



Ministério da Saúde
Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva
Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio/Fiocruz
Coordenação de Ensino / Área de Ensino Técnico
Curso de Educação Profissional Técnica de Nível Médio
Formação em Radioterapia/2019



MICHEL CORRÊA DE SOUZA

**Relevância dos testes de segurança para aceleradores lineares
usados em radioterapia**

Rio de Janeiro

2020

MICHEL CORRÊA DE SOUZA

**Relevância dos testes de segurança para aceleradores lineares
usados em radioterapia**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao Instituto Nacional de Câncer
José Alencar Gomes da Silva como requisito
parcial para a conclusão do curso de Educação
Profissional de Nível Médio *Especialização em
Radioterapia*.

Orientador(a): Prof^a, Dra^a, Elizabeth
Aparecida Vianello, PhD.

Rio de Janeiro

2020

MICHEL CORRÊA DE SOUZA

Relevância dos testes de segurança em aceleradores lineares usados em radioterapia

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva como requisito parcial para a conclusão do curso de Educação Profissional de Nível Médio Formação em Radioterapia.

Aprovado em: 05.02.2020

Banca examinadora:

Elizabeth Vianello (Orientadora)

Ariana Teixeira Reis Braga (INCA)

Alexandre Moreno (EPSJV/Fiocruz)

Rio de Janeiro

2020

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha esposa Mirian Terezinha dos Santos ao meu filho Bernardo dos Santos Corrêa que tens sido os principais motivadores e cooperadores deste projeto junto ao meu irmão Daniel Corrêa de Souza e sua esposa Juliana Cristina de Carvalho Azevedo Souza.

Venho externar a minha gratidão na elaboração deste trabalho aos amigos e sócios Dreyko Soares de Freitas e Adriano Teixeira da Silva, também familiares envolvidos direta e indiretamente em todas as etapas percorridas até a sua conclusão.

Estendo os meus agradecimentos aos meus colegas da turma de especialização em radioterapia 2019.

Externo a minha gratidão em especial ao técnico em Radioterapia Anderson Senna do serviço de radioterapia do INCA, pela sua orientação para confecção deste projeto.

Sou grato incontestavelmente ao corpo docente do curso representado nas pessoas da Dra. Elizabeth Vianello, Dra. Ariana Teixeira e a coordenadora técnica Zulma Santos Casquilha.

Dedico em primeiro lugar a Deus por ser o autor e fundamentador de todas as vertentes que viabilizaram a concretização deste trabalho acadêmico, pela Sua infinita graça e misericórdia que nos sustenta e alcança todos os dias.

Também venho enaltecer essa minha dedicatória em memória da minha saudosa mãe Ivonete de Oliveira Corrêa.

RESUMO

SOUZA, Michel Corrêa, **Relevância dos testes de segurança em aceleradores lineares usados em radioterapia**, 2020. 35f. Trabalho de conclusão de curso (Especialização em radioterapia) – Instituto Nacional do Câncer José Alencar Gomes da Silva, Rio de Janeiro, 2020.

A elaboração deste trabalho traz um esclarecimento sobre a relevância dos testes de segurança realizado nos aceleradores lineares usados em radioterapia. Estes testes são executados por profissionais como físicos, engenheiros e técnicos pertinentes à área, permitindo expor esses equipamentos dos mais variáveis ensaios, obedecendo a uma determinada periodicidade e tolerância em cada item abordado, documentando todo o processo para melhor controle e correção. É seguido como referência o TECDOC 1151, elaborado por órgãos competentes e regulamentadores a fim de padronizar e coordenar esses tipos de práticas nessas instalações. Tudo isso tem como resultante a qualidade e garantia da entrega da dose correta aos pacientes nos tratamentos de radioterapia e minimizando de erros e acidentes. O objetivo desse projeto é relatar a relevância dos mecanismos de segurança realizados nos aceleradores lineares de radioterapia. Mostrar que o técnico também pode contribuir de maneira contundente na realização destes testes, observando quanto a sua frequência e forma de realizar, de acordo com os manuais estabelecidos pelos órgãos regulamentadores e fiscalizadores. Foi traçado uma linha de pesquisa através de revisões bibliográficas, artigos e legislações extraídos de órgãos competentes e acompanhamento pessoal dos testes realizados pelos técnicos e físicos do serviço de radioterapia do INCA no período de junho a dezembro de 2019. Concluímos que exige de toda equipe multidisciplinar uma excelência no desempenho de suas respectivas funções, respeitando as limitações e desgastes do equipamento envolvido e de contra partida realizando com responsabilidade o programa de controle de qualidade.

Palavras chaves: radioterapia, controle de qualidade e aceleradores lineares.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Acelerador Linear (Fonte: Serviço de radioterapia INCA, 2019)	12
Figura 2 – Manual TEC DOC 1151 (Fonte: Serviço de radioterapia INCA, 2019) ...	13
Figura 3 – CNEN e ANVISA (Fonte: Site CNEN e ANVISA, 2019).....	13
Figura 4 – Principais componentes de um acelerador (Fonte: Atualização para técnico em radioterapia, INCA 2010).....	16
Figura 5 – Componentes do cabeçote de um acelerador (Fonte: Atualização para técnico em radioterapia, INCA 2010)	17
Figura 6 – Luzes de advertência porta da sala de tratamento do Clinac 600 (Fonte: Serviço de radioterapia INCA, 2019)	17
Figura 7 – Sala de comando aparelho Trylogi (Fonte: Serviço de radioterapia INCA, 2019)	18
Figura 8 – Porta da sala de tratamento do aparelho Clinac 600 (Fonte: Serviço de radioterapia INCA, 2019)	19
Figura 9 – Monitor de vídeo do aparelho Clinac 2300 (Fonte: Serviço de radioterapia INCA, 2019)	20
Figura 10 – Câmera de vídeo sala de tratamento do aparelho Trylogi (Fonte: Serviço de radioterapia INCA, 2019)	20
Figura 11 – Físico acionando o sistema-anti-colisão (Fonte: Serviço de radioterapia INCA, 2019)	21
Figura 12 – Diversos movimentos da mesa do acelerador linear (Fonte: Serviço de radioterapia INCA, 2019)	22
Figura 13 – Informativo da porta da sala de tratamento do aparelho Clinac 600 (Fonte: Serviço de radioterapia INCA, 2019)	23
Figura 14 – Painel de controle do acelerador linear Trylogi (Fonte: Serviço de radioterapia INCA, 2019)	23
Figura 15 – Botão de emergência da sala de comando do aparelho Trylogi (Fonte: Serviço de radioterapia INCA, 2019)	24
Figura 16 – Monitor do aparelho do aparelho Trylogi (Fonte: Serviço de radioterapia INCA, 2019)	25

Figura 17 – Monitor do aparelho do aparelho Trylogi (Fonte: Serviço de radioterapia INCA, 2019)	26
Figura 18 – Monitor do aparelho Trylogi, visualização unidades monitoras (Fonte: Serviço de radioterapia INCA, 2019)	26
Figura 19 – Aplicador de elétrons acoplado na bandeja do aparelho Trylogi (Fonte: Serviço de radioterapia INCA, 2019)	28
Figura 20 – Luz de campo de acordo com o campo planejado (Fonte: Serviço de radioterapia INCA, 2019)	29
Figura 21 – Telêmetro informando a distância SSD sem a presença do acessório (Fonte: Serviço de radioterapia INCA, 2019)	30
Figura 22 – Monitor do aparelho Trylogi, visualização unidades monitoras e tempo (Fonte: Serviço de radioterapia INCA, 2019)	31
Figura 23 – Informativo e dispositivo em situações de situações de emergência (Fonte: Serviço de radioterapia INCA, 2019)	31
Figura 24 – Técnico em radioterapia (Fonte: Curso de radiologia UNIGRANRIO, 2015)	33

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

NN-3.01 – Diretriz Básica de Proteção Radiológica.

CNEN – Comissão Nacional de Energia Nuclear.

RDC-20 – Resolução da Diretoria Colegiada 20/02/2006 ANVISA.

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária.

LINAC – Acelerador linear em inglês.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	<i>Justificativa</i>	14
2	OBJETIVOS GERAL	14
3	OBJETIVO ESPECÍFICO	14
4	METODOLOGIA	15
5	DESENVOLVIMENTO	16
5.1	<i>Quanto às luzes de advertência</i>	17
5.1.1	<i>Testes de luzes nos equipamentos</i>	17
5.1.2	<i>Teste de luz no painel</i>	18
5.1.3	<i>Teste de luz modo irradiação</i>	18
5.2	<i>Quanto a mecanismos de segurança</i>	19
5.2.1	<i>Sistemas de áudio e vídeo</i>	19
5.2.2	<i>Sistemas de anti-colisão</i>	20
5.2.3	<i>Sistemas dos limites de movimento da mesa</i>	21
5.2.4	<i>Sistemas de abertura de porta</i>	22
5.2.5	<i>Sistemas de desliga no painel</i>	23
5.2.6	<i>Sistemas de corte de energia</i>	23
5.2.7	<i>Sistemas de re-selecionamento da unidade monitora</i>	24
5.2.8	<i>Sistemas de corte de irradiação</i>	25
5.2.9	<i>Sistemas de leitura da câmara monitora</i>	26
5.2.10	<i>Sistemas de irradiação modo fótons e elétrons</i>	27
5.2.11	<i>Sistemas para falta de energia</i>	27
5.2.12	<i>Sistemas de fixação dos acessórios</i>	27
5.2.13	<i>Sistemas do código ou conector do acessório</i>	28
5.2.14	<i>Sistemas de posição do colimador</i>	28

5.2.15	<i>Sistemas de irradiação de tamanho de campo</i>	29
5.2.16	<i>Sistemas de visualização de telêmetro</i>	29
5.2.17	<i>Sistemas de independência das câmaras monitoras</i>	30
5.2.18	<i>Sistemas do sistema de alarme</i>	31
5.3	<i>A importância dos manuais de controle de qualidade em radioterapia</i>	32
5.4	<i>O papel do técnico em radioterapia quanto aos testes</i>	32
6	CONCLUSÃO	34
7	REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	35

1. INTRODUÇÃO

A radioterapia é uma modalidade de tratamento que faz o uso de radiações ionizantes para destruir ou inibir o crescimento de células tumorais. Existem diversos tipos de radiação, porém as mais utilizadas para tratamento são as eletromagnéticas (Raios X ou Raios gama) e os elétrons (Instituto Oncoguia, 2013).

O acelerador linear (figura 1) é um equipamento utilizado dentro do serviço de radioterapia, que emite radiações ionizantes para tratamentos de diversas neoplasias. Para garantir a qualidade desses tratamentos, esses equipamentos são submetidos há rigorosos e eficazes testes de segurança visando à certeza da entrega da dose correta ao paciente e ao mesmo tempo reduzir ao máximo o risco de erros e acidentes durante o procedimento (TEC-DOC 1151,2000).

Figura 1. Aparelho acelerador Linear Trylogi



Fonte: Serviço de radioterapia INCA, 2019.

É de suma importância que os serviços que dispõem desse tipo de prática elaborem um planejamento para certificar a garantia da qualidade destes testes de segurança e colocá-los em prática. Uns dos documentos utilizados neste país é o TEC DOC – 1151 (figura 2) como base para elaboração desse protocolo de garantia da qualidade em radioterapia (TEC-DOC 1151,2000).

Figura 2. TEC DOC-1151



Fonte: Serviço de radioterapia INCA, 2019.

Os parâmetros básicos de segurança e funcionamento de instalações médicas que possuem equipamentos radiativos são regulados por normas específicas da Comissão Nacional de Energia Nuclear CNEN (figura 3), que estabelecem requisitos básicos de radioproteção em radioterapia, e a resolução RDC-20 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária ANVISA (figura 3), que é um regulamento técnico para o funcionamento de Serviços de Radioterapia (CNEN e ANVISA, 2012).

Figura 3. Comissão Nacional Energia Nuclear e Agência Nacional de Vigilância Sanitária.



Fonte: Site CNEN e ANVISA.

1.1 Justificativa

A avaliação das características funcionais dos aceleradores lineares é ferramenta útil que visa assegurar a qualidade dos serviços prestados em radioterapia.

Esses equipamentos podem apresentar diversas variações devido a falhas de componentes eletrônicos, deterioramento e desgastes de peças devido ao seu tempo de uso.

Ao técnico em radioterapia além da entrega da dose ao paciente compete também a realização de testes matinais, observando-se os itens de segurança determinados no protocolo do programa de qualidade em radioterapia determinado pela instituição.

2 OBJETIVO GERAL

O objetivo desse projeto é descrever a importância dos mecanismos de segurança realizados nos aceleradores lineares de radioterapia.

3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Evidenciar a contribuição do técnico em radioterapia para a garantia da qualidade.

Sistematizar como os teste das luzes de advertência e os de mecanismos de segurança devem ser realizados nos aceleradores lineares e com que frequência (diária, semanal, mensal, trimestral, semestral e anual) estabelecida pela CNEN e ANVISA, é uma ferramenta útil para garantir a qualidade e a entrega da dose correta nos tratamentos de radioterapia.

Apontar a relevância dos manuais de protocolo para controle da qualidade dos equipamentos usados em radioterapia, quanto ao conhecimento, aplicação e a sua prática.

4 METODOLOGIA

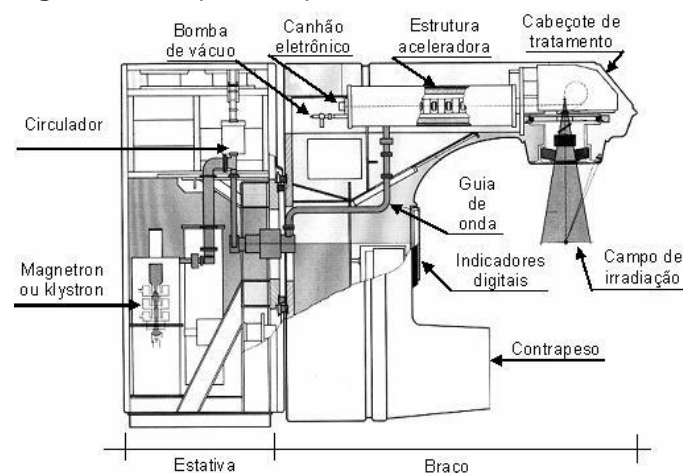
O esboço metodológico da pesquisa será adquirido por uma sinopse bibliográfica descritiva, também baseado nas oportunidades que tive em observar os técnicos em radioterapia e físicos na realização da relevância periódica dos testes de segurança dos aceleradores lineares usados em radioterapia, para garantir o controle de qualidade dos equipamentos. O estudo foi respaldado em artigo, manuais, livros e legislações, extraídos em sites consultados na base de dados do SCIELO, USP, GOOGLE ACADÊMICO E ÓRGÃOS PÚBLICOS.

Palavras chaves em Português: radioterapia, controle de qualidade e aceleradores lineares. Os artigos em inglês foram incluídos na pesquisa, o período da consulta de dados iniciou a partir de julho de 2019 a dezembro de 2019. As normas e resoluções dos órgãos fiscalizadores estão publicadas no ano de 1998 e 2019 pela ANVISA e regulamentadores no ano de 2012, 2017 e 2019 pela CNEN. Os artigos publicados com data de 2001 e 2009 em língua portuguesa.

5 DESENVOLVIMENTO

O acelerador linear é um aparelho onde usam micro-ondas para acelerar elétrons a grandes velocidades em um tubo com vácuo. Numa extremidade do tubo, os elétrons muito velozes chocam-se com um alvo metálico, de alto número atômico. Na colisão com os núcleos dos átomos do alvo, os elétrons são subitamente desacelerados e liberam a energia relativa a esta perda de velocidade. Parte desta energia é transformada em raios x de alta energia na escala de MEV (MARTNS, BRUNO, 2011) (figura 4).

Figura 4. Principais componentes de um acelerador



Fonte: Atualização para técnico em radioterapia, INCA 2010.

Esses aceleradores são capazes de produzir elétrons com altas energias, sendo necessário a retirada do alvo e do filtro achatador e usar uma folha espalhadora de material de alto número atômico, com espessura mínima, para que esse feixe de elétrons ao atravessá-la tenha a divergência correspondente para uso terapêutico nos tratamentos (PEREZ, LEONARDO, 2018) (figura 5).

Figura 5. Componentes do cabeçote de um acelerador linear.



Fonte: Atualização para técnico em radioterapia, INCA 2010.

Para que haja a garantia da qualidade da entrega da dose, em conformidade com o TEC DOC 1151, os aceleradores são submetidos aos testes matinais, realizados diariamente antes do início da jornada de trabalho (INCA, 2000).

5.1 Quanto a luzes de advertência:

5.1.1 – Sistemas de luzes nos equipamentos

O técnico em radioterapia, diariamente, pela manhã, antes do início do atendimento aos pacientes, deve realizar os testes referentes às luzes de advertência, se certificando do pleno funcionamento, em conformidade com o TEC DOC 11 51 (INCA, 2000).

No equipamento de tratamento, na porta da sala de tratamento (figura 6) e no painel de controle: a luz deve ser verde quando o equipamento está pronto para irradiar, tornando-se vermelha durante a irradiação.

Figura 6. Luzes de advertência porta da sala de tratamento do Clinac 600.



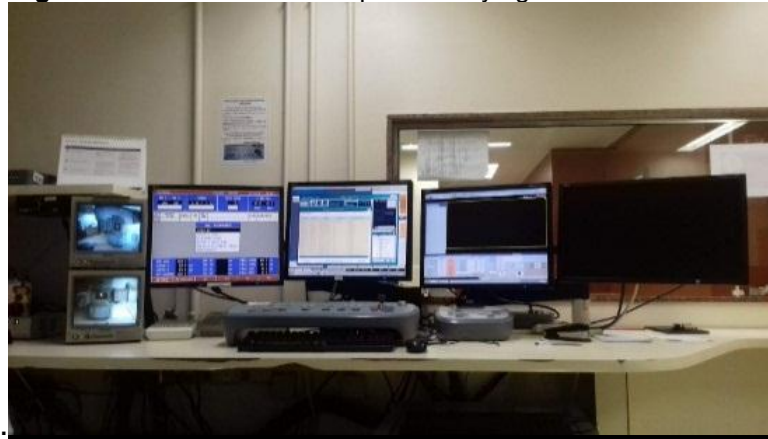
Fonte: Serviço de radioterapia INCA, 2019.

Os equipamentos, a sala de tratamento, o comando do aparelho possui dispositivos luminosos de cores variadas no verde e vermelho que indicam o momento da liberação do feixe, garantindo a segurança do paciente e de toda a equipe.

5.1.2 – Sistemas de luz no painel

Verificar se todas as luzes do painel de controle funcionam (figura 7).

Figura 7. Sala de comando aparelho Trylogi



Fonte: Serviço de radioterapia INCA, 2019.

Os antigos painéis de controle dos aceleradores lineares possuem sinalizações luminosas informando que a liberação do feixe está pronta, com a presença da radiação ou se o feixe está desligado, simulando um tratamento que servirá como testes para verificação do acionamento dessas luzes.

5.1.3 – Sistemas de luz modo irradiação

Verificar se as luzes correspondentes ao modo de irradiação selecionados acendem e se permanecem acesas durante a irradiação (figura 8).

Figura 8. Porta da sala de tratamento do aparelho Clinac 600



Fonte: Serviço de radioterapia INCA, 2019.

As luzes presentes acima da porta de entrada da sala de tratamento também é um dispositivo de segurança luminoso testado. É simulado um início de tratamento onde a luz verde informa que o modo irradiação foi selecionado. E ao início da liberação do feixe, a luz verde se apaga e acende a luz vermelha informando que o feixe foi liberado e a entrada é proibida.

5.2 Quanto a mecanismos de segurança

Da mesma maneira, pelo técnico em radioterapia, estes testes são realizados diariamente, pela manhã, antes do início do atendimento aos pacientes, quanto ao mecanismo de segurança se certificando do pleno funcionamento, em conformidade com o TEC DOC 11 51 (INCA, 2000).

5.2.1 – Sistemas de vídeo e áudio

Verificar se o sistema de vídeo (figura 9 e 10) e áudio da sala de irradiação funciona corretamente.

Figura 9. Monitor de vídeo do aparelho Clinac 2300



Fonte: Serviço de radioterapia INCA, 2019.

Figura 10. Câmera de vídeo sala de tratamento do aparelho Trylogi



Fonte: Serviço de radioterapia INCA, 2019.

As salas de tratamento são equipadas com sistema de vídeo (monitores e câmeras) e também com sistemas de áudio permitindo não só a visualização do paciente na mesa porém uma comunicação direta com o mesmo para melhor orientá-lo e sim preservando sua integridade física e segurança do tratamento. No teste são observados as condições de funcionamento do monitor, posicionamento das câmeras e uma breve comunicação do áudio com a sala de tratamento.

5.2.2 – Sistemas de anti-colisão

Verificar o funcionamento dos sistemas anti-colisão (figura 11).

Os aceleradores possuem sensores capazes de informar e até mesmo de bloquear movimentos do giro do gantry evitando assim o risco de colisão com o paciente ou algum objeto pertinente ao tratamento e também danos ao equipamento. Os testes simulam situações de colisão para que o sistema possa

avisar ou interromper esse movimento, logo tendo a certeza de sua operacionalidade.

Figura 11. Físico acionando o sistema-anti-colisão



Fonte: Serviço de radioterapia INCA, 2019.

5.2.3 – Sistemas dos limites de movimento da mesa

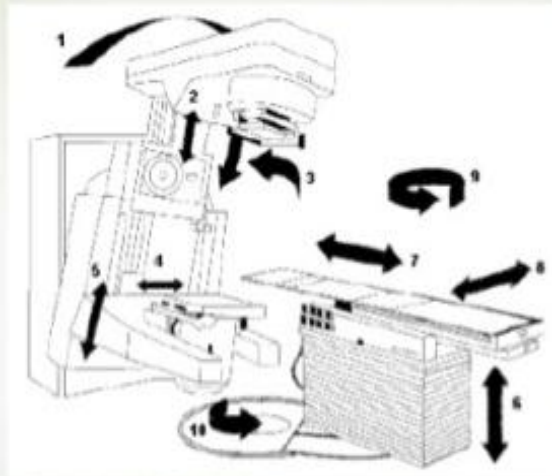
Verificar se a mesa sobe e desce até o limite (figura 12).

A mesa de tratamento dos aceleradores lineares possuem diversos movimentos (vertical, lateral e horizontal) para melhor posicionamento e localização do sítio anatômico a ser irradiado.

Para isso são avaliados todos os possíveis movimentos da mesa até os limites permitidos pelo fabricante, simulando um posicionamento para certificar que a mesma não apresenta nenhum problema mecânico ou elétrico de funcionamento.

Figura 12. Diversos movimentos da mesa de tratamento do aparelho Trylogi

• Aceleradores lineares



Fonte: Serviço de radioterapia INCA, 2019.

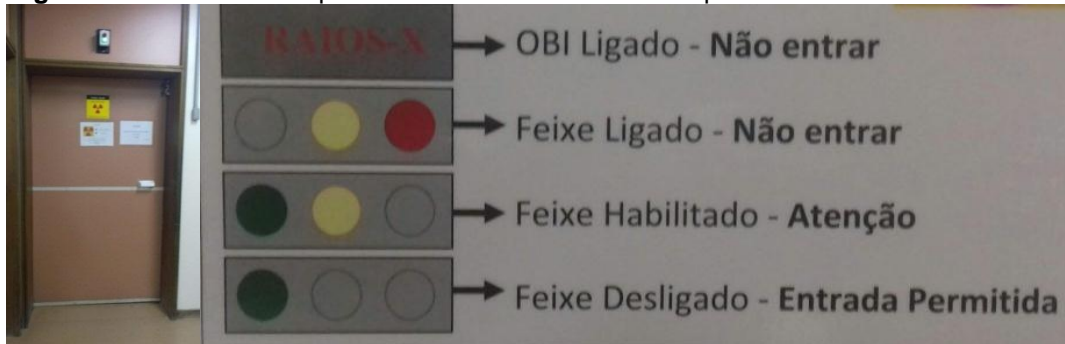
5.2.4 – Sistemas de abertura de porta

Verificar se a irradiação se interrompe quando se abre a porta e se, ao fechá-la, a irradiação não cessa. (figura 13).

As portas das salas de tratamento possuem mecanismos de abertura de porta por acionamento de botões onde é observado, ao se abrir a porta, com o feixe de

radiação ligado, imediatamente é desligado o feixe, não sendo permitido retornar a liberação do mesmo somente com o fechamento da porta. É simulado um feixe de radiação e logo em seguida a abertura da porta, para certificar o corte desse feixe. Teste realizado diariamente pela manhã, antes do início da jornada de trabalho, pelo técnico em radioterapia certificando seu pleno funcionamento

Figura 13. Informativo da porta da sala de tratamento do aparelho Clinac 600



Fonte: Serviço de radioterapia INCA, 2019.

5.2.5 – Sistemas de desliga no painel de controle

Verificar se, ao se acionar a tecla desligado (off) do painel de controle, é interrompida a irradiação (figura 14).

O Painel de controle do comando do acelerador linear é constituído de dois botões, um na cor azul onde liga o feixe de radiação e outro na cor vermelha onde desliga o feixe de radiação usado de maneira emergencial. É realizado um teste acionando o botão vermelho desliga (Beam off) no painel do comando do aparelho, para observar se o feixe é desligado, imediatamente interrompendo o tratamento, simulando por exemplo a necessidade de entrar na sala urgentemente por causa do paciente.

Figura 14. Painel de controle do acelerador linear Trylogi



Fonte: Serviço de radioterapia INCA, 2019.

5.2.6 – Sistema de corte de energia

Verificar o corte de energia elétrica ao acionarem-se os botões de emergência dentro da sala de tratamento em paredes, modulador, etc (figura 15).

As salas de tratamento possuem diversos botões de emergência localizado nas paredes próximo a porta e na sala de comando de fácil acesso e visualização, para serem acionados com rapidez e facilidade durante uma situação emergencial. São realizados testes nesses botões acionando-os de forma intencional afim de verificar a sua funcionalidade, desligando o aparelho imediatamente.

Figura 15. Botão de emergência da sala de comando do aparelho Trylogi



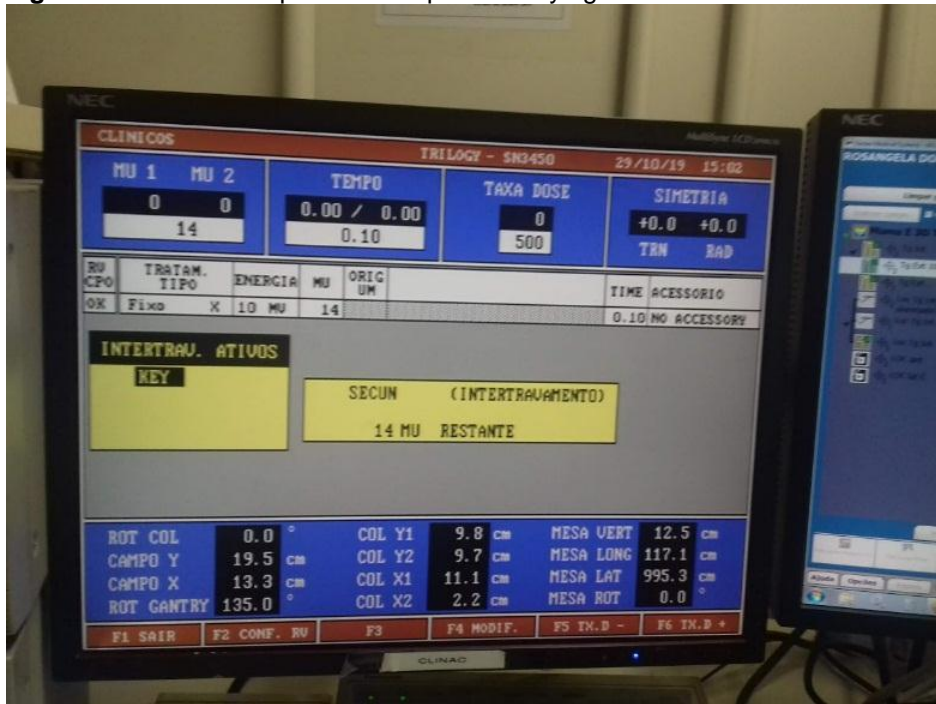
Fonte: Serviço de radioterapia INCA, 2019.

5.2.7 – Sistemas de re-selecionamento da unidade monitora

Verificar se a irradiação se habilita logo após haver re-selecionado” a unidade monitor correspondente (figura 16).

Quando há necessidade de re-selecionar a unidade monitora correspondente ao tratamento do paciente, é necessário desvirar a chave (key) em sentido anti-horário, selecionar novamente a unidade desejada, carregar o campo de tratamento e logo em seguida girar novamente a chave em sentido horário e acionar o botão de cor azul, ligar o feixe (Beam on). Esse procedimento é simulado com objetivo de verificar se a irradiação se habilita novamente após ter sido re-selecionada a unidade monitora escolhida.

Figura16. Monitor do aparelho do aparelho Trylogi



Fonte: Serviço de radioterapia INCA, 2019.

5.2.8 – Sistemas de corte de irradiação

Verificar se há corte da irradiação quando terminar a unidade monitora programada (figura 17).

O feixe de radiação quando se encerra o tratamento naquele dia, ele deve ser imediatamente interrompido, no mesmo instante que termina a contagem da unidade monitora programada, para que não haja nenhum risco de entrega de dose excedente além do que se foi planejado. Para isso é realizado o teste de simulação de um tratamento observando se a irradiação é interrompida logo após terminar a unidade monitora.

Figura 17. Monitor do aparelho do aparelho Trylogi



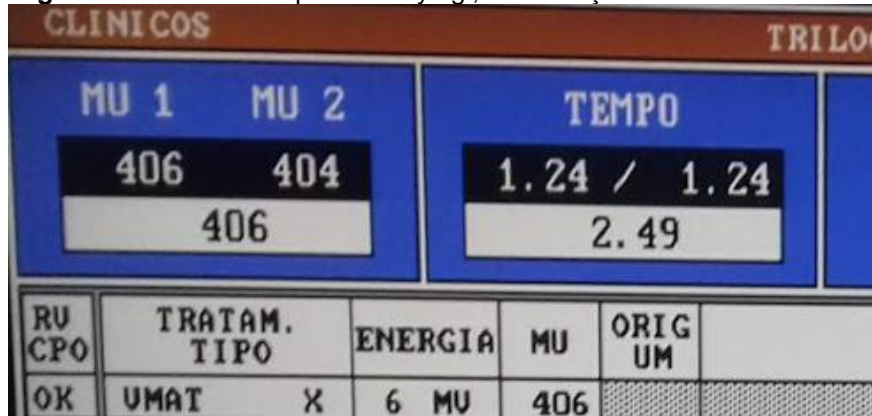
Fonte: Serviço de radioterapia INCA, 2019.

5.2.9 – Sistemas de leitura das câmaras monitoras

Verificar se ambas as câmaras monitoras indicam a mesma leitura e se, após cessar a irradiação, essas leituras permanecem indicadas (figura 18).

No monitor do acelerador linear existe a informação das câmaras monitoras mostrando as unidades monitoras que estão sendo usadas nos campos de tratamentos selecionados. São realizados uma simulação de tratamento onde observa-se a relação de ambas câmaras monitoras, se correspondem com as mesmas unidades monitoras após o fim da irradiação.

Figura 18. Monitor do aparelho Trylogi, visualização unidades monitoras



Fonte: Serviço de radioterapia INCA, 2019.

5.2.10 – Sistema de irradiação modo fótons e elétrons

Quando o acelerador pode irradiar tanto em modo fótons como elétrons, verificar se há um mecanismo de segurança funcionando para evitar irradiação de elétrons sem os acessórios (cones) correspondentes e vice-versa.

Ao se usar uma energia de fótons ou elétrons para um tratamento, deve-se tomar o devido cuidado se o acessório utilizado está correto para aquele tipo de energia ou tratamento. Para isso é realizado um teste no acelerador onde observa-se se os acessórios estão correspondentes a energia selecionada, havendo conformidade, o mecanismo de segurança irá permitir seguir o tratamento (INCA, 2000).

5.2.11 – Sistema de falta de energia elétrica

Verificar se, em caso de falta de energia elétrica, a unidade monitora cedida permanece visível pelo menos durante vinte minutos ou se possui um contador mecânico que mostre as unidades fornecidas.

Neste último caso, é necessário controlar a correspondência entre o contador eletrônico e mecânico. Durante os tratamentos poderá acontecer incidentes como falta de energia ou acionamento acidental do botão de corte de energia, por isso os aceleradores lineares possuem um sistema que deve manter as unidades monitoras informadas no monitor por um período de 20 minutos ou possuir um contador mecânico analógico com o objetivo de ter essa informação estritamente necessária. Então é realizado um teste para demonstrar que se esse sistema está apto no momento que precisar ser utilizado.

5.2.12 – Sistema de fixação do acessório

Verificar se cada acessório colocado permanece firme e imóvel, inclusive para diferentes orientações tanto da estativa como do colimador (figura 19).

Existem tratamentos com energia de elétrons que são utilizados acessórios como suporte de bandeja e aplicadores de elétrons. Esses acessórios são acoplados no cabeçote do aparelho e necessitam estar bem fixados e encaixados para que não aconteça nenhum acidente. Dispositivos luminosos na cor verde indicam o uso correto. Para isso é realizado um teste onde esses acessórios são montados no cabeçote verificando se estão devidamente encaixados para que não possa se desprender com o giro do gantry.

Figura 19. Aplicador de elétrons acoplado na bandeja do aparelho Trilogy.



Fonte: Serviço de radoterapia INCA, 2019.

5.2.13 – Sistemas do código ou conector do acessório

Verificar se a irradiação só é possível colocando o código ou o conector do acessório correspondente.

Um tratamento que usa as diversas energias disponibilizadas pelo acelerador quando há necessidade de algum acessório ou um código que o representa, e se está correspondente a aquela irradiação selecionada.

5.2.14 – Sistemas de posição de colimadores

Verificar se a posição dos colimadores de raios-X é aquela correspondente para cada cone de elétrons e para cada energia.

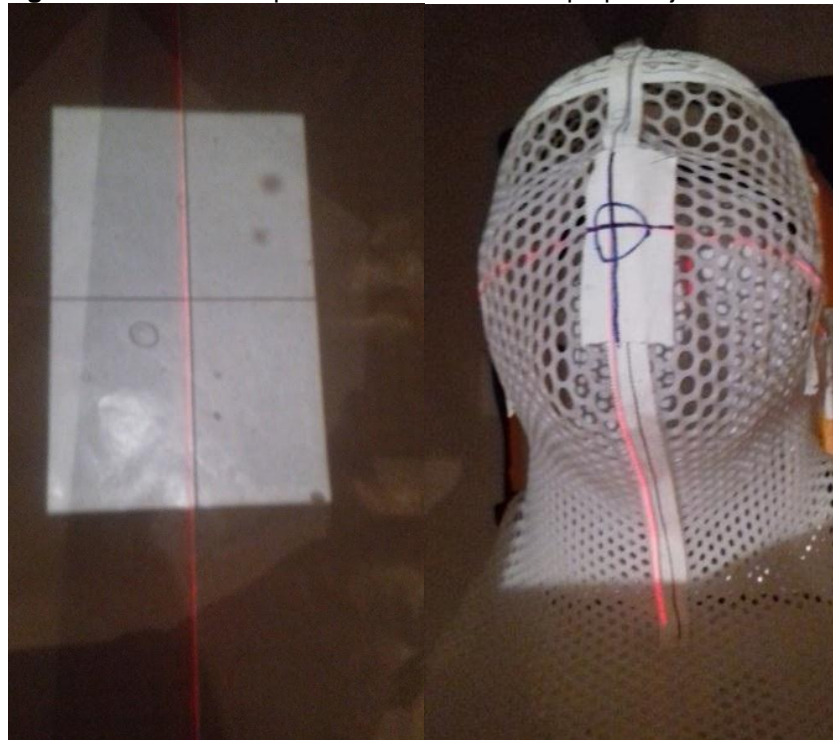
A posição dos colimadores posicionados no cabeço do aparelho necessitam estar em concordância com os cones ou acessórios utilizados nos feixes de elétrons selecionados naquele campo de tratamento. Sendo necessário testes simulando a posição desses colimadores junto aos acessórios.

5.2.15 – Sistemas de irradiação de tamanho de campo

Verificar se não é possível irradiar com um campo maior que o campo máximo permitido para cada filtro (figura 20).

Todo tratamento é planejado pela física com um campo de tratamento restrito para aquele paciente e as suas respectivas aberturas de tamanho de campo, sendo guiado pela luz de campo. Com isso essa luz representa o tamanho de campo que será utilizado para os tratamentos. Os testes que verificam essa luz de campo demonstra a certeza de que não poderá ser maior do que o máximo permitido para cada filtro, impossibilitando a irradiação em áreas não planejada.

Figura 20. Luz de campo de acordo com o campo planejado



Fonte: Serviço de radioterapia INCA, 2019.

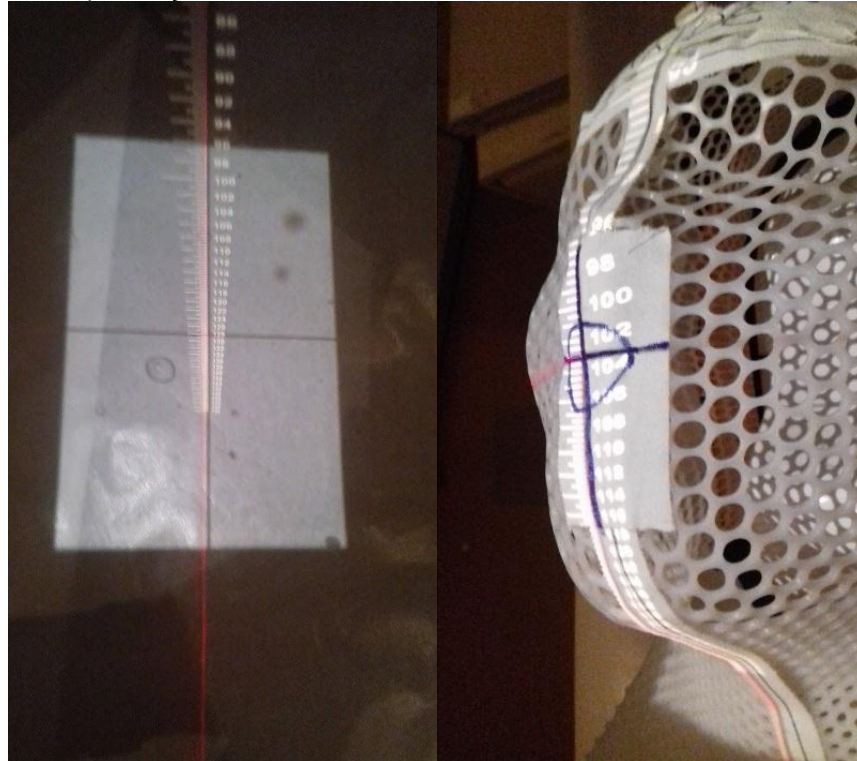
5.2.16 – Sistemas de visualização de telêmetro

Verificar se, naqueles casos em que é necessário deslocar parte dos cones para que o telêmetro seja visível, não é possível a irradiação, sem que o cone retorne à sua posição correta (figura 21).

No momento em que está se usando o telêmetro para verificação do SSD ou SAD de um campo de tratamento, o acessório na maioria das vezes acaba impedindo essa conferência da distância, tendo que deslocá-lo ou em alguma direção

para que permita a visualização do telêmetro. Por sua vez esse acessório deslocado e não fixado de maneira correta, impede a liberação do feixe de irradiação. Então faz-se teste de deslocamento com objetivo de conferir a distância do telêmetro para termos a certeza da não liberação do feixe.

Figura 21. Telêmetro informando a distância SSD sem a presença do acessório



Fonte: Serviço de radioterapia INCA, 2019.

5.2.17 – Sistema de independência das câmaras monitoras e temporizador

Verificar a independência das câmaras monitoras e do temporizador (figura 22).

Após ser selecionado um campo de tratamento de um determinado paciente, e ter liberado o feixe de irradiação, no monitor do acelerador mostra e deve ser observado se há uma independência das câmaras monitoras, que informa as unidades monitoras com a relação tempo de tratamento. É realizado uma simulação de um determinado tratamento para conferir essa independência de câmaras monitoras e tempo. Teste realizado diariamente pela manhã, antes do início da jornada de trabalho, pelo técnico em radioterapia certificando seu pleno funcionamento.

Figura 22. Monitor do aparelho Trilogy, visualização unidades monitoras e tempo

CLINICOS		TRILOC			
MU 1		MU 2		TEMPO	
406		404		1.24 / 1.24	
406				2.49	
RU CPO	TRATAM. TIPO	ENERGIA	MU	ORIG UM	
OK	UMAT X	6 MU	406		

Fonte: Serviço de radioterapia INCA, 2019.

5.2.18 – Sistema de simulação dos alarme

Verificar os mecanismos de alarme: de maneira conjunta com o engenheiro de manutenção podem ser feitos alguns controles provocando situações de maneira a verificar o funcionamento do sistema de alarme.

Esta tarefa deve ser realizada durante uma parada programada do equipamento (figura 23). Todos as salas de tratamento ou setores que possuem esse tipo de prática, dispõem de um sistema de alarme por motivos emergenciais. São realizados por físicos e engenheiros responsáveis pela manutenção testes que colocam em prática a funcionalidade e objetividade desses alarmes.

Figura 23. Informativo e dispositivo em situações de situações de emergência



Fonte: Serviço de radioterapia INCA, 2019.

5.3 A importância dos manuais de controle de qualidade em radioterapia

Todos os aceleradores lineares devido a sua rotina pesada de atender a demanda de todos os pacientes, a complexidade dos procedimentos e a responsabilidade da entrega da dose correta nos tratamentos de radioterapia, exigem que os manuais elaborados por órgãos competentes e disponibilizados pelos os mesmos, estabeleçam um mínimo de tolerância e padronização nos equipamentos que fazem o uso de radiações ionizantes. A garantia da qualidade reduz os erros no planejamento dos tratamentos e a entrega da dose ao paciente melhorando os resultados e diminuindo os índices de complicações e recidivas. Não só minimiza a possibilidade de acidentes e erros que acontecem, mas também a viabilidade de que eles serão corrigidos antes, se vierem a surgir, diminuindo assim erros com consequências irreparáveis nos tratamento do paciente.

A garantia da qualidade dispõe de comparação de resultados entre centros distintos de radioterapia, tanto em nível nacional como internacional, com objetivo de assegurar uma administração do tratamento mais uniforme e exata. As características avançadas dos equipamentos modernos de radioterapia busca como requisito um elevado nível de exatidão e regularidade. As medidas tomadas para garantir a qualidade do tratamento em radioterapia é fornecer uma segurança para o paciente a fim de evitar uma possível exposição acidental. A segurança do paciente, contudo, é diretamente inserida como a garantia de qualidade dos tratamentos de radioterapia. (Brasil. Ministério da Saúde. Instituto Nacional de Câncer (TEC DOC 1151, 2000).

5.4 O papel do técnico em radioterapia quanto aos testes

O técnico especialista em radioterapia, é crucial para que a garantia da qualidade em radioterapia durante sua atuação profissional. As instituições designam aos técnicos a responsabilidade de executar alguns testes diários nos equipamentos, logo fazendo parte da participação dos vários procedimentos de garantia da qualidade em cada uma das suas etapas. É pertinente ao técnico conhecer o funcionamento e o uso destes equipamentos e acessórios (figura 25), assim como seus limites de segurança e tolerância, detectando os problemas de funcionamento e imediatamente informa ao supervisor responsável, relatando também tudo no livro de ocorrência presente no setor (TEC DOC 1151, 2000).

Figura 24. Técnico em radioterapia



Fonte: Curso de radiologia UNIGRANRIO, 2015.

Quanto aos procedimentos diários do programa de controle de qualidade nos aceleradores lineares e equipamentos, quanto as luzes de advertência e mecanismos de segurança realizado pelo técnico são eles:

- Teste de abertura da porta.
- Teste de energia para verificação dos dispositivos luminosos.
- Testes de energia de elétrons com os dispositivos.
- Testes de energia de fótons.
- Interrupção do feixe pelo botão Bean off.
- Verificação do sistema de áudio e vídeo.
- Verificação do sistema interlocutor.
- Funcionamento dos monitores.
- Movimentos da mesa.
- Alinhamento do gantry.
- Funcionamento das lâminas multilif (*MLC*).
- Verificação dos lasers.
- Verificação da luz de campo.
- Verificação do telêmetro.
- Controle de qualidade do feixe.

Após o técnico ter verificado e certificado que todos os itens relacionados estão dentro das conformidades exigidas, estabelecidas pelos protocolos elaborados em cada instituição de acordo com os manuais de controle de qualidade, então considera-se aparelhos e equipamentos aptos para o uso com segurança, nos tratamentos de neoplasias com radiações ionizantes.

6 CONCLUSÃO

A radioterapia desempenha papel fundamental e de protagonismo na cura de neoplasias, seja de forma radical ou paliativa, o tratamento terá que ser perfeitamente administrado e a entrega da dose corretamente aplicada, para que haja a garantia do tratamento eficaz e satisfatório a necessidade do paciente. Em observância aos protocolos de qualidade existentes e baseados nos documentos elaboradas pelos órgãos competentes, temos a responsabilidade e a obrigação de desenvolvermos um trabalho com qualidade, eficiência e segurança.

Independentemente da especialidade de cada profissional, respeitando a atuação de cada um em sua área (médicos, físicos, técnicos radioterapia, residentes e especializando), todos nós trazemos ao início diário de trabalho a importante missão de fazer o melhor por alguém que deposita todas as suas esperanças em nossas mãos pra que possa voltar pra casa e assim poder estar com seus familiares novamente.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bruno, M. P. Análise Quantitativa dos Resultados dos Testes de Controle de Qualidade em Radioterapia, 2011. 71f. Dissertação (Requisitos para obtenção do Grau de Mestre em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear – Aplicações) – IPEN, autarquia associada à Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

BRASIL. Ministério da Saúde. Vigilância Sanitária. Comunicação de risco nº 001/2012 GÓES/GGTPS/ANVISA - esclarecimentos e orientações para os usuários dos serviços de radioterapia, 2012. 4p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Vigilância, Sanitária. Portaria federal nº 453 Aprova o Regulamento Técnico que estabelece as diretrizes básicas de proteção radiológica em radiodiagnóstico médico e odontológico, dispõe sobre o uso dos raios-x diagnósticos em todo território nacional e dá outras providências, 1998. **Publicada no Diário Oficial da República federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, nº 103 – E, 02 de junho de 1998. p 68.

BRASIL. Ministério da Saúde. Vigilância, Sanitária. Resolução da diretoria colegiada - RDC nº 330, A Diretoria Colegiada da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, no uso das atribuições que lhe confere o art. 15, III e IV, aliado ao art. 7º, III e IV, da Lei nº 9.782, de 26 de janeiro de 1999, e ao art. 53, V, §§ 1º e 3º do Regimento Interno aprovado pela Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 255, de 10 de dezembro de 2018, resolve adotar a seguinte Resolução da Diretoria Colegiada, conforme deliberado em reunião realizada em 17 de dezembro de 2019, e eu, Diretor-Presidente, determino a sua publicação. **Publicada no Diário Oficial da República federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, nº 249, em 26 de dezembro de 2019. p 23.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. Comissão Nacional Energia Nuclear. Resolução CNEN nº 130 Dispõe sobre os requisitos necessários para a segurança e a proteção radiológica em Serviços de Radioterapia, 2012. **Publicada no Diário Oficial da República federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, nº 130, em 04 de junho de 2012. p 18.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. Comissão Nacional de Energia Nuclear, CNEN. Resolução CNEN 112/11, 01 de setembro de 2012; Resolução CNEN 166/14, 29 de abril de 2014; Alterada pela Resolução CNEN 215/17, 30 de junho de 2017. Licenciamento de Instalações Radiativas, 2017. **Publicada no Diário Oficial da República federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 30 de junho de 2017. p 14.

INSTITUTO ONCOGUIA (Brasil). Manual de radioterapia. Rio de Janeiro, 2014. Disponível: <http://www.oncoguia.org.br/conteudo/guia-detalhado/4682/698/>. Acesso em 07 de julho de 2019.

INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER (Brasil). **TEC DOC - 1151**: Aspectos Físicos da Garantia da Qualidade em Radioterapia. Rio de Janeiro: INCA, 2000. 158p.

INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER (Brasil). **1º Curso de Reciclagem para Técnicos em Radioterapia**. Rio de Janeiro: INCA, 2001. 109p.

INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER (Brasil). **Atualização para técnicos em radioterapia** - Rio de Janeiro: INCA, 2010. 100p.

LAURA FURNARI. Física Médica, Revista. Controle de qualidade em radioterapia, **Instituto de Radiologia inrad Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo**, São Paulo. p 77-90. 2009.

MAFALFA F BERDAKY, LINDA V. E. CALDAS. Bras, Radiol. Implantação de um programa de controle de qualidade de um acelerador linear de 6 mev de fótons*, **Centro Brasileiro de Radioterapia, Oncologia e Mastologia Cebrom, Goiânia, Goiás**, 34(5): p 281-284, 2001.

Peres, Leonardo. **Radioterapia**. Princípios físicos em radioterapia. - 1ª ed.- Rio de Janeiro: Rubio, 2018. 240p.

R. S. de Souza, A. M. C. de Araujo, C. C. B. Viegas. O que é o programa de qualidade em radioterapia do instituto nacional de câncer – INCA? - Programa de Qualidade em Radioterapia. Rio de Janeiro: INCA, 2005. Revista Brasileira de Física Médica 2009 - Volume 2, Número 1, p.28-29.