

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA  
CATARINA  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE SAÚDE E SERVIÇOS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM TECNOLOGIAS  
RADIOLÓGICAS  
MESTRADO PROFISSIONAL EM PROTEÇÃO RADIOLÓGICA**

**JOSÉ GILMAR PEREIRA**

**AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DOS “*CHECK FILMS*” NA DOSE FINAL  
RECEBIDA PELA MEDULA ESPINAL NA RADIOTERAPIA DE NEOPLASIAS  
DE CABEÇA E PESCOÇO**

**FLORIANÓPOLIS**

**2020**

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE  
SANTA CATARINA  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE SAÚDE E SERVIÇOS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM TECNOLOGIAS  
RADIOLÓGICAS  
MESTRADO PROFISSIONAL EM PROTEÇÃO RADIOLÓGICA**

**JOSÉ GILMAR PEREIRA**

**AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DOS “*CHECK FILMS*” NA DOSE FINAL  
RECEBIDA PELA MEDULA ESPINAL NA RADIOTERAPIA DE NEOPLASIAS  
DE CABEÇA E PESCOÇO**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação *Strictu Sensu* em Proteção Radiológica do Departamento Acadêmico de Saúde e Serviços, do Instituto Federal de Santa Catarina – Campus Florianópolis, como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre em Proteção Radiológica. Linha de pesquisa: Proteção Radiológica.

Orientador: Dr. Alexandre D’Agostini Zottis.

Coorientador: Msc. Daniel Souza Felipe.

**FLORIANÓPOLIS  
2020.**

## FICHA CATALOGRÁFICA

CDD 616.0757

P436a

Pereira, José Gilmar

Avaliação da influência dos "check films" na dose final recebida pela medula espinal na radioterapia de neoplasias de cabeça e pescoço [DIS] / José Gilmar Pereira; orientação de Alexandre D'Agostini Zottis, coorientação de Daniel Souza Felipe – Florianópolis, 2020.

1 v.: il.

Dissertação de Mestrado (Proteção Radiológica) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina.

Inclui referências.

1. Radioterapia. 2. Radiação Ionizante. 3. Neoplasias de cabeça e pescoço. 4. Órgãos de risco. I. Zottis, Alexandre D'Agostini. II. Felipe, Daniel Souza. III. Título.

Sistema de Bibliotecas Integradas do IFSC  
Biblioteca Dr. Hercílio Luz – Campus Florianópolis  
Catalogado por: Ana Paula F. Rodrigues - CRB 14/1117

**AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DOS “CHECK FILMS” NA DOSE FINAL  
RECEBIDA PELA MEDULA ESPINAL NA RADIOTERAPIA DE NEOPLASIAS  
DE CABEÇA E PESCOÇO**

**JOSÉ GILMAR PEREIRA**

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do título de Mestre em Proteção Radiológica, pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, e aprovado na sua forma final pela comissão avaliadora abaixo indicada.

Florianópolis, 25 de setembro de 2020

*Alexandre D'Agostini Zottis*

Dr. Alexandre D'Agostini Zottis

Presidente

*Daniel Souza Felipe*

Msc. Daniel Souza Felipe

Coorientador

*Charlene da Silva*

Me. Charlene da Silva

Membro Titular

*Dorival Menegaz Nandi*

Me. Dorival Menegaz Nandi

Membro Titular

*Anderson da Cruz*

Me. Anderson da Cruz

Membro Titular

*Humberto Luz Oliveira*

Dr. Humberto Luz Oliveira

Membro Suplente

*Aos meus pais “in memoriam”, pelo exemplo de vida, honestidade,  
dedicação e sabedoria.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a todos que contribuíram de alguma forma para alcançar este objetivo, de modo particular a Ruvani, minha companheira de todas as horas, a quem de maneira especial aprendi a chamar de “namorada”, obrigado pelo apoio, incentivo e dedicação.

As minhas filhas Andreza, Rafaela e Áurea Giovanna, que mesmo distante estiveram sempre presente e me apoiaram na construção desse objetivo.

Aos meus irmãos, a quem de forma carinhosa agradeço, vocês sempre me motivaram para seguir estudando e acreditando que sempre é possível agregar conhecimentos, independente do tempo.

Ao CEPON pela oportunidade de realização da pesquisa, aos técnicos e tecnólogos em Radioterapia pela presteza na coleta dos dados, ao Físico Médico Luciano Roberto da Silva pela parceria na realização das medidas e ao Coorientador Msc. Daniel Souza Felipe, pela paciência e orientação do presente trabalho.

Ao corpo docente do Mestrado Profissional em Proteção Radiológica do Instituto Federal de Santa Catarina, a quem em nome do Prof. Dr. Alexandre D'Agostini Zottis, agradeço pela oportunidade de compartilhar conosco conhecimentos que muito agregaram a nossa formação.

E por fim, aos colegas da turma de Mestrado Profissional de 2018, com vocês as aulas se tornavam, mais rica e divertida.

PEREIRA, José Gilmar. **Avaliação da influência dos “check films” na dose final recebida pela medula espinal na radioterapia de neoplasias de cabeça e pescoço.**2020.57p. Dissertação (Mestrado em Proteção Radiológica) - Programa de Pós-Graduação *Strictu Sensu* em Proteção Radiológica. Departamento Acadêmico de Saúde e Serviços. Instituto Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2020.

Orientador: Dr. Alexandre D'Agostini Zottis.

Coorientador: Msc. Daniel Souza Felipe.

Linha de Pesquisa: Proteção Radiológica

## RESUMO

As técnicas disponíveis para o tratamento das neoplasias de cabeça e pescoço hoje utilizadas nos diversos centros de radioterapia públicos, em particular no Brasil, vão desde planejamento mais simples, baseados nas estruturas ósseas visualizadas em radiografias (2D), até técnicas mais sofisticadas baseadas em tomografia (3D), podendo-se citar a Radioterapia Conformacional (CBRT), a Radioterapia por Intensidade Modulada (IMRT) e a Radioterapia em Arco Modulado Volumétrico (VMAT). Lesões sofridas pela medula espinal podem causar sequelas irreparáveis aos pacientes, tais como: perda da locomoção e déficit sensoriais. O presente estudo analisou a dose recebida pelo canal medular devido os “check films” nos tratamentos das neoplasias de cabeça e pescoço, utilizando a técnica conformacional 3D. A pesquisa foi realizada em um Serviço de Radioterapia do Sul do Brasil, sendo que as etapas envolvidas foram: a) seleção de nove (09) pacientes de acordo com critérios estabelecidos na metodologia; b) a coleta dos dados foi realizada no período de agosto a novembro de 2019 a partir de uma planilha desenvolvida com a finalidade de registrar o número de UM utilizadas; c) o replanejamento dos pacientes envolveu a estimativa de dose total entregue ao paciente, incluindo também a dose devido aos *check-films*; d) planejamento de tratamento (TPS) utilizando um “phantom” de cabeça e pescoço e e) dosimetria utilizando um “phantom” de cabeça e pescoço. Após o final do tratamento, as UM utilizadas nos “check films” foram somadas ao plano original através da simulação dos campos de verificação. Conclui-se que, sim, a dose na medula pode extrapolar os 50 Gy, dependendo da quantidade de “check films” realizados, da UM utilizada e da dose máxima aprovada na medula no planejamento original, aumentando o risco de lesão ao órgão.

**Palavra-chave:** Radioterapia. Radiação Ionizante. Neoplasias de cabeça e pescoço. Órgãos de Risco. Proteção Radiológica.

PEREIRA, José Gilmar. **Evaluation of the influence of "check films" on the final dose received by the spinal cord in radiotherapy of head and neck neoplasms**.2020.57p. Dissertation (Master in Radiological Protection) - Strictu Sensu Graduate Program in Radiological Protection. Academic Department of Health and Services. Federal Institute of Santa Catarina, Florianópolis, 2020.

Advisor: Dr. Alexandre D'Agostini Zottis.  
Coordination: Msc. Daniel Souza Felipe.  
Research Line: Radiation Protection

### **ABSTRACT**

The techniques available for the treatment of head and neck neoplasms used today in various public radiotherapy centers, in particular in Brazil, range from simpler planning, based on bone structures visualized on radiographs (2D), to more sophisticated techniques based on tomography. (3D), including Conformational Radiotherapy (CBRT), Modulated Intensity Radiotherapy (IMRT) and Volumetric Modulated Arc Radiotherapy (VMAT). Spinal cord injuries can cause irreparable sequelae to patients, such as: loss of locomotion and sensory deficits. The present study analyzed the dose received by the spinal canal due to the "check films" in the treatment of head and neck neoplasms, using the 3D conformational technique. The research was carried out in a Radiotherapy Service in Southern Brazil, and the steps involved were: a) selection of nine (09) patients according to criteria established in the methodology; b) data collection was carried out from August to November 2019 from a spreadsheet developed with the purpose of recording the number of UM used; c) patient re-planning involved estimating the total dose delivered to the patient, also including the dose due to the check-films; d) treatment planning (TPS) using a head and neck phantom and e) dosimetry using a head and neck phantom. After the end of the treatment, the UM used in the "check films" were added to the original plan through the simulation of the verification fields. It is concluded that, yes, the dose in the spinal cord can exceed 50 Gy, depending on the amount of check films performed, the UM used and the maximum dose approved in the spinal cord in the original planning, increasing the risk of organ damage.

**Keywords:** Radiotherapy. Ionizing radiation. Head and Neck Neoplasms. Risk Organs. Radiation Protection.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Radiografia Digitalmente Reconstituída - DRR .....	16
Figura 2: Coluna Vertebral e Medula Espinal .....	21
Figura 3: Etapas do tratamento .....	22
Figura 4: Máscara termoplástica para imobilização do paciente .....	23
Figura 5: Localização do paciente .....	24
Figura 6: Paciente em tratamento .....	25
Figura 7: Imagem de check film de verificação do posicionamento .....	25
Figura 8: Câmara de ionização cilíndrica tipo Farmer® 30010 .....	28
Figura 9: Acelerador Linear Clinac 600 CD .....	31
Figura 10: Visão tridimensional do plano conformado .....	37
Figura 11: “phantom” desenvolvido no laboratório do IFSC .....	38
Figura 12: Distribuição de dose em um corte tomográfico .....	39

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

2D – Duas Dimensões  
3D – Três Dimensões  
BEV – Beam's Eye View  
CT – Tomografia Computadorizada  
CTV – Clinical Target Volume  
CEPON – Centro de Pesquisas Oncológicas  
CBRT – Radioterapia Conformacional  
D – Dose Absorvida  
DRR – Radiografia Digitalmente Reconstruída  
DVH – Histograma Dose Volume  
FAC – Fator de Abertura de Campo  
GY – Gray Unidade de Dose Absorvida  
GTV - Gross Tumor Volume  
HPV - Papiloma Vírus Humano  
IMRT – Radioterapia de Intensidade Modulada  
INCA – Instituto Nacional de Câncer  
OAR – Órgãos de Risco  
PSF – Fator de Retro espalhamento  
PTV – Planning Target Volume  
SUS – Sistema Único de Saúde  
TMR – Razão Tecido Máximo  
TPS – Sistema de Planejamento de Teleterapia  
TV – Treated Volume  
UM – Unidades Monitoras  
VMAT - Radioterapia em arco modulado volumétrico

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	11
1.1 Justificativa.....	12
1.2 Objetivo geral.....	13
1.3 Objetivos específicos .....	13
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	14
2.1 Neoplasias da Cabeça e Pescoço .....	14
2.2 Técnicas de tratamento em Teleterapia.....	15
2.3 Radioterapia.....	18
2.3.1 Efeitos Radiobiológicos após tratamento .....	19
2.3.2 Etapas para o tratamento de neoplasias de cabeça e pescoço .....	22
2.3.3 Dosimetria.....	26
3. METODOLOGIA.....	30
3.1. Seleção dos Pacientes.....	31
3.2. Coleta dos Dados.....	32
3.3. Replanejamento dos Pacientes.....	33
3.4. Planejamento do tratamento utilizando um “phantom”.....	34
3.5. Dosimetria utilizando “phantom”.....	37
4. RESULTADOS .....	39
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	47
REFERÊNCIAS.....	48
APÊNDICES.....	52
APÊNDICE A - PLANILHA UTILIZADA PARA ANOTAÇÃO DAS UM'S DOS “CHECK FILMS” .....	53
ANEXOS .....	54
ANEXO A – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP .....	55

## 1. INTRODUÇÃO

O câncer é o principal problema de saúde pública no mundo, e já está entre as quatro causas principais de morte prematura (morte antes dos 70 anos) na maioria dos países (BRAY *et al.*, 2018). A incidência e a mortalidade por câncer vem aumentando no mundo, em parte pelo envelhecimento, pelo crescimento da população, como também pela mudança na distribuição e prevalência dos fatores de risco, em especial aqueles associados ao desenvolvimento socioeconômico (BRAY *et al.*, 2018). Estima-se, para o Brasil, no triênio 2020-2022, a ocorrência de 625 mil casos novos de câncer, para cada ano. Excetuando-se o câncer de pele não melanoma (cerca de 177 mil casos novos), ocorrerão 450 mil casos novos de câncer (INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER, 2020).

De forma particular, as neoplasias de cabeça e pescoço incluem uma variedade de tumores que acometem a cavidade oral, faringe, laringe, cavidade nasal, seios paranasais, tireoide e glândulas salivares. A cavidade oral é responsável por 30% das neoplasias de cabeça e pescoço (CAMPANA E GOIATO, 2013).

A faringe, composta por três regiões, a nasofaringe, orofaringe e laringofaringe, representa, cerca de 15% dos casos das neoplasias de cabeça e pescoço (MADHAVA *et al.*, 2018). O câncer de laringe normalmente manifesta-se nas cordas vocais e supraglote, nos estádios iniciais tem prognóstico de cura de cerca de 80 a 90% (HE *et al.*, 2016). Este ocupa a primeira posição e representa o segundo tipo de câncer respiratório mais comum no mundo, ficando atrás apenas do câncer de pulmão. É mais frequente entre homens com idade superior a 40 anos (MADHAVA *et al.*, 2018). Entre os fatores de risco estão o tabaco e o uso de álcool, sendo potencializado quando em presença da associação de ambos (INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER, 2020). Em relação aos tumores de tireoide o tipo histológico mais comum são os carcinomas diferenciados, entres os quais podemos destacar o papilífero, o folicular e o de células de Hürthle (BRAY *et al.*, 2018).

O carcinoma epidermóide é o tumor mais frequente no nariz e nos seios paranasais. O tratamento de escolha é a ressecção cirúrgica seguida, ou não, de radioterapia, dependendo do tamanho do tumor e das margens cirúrgicas. O

carcinoma adenoide cístico do nariz e dos seios paranasais corresponde a 20% de todos os tumores desta histologia encontrados em cabeça e pescoço (VIEIRA *et al.*, 2012).

Os tumores das glândulas salivares são raros e correspondem a cerca de 6 a 8% das neoplasias de cabeça e pescoço (HE *et al.*, 2016).

Dentre as modalidades terapêuticas disponíveis para os tratamentos das neoplasias de cabeça e pescoço incluem entre outras, a cirurgia, a quimioterapia concomitante com a radioterapia e em alguns casos a radioterapia de forma exclusiva (PERES, 2018).

A cirurgia e a radioterapia constituem os procedimentos adotados tanto para os tumores iniciais, como para os localmente avançados. É evidente que a terapêutica vai depender também de outros fatores, como localização do tumor, extensão e histologia e condições clínicas do paciente (HALPERIN, 2018).

Esse trabalho buscou de maneira investigativa averiguar a dose final recebida pela medula espinal na radioterapia de cabeça e pescoço, utilizando dosimetria e também a simulação através do Sistema de Planejamento de Teleterapia (TPS).

## **1.1 Justificativa**

No tratamento das neoplasias de cabeça e pescoço, existe a probabilidade de causar danos aos órgãos de riscos envolvidos no tratamento, em particular, a medula espinal e o tronco cerebral. Esses órgãos, ao receberem doses superiores a 50 ou 54 Gy, respectivamente (BENTZEN, 2010), poderão apresentar sequelas, que a depender da severidade poderá causar déficit sensoriais aos pacientes. Para as neoplasias de cabeça e pescoço objeto da pesquisa, a dose de prescrição padrão são 70 Gy. Segundo He *et al.* (2016), o prognóstico de sucesso nos tratamentos das neoplasias de cabeça e pescoço acontece quando o volume tumoral macroscópico (*Gross Tumor Volume – GTV*) recebe cerca de 95% da dose prescrita, o que representa um desafio particular para os tratamentos de tumores de nasofaringe, tendo em vista sua localização bem próxima ao tronco cerebral e medula espinal.

Técnicas mais sofisticadas de tratamento como Radioterapia de Intensidade Modulada - IMRT e Radioterapia em arco modulado volumétrico -

VMAT, permitem uma melhor cobertura de dose no tumor, mantendo os órgãos de risco envolvidos no tratamento, dentro dos limites máximos tolerados pelos órgãos (WATANABE, 2015; MADHAVA *et al.*, 2018).

O maior desafio da prática clínica para os serviços que atende pacientes do Sistema Único de Saúde (SUS) está na limitação do uso de técnicas mais sofisticadas como IMRT e VMAT e no tempo que decorre entre o diagnóstico e o tratamento do paciente.

Para alcançar uma melhor cobertura de dose nos tratamentos das neoplasias de cabeça e pescoço e minimizar a limitação do uso das técnicas mais sofisticadas (IMRT e VMAT), o serviço onde a pesquisa foi desenvolvida utiliza a técnica de tratamento descrita em artigo publicado por Fogliata, Cozzi e Bernier, em 1999, o qual permite uma boa cobertura do GTV sem extrapolar a dose limite tolerada pela medula espinal (FOGLIATA; COZZI; BERNIER, 1999). Contudo, é importante destacar, que o fato de conseguir uma boa cobertura do GTV, a utilização da técnica citada, por outro lado, permite que a dose final recebida pela medula espinal chegue próximo do seu limiar.

A preocupação do autor, consiste em avaliar se as doses oriundas dos “*check films*”, somadas às doses de prescrição do tratamento extrapolam a dose limite de 50 Gy tolerada pela medula espinal (BENTZEN, 2010).

## **1.2 Objetivo geral**

Avaliar a influência dos “*check films*” na dose final recebida pelo canal medular nos tratamentos das neoplasias de cabeça e pescoço.

## **1.3 Objetivos específicos**

- a) Estimar a dose absorvida pela medula espinal, oriunda dos “*check films*” através da simulação em TPS;
- b) Inferir a dose absorvida pela medula espinal oriunda dos “*check films*” por ionometria;
- c) Desenvolver um phantom de cabeça e pescoço por meio da impressão tridimensional a fim de utilizá-lo na aferição de dose absorvida em Radioterapia.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Neoplasias da Cabeça e Pescoço**

O câncer é considerado uma das principais causas de morte no mundo, atingindo tanto países economicamente desenvolvidos quanto países em desenvolvimento e, conseqüentemente, indivíduos de todas as classes sociais (INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER, 2020).

Devido ao crescimento e envelhecimento da população, além do aumento da exposição aos fatores de risco, de uma maneira geral, observa-se um aumento progressivo da incidência de câncer (INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER, 2020).

Em geral, os fatores de risco das neoplasias de cabeça e pescoço estão associados ao tabagismo, álcool e Papiloma Vírus Humano - HPV (GARCIA, 2016). Segundo o Instituto Nacional de Câncer – INCA, estima-se para o biênio 2020-2022, para os tumores de Laringe, (cerca de 6.470 casos novos/ano para os homens, 1180 casos novos/ano para as mulheres) que representam a nona posição no país. Já para o câncer de cavidade oral e laringe 22.840 novos casos para o biênio 2020-2022 (para ambos os sexos). Esses números são comparados para cada grupo de 100 mil de cada espécie (INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER, 2020). O câncer de laringe ocorre principalmente em homens com idade acima dos 40 anos. O tipo histológico mais comum é o carcinoma de células escamosas. Os principais fatores de risco, já estabelecidos pela literatura, são: tabaco (cigarros, charutos, cachimbos, narguilés e produtos feitos por rolos) e bebidas alcoólicas, potencializando o desenvolvimento dessa doença na sua combinação (INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER, 2020).

O câncer da cavidade oral pode afetar várias estruturas anatômicas, tais como: lábios, gengivas, bochechas, céu da boca, língua (principalmente as bordas) e a região embaixo da língua (INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER, 2020). Como não há um consenso nas literaturas nacional e internacional sobre quais localizações compõem a sua definição, foram consideradas como câncer da cavidade oral aquelas que tenham como localização primária, tais como, lábios, cavidade oral, glândulas salivares e orofaringe (SILVA, 2018).

O câncer de orofaringe é causado pelo tabaco e pelo álcool, mas sua incidência crescente é atribuída à infecção pelo HPV. Geralmente é diagnosticado em estágio avançado, com prognóstico sombrio e cargas significativas para os sistemas de saúde (PETITO *et al.*, 2017). Estudos moleculares sobre carcinomas da cavidade oral e orofaringe demonstram a presença do genoma do HPV nesses tumores, o que enfatiza a participação do HPV na carcinogênese oral. Esses estudos tiveram por objetivo determinar a prevalência de HPV e a distribuição genotípica de HPV16 e HPV18 nos carcinomas de cavidade oral e orofaringe, bem como sua associação com as características clínicas dos tumores. Os resultados obtidos no presente estudo, com respeito à presença de genótipos de alto risco de HPV16 e HPV18, destacam a importância da vacinação para HPV no controle dos carcinomas de cavidade oral e orofaringe (PETITO *et al.*, 2017).

No México, o câncer orofaríngeo representa menos de 10% dos carcinomas de células escamosas do trato aerodigestivo superior, pelo qual os cânceres orais e laríngeos perfazem 89% desses casos. No entanto, nos EUA, Canadá, Austrália e Japão, observou-se um aumento em sua incidência, particularmente entre mulheres jovens que não fumam ou bebem, mas têm mais parceiros sexuais e maior frequência de sexo oral (GARCIA, 2016). O tratamento desses tumores na ausência de metástase, é curativo. Nos tumores irresssecáveis e metastáticos, os mais comuns, o objetivo é prolongar a sobrevivência e manter a qualidade de vida.

No que se refere às modalidades de tratamento para as neoplasias na região de cabeça e pescoço, tem-se a cirurgia, quimioterapia e radioterapia, ministradas de forma isolada ou combinada. A escolha da terapia depende da natureza, localização, estadiamento clínico do tumor e condições sistêmicas do paciente (MELO, 2017).

## **2.2 Técnicas de tratamento em Teleterapia**

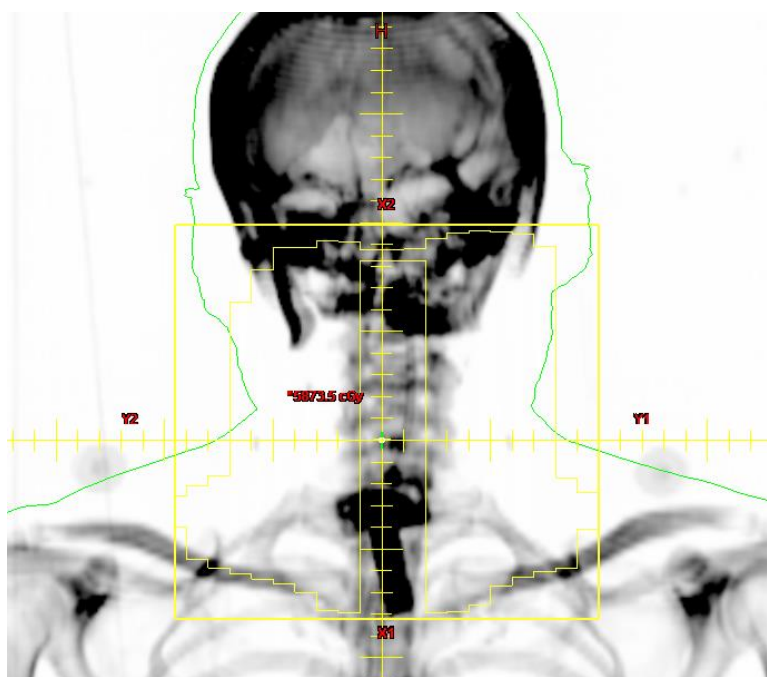
Na década de 80, começou-se a utilizar exames de tomografia computadorizada (TC) para realizar o planejamento dos campos de radioterapia. Isso permitiu a avaliação da distribuição de dose em vários cortes axiais do paciente, ao invés de somente um corte, por isso essa técnica é conhecida como



radioterapia tridimensional (3D). A radioterapia 3D foi um grande avanço, pois permitiu reavaliar as doses de tratamento, já que a análise tridimensional proporcionou um conhecimento maior da distribuição espacial da dose em um volume efetivo de tratamento. Atualmente a teleterapia é baseada em tomografia 3D (ICRU, 1999; WATANABE, 2015).

O objetivo da radioterapia conformacional - CBRT é moldar a distribuição espacial da dose de radiação prescrita, de modo que ele corresponda à forma do volume alvo 3D (tumor mais a margem de segurança), ao mesmo tempo, minimizar a dose para o tecido normal circundante (células saudáveis) (MAYLES *et al.*, 2007). Características importantes desse sistema incluem os seguintes dispositivos tecnológicos, tais como, um display de referência visual do campo de radiação (*beam's eye view* - BEV); o que permite criar radiografias digitalmente reconstruídas (DRR), conforme mostrado na Figura 1; além dos cálculos de dose totalmente em 3D e ferramentas de comparação de plano, como gráficos de histogramas dose-volume (DVH).

Figura 1: Radiografia Digitalmente Reconstituída - DRR



Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

Com esta ferramenta é possível avaliar a dose nos órgãos de risco envolvidos no sítio planejado, determinar a fração da dose prescrita que cada

órgão recebeu durante o tratamento e avaliar qual o volume do PTV que foi coberto pela dose prescrita. Segundo He *et al.* (2016), o sucesso nos tratamentos de neoplasias de cabeça e pescoço acontece quando o GTV recebe 95% da dose de prescrição. A análise dos gráficos chamados (DVH) permitiu a definição mais precisa de valores limites de dose em função do volume da região avaliada e, conseqüentemente, pôde-se controlar melhor os efeitos colaterais da dose de radiação utilizada (WATANABE, 2015). A Tabela 1, mostra as definições dos volumes utilizados nos tratamentos de radioterapia.

Tabela 1: Definição dos volumes utilizado no tratamento de Radioterapia

Volume	Definição
GTV – <i>Gross Tumor Volume</i>	É a extensão macroscópica ou visível do local de crescimento tumoral
CTV – <i>Clinical Target Volume</i>	É o volume de tecido que contém o GTV e/ou as doenças subclínicas que devem ser eliminadas
PTV – <i>Planning Target Volume</i>	É o volume que engloba o CTV e uma margem que considera os possíveis erros de posicionamento e movimentação do paciente
TV – <i>Treated Volume</i>	É o volume de tecido que recebe no mínimo a dose de prescrição, ou seja, é o volume englobado pela isodose de prescrição
OAR – <i>Organ at risk</i>	São tecidos normais cuja sensibilidade a radiação pode influenciar no planejamento de radioterapia

Fonte: Adaptado do ICRU (1993).

Uma exposição BEV é uma imagem gerada por computador que apresenta a anatomia do paciente como ela apareceria para o visualizador, situado na fonte de radiação e olhando para o isocentro do acelerador linear. Como o feixe de radiação, essas imagens seguem a divergência do campo, sendo que, quanto maior a distância maior o campo de radiação. Físicos Médicos e Dosimetristas usam estas imagens para decidir qual o feixe tem melhores ângulos de “*gantry*”, colimador e mesa (PERES, 2018). A radioterapia conformacional 3D foi um grande avanço, pois permitiu reavaliar as doses de tratamento, já que a análise tridimensional proporcionou um conhecimento maior da distribuição espacial da dose em um volume efetivo de tratamento.

Na década de 90, com o desenvolvimento cada vez maior dos programas computacionais e dos aceleradores lineares utilizados na radioterapia, foi

desenvolvida a técnica de IMRT, nesta técnica a fluência de fótons é modulada não uniforme e específica para cada paciente, a fim de atingir a distribuição de dose desejada (SAKURABA, 2015).

A fluência não uniforme do IMRT é resultado da modulação de intensidade dos campos que pode ser obtida, por exemplo, pelo movimento de múltiplas lâminas “*Multi-leaf Collimator*” (MLC), durante a irradiação, com o objetivo de entregar a dose ao volume alvo e proteger os órgãos de risco no mesmo campo de tratamento. Para se obter a IMRT o método mais comum é a utilização do planejamento inverso. No planejamento inverso, o Físico Médico define a distribuição de dose desejada para cobertura do volume alvo e ao mesmo tempo define as restrições de dose para os órgãos de risco envolvidos no planejamento. Para cada estrutura, é associado um limite que caracteriza a importância desta restrição e, a partir daí, é calculada a fluência necessária para se aproximar da distribuição de dose especificada (SALVAJOLI *et al.*, 2013).

Atualmente, a técnica mais moderna disponível para os tratamentos de teleterapia é a radioterapia em VMAT que consiste em modular a intensidade do feixe com a movimentação das lâminas do colimador, enquanto ocorre a movimentação do cabeçote do acelerador linear (“*gantry*”) para realizar um arco e a variação na taxa de dose do equipamento (WATANABE, 2015).

A VMAT surgiu há dez anos, é uma técnica nova de radioterapia, que possibilita atingir excelente distribuição de dose, como consequência uma melhoria da cobertura de volume alvo e preservação dos tecidos normais, em comparação com técnicas convencionais de radioterapia (CBRT). A radioterapia por VMAT também tem o potencial para oferecer vantagens adicionais, tais como o tempo de entrega de tratamento reduzido em comparação com o IMRT (SAKURABA, 2015).

Porém, para este trabalho será abordada a técnica de Radioterapia Conformacional (CBRT), por ser a mais utilizada tanto no Serviço em questão quanto na maioria dos atendimentos pelo SUS no Brasil.

### **2.3 Radioterapia**

É um tratamento que utiliza a radiação ionizante para destruir um tumor ou impedir que suas células aumentem. Estas radiações causam a destruição

do DNA, impedindo a reprodutibilidade celular das células cancerígenas. A radioterapia pode ser usada em combinação com a quimioterapia ou outros recursos usados no tratamento dos tumores. Metade dos pacientes com câncer são tratados com radiações, e é cada vez maior o número de pessoas que ficam curadas com este tratamento (HALL *et al.*, 2012).

Para muitos pacientes oncológicos, a radioterapia é uma modalidade de tratamento bastante eficaz, fazendo com que o tumor desapareça e a doença fique controlada, ou até mesmo curada. Quando não é possível obter a cura, a radioterapia pode contribuir para a melhoria da qualidade de vida. Isso porque as aplicações diminuem o tamanho do tumor, o que alivia a pressão, reduz hemorragias, dores e outros sintomas, proporcionando alívio aos pacientes. Melhorias tecnológicas têm ajudado a aperfeiçoar os equipamentos de radioterapia, incorporando técnicas de precisão e de acurácia na dose nos tumores. Estas novas tecnologias proporcionam menos efeitos colaterais aos pacientes, o que possibilita entregar maior dose no alvo, proporcionando uma maior probabilidade de cura (PERES, 2018).

A indicação de teleterapia para o tratamento do câncer de cabeça e pescoço geralmente envolve a entrega da dose prescrita em 25 a 40 frações de 1,8 Gy a 2 Gy uma vez ao dia, durante um período de 5 a 8 semanas (HANSEN; MACK, 2010). Estes esquemas de tratamento foram desenvolvidos empiricamente e mostram uma melhor razão terapêutica do que doses únicas, porque eles proporcionam maior controle do tumor e níveis toleráveis de dano ao tecido normal. A utilização IMRT, permitiu a redução da dose aos tecidos normais (e, portanto, menos efeitos colaterais) com o aumento da dose para os tecidos tumorais (SALVAJOLI *et al.*, 2013).

### **2.3.1 Efeitos Radiobiológicos após tratamento**

Os átomos do nosso corpo estão unidos, formando moléculas, algumas muito pequenas como a molécula da água, e outras muito grandes como a molécula de DNA. Quando uma partícula ionizante arranca um elétron de um dos átomos de uma molécula do nosso corpo, pode causar sua desestabilização que resulta em quebra da molécula (OKUNO, 2013).

O mecanismo de ação da radiação, pode acontecer de forma direta, quando a radiação interage diretamente com as moléculas importantes como as de DNA, podendo causar desde mutação genética até morte celular e de forma indireta quando a radiação quebra a molécula da água, formando assim radicais livres que podem atacar outras moléculas importantes. Esse mecanismo é importante, uma vez que nosso corpo é composto por mais de 70% de água (SEGRETO *et al.*, 2016).

Existem fatores que influenciam na resposta da radiação, são os chamados “4Rs da Radiobiologia” e na verdade consideramos como “5R da Radiobiologia”, são eles: Reparo, Redistribuição, Repopulação, Reoxigenação e Radiossensibilidade. Esses fatores estão associados diretamente com o fracionamento na radioterapia (SALVAJOLI *et al.*, 2013).

O reparo de uma lesão subletal acontece quando existe a possibilidade de reparo das fitas de dupla hélice do DNA, ou seja, um dano reversível. Esse tipo de dano ocorre com maior eficácia nos tecidos normais, uma vez que as células tumorais, de uma forma geral, apresentam maior quantidade de mitoses (reprodução celular) do que as células normais que as geraram. Desta forma, o fracionamento oferece condições para otimização do tratamento, ao possibilitar o reparo dos tecidos normais (HALL *et al.*, 2012).

A redistribuição está associada a sensibilidade das células a radiação, e tem relação direta com a fase do ciclo celular em que se encontram. Logo após a irradiação, de uma certa forma, as células “congelam” o seu ciclo celular e ativam os *checkpoints* de reparo. Se este processo não é possível, ocorre a morte celular. Assim, é interessante produzir um dano irreversível quando as células estão nas fases G2 e mitose (fases do ciclo celular mais sensíveis a radiação) (HANSEN; MACK, 2010).

A repopulação refere-se principalmente a capacidade de crescimento das células tumorais que escaparam da morte radioinduzida. Desta forma, é importante que o paciente não falte as sessões diárias de tratamento, respeite o intervalo entre as frações, permitindo assim que novas células tumorais sejam erradicadas, não repopulando a massa tumoral (HERSKIND *et al.*, 2017).

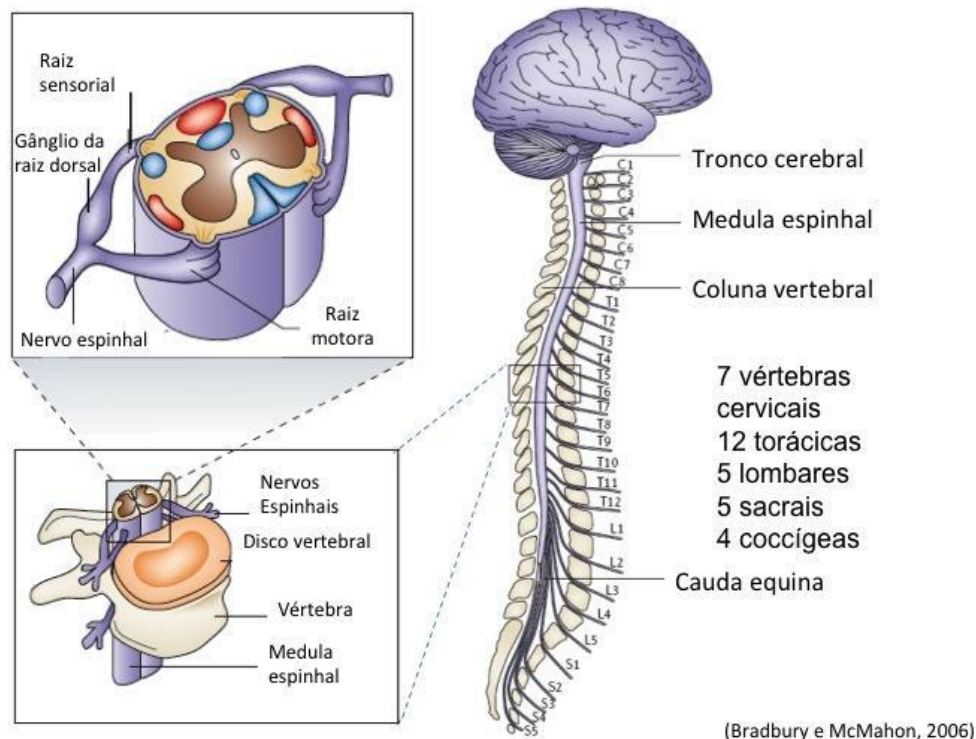
Boa parte das células tumorais apresentam a característica de serem pouca oxigenadas (células hipóxicas). A presença do oxigênio “fixa” os danos promovidos pela radiação através da radiólise da água na macromolécula do

DNA. Com isso, o fracionamento da dose prescrita tem por finalidade promover a morte celular das células tumorais mais oxigenadas e, ao mesmo tempo, permitir o reparo dos vasos sanguíneos, os quais irão vascularizar melhor o tumor, ofertando assim mais oxigênio para as células tumorais hipóxicas (HALL *et al.*, 2012; INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, 2010);

Dependendo da arquitetura dos órgãos eles podem ser classificados em órgãos em série, como exemplo a medula espinal. Nestes órgãos, a lesão de um segmento pode resultar num déficit funcional do mesmo. Já os órgãos classificados como paralelos, como pulmão e rins, a lesão de um segmento do órgão pode ser compensada pela função acrescida de segmentos adjacentes, e neste caso dependendo do tamanho da lesão não haverá déficit funcional (ALVES, 2018).

Órgão mais simples do Sistema Nervoso Central, a medula espinal é uma massa cilíndrica de tecido nervoso situada dentro do canal vertebral, sem ocupá-lo completamente e medindo aproximadamente 45 cm (ALVES, 2018). Cranialmente a medula limita-se com o bulbo e caudalmente com a segunda vértebra lombar, conforme mostrado na Figura 2.

Figura 2: Coluna Vertebral e Medula Espinal



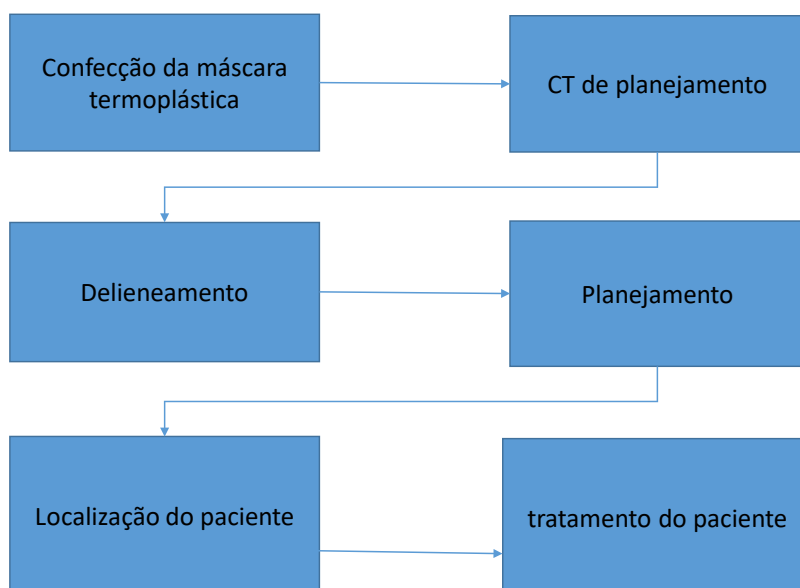
Fonte: BRADBURY; MCMAHON (2006).

A medula espinal é o principal órgão de risco na radioterapia de cabeça e pescoço. A depender da dose recebida pela medula espinal, danos podem ser causados ao paciente em tratamento, os quais podem manifestar-se de forma precoce ou tardia. A mielopatia é a manifestação que pode acontecer nos casos de a medula espinal receber doses superiores a 50 Gy e caracteriza-se habitualmente por uma paralisia (HANSEN; MACK, 2010). Nos sítios de tratamento fora da região da cabeça e pescoço o limite de dose a ser respeitado para não ocorrer um dano à medula espinal é de 45 Gy, porém, tendo em vista a natureza das células presentes na região da cabeça e pescoço o limite tolerado é de 50 Gy (BENTZEN, 2010). Vale destacar que a dose prescrita para os tratamentos de neoplasias de cabeça e pescoço pode chegar a 70 Gy, o que consiste num desafio para os planejamentos dos tratamentos destes sítios (INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, 2010; ALVES, 2018).

### 2.3.2 Etapas para o tratamento de neoplasias de cabeça e pescoço

A Figura 3 mostra de forma esquemática a sequência definida para os tratamentos 3D das neoplasias de cabeça e pescoço.

Figura 3: Etapas do tratamento



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

A primeira parte do processo é a confecção do sistema de imobilização: deve ser confeccionada uma máscara de material termoplástico para o paciente tendo em vista que o tratamento será realizado na região da cabeça e pescoço (PERES, 2018).

Figura 4: Máscara termoplástica para imobilização do paciente



Fonte: MEDICAL EXPO (2020).

O objetivo desta máscara (Figura 4) é garantir a imobilização do paciente durante todo o tratamento. A imobilização do paciente no tratamento de radioterapia é a garantia da entrega da dose conforme planejado (SALVAJOLI *et al.*, 2013).

A segunda parte do processo da radioterapia é a tomografia de planejamento, ela é realizada normalmente em equipamentos de tomografia diagnóstica adaptados para os planejamentos de radioterapia, são os chamados CT Simulador. Durante esse processo, o paciente é posicionado na mesa do tomógrafo com a máscara termoplástica personalizada, confeccionada especialmente para realização do tratamento (HALPERIN, 2018).

A terceira parte do processo é o delineamento: nesta etapa, as imagens em formato próprio da CT são exportadas para um Sistema de Planejamento Computadorizado (TPS). Na sequência desse procedimento, o dosimetrista

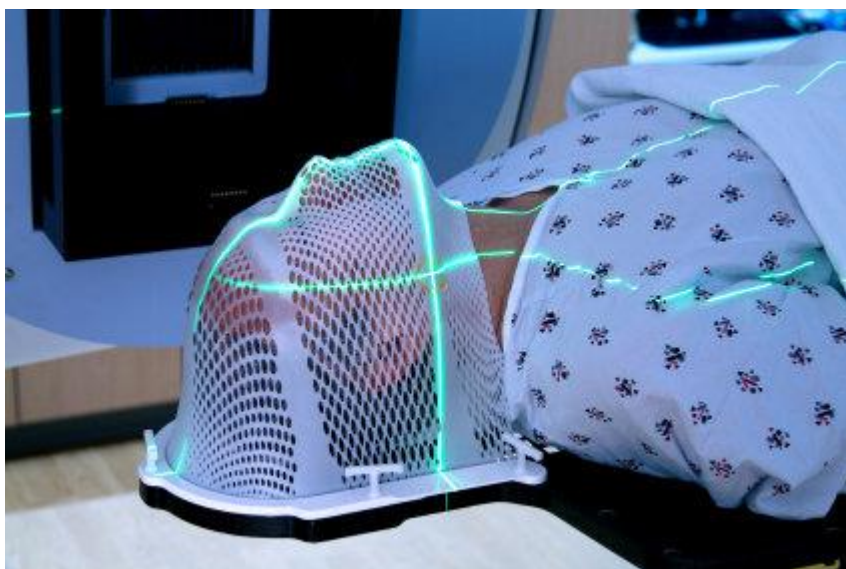


delimita todas as estruturas envolvidas no plano de tratamento, inclusive os órgãos de risco e em seguida o médico delinea, corte a corte na tomografia o volume alvo do tratamento. Inicialmente o médico define o GTV, nos casos onde não houve cirurgia antes do tratamento, e a partir deste volume define-se CTV e PTV (HALPERIN, 2018).

A quarta parte do processo é o planejamento: A partir do delineamento das estruturas, o Físico Médico realiza o planejamento dos campos de radiação na técnica escolhida, discute o plano elaborado com o médico Radio Oncologista que aprova e libera o plano para tratamento (PERES, 2018).

A quinta parte do processo é a localização do paciente no acelerador linear, feita a partir dos lasers localizados na sala de tratamento, conforme mostra a Figura 5, idealmente, temos que reproduzir o mesmo posicionamento do paciente no acelerador linear, exatamente como na tomografia de planejamento. O paciente é alinhado com marcações na máscara para que esteja sempre próximo da posição da tomografia de planejamento durante todos os dias de tratamento (INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, 2010).

Figura 5: Localização do paciente

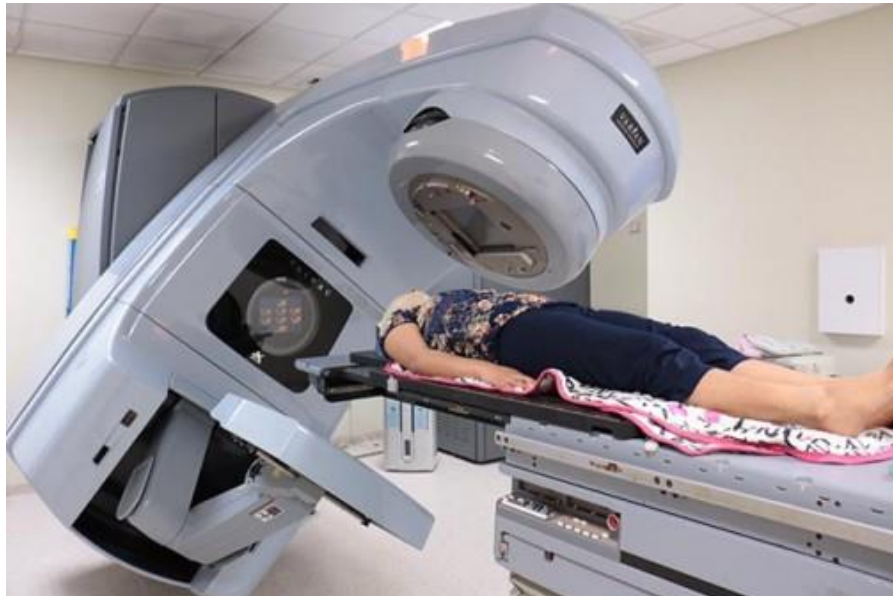


Fonte: ISTOCK (2020).

A sexta e última parte é a entrega do tratamento, conforme mostra a Figura 6. Nesta etapa, deverão estar presentes na sala de tratamento para acompanhar a entrega da primeira fração, o médico Radio Oncologista e o Físico Médico,

conforme previsto na Norma 6.10 da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) (COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR, 2014).

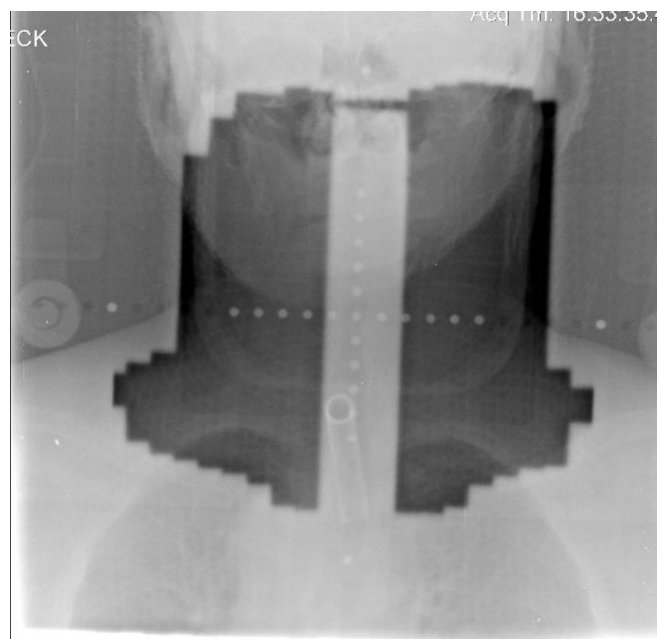
Figura 6: Paciente em tratamento



Fonte: MEDICAL EXPO (2020).

No primeiro dia de tratamento são realizados “*check films*” com incidências posterior e lateral para verificar a posição do paciente na mesa de tratamento está conforme planejamento realizado (PERES, 2018).

Figura 7: Imagem de check film de verificação do posicionamento



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

A cada 05 (cinco) frações, os “*check films*” (Figura 7) são repetidos como forma de acompanhamento do tratamento. Para liberar o tratamento, o médico Radio Oncologista verifica os “*check films*” realizados, com a finalidade de garantir que o tratamento será entregue conforme planejado (SEGRETO *et al.*, 2016).

É importante destacar a necessidade de um rigoroso controle dosimétrico, para evitar que eventos adversos possam ocorrer, colocando em risco a segurança do paciente (INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, 2005).

### 2.3.3 Dosimetria

Para alcançar a eficácia na radioterapia, isto é, tratar o tumor ao mesmo tempo que protege os tecidos saudáveis, é necessário garantir a precisão na entrega da dose, tanto na sua quantidade como na localização. Por isso, torna-se fundamental a dosimetria utilizando práticas bem estabelecidas em protocolos internacionais (INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, 2005).

A dosimetria é a mensuração da dose absorvida (D) devido a interação da radiação ionizante com a matéria. Sendo assim, a dosimetria tem como principal objetivo determinar as grandezas de maior relevância radiológica tais como; Exposição (X), Kerma (K), Fluência ( $\phi$ ) e Dose absorvida (D). De um modo geral, existem duas considerações distintas acerca da dosimetria. A primeira seria descrever o feixe de radiação propriamente dito e a segunda consiste em descrever a quantidade de energia que a radiação tem condições de depositar no meio (ATTIX, 2004).

Exposição (X) é o quociente entre  $dQ$  por  $dm$ , onde  $dQ$  é o valor absoluto da carga total de um determinado tipo de íons produzidos no ar, quando todos os elétrons liberados pelos fótons no ar em uma massa  $dm$ , são completamente freados no ar, essa grandeza é dada por:

$$X = \frac{dQ}{dm}$$

Fluência ( $\phi$ ) é o quociente  $dN/da$ , onde  $dN$  é o número de partículas ou fótons incidentes sobre uma esfera infinitesimal com área de secção reta

perpendicular ao feixe da. A fluência é expressa em  $m^{-2}$ . A fluência está associada ao número de partículas  $N$  que foram emitidas, transferidas ou recebidas (THAUATA, 2014).

$$\Phi = \frac{dN}{da},$$

A grandeza Kerma (Kinetic Energy Released per unit of Mass), é definida pelo quociente entre a soma de todas as energias cinéticas iniciais de todas as partículas carregadas liberadas por partículas neutras ou fótons, incidentes em um material de massa  $m$ , dada pela equação a seguir:

$$K = \frac{dE_{tr}}{dm},$$

No caso de áreas onde aplica-se a radiação ionizante para fins de terapia, a preocupação com o seu uso está relacionada com a quantidade de energia transferida para o paciente. A dose entregue ao paciente é definida como (ICRU, 1998):

$$D = \frac{dE}{dm},$$

De modo que  $dE$  representa a energia absorvida pelo meio e  $dm$  representa a massa no volume onde a energia foi depositada (ATTIX, 2004).

Quase todo efeito da radiação ionizante na matéria, seja físico, químico ou biológico, já foi sugerido como base para a dosimetria, especialmente se ele for suficientemente mensurável, estável e caracterizável em medições dosimétricas (KHAN, 2003).

As medições podem ser realizadas com vários tipos de detectores, porém, as câmaras de ionização são muitas vezes consideradas o padrão ouro por causa de sua precisão, disponibilidade e relativa facilidade de utilização (CUNNINGHAM, 1983).

As câmaras de ionização são medidores de radiação que se baseiam nos efeitos produzidos pela passagem de uma partícula carregada dentro de um

volume preenchido por gás. Dependendo de sua finalidade, as câmaras de ionização se apresentam em diversas geometrias, materiais e tamanhos (INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, 2005).

As câmaras consistem, basicamente, de um eletrodo central circundado por uma parede, delimitando o seu volume preenchido pelo gás. A radiação, ao entrar na câmara de ionização através de sua janela de entrada, interage com o material da janela, com a parede ou com o próprio gás, causando principalmente ionizações e excitações. Com a aplicação de um campo elétrico entre o eletrodo central e a parede, os elétrons gerados nas ionizações migram em direção ao eletrodo central, sendo coletados, enquanto os íons positivos migram para a parede, gerando, assim, uma variação na carga do circuito. Essa variação gera um sinal elétrico que é medido por um circuito eletrônico e sua intensidade depende do número de pares de íons produzidos (PODGORSAK, 2004).

As câmaras de ionização podem ser utilizadas para a detecção e medição das radiações X, alfa, beta, gama e fragmentos de fissão. Por isso, as câmaras podem ser construídas com os mais diversos tipos de materiais, dimensões e formas. As câmaras cilíndricas, ou do tipo dedal, são fabricadas em diversos tamanhos e com volume sensível variando entre 0,1 e 1 cm<sup>3</sup>. O tipo mais comum de câmara de ionização dedal é a câmara de 0,6 cm<sup>3</sup>, também conhecida por câmara Baldwin Farmer (Figura 8), em homenagem ao seu inventor, Frank T. Farmer (PODGORSAK, 2004).

Figura 8: Câmara de ionização cilíndrica tipo Farmer® 30010



Fonte: PTW THE DOSIMETRY COMPANY (2020).

Para entrega da dose diária, os aceleradores lineares de fótons ou elétrons utilizam Unidades Monitoras (UM) como expressão da dose prescrita para a fração diária. Não há nenhum consenso universal sobre o modo como a UM do acelerador deve ser definida. Alguns centros optaram por definir 1,0 UM como sendo 1,0 cGy no isocentro na profundidade de referência 10 cm para um campo de 10 x 10 cm<sup>2</sup>. Outra opção comum é definir 1,0 UM como a entrega de 1,0 cGy na profundidade de dose máxima, estando a superfície do simulador a 100 cm da fonte de radiação (MAYLES, 2007).

### 3. METODOLOGIA

O presente trabalho trata-se de uma pesquisa quantitativa, um estudo prospectivo. Na pesquisa prospectiva, o estudo é conduzido a partir do momento presente e caminha em direção ao futuro, já na retrospectiva, o estudo é desenhado para explorar fatos do passado, podendo ser delineado para retornar, do momento atual até um determinado ponto no passado. A pesquisa quantitativa representa tudo aquilo que pode ser mensurado. O objeto de pesquisa é altamente descritivo, onde o pesquisador busca sempre obter o maior grau de correção possível dos dados, assegurando assim, a confiabilidade de seu trabalho. Significa quantificar os dados coletados empregando recursos e técnicas estatísticas que reproduzam de forma clara o objetivo proposto (CASTILHO, 2014).

A pesquisa foi realizada num serviço de Radioterapia do Sul do Brasil. A instituição atende diariamente cerca de 115 pacientes, nas diversas formas de tratamento, sendo todos pacientes atendidos pelo Sistema Único de Saúde (SUS).

A instituição conta com dois aceleradores lineares, um Clinac 600 CD com energia de 6 MV de fótons e um Clinac 2100 SC com energias de 6 MV e 15 MV de fótons e energias de 4 MeV, 6 MeV, 9 MeV e 12 MeV de elétrons. Ambos fabricados pela empresa Varian Medical Systems, de acordo como mostrado na Figura 9.

Figura 9: Acelerador Linear Clinac 600 CD



Fonte: DOTMED (2020).

Mediante termo de autorização para utilização do banco de dados da instituição, o projeto de pesquisa foi encaminhado via Plataforma Brasil para a análise do Comitê de Ética e Pesquisa, seguindo as orientações da Resolução 466/12, de 12 de dezembro de 2012 do Conselho Nacional de Saúde, sendo aprovado segundo parecer nº 3.559.050 (Anexo A).

Para o desenvolvimento da pesquisa, a metodologia sugerida obedeceu às seguintes etapas:

- a) seleção dos pacientes;
- b) coleta dos dados;
- c) replanejamento dos pacientes;
- d) planejamento do tratamento utilizando “*phantom*” de cabeça e pescoço;
- e) dosimetria utilizando um “*phantom*” de cabeça e pescoço.

### 3.1. Seleção dos Pacientes

Para realização da pesquisa foram previamente selecionados nove (09) pacientes, que atendiam aos seguintes critérios:



- a) Planos de tratamento aprovados com dose máxima absorvida na medula acima de 45,0 Gy e menor que 50,0 Gy nas duas fases de tratamento (BENTZEN *et al.*, 2010);
- b) Pacientes com neoplasias de cabeça e pescoço que ainda não haviam iniciado os tratamentos;
- c) Planos de tratamentos nos quais foram utilizadas a técnica de tratamento descrita em artigo publicado por Fogliata, Cozzi e Bernier, em 1999.

### 3.2. Coleta dos Dados

A coleta dos dados foi realizada no período de agosto a novembro de 2019 a partir de uma planilha desenvolvida com a finalidade de registrar o número de UM utilizadas para realização de cada “*check film*”, conforme Apêndice A. A fim de facilitar o registro das informações e anotações durante a pesquisa, estabeleceu-se a estratégia de anexar a planilha de dados na contracapa de cada ficha técnica do paciente. Sendo que os técnicos e tecnólogos em radiologia, foram orientados previamente como proceder para preencher a referida planilha com o intuito de gerar o menor número de erros no estudo. Para a coleta de dados, estabeleceu-se primeiramente rigorosamente a realização referente às rotinas dos tratamentos, no serviço, sendo que o objeto da pesquisa tratou de adotar o seguinte protocolo:

- a) No primeiro dia de tratamento, o técnico/tecnólogo realiza dois (02) “*check films*” os quais foram analisados pelo médico Radio Oncologista, que após verificar que as radiografias realizadas estavam de acordo com as Radiografias Digitalmente Reconstruídas (DRR), e em seguida, o paciente é liberado para iniciar o tratamento;
- b) Para a aquisição dos “*check films*”, duas (02) incidências radiográficas foram realizadas.

A primeira incidência se refere ao campo posterior com o “*gantry*” a 180°, de modo que nesta mesma incidência foram realizadas duas (02) exposições. Uma exposição com o campo de tratamento, utilizando 2,0 UMs, retirando o filtro físico (caso exista), e outra exposição com um campo aberto medindo 25 x 35 cm<sup>2</sup>, utilizando 4,0 UMs.

Já a segunda exposição teve como finalidade visualizar as estruturas adjacentes ao sítio de tratamento, e se refere ao campo oblíquo anterior

esquerdo com o “*gantry*” posicionado entre 50° e 70°, e também são realizadas duas exposições. A primeira realizada com o campo de tratamento, retirando o filtro físico (caso exista), utilizando também 2,0 UMs. E a segunda exposição com o campo aberto medindo 25 x 25 cm<sup>2</sup>, utilizando 5,0 UMs e tem a mesma finalidade do campo posterior, ou seja, visualizar as estruturas adjacentes ao sítio de tratamento.

- c) Caso exista alguma correção de posicionamento solicitada pelo médico Radio Oncologista, o seguinte procedimento deve ser adotado: o técnico/tecnólogo efetua a correção solicitada, seja ela qual for. Por exemplo, o deslocamento da mesa em um dos três sentidos (lateral, vertical ou longitudinal) ou até a alteração de tamanho de campo de tratamento, neste caso, a correção será efetuada pelo Físico Médico. Após efetuar a correção, novos “*check films*” são realizados seguindo a mesma rotina descrita anteriormente.
- d) A etapa de registro e coleta de dados também incluiu as anotações em uma planilha específica pelos técnicos/tecnólogos os valores das UMs utilizadas nas exposições iniciais e nas exposições devido às correções, porventura solicitadas em cada ficha técnica de tratamento.

Além disso, para os pacientes pesquisados, a rotina de realização dos “*check films*” foi executada a cada cinco (05) frações.

O objetivo de utilizar uma planilha específica foi para registrar de forma criteriosa o número de UM's utilizadas nos “*check films*”, as quais foram contabilizadas para posterior utilização nos replanejamentos dos pacientes.

### **3.3. Replanejamento dos Pacientes**

O objetivo nesta etapa foi estimar a dose total entregue ao paciente, incluindo aquela devido aos “*check films*”. Para tal, utilizou-se o Sistema de Planejamento Eclipse, v.11 (*Varian Medical Systems*), que estabeleceu a dose clínica pelo sistema de planejamento de tratamento (TPS).

Ao final de cada tratamento, os planos iniciais de tratamento foram refeitos, mas, agora inserindo-se os campos aplicados nas radiografias de controle de posicionamento, tanto dos campos fechados, como dos campos abertos, conforme descrito na seção 3.2. Considera-se como campo fechado o

campo de tratamento, porém, sem nenhum acessório atenuador de feixe (p. ex., filtro).

Primeiramente, fez-se uma cópia do plano original de tratamento de cada paciente. À cópia foram inseridos novos campos de radiação simulando os “*check films*”, de acordo com a UM e geometria utilizadas durante o tratamento, extraídas da planilha anexada nas fichas de tratamento.

Em seguida, aos campos inseridos foi adicionado o somatório das UM's utilizadas em todos os “*check films*”, indicando a dose final contabilizada no TPS. Dessa forma, o novo plano passou a conter a UM de cada campo original (ou de tratamento), acrescentando-se a UM devido aos do “*check films*”.

Com os planos recalculados foi possível verificar a contribuição dos “*check films*” para o aumento da dose recebida pelo canal medular nos tratamentos das neoplasias de cabeça e pescoço, utilizando a configuração de campos proposta nesta pesquisa.

### **3.4. Planejamento do tratamento utilizando um “*phantom*”**

Com o objetivo de corroborar os resultados utilizando o TPS, foi desenvolvido um objeto simulador (“*phantom*”) para inferir a dose de um planejamento de cabeça e pescoço, utilizando a mesma configuração de campos usada na pesquisa.

O “*phantom*” desenvolvido pelo Grupo de Pesquisa GPR coordenado pelo professor Matheus Savi. Sendo que o responsável pelo projeto e impressão 3D, foi executado pelo servidor técnico administrativo, Marco Bertoncini, do IFSC. A elaboração do design e a construção procurou reproduzir as características anatômicas do sítio envolvido no referido tratamento a fim de simular anatomia morfológica da cabeça e pescoço envolvendo estruturas ósseas e tecidos moles. De tal modo, o mesmo foi projetado e desenhado em *software Slicer 4.10.2* e *Autodesk Meshmixer* específico atendendo as características, e construído em impressora GTMax3D core H4, com diâmetro de extrusão de 0,4 mm, camadas de 0,2 mm para impressão em ABS e XTC. O XTC é um revestimento protetor para uniformizar e dar acabamento a peças impressa em 3D. Esse revestimento é constituído de um polímero, o Acrilonitrilo butadieno estireno (ABS), e é um

dos termoplásticos mais utilizados na impressão 3D, tendo como principais características físicas, a resistência térmica e mecânica.

Com relação às informações pertinentes à construção e projeto do “*phantom*” de cabeça e pescoço, segue-se como descrição específica os detalhes envolvendo suas características de modo que atendeu ao objetivo da presente pesquisa.

#### a) Componentes do “*phantom*”

Na parte interna do “*phantom*” foi construída uma estrutura representando a medula espinal, onde foi projetado um orifício que representa o canal medular, que também serviu como suporte para posicionamento da câmara de ionização durante a dosimetria do plano.

Para o desenho e projeto de construção do “*phantom*”, um orifício com vedação através de um parafuso roscável, foi previsto visando permitir o preenchimento do mesmo.

Envolvendo os testes iniciais de viabilidade prática, inicialmente o “*phantom*” foi preenchido totalmente com água para simular o tecido humano, tomando o cuidado para evitar que bolhas de ar se formassem no seu interior, o que poderiam interferir ou influenciar no resultado de aquisição das imagens na tomografia.

#### b) Execução do planejamento e tratamento utilizando o “*phantom*”

A metodologia de execução para a aquisição dos dados obtidos pelo TPS e tratamento obedeceu às mesmas condições para mimetizar as condições reais apresentadas pelo objeto de pesquisa, sendo corroboradas pela dose final no “*phantom*” de cabeça e pescoço.

Repetiu-se as etapas anteriores descritas na seção 3.3, em seguida foi efetuada a dosimetria utilizando a câmara de ionização tipo Farmer, sendo descritas as etapas a seguir.

Primeiramente realizou-se uma tomografia do “*phantom*”, em que foram utilizados marcadores radiopacos para alinhamento do “*phantom*” e definição de sua origem a partir dos lasers existentes na sala do tomógrafo.

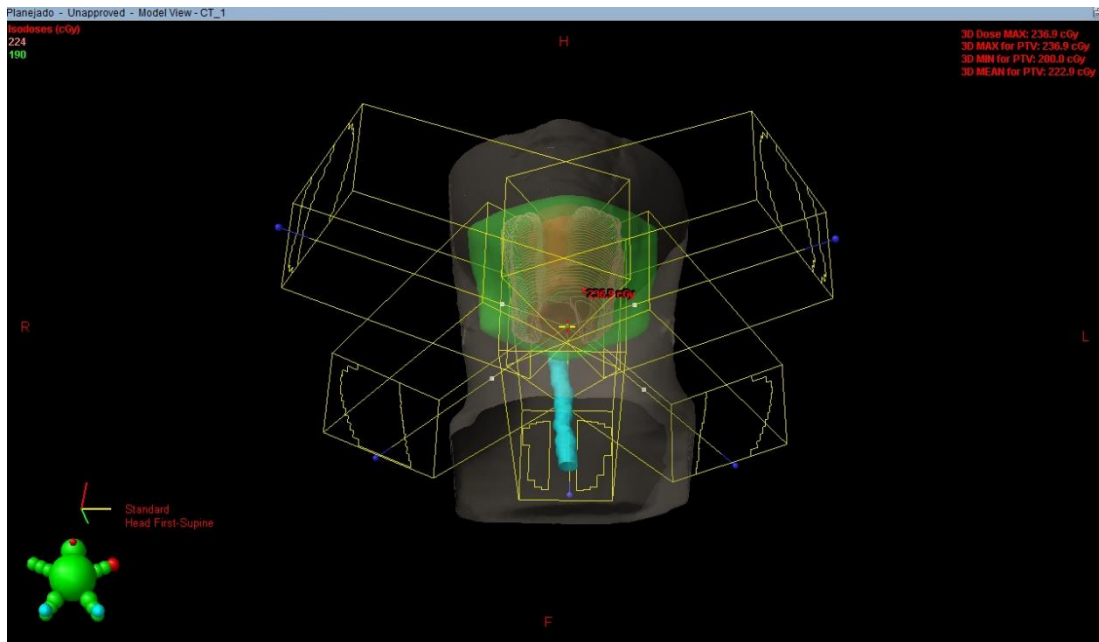
A câmara de ionização foi posicionada de forma que seu ponto de referência deveria coincidir com a origem do “*phantom*”. A tomografia foi realizada e em seguida, as imagens foram exportadas para o sistema de planejamento para posterior delineamento das estruturas necessárias a simulação do tratamento. Utilizou-se o mesmo TPS, software Eclipse Versão 11 da *Varian Medical Systems*.

Em seguida foram definidas as estruturas de interesse para simulação do planejamento (corpo, medula e PTV). O PTV foi delineado de modo a reproduzir um volume semelhante aos tratados para as neoplasias de cabeça e pescoço e foi delineado a estrutura representando a medula espinal.

A última etapa antes da dosimetria, foi a realização do planejamento de acordo com os campos de tratamento (conforme mostrado na Fig.10). A metodologia obedeceu a execução adaptada de trabalhos anteriores por outros autores (FOGLIATA *et. al*, 1999), a mesma utilizada nos planejamentos dos pacientes selecionados desta pesquisa, obedecendo as seguintes incidências:

- a) Um campo posterior com o “*gantry*” posicionado a 180°, este campo protege totalmente a medula espinal.
- b) Duas incidências obliquas posteriores, uma com o “*gantry*” posicionado a 220° e outra incidência com o “*gantry*” posicionado a 120°, nessas duas incidências, a medula espinal foi protegida totalmente, a exemplo do campo posterior. E completando o arranjo proposto, mais duas incidências obliquas anteriores, uma com o “*gantry*” posicionado a 300° e outra incidência com o “*gantry*” posicionado a 60°, nessas duas incidências o campo conforma o PTV e não protege a medula espinal.

Figura 10: Visão tridimensional do plano conformado



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Após calculado, o plano foi exportado para o sistema de gerenciamento do acelerador linear para análise dosimétrica.

### 3.5. Dosimetria utilizando “phantom”

Inicialmente foi posicionado o “phantom” (Figura 11), sobre a mesa do acelerador linear e utilizando a origem definida durante a tomografia, alinhou-se o “phantom” no isocentro do plano a ser medido, utilizando o laser existente na sala de tratamento. A câmara de ionização cilíndrica de 0,3 cm<sup>3</sup> tipo Farmer 30010 (Figura 8) foi colocada no orifício construído no “phantom” representando o canal medular, com seu ponto de referência alinhado com a origem do “phantom”.

Figura 11: “phantom” desenvolvido no laboratório do IFSC

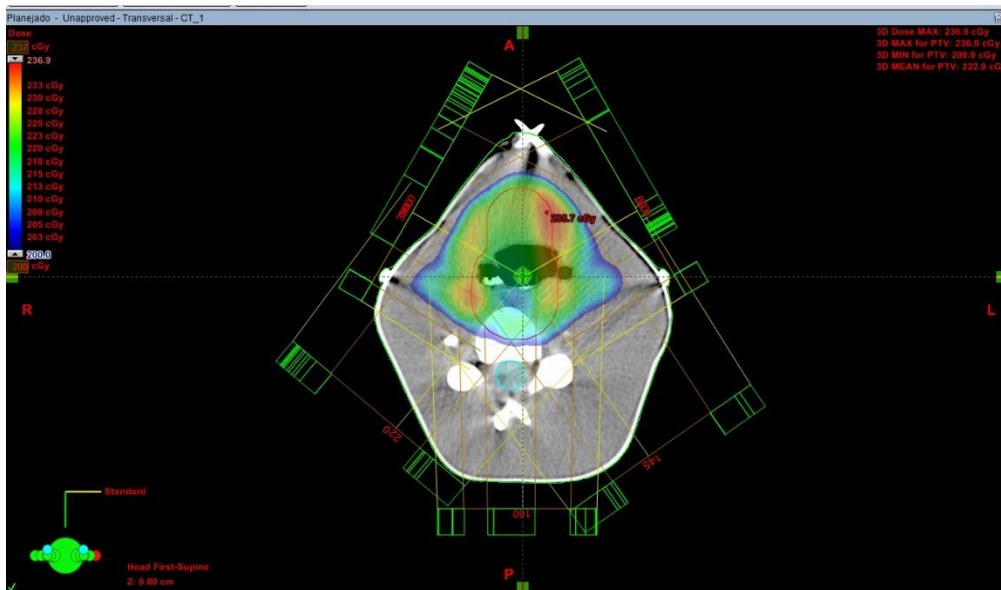


Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Este orifício foi projetado especificamente para receber a câmara de ionização utilizada nesta pesquisa, sendo devidamente ajustado, evitando possíveis erros durante a aquisição das medidas.

O plano de verificação calculado pelo Eclipse e previamente exportado para o sistema de gerenciamento do acelerador linear (mostrado na Figura 12), foi irradiado e as medidas coletadas campo a campo. Posteriormente os valores medidos com a câmara de ionização foram comparados com os valores calculado pelo TPS.

Figura 12: Distribuição de dose em um corte tomográfico



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

O arranjo utilizado para a dosimetria do plano foi realizado seguindo as recomendações do protocolo TRS-398 (INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, 2005).

#### 4. RESULTADOS

Os resultados desta pesquisa são apresentados em forma de um artigo.

Artigo: Influência dos “*check films*” na dose final da medula espinal na radioterapia de cabeça e pescoço.



Artigo: Influência dos “check films” na dose final da medula espinal na radioterapia de cabeça e pescoço.

PEREIRA, José Gilmar; FELIPE, Daniel S.; ZOTTIS, Alexandre D’A.

## Resumo

Este trabalho teve por objetivo estimar a dose absorvida pela medula espinal, oriunda dos “*check films*”, utilizando a simulação através do sistema de planejamento de teleterapia (TPS). **Materiais e Métodos:** Nove pacientes foram selecionados atendendo aos critérios estabelecidos, sendo registradas o número de unidades monitoras (UM) de cada check film realizado, para posterior replanejamento dos tratamentos. **Resultados:** Em 28,6% dos pacientes, a dose recebida pela medula espinal ficou acima de 50 Gy. Verificou-se que os “*check films*” contribuíram para o aumento da dose na medula espinal em média de 2,6%. A análise comparativa entre os planos tratados e medidos usando o “*phantom*” mostrou que, a maior variação encontrada foi para as incidências de 60 (+ 0,78%) e 300 (- 2,04%). **Conclusão:** Conclui-se que, sim, a dose na medula pode extrapolar os 50 Gy, dependendo da quantidade de “*check films*” realizados, da UM utilizada e da dose máxima aprovada na medula no planejamento original.

**Palavras-chave:** Radioterapia; Radiação Ionizante; Neoplasias de Cabeça e pescoço, Órgãos de Risco e Proteção Radiológica.

## Abstract

This work aimed to estimate the dose absorbed by the spinal cord, from the "check films", using the simulation through the teletherapy planning system (TPS). **Materials and Methods:** Nine patients were selected according to the established criteria, and the number of monitoring units (UM) of each check film performed was recorded, for later replanning of treatments. **Results:** In 28.6% of patients, the dose received by the spinal cord was above 50 Gy. It was found that the "check films" contributed to the increase in the dose in the spinal cord by an average of 2.6%. The comparative analysis between the treated and measured plans using the "phantom" showed that the greatest variation found was for the incidences of 60 (+ 0.78%) and 300 (- 2.04%). **Conclusion:** It is concluded that, yes, the dose in the spinal cord can extrapolate 50 Gy, depending on the amount of check films performed, the UM used and the maximum dose approved in the spinal cord in the original planning.

**Keywords:** Radiotherapy; Ionizing Radiation; Head and Neck Neoplasms; Risk Organs and Radiation Protection.

## INTRODUÇÃO

O câncer de cabeça e pescoço é o sexto tumor mais prevalente no mundo, e o consumo de álcool e tabaco são responsáveis por 75% das neoplasias dessa região (INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER, 2020). As neoplasias de cabeça e pescoço incluem uma variedade de tumores que acometem a cavidade oral, faringe, laringe, cavidade nasal, seios paranasais, tireoide e glândulas salivares (MADHAVA *et al.*, 2018).

Dentre os tumores de cabeça e pescoço, o câncer de laringe ocupa a primeira posição e representa o segundo tipo de câncer respiratório mais comum no mundo, ficando atrás apenas do câncer de pulmão. É mais frequente entre homens com idade superior a 40 anos (INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER, 2020).

O tratamento do câncer de cabeça e pescoço consiste em cirurgia, seguida ou não de Radioterapia (RT) ou RT radical, concomitante ou não com a quimioterapia de forma exclusiva (PERES, 2018).

## MATERIAIS E MÉTODOS

### População e critérios de seleção

Trata-se de um estudo retrospectivo e de caráter quantitativo. A etapa de coleta dos dados foi realizada no período de agosto a novembro de 2019 a partir de uma planilha desenvolvida com a finalidade de registrar o número de UM utilizadas para realização de cada *check film*. Os pacientes foram selecionados utilizando os seguintes critérios: a) Plano de tratamento aprovados com dose máxima na medula acima de 45 Gy e menor que 50 Gy nas duas fases de tratamento (BENTZEN *et al.*, 2010); b) Pacientes com neoplasias de cabeça e pescoço que ainda não haviam iniciado os tratamentos e c) Planos de tratamentos cuja metodologia foi adaptada pela técnica de tratamento descrita em artigo publicado (FOGLIATA; COZZI; BERNIER, 1999). A técnica abordada no artigo consiste de uma configuração de campos, com as seguintes incidências: um campo posterior colimando totalmente a medula espinal, dois campos oblíquos posteriores, também colimando totalmente a medula espinal e

por fim, dois campos oblíquos anteriores englobando todo volume a ser tratado, sem colimar a medula espinal.

A Tabela 01 mostra os pacientes selecionados, segundo sítio e o estadiamento da doença.

**Tabela 01. Pacientes, sítio tratado, estadiamento e classificação TNM**

Paciente	Sítio	Estadiamento	Classificação TNM
01	Seio periforme	IV-A	T3N2
02	Laringe Glótica	III	T3N0
03	Laringe Supra Glótica	IV-A	T2N2
04	Orofaringe	IV-B	T2N3
05	Orofaringe	III	T3N0
06	Primário Oculito	I	T0N1
07	Laringe Glótica	III	T3N0
08	Laringe Glótica	IV-A	T4N0
09	Orofaringe	IV-B	T2N3

Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

### **Características do tratamento**

Como protocolo adotado pelo serviço, no primeiro dia de tratamento e a cada 05 frações, são realizados dois “*check films*” com incidência posterior e lateral, cuja finalidade é verificar a reprodutibilidade do tratamento conforme planejado. Essas incidências contempla uma exposição com o campo de tratamento e outra com o campo aberto medindo 25 x 35 cm<sup>2</sup> cuja finalidade é a visualização das estruturas adjacentes ao sítio de tratamento.

Ao final de cada tratamento, os planos iniciais foram replanejados, acrescentando-se a estes os campos aplicados para a realização dos “*check films*”, sendo acrescentado aos planos o total de UM devido as exposições dos “*check films*”.

Utilizando o TPS Eclipse v.11 da Varian Medical, todos os pacientes pesquisados foram replanejados, inserindo os campos de radiação e simulando as exposições devido os “*check films*”, acrescido do somatório de todas as UM’s anotadas durante os tratamentos. Com os planos recalculados foi possível

verificar a contribuição dos “*check films*” para o aumento da dose recebida pelo canal medular nos tratamentos das neoplasias de cabeça e pescoço, utilizando a configuração de campos proposta nesta pesquisa.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Características dos pacientes

Os resultados apresentados pela Tabela 01 apontou que o perfil dos pacientes pesquisados nesse estudo, a maioria dos mesmos (55,5%) apresentava tumores localmente avançados, T3 ou T4, e tinham linfonodos positivos (N1-N3).

Entre os nove pacientes selecionados para a pesquisa, dois pacientes não foram analisados. Um deles foi a óbito e o segundo abandonou o tratamento por razões pessoais.

Com base no replanejamento dos pacientes selecionados e tratados foi realizada a análise comparando o plano original calculado pelo TPS com o replanejamento no TPS do plano tratado, considerando as exposições devido os “*check films*”. A Tabela 02 mostra os valores da dose recebida pela medula espinal dos planos aprovados e tratados, levando em conta a dose recebida devido as exposições dos “*check films*”.

**Tabela 02: Dose recebida pela medula espinal**

Paciente	Plano TPS (Gy)	Plano Tratado(Gy)	Variação (%)
01	47,60	50,15	+5,08
02	48,15	48,69	+1,10
03	46,50	47,14	+1,36
04	46,20	49,30	+6,29
05	46,00	46,15	+0,33
06	49,15	50,19	+2,07
07	47,20	48,13	+1,93
<b>Média</b>	<b>47,25</b>	<b>48,54</b>	
<b>DP</b>	<b>2,65</b>	<b>3,71</b>	

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

A análise comparativa dos planos originais de tratamento e os planos tratados após a inclusão das UM's devido os “*check films*”, mostrou que os **pacientes 01 e 06** tiveram seus planos de tratamento aprovados com valores de dose próximos de 50 Gy. Ao replanejar estes pacientes o limite de 50 Gy (QUANTEC), estabelecido como limiar de dose para o órgão medula foi extrapolado. Em 0,2% dos pacientes tratados com frações diárias de 2,0 Gy cuja seção transversal da medula recebe dose acima de 50 Gy poderá desenvolver a Mielopatia. A Mielopatia pode causar dor, parastesia e déficit sensoriais (ALVES, 2018).

Dois pacientes por questões de natureza particular não concluíram seus tratamentos; um paciente foi a óbito, enquanto que um segundo paciente mudou da cidade onde realizava o tratamento. Os demais pacientes tiveram seus planos recalculados com base na metodologia adotada e não foi observado a extrapolação do limiar de 50 Gy. Os “*check films*” contribuíram para o aumento da dose na medula espinal em todos os pacientes pesquisado, sendo verificado uma variação percentual média de 2,6%.

Usando o “*phantom*” construído especialmente para a pesquisa, foi realizada a dosimetria do plano calculado pelo TPS para análise da dose recebida pela medula espinal. Neste caso, a análise foi feita comparando os valores dos campos de forma isolada, ou seja, análise campo a campo. A tabela 03, mostra os resultados obtidos na dosimetria do plano calculado pelo TPS.

**Tabela 03: Valores dos campos Planejado X Medido**

Incidência	Plano TPS (Gy)	Plano Medido(Gy)	Variação (%)
180°	0,15	0,15	0,00
220°	0,15	0,15	0,00
300°	1,00	0,98	-2,04
60°	2,54	2,56	+0,78
120°	0,07	0,07	0,00
Total	3,91	3,84	-1,82

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Os campos 60° e 300° são os campos de maior contribuição para a medula espinal, tendo em vista que esses campos não protegem o referido órgão. A maior variação medida para os campos foram de +0,78% para o campo de 60° e de -2,04% para o campo de 300°. Fazendo a comparação em relação a dose total medida, a variação percentual foi de -1,82% variação considerada aceitável dentro da prática dosimétrica (INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, 2005). Observa-se ainda que praticamente não existe diferença entre os campos planejados e medidos.

## **CONCLUSÃO**

Analisando os novos valores de dose encontrados para a medula espinal após replanejamento, ficou evidente que ao aprovar planos com dose na medula espinal próximo dos 50 Gy, a probabilidade de extrapolar esse limite em decorrência dos “*check films*” aumenta de forma relevante e por conseguinte o risco de complicações para o órgão medula espinal aumenta na mesma intensidade. Por outro lado, a pesquisa mostrou a dose na medula espinal pode extrapolar os 50 Gy, dependendo da quantidade de “*check films*” realizados, da UM utilizada e da dose máxima aprovada na medula no planejamento original, aumentando o risco de lesão ao órgão.

## REFERÊNCIAS

ALVES, H. S. M. **Dose effects on re-irradiation of the spinal cord**. 2018. 140p. Dissertação de Mestrado – Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, 2018.

BENTZEN, S. M.; *et al.* **Quantitative Analyses of Normal Tissue Effects in the Clinic (QUANTEC): An Introduction to the Scientific Issues**. International Journal Of Radiation Oncology\*biology\*physics, [s.l.], v. 76, n. 3, p.3-9, mar. 2010.

CAMPANA, I. G.; GOIATO, M. C. **Tumores de Cabeça e Pescoço: Epidemiologia, Fatores de Risco, Diagnóstico e Tratamento**. Revista Odontológica de Araçatuba, v.34, n.1, p. 20-26, 2013.

CASTILHO, A.P.; *et al.* **Manual de Metodologia Científica do ILES**. Itumbiara, GO. 148 p, 2ª Ed. 2014.

FOGLIATA., A.; COZZI, L.; BERNIER, J. **Critical Appraisal of a Conformal Head and Neck Cancer Irradiation Avoiding Electron Beams and Field Matching**. Suíça: J Radiation Oncology, 1999. 8 p.

HALPERIN, E. C.; PEREZ, C. A.; BRADY, L. W. **Perez and Brady's Principles and practice of radiation oncology**. 7. ed. Philadelphia, P.A.: Lippincott Williams & Wilkins, 2018.

HE, Y.; *et al.* **Prognostic value of the distance between the primary tumor and brainstem in the patients with locally advanced nasopharyngeal carcinoma**. BMC Câncer, v.16, n.114, 2016.

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (IAEA). **Technical Reports Series 398: Absorbed Dose Determination in External Beam Radiotherapy**. Viena: 2005.

INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER (INCA). **Estimativa 2020: Incidência de Câncer no Brasil**. Coordenação de Prevenção e Vigilância. – Rio de Janeiro: INCA, 2020.

MADHAVA, R. K. M. D. *et al.* **Outcomes utilizing intensity-modulated radiotherapy in oropharyngeal cancers: Tonsils versus base of tongue**. Wiley online Library, 2018.

PERES, L. **Princípios Físicos e Técnicos em Radioterapia**. 1. Ed. Rio de Janeiro: Rubio, 2018. 240 p.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após analisar os planos de tratamento, agregando a estes as UM devido aos “*check films*”, ficou constatado que essas exposições podem extrapolar o limite de 50 Gy tolerados pela medula espinal, o que significa risco potencial a saúde do paciente em tratamento. Desta forma, uma posição que poderá ser adotada pelo serviço objeto da pesquisa a partir dos resultados obtido, seria limitar a aprovação de planos de tratamento com dose na medula acima de 48,0 Gy, a adoção desta medida poderá reduzir os riscos de extrapolar o limite de 50 Gy tolerados pela medula espinal. Evidente que esta sugestão requer uma análise mais profunda, tendo em vista que o tamanho da amostra realizada na pesquisa, apenas sete pacientes, representa um universo pequeno para esta tomada de decisão.

Em relação ao objeto simulador (*phantom*) utilizado na realização das medidas, deixamos de acrescentar mais detalhes do mesmo tendo em vista que existe em curso um pedido de registro de patente do objeto pelo setor competente do IFSC.



## REFERÊNCIAS

- ALVES, H. S. M. **Dose effects on re-irradiation of the spinal cord**. 2018. 140p. Dissertação de Mestrado – Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, 2018.
- ATTIX, F.H. **Introduction to Radiological Physics and Radiation Dosimetry**, 2004.
- BENTZEN, S. M. *et al.* **Quantitative Analyses of Normal Tissue Effects in the Clinic (QUANTEC): An Introduction to the Scientific Issues**. International Journal Of Radiation Oncology\*biology\*physics, [s.l.], v. 76, n. 3, p.3-9, mar. 2010.
- BRADBURY, E.J., MCMAHON, S, B. **Spinal cord repair strategies: why do they work?**. Nat Rev Neurosci.v.7, n.8, p.644-653, 2006.
- BRAY, F. *et al.* **Global cancer statistics 2018: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries**. CA: a cancer journal for clinicians, Hoboken, v. 68, n. 6, p. 394-424, Nov. 2018.
- CAMPANA, I. G.; GOIATO, M. C. **Tumores de Cabeça e Pescoço: Epidemiologia, Fatores de Risco, Diagnóstico e Tratamento**. Revista Odontológica de Araçatuba, v.34, n.1, p. 20-26, 2013.
- CASTILHO, A.P. *et al.* **Manual de Metodologia Científica do ILES**. Itumbiara, GO. 148 p, 2ª Ed. 2014.
- COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR (CNEN). **Norma CNEN NN 6.10 – Requisitos de Segurança e Proteção Radiológica para Serviços de Radioterapia**. 2014.
- CUNNINGHAM, J. H. E. **The physics of radiology**. 4. ed. Springfield, I. L. Edition Charles C, Thomas Publisher, 1983.
- DOTMED. Acelerador linear. Disponível em: [www.dotmed.com/listing/linear-accelerator](http://www.dotmed.com/listing/linear-accelerator). Acesso em: 24 de ago de 2020.
- FOGLIATA., A.; COZZI, L.; BERNIER, J. **Critical Appraisal of a Conformal Head and Neck Cancer Irradiation Avoiding Electron Beams and Field Matching**. Suíça: J Radiation Oncology, 1999. 8 p.
- GARCIA, M. G. **Oropharyngeal Cancer: An emergent disease?** Salud Pública de México, v. 58, n. 2, 2016.
- HALL, E. J. *et al.* **Radiobiology for The Radiologist**, 7ª ed. Philadelphia, 2012.
- HALPERIN, E. C.; PEREZ, C. A.; BRADY, L. W. **Perez and Brady's Principles and practice of radiation oncology**. 7. ed. Philadelphia, P.A.: Lippincott Williams & Wilkins, 2018.

HANSEN, E.K.; MACK, R., III. **Handbook of Evidence-Based Radiation Oncology**. 2. ed. London: Springer, v. 3, p. 786, 2010.

HE, Y. *et al.* **Prognostic value of the distance between the primary tumor and brainstem in the patients with locally advanced nasopharyngeal carcinoma**. BMC Câncer, v.16, n.114, 2016.

HERSKIND, C. *et al.* **Biology of high single doses of IORT: RBE, 5 R's, and other biological aspects**. Radiation Oncology v.12, n.24, 2017.

INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER (INCA). **Estimativa 2020: Incidência de Câncer no Brasil**. Coordenação de Prevenção e Vigilância. – Rio de Janeiro: INCA, 2020.

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (IAEA). **Radiation Biology: A Handbook for Teachers and Students**, Vienna, 2010.

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (IAEA). **Technical Reports Series 398: Absorbed Dose Determination in External Beam Radiotherapy**. Viena: 2005.

INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIATION UNITS AND MEASUREMENTS (ICRU). **Report 62 Prescribing, Recording and Reporting Photon Beam Therapy** (Supplement to ICRU Report 50). Journal of the ICRU. 1999.

INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIATION UNITS AND MEASUREMENTS (ICRU). **Report 60 Fundamental Quantities and Units for Ionizing Radiation**. Journal of the ICRU. 1998.

INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIATION UNITS AND MEASUREMENTS (ICRU). **Report 50 Prescribing, Recording and Reporting Photon Beam Therapy**. Journal of the ICRU, 1993.

ISTOCK. Radioterapy head. Disponível em: <https://www.istockphoto.com/br/foto/homem-recebendo-radioterapia-para-cancer-gm184973703-18619425>. Acesso em: 30 de ago de 2020.

KHAN, F. M. **The Physics of Radiation Therapy**. 3 ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2003.

MADHAVA, R. K. M. D. *et al.* **Outcomes utilizing intensity-modulated radiotherapy in oropharyngeal cancers: Tonsils versus base of tongue**. Wiley online Library, 2018.

MAYLES, P. *et al.* **Handbook of Radiotherapy physics: Theory and practice**. Taylor & Francis Group, LLC, London, 2007.

MEDICAL EXPO. Imobilizador para Radioterapia. Disponível em: <https://www.medicalexpo.com/pt/prod/orfit-industries/product-69612-872803.html>. Acesso em: 25 de ago 2020.

MEDICAL EXPO. Acelerador linear de partículas. Disponível em: <https://img.medicaexpo.com/pt>. Acesso em: 25 de ago 2020.

MELO, N. B. **Avaliação da Qualidade de Vida de Pacientes com Câncer de Cabeça e Pescoço**. 2017. 118p. Dissertação de Mestrado (Pós-graduação em Odontologia) – Universidade Estadual da Paraíba, 2017.

OKUNO, E. **Efeitos biológicos das radiações ionizantes. Acidente radiológico de Goiânia**. Estud. av. v.27 n.77, São Paulo, 2013.

PERES, L. **Princípios Físicos e Técnicos em Radioterapia**. 1. Ed. Rio de Janeiro: Rubio, 2018. 240 p.

PETITO, G. *et al.* **Human papillomavirus in oral cavity and oropharynx carcinomas in the central region of Brazil**, Brazilian Journal of Otorhinolaryngology, v.83, n.1, p.38-44, 2017.

PODGORSK, E. B. **Review Radiation Oncology Physics: A handbook for Teachers and Students**. Vienna, W.: International Atomic Energy Agency, 2004.

PTW THE DOSIMETRY COMPANY. Câmara de ionização cilíndrica tipo Farmer® 30010. Disponível em: [www.ptwdosimetry.com/en/products/farmer](http://www.ptwdosimetry.com/en/products/farmer). Acesso em: 25 de ago de 2020.

SALVAJOLI, J. V. *et al.* **Radioterapia em Oncologia**, 2ª ed. São Paulo: 2013.

SAKURABA, R. K. **Desenvolvimento de um sistema de verificação dosimétrica tridimensional utilizando Solução Fricke gel na aplicação para a verificação da Radioterapia em Arco Modulado Volumétrico (VMAT) nos tratamentos com movimentação do alvo pela respiração**. 2015. 111p. Tese de Doutorado (Doutorado Direto em Ciências na área de tecnologia nuclear) – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Universidade de São Paulo, 2015.

SEGRETO, H. R. C. *et al.* **Radiobiologia – Da Bancada à Clínica**, 2ª ed. São Paulo: 2016.

SILVA, Laura Gêssica Dantas da. *et al.* **Lesões Orais Malignas e Potencialmente Malignas: Percepção de Cirurgiões-Dentistas e Graduandos de Odontologia**, Revista Brasileira de Cancerologia, v.64, n.1, p.35-43, 2018.

TAUHATA, L. *et al.* **Radioproteção e Dosimetria: Fundamentos** - 10ª revisão abril/2014 - Rio de Janeiro - IRD/CNEN. 344p.

VIEIRA, Sabas Carlos. *et al.* **Oncologia Básica**, 1. ed. Teresina, PI: Fundação Quixote, 2012.

WATANABE, E.Y. **Comparação da técnica de radioterapia em arco modulada volumetricamente (VMT) em relação à técnica de radioterapia de intensidade modulada (IMRT) para tumores de próstata e cabeça e**

**pescoço.** 2015.131p.Tese de Doutorado (Programa de Radiologia) –  
Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, 2015.

## **APÊNDICES**

**APÊNDICE A - PLANILHA UTILIZADA PARA ANOTAÇÃO DAS UM'S DOS  
“CHECK FILMS”**

Paciente: XX

Incidência	Posterior (UM)				
	1ªFração	5ªFração	10ªFração	15ªFração	20ªFração
Campo Tto.					
Campo Aberto					

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Paciente: XX

Incidência	Lateral (UM)				
	1ªFração	5ªFração	10ªFração	15ªFração	20ªFração
Campo Tto.					
Campo Aberto					

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

## **ANEXOS**



## ANEXO A – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Contribuição dos check film na dose total recebida pelo canal medular nos tratamentos de tumores de cabeça e pescoço

**Pesquisador:** JOSE GILMAR PEREIRA

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 17952319.1.0000.5355

**Instituição Proponente:** Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 3.559.050

#### Apresentação do Projeto:

Esse trabalho busca de maneira investigativa averiguar as doses absorvidas utilizando método dosimétrico químico modificado (FXG) por meio da dosimetria externa para estimar a dose recebida pelo canal medular em decorrência das prescrições do tratamento de cabeça e pescoço, observando as exposições dos filmes de controle de posicionamento, as quais não são contabilizadas durante o tratamento de radioterapia.

#### Objetivo da Pesquisa:

##### Objetivo Geral

Avaliar a contribuição dos “*check films*” na dose total recebida pelo canal medular nos tratamentos dos tumores de cabeça e pescoço.

##### Objetivos Específicos

- a) Estimar a contribuição das exposições de controle na dose recebida pela medula espinal nos tratamentos de cabeça e pescoço;
- b) Comparar a dose calculada pelo TPS com a dose inferida pelo Fricke Gel utilizando o “*phantom*”;
- c) Comparar a dose calculada pelo TPS com a dose inferida por ionometria, utilizando “*phantom*”;



d) Continuação do Parecer: 3.559.050

d) Propor alteração no protocolo de aquisição dos “*check films*”.

#### **Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Riscos:

Não existe risco algum para os pacientes ou dano ao tratamento.

Benefícios:

Caso seja constatado que as doses devida às exposições de controle excedam os limites previstos para a medula, a correção dessas exposições se reverterá em benefício para o paciente.

#### **Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Este estudo se justifica por considerar o fato de o câncer de cabeça e pescoço, apresentar risco potencial elevado quanto aos órgãos de risco, tais como a medula espinal e tronco cerebral, que ao receber doses acima de 50 Gy 54 Gy, respectivamente, representam potencial efeito radiobiológico para esses tecidos em relação à região irradiada com valor de 70 Gy prescrita para o tratamento.

#### **Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Todos os termos foram apresentados conforme Resolução nº 466.

#### **Recomendações:**

NA

#### **Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Aprovado

#### **Considerações Finais a critério do CEP:**

Qualquer alteração ao projeto original deverá ser imediatamente encaminhada ao CEP, para análise e aprovação. Relatórios semestrais deverão ser encaminhados ao CEP.

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**



Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1381817.pdf	27/07/2019 14:59:18		Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_Rosto_corrígida.pdf	27/07/2019 14:57:49	JOSE GILMAR PEREIRA	Aceito
Declaração de	Supervisor_Local.pdf	25/06/2019	JOSE GILMAR	Aceito

Continuação do Parecer: 3.559.050

Instituição e Infraestrutura	Supervisor_Local.pdf	16:41:33	PEREIRA	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Solicitacao_Banco_de_Dados.pdf	25/06/2019 16:40:49	JOSE GILMAR PEREIRA	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Carta_de_Anuencia.pdf	25/06/2019 16:40:21	JOSE GILMAR PEREIRA	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Autorizacao_para_pesquisa.pdf	25/06/2019 16:38:55	JOSE GILMAR PEREIRA	Aceito
Outros	Solicitacao_para_realizar_pesquisa_Cep on.pdf	25/06/2019 16:36:11	JOSE GILMAR PEREIRA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Termo_de_CLE.pdf	25/06/2019 16:34:05	JOSE GILMAR PEREIRA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_Analise_cepe.docx	25/06/2019 16:30:33	JOSE GILMAR PEREIRA	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

FLORIANÓPOLIS, 06 de Setembro de 2019

---

**Assinado por:**

**Luiz Roberto Medina dos Santos  
(Coordenador(a))**