

## Introdução

O termo câncer é utilizado como designação geral para tumor maligno ou neoplasia maligna. É causado pela multiplicação desordenada de células de um tecido ou de um órgão, que se dividem sem controle, podendo invadir outros tecidos do organismo por meio da circulação sanguínea e do sistema linfático [1].

O tratamento do câncer pode ser realizado de diversas formas, como cirurgia, quimioterapia, radioterapia ou uma combinação das mesmas.

A cirurgia é um tratamento invasivo, no qual é retirado o tumor ou parte dele, podendo ser realizada no momento do diagnóstico. Existem tumores que não devem ser retirados, somente avaliados por biópsia e tratados por quimioterapia. Em outros casos, a cirurgia pode ser fundamental para a cura, devendo-se planejar retirar o tumor em uma ou mais cirurgias. O cuidado com o material utilizado na cirurgia para não levar o tumor a locais normais é muito importante. O tumor tem que ser retirado envolto por tecido normal, de modo a não se espalharem células neoplásicas [2].

Já a quimioterapia utiliza medicamentos para destruir as células tumorais, sendo que cada medicamento age de maneira diferente dentro do corpo humano. Por este motivo, são utilizados diversos tipos de medicamentos cada vez que o paciente faz uma sessão de quimioterapia [3].

A radioterapia utiliza radiações ionizantes para destruir ou impedir que as células do tumor aumentem. O tratamento radioterápico pode ser realizado por teleterapia ou braquiterapia [4].

Na teleterapia a radiação é emitida por um aparelho direcionado ao local a ser tratado, com o paciente deitado e as aplicações podendo ser diárias. Já na braquiterapia são utilizados aplicadores, os quais permitem posicionar a fonte radioativa perto do tumor, permitindo o contato direto entre a fonte e o tumor. Esse tratamento é feito no ambulatório, até quatro vezes por semana, podendo necessitar de anestesia [4].

A qualidade de um tratamento radioterápico está diretamente ligada a fatores que podem ser classificados como clínicos e/ou dosimétricos [5]. Os fatores clínicos consistem no diagnóstico, na localização do tumor, na estratégia do tratamento escolhido e na sua contínua reavaliação. Os fatores dosimétricos ou físicos consistem na incerteza do cálculo da dose, na otimização da dose e na confiabilidade dos equipamentos para fornecer feixes de radiação consistentes com o planejado. Existem ainda outros fatores de influência na qualidade do tratamento radioterápico que estão relacionados à aplicação prática do tratamento e à assistência ao paciente [5].

A metrologia aplicada ao setor da saúde é primordial para a garantia da confiabilidade dos diagnósticos clínicos e de procedimentos terapêuticos [6, 7]. Para os equipamentos de radioterapia, as regulamentações específicas CNEN-NE-3.06 e RDC/ANVISA nº 20, publicadas respectivamente pela Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) e pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), determinam os requisitos obrigatórios para avaliação e garantia da confiabilidade metrológica destes equipamentos [7].

## 1.1

### **Motivação**

A indução de um segundo câncer está relacionada a três fatores: idade do paciente durante o tratamento, erro na dose irradiada ou erro no

tamanho do campo de radiação [8]. Tais erros no tamanho do campo irradiado estão associados à indução de um segundo câncer próximo à área em que o tratamento foi realizado [8].

Os equipamentos mais utilizados na teleterapia são os aparelhos de raios X de baixa energia (ortovoltagem), aparelhos de Cobalto-60 ( $^{60}\text{Co}$ ) e os Aceleradores Lineares (LINAC), que são mais modernos e vêm rapidamente substituindo o uso de  $^{60}\text{Co}$ .

Em 2006, a ANVISA publicou a resolução RDC/ANVISA nº 20 [9], que regulamenta o funcionamento de Serviços de Radioterapia. Dentre muitos outros aspectos, o regulamento tornou obrigatório o uso do densitômetro óptico nos controles de qualidade.

Nos serviços de radioterapia, a avaliação do tamanho de campo irradiado é realizada pelos físicos médicos ou técnicos em radioterapia, utilizando, convencionalmente, filmes radiográficos, os quais necessitam de uma sala escura e uma reveladora. O filme passa por um processo químico para revelação que pode gerar erros e incertezas. Recentemente, filmes de verificação radiocrômicos, que não necessitam de revelação química, como o Gafchromic EBT QD+ e o RTQA-1417 QA+, tornaram-se disponíveis no mercado e foram indicados para serem utilizados no controle da qualidade em radioterapia [10, 11].

## 1.2

### **Objetivo**

O presente trabalho teve como objetivo estudar os procedimentos utilizados para avaliação da confiabilidade metrológica do tamanho de campo irradiado (TCI) por aceleradores lineares em serviços de radioterapia do Estado do Rio de Janeiro.

Os objetivos específicos foram:

- Descrever os panoramas normativos, legislativos e de protocolos, nacionais e internacionais, para o controle da qualidade dos aceleradores lineares utilizados em radioterapia.
- Analisar os procedimentos utilizados para avaliação do TCI por aceleradores lineares.
- Estudar o desempenho dos filmes radiocrômicos Gafchromic RTQA-1417 QA+ e EBT QD+ para avaliação do TCI.
- Avaliar a conformidade em relação ao erro máximo admissível determinado pelo TECDOC-1151 em relação ao TCI por aceleradores lineares em serviços de radioterapia credenciados pela CNEN, localizados no Rio de Janeiro.

### 1.3

#### **Metodologia**

A presente pesquisa se classifica quanto aos fins como: Explicativa, Aplicada e Descritiva. Quanto aos meios de investigação consiste em: pesquisa documental, de campo e bibliográfica. A natureza da pesquisa é predominantemente quantitativa, e apresentou as seguintes etapas:

- Pesquisa bibliográfica e documental
- Irradiação e medição de campos com tamanhos  $10 \times 10 \text{ cm}^2$  em filmes radiocrômicos, utilizando aceleradores lineares dos serviços de radioterapia cadastrados na CNEN, situados no Estado do Rio de Janeiro, que aceitaram participar da presente pesquisa;
- Identificação das variáveis que contribuem no cálculo do erro do TCI em relação ao tamanho de campo selecionado no controle do acelerador linear (setado);
- Determinação das fontes e estimativa da incerteza de medição do TCI, realizada por meio de diferentes procedimentos de avaliação;

## 1.4

### **Estrutura da dissertação**

A presente dissertação encontra-se estruturada neste capítulo de introdução mais seis capítulos, como descrito a seguir:

**Capítulo 2 – Radioterapia:** São descritos os fundamentos teóricos que servem como base para o entendimento do funcionamento dos serviços de radioterapia;

**Capítulo 3 – Confiabilidade Metrológica em Radioterapia:** Faz uma análise das normas, regulamentos, protocolos internacionais e nacionais, e descreve os parâmetros metrológicos avaliados neste trabalho;

**Capítulo 4 - Metodologia:** Descreve os materiais, equipamentos e procedimentos utilizados no presente trabalho para a avaliação da confiabilidade metrológica do TCI por aceleradores lineares;

**Capítulo 5 – Resultados:** Apresenta os resultados das medições efetuadas em treze Aceleradores Lineares pertencentes a serviços de radioterapia credenciados pela CNEN e localizados no Estado do Rio de Janeiro;

**Capítulo 6 - Discussão:** Apresenta uma discussão sobre os resultados obtidos.

**Capítulo 7 - Conclusões:** As principais conclusões, recomendações e sugestões para trabalhos futuros são apresentadas.