e adequação de recursos urgente, dado o elevado número de doentes a necessitar de radioterapia.

Ainda sobre a cobertura, podemos realçar que a Organização Pan-americana da Saúde (OPS) e a OMS aconselham que a necessidade mínima de aplicação da radioterapia em qualquer país deve cobrir 50% dos novos casos e a este número deve-se adicionar 15% o que representa a prevalência dos pacientes que passam de um ano para outro. Para uma adequada cobertura, a OMS recomenda para os países em via de desenvolvimento um acelerador lineal por cada 600 mil habitantes, um especialista em oncologia radioterapêutica por cada 250 novos casos por ano, um físico médico por cada 400 novos pacientes por ano, um dosimetrista por cada 300 novos pacientes por ano e dois técnicos de radioterapia por cada unidade de tratamento. Partindo da análise destes indicadores e a título de exemplo para uma ótima cobertura dos Serviços de Radioterapia na província de Luanda onde o Instituto Nacional de Estatística (INE) estima que estejam a viver 4.749.423 habitantes, seria necessário:

- 7.9 Aceleradores lineares;
- 18.9 Especialistas em oncologia radioterapêutica;
- 11.8 Físicos médicos;
- 15.8 Dosimetristas;
- 31.6 Técnicos de radioterapia.

No que concerne à capacidade de funcionamento do Serviço de Radioterapia notou-se que o serviço teve um desempenho inconstante conforme ilustra o gráfico 18. Achamos que devido a elevada complexidade e sofisticação tecnológica do acelerador linear e a questões multifatoriais, como é a (falha de luz elétrica) inerentes à conjuntura da província de Luanda, existe a necessidade de elaboração de um programa de manutenção amplamente detalhado e completamente protocolizado que permita antever os problemas.

Ainda no mesmo âmbito e guiando-nos pelo perfil epidemiológico, a tendência da demanda de pacientes para o Serviço de Radioterapia irá aumentar continuamente e desta feita, urge a necessidade de recrutamento de novos técnicos de radioterapia para fazer frente às necessidades que se avizinham no serviço.

Esperaremos com a presente dissertação, poder contribuir na elaboração de futuros estudos relacionados com a contribuição da radioterapia na melhoria dos cuidados de saúde dos pacientes seguidos no Centro Nacional de Oncologia. Nesta primeira fase o estudo pretendeu dar a conhecer a dimensão da problemática do cancro no CNO e em particular conhecer-se a dimensão do problema no país, no concerne ao perfil epidemiológico, finalidade do tratamento de radioterapia, cobertura e acesso dos pacientes ao tratamento e capacidade funcional do serviço de radioterapia. Podemos notar que se utilizou um instrumento de recolha de informação e de elaboração de relatórios simples e de baixo custo, como foi o caso da base de dados Microsoft Access 2003, que continuará a receber o nosso aporte para a sua melhoria na recolha

de informação para estudo prospetivos e para que num futuro não muito longínquo seja adaptado ao esperado registo de base populacional.

Finalmente podemos dizer que é nossa intenção continuar a desenvolver e avaliar o contributo que a radioterapia for proporcionando na melhoria dos cuidados de saúde dos pacientes seguidos no CNO.

## 7. Referências bibliográficas

**American Association of Physicist in Medicine (AAPM), 1996. “Medical accelerator safety considerations”.** AAPM Report 56. Med. Phys. 20:1261- 1274, 1993.  
[http://www.aapm.org/pubs/reports/rpt\\_56.PDF](http://www.aapm.org/pubs/reports/rpt_56.PDF) 12/05/2013

**American Association of Physicist in Medicine (AAPM), 2001. “Basic applications of multileaf collimators in Medicine”.** AAPM Report 72. (Task group 50).  
[http://www.aapm.org/pubs/reports/rpt\\_72.PDF](http://www.aapm.org/pubs/reports/rpt_72.PDF) 16/05/2013.

**Aird, EGA., Conway, J., (2002). “CT simulation for radiotherapy treatment Planning”.** Br. J Radiol. 75: 937-949. <http://bjr.birjournals.org/content/75/900/937.full.pdf+html> 28/05/2013.

**Antonuk LE. Electronic portal imaging devices: a review and historical perspective of contemporary technologies and research.** Phys Med Biol 2002; 47:R31-R65.  
<http://deepblue.lib.umich.edu/bitstream/handle/2027.42/48974/m206r1.pdf;jsessionid=4997A84A38060022FED0BAADD9FAC399?sequence=2> 05/2013

**AAPM TG-40, Report 46, “Comprehensive QA for radiation oncology”,** Radiation Therapy Committee Task Group 40, *Med. Phys.*, 21, 581–618 (1994).

**AAPM, Task group 40: Comprehensive QA for radiation oncology.** *Med. Phys.* 21 (1994) 581. [http://www.aapm.org/pubs/reports/rpt\\_46.PDF](http://www.aapm.org/pubs/reports/rpt_46.PDF) 29/05/2014.

**AAPM 1998. “Quality assurance for clinical radiotherapy treatment planning”** from the AAPM Radiation therapy committee TG 53 Fraass B, Doppke K, Hunt M, y cols, *Med Phys* 25: 1773-1829. [http://www.aapm.org/pubs/reports/rpt\\_62.pdf](http://www.aapm.org/pubs/reports/rpt_62.pdf) 31/05/2013.

**Ambrose J., Hounsfield G. Computerized transverse axial tomography.** *British Journal of Radiology* 1973; 46: 1015-1022.

**Bartle, C. J., Ribas, M. (2003). Evidencia de la Radioterapia de Intensidad Modulada.** Asociación Colaboración Cochrane Iberoamericana.  
[http://www.sergas.es/cas/Servicios/docs/AvaliacionTecnoloxias/cochrane\\_rad\\_mod.pdf](http://www.sergas.es/cas/Servicios/docs/AvaliacionTecnoloxias/cochrane_rad_mod.pdf) 26/05/2013

**BRUNNER , Lillian Sholtin ; SUDDARTH , Doris Smith -Tratado de enfermagem médico-cirúrgica.** 78 ed. Vol. 2. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993. ISBN 85-227-0272-X.

**Bontrager, L.K., y Lampignano, P.J.** (2010). **“Tratado de Posicionamento Radiográfico e Anatomia Associada”** 7ª Edição. Editora ELSEVIER. Rio de Janeiro – Brasil

**Colección Sanitaria** (2010). **“Manual del Técnico Superior en Radioterapia – Módulo I”**. Editorial Mad. Sevilla-España.

**Colección Sanitaria** (2010). **“Manual del Técnico Superior en Radioterapia – Módulo II”**. Editorial Mad. Sevilla-España.

**C. J. Karzmark**, **“Advances in Linear accelerator design for radiotherapy,”** Med. Phys. 11, 105-128 (1984). <http://www.deepdyve.com/lp/american-association-of-physicists-in-medicine/advances-in-linear-accelerator-design-for-radiotherapy-KMajnjQOlR/4> 04/06/2013

**Casas, F.** (2001). **Manual de Radioterapia para Urólogos.** Editora Robepira. Madrid-Espanha

**Dirkx M L P, Heijmen B J M, Santvoort J P C.** **“Leaf trajectory calculation for dynamic multi-leaf collimation to realize optimized fluence profiles”** (1998) Phys. Med. Biol. 43, 1171–1184.

**Francisco Mascarenhas et al.** **A Radiocirurgia Esterotáxica em Tumores Benignos e Malignos do Sistema Nervoso Central.** Acta Med Port 2005; 18: 45-60. <http://www.actamedicaportuguesa.com/pdf/2005-18/1/045-060.pdf> consultado 27/05/2013

**Galie, P., y Paulin, R.** (2003). **“Biofísica- Radiobiología y Radiopatología”**. Editora MASSON, S.A., Barcelona – España -3

International Commission on Radiological Units and measurements (**ICRU**). 1993. **“Prescribing, Recording and Reporting Photon Beam Therapy”**. Report 50.

International Commission on Radiological Units and measurements (**ICRU**). 1999. **“Prescribing, Recording and Reporting Photon Beam Therapy (Supplement to I.C.R.U. Report 50)”**. Report 62.

Intensity Modulated Radiation Therapy Collaborative Working Group. **Intensity modulated radiotherapy: current status and issues of interest**. Int J Radiation Oncology Biol Phys. 2001; 51 (4): 880-914.

INE. **PROJECCÃO DA POPULAÇÃO 2009-2015**. Luanda, Angola – 2012. <http://www.ine-ao.com/PDFS/C%C3%B3pia%20de%20Projec%C3%A7%C3%A3o%20Popula%C3%A7%C3%A3o%202009-2015.pdf> consultado 26/06/2013

IARC. **Estimated age-standardised incidence and mortality rates: both sexes (Angola)**. GLOBOCAN 2008. <http://globocan.iarc.fr/factsheet.asp> consultado 02/06/2013

Jaffray DA, Siewerdsen HJ, Wong JW, Martinez AA. **Flat panel cone-beam computed tomography for image-guided radiation therapy**. Int J Radiat Oncol Biol Phys 2002;53:1337-1349.

Jian, YJ. et al. **USE OF THE BRAINLAB EXACTRAC X-RAY 6D SYSTEM IN IMAGE-GUIDED RADIOTHERAPY**. Medical Dosimetry, Vol, 33, Nº 2, pp. 124-134, 2008. <http://nacmpa2004.geo.do/MedDosm2008Part4/08JinJYMDosm33p124.pdf> Consultado 07/05/2013

Leksell, L. **Sterotactic method and radiosurgery of the brain**. Acta Chir Scand 1951; 102: 316-319 <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1027560/pdf/jnnpsyc00137-0005.pdf> consultado 27/05/2013

Liuaín et al. **La radioterapia guiada por la imagen**. Revista de Física Médica 2008; 9(3): 113-126

Mackie TR, Kapatoes J, Ruchala K, Lu W, Wu C, Olivera G, et al. **Image guidance for precise conformal radiotherapy**. Int J Radiat Oncol Bio Phys 2003;56:89-105

MNSA. **PLANO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO SANITÁRIO 2012-2021**. Volume 2.

OMS. **Registo de Câncer Princípios e Métodos**. INCA. 1995

ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGIA ATÓMICA (2000). **“Aspectos físicos de la garantía de calidad en radioterapia: Protocolo de control de calidad”** (IAEA-TECDOC-1151)

OPS., OMS. **Organización, desarrollo, garantía de calidad y radioprotección en los servicios de radiología: imaginología y radioterapia**. Washington, D.C.: OPS, c1997  
<http://hinfo.humaninfo.ro/gsd/healthtechdocs/en/m/abstract/Js16602s/> consultado 26/06/2013

**Purdy, J. A. (1999). 3D Treatment Planning and Intensity-modulated Radiation Therapy**. Oncology (Williston Park) 1999 Oct;13 (10Suppl 5):155-68.

**Pollock, R.E., et al. (2006). Manual de Oncologia Clínica da UICC**. 8ª Edição – São Paulo

**Siochi, R. A. C. “Minimizing static intensity modulation delivery time using an intensity solid paradigm”** (1999) Int. J. Rad. Oncol. Biol. Phys. 43, 671–680.

**Salter, B.J. NOMOS Peacock IMRT utilizing the Beak post collimation device**. Med Dosim. 2001 Spring; 26(1):37-45.

**Salter B. Ultrasounds-Guided In-Room Imaging for Localization**. Integrating New Technologies into the Clinic: Monte Carlo and Image-Guided Radiation Therapy. AAPM Summer School 2006. [http://www.aapm.org/meetings/06ss/documents/USImageGuidanceAAPMSummerSchool2006\\_16.pdf](http://www.aapm.org/meetings/06ss/documents/USImageGuidanceAAPMSummerSchool2006_16.pdf) Consultado 04/05/2013

**Sanchiz, F., Millá, A., Valls, A. (1994). Tratado de Radioterapia oncológica**. Editora ESPAXS, S.A. Barcelona-Espanha.

**Solá, A. B. (1990) Radioterapia en el Tratamiento del cáncer**. Edições Doyma. Barcelona-Espanha.

**UNGLERT, C. V. de S. et al. Acesso aos serviços de saúde: uma abordagem de geografia em saúde pública**. Ver. Saúde Públi., S. Paulo, 21:439-46, 1987. <http://www.scielo.br/pdf/rsp/v21n5/09.pdf> consultado 26/06/2013

**Vitoria, H.A. (2009). Equipos de Radioterapia**.Universidad de Zaragoza y Hospital Clínico Universitario “Lozano Blesa”

**World Health Organization. World Cancer Report 2008**. Lyon: International Agency for Research on Cancer; 2008.

**Webb, S. (2001).** Intensity-modulated radiation therapy. Bristol: Institute of Physics Publishing.

**Webb, S. (1997).** The Physics of conformal radiotherapy advances in technology. IOP publishing

## 8. ANEXOS

### ANEXO I. Formulário de introdução de dados

Datos generales

**Registro de Câncer. Centro Nacional de Oncología Luanda - Angola** 09/Jul/13

No. Processo [Redacted]  
Sexo [Redacted]  
Color Piel [Redacted]  
Edad [Redacted]

Localización Tumor Primario [Redacted]  
Descripción de la localización [Redacted]

Base del diagnóstico [Redacted]  
Morfología [Redacted]

Grado de diferenciación [Redacted]  
Etapa Clínica [Redacted]


Leucemia  
Linfoblástica [Redacted] No Linfoblástica [Redacted] Crónicas [Redacted] Otras [Redacted]

Tratamientos  
Cirugía  Quimioterapia  Radioterapia  Inmunoterapia  Hormonoterapia  Otros  Desconocido


Obito [Redacted]  
Fecha de Obito [Redacted]

Registro: 1 de 622 Sem Filtro Procurar

**ANEXO II. Protocolo de recolha de dados**



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



---

**PROTOCOLO DE RECOLHA DE DADOS**

Centro de Radioterapia: \_\_\_\_\_

Personalidade Jurídica: Entidade Pública       Entidade Privada

Nome do paciente: Será garantido o anonimato      N° de registo do paciente: \_\_\_\_\_

Local de Proveniência: \_\_\_\_\_

Idade: \_\_\_\_\_      Género: M       F

I

Localização primária do tumor: \_\_\_\_\_

Estadiamento: \_\_\_\_\_

Terapêutica utilizada: \_\_\_\_\_

Finalidade do tratamento radiante: \_\_\_\_\_

ANEXO III. Solicitação de autorização para o acesso a informação do CNO 1

*A*  
*Autonzo o arquivo  
tabelo desta carta a rece-  
ber e usar os dados  
do CNO.*  
*05/1/2013*

Exmo. Senhor  
Diretor Geral do Centro Nacional de Oncologia  
Luanda-Angola

Euclides Chilemo Zacarias Bango, Técnico de Radioterapia e Radiodiagnóstico do Centro Nacional de Oncologia, encontrando-se a realizar o Mestrado na Escola Superior de Tecnologia da Saúde, Instituto Politécnico de Lisboa, sob orientação da Professora Margarida Eiras e sendo o seu projeto de investigação versado para o *Contributo da Radioterapia na Melhoria de Cuidados de Saúde dos Pacientes Oncológicos seguidos no Centro Nacional de Oncologia*, solicita a Vossa Excelência autorização para contacto com o Serviço de Estatística e Arquivo Clínico, assim como com o Serviço de Radioterapia, para a realização revisão, análise e recolha de informação com o intuito de conhecermos o perfil epidemiológico dos pacientes oncológicos registados nos arquivos clínicos e no registo hospitalar do CNO na serie temporal 2006 a 2012 e também para conhecermos a finalidade atual do tratamento com radioterapia, assim como a cobertura do serviço de radioterapia (Acesso dos utentes) e por último conhecermos a capacidade funcional do mesmo serviço.

Com os melhores cumprimentos,

*Euclides Chilemo Zacarias Bango*  
(Euclides Chilemo Zacarias Bango)

Luanda, 03 de Janeiro de 2013

*03/01/13 05/1  
João F. Jorge*

ANEXO IV. Solicitação de autorização para o acesso a informação do CNO 2

*Ao Arquivo Clínico  
Euclides Zacarias  
17/01/13*

Exmo. Senhor  
Diretor Clínico em Exercício do Centro Nacional  
de Oncologia  
Luanda-Angola

Euclides Chilemo Zacarias Bango, Técnico de Radioterapia e Radiodiagnóstico do Centro Nacional de Oncologia, encontrando-se a realizar o Mestrado na Escola Superior de Tecnologia da Saúde, Instituto Politécnico de Lisboa, sob orientação da Professora Margarida Eiras e sendo o seu projeto de investigação versado para o *Contributo da Radioterapia na Melhoria de Cuidados de Saúde dos Pacientes Oncológicos seguidos no Centro Nacional de Oncologia*, solicita a Vossa Excelência autorização para contacto com o Serviço de Estatística e Arquivo Clínico, assim como com o Serviço de Radioterapia, para a realização revisão, análise e recolha de informação com o intuito de conhecermos o perfil epidemiológico dos pacientes oncológicos registados nos arquivos clínicos e no registo hospitalar do CNO na serie temporal 2006 a 2012 e também para conhecermos a finalidade atual do tratamento com radioterapia, assim como a cobertura do serviço de radioterapia (Acesso dos utentes) e por último conhecermos a capacidade funcional do mesmo serviço.

Com os melhores cumprimentos,

*Euclides Zacarias Bango*  
(Euclides Chilemo Zacarias Bango)

Luanda, 03 de Janeiro de 2013

*03/01/13 104  
Passos Torres*