

O Físico Médico na Gestão do Fluxo de Radioterapia

DALLABILIA, Camila Marmitt¹
RU 2841910
STIER, Paulo Henrique²
RU 3433638

RESUMO

O fluxo do tratamento de radioterapia dentro do departamento de física médica de hospitais e clínicas é algo complexo e envolve equipe multidisciplinar, sendo assim requer atenção máxima de cada etapa do processo para evitar possíveis erros que possam chegar ao paciente e afetar seu tratamento e sua vida. Dentro deste contexto, o físico médico é o responsável em manter a organização do fluxo e criar barreiras para evitar que eventos e falhas aconteçam. Ele é o responsável em gerir uma equipe multidisciplinar que envolve recepção, técnicos de radioterapia, dosimetristas, médicos radioncologistas, enfermagem e pacientes. Embora cada profissional tenha suas funções muito bem especificadas, o físico médico é responsável pela execução da proteção radiológica do departamento como um todo, sendo assim necessita gerir o fluxo da maneira mais segura possível. Para tal, é importante mapear o fluxo de radioterapia, identificar de acordo com referências internacionais e nacionais barreiras de segurança dentro de um departamento de Física Médica. Após o mapeamento do fluxo realizado através da observação em campo dentro de um departamento de Radioterapia, podemos acompanhar a implementação de uma barreira automatizada de fluxo dentro do Sistema de Planejamento - TPS da Instituição. A barreira contribuirá efetivamente no fluxo mais fluído e seguro para o departamento e principalmente beneficiando o paciente.

Palavras-chave: Fluxo de Radioterapia. Físico Médico. Radioproteção.

1. INTRODUÇÃO

O profissional que trabalha no ramo da Física Médica desempenha um papel muito importante para a sociedade, podemos afirmar que:

A Física Médica é o ramo da Física que compreende a aplicação dos conceitos, leis, modelos, agentes e métodos da Física para a prevenção, diagnóstico e tratamento de doenças, desempenhando uma importante função na assistência médica, na pesquisa biomédica e na otimização da proteção radiológica. (ABFM, 2021)

A atuação do profissional na área da medicina ultrapassa os requisitos de conhecimento em cálculos e conceitos físicos, exige conhecimento em gestão de qualidade, relacionamento interpessoal, comunicação e principalmente conhecimento aprofundado em radioproteção. As normas aplicadas no país, hoje regidas e

fiscalizadas pela Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN descrevem algumas das principais funções do físico médico especialista e também exige a presença de um supervisor de radioproteção credenciado à CNEN para cada instalação que contenha equipamentos de radiação ionizante.

Desde a descoberta da radiação e a utilização da mesma para fins de tratamentos medicinais, têm-se feitas inúmeras evoluções no quesito de proteção radiológica, estas muitas vezes baseadas em erros e falhas documentados ao longo dos anos.

O fluxo de um tratamento de radioterapia, é considerado um fluxo muito complexo, pois envolve uma equipe multidisciplinar e várias etapas até o final do tratamento. Baseado em documentos da Agência Internacional de Energia Atômica – IAEA que relatam erros durante procedimentos de tratamento de radioterapia, em sua grande maioria os relatos são de erros e falhas humanas durante o processo de planejamento e entrega de dose em radioterapia.

A cultura de registro de acidentes e erros ainda precisa ser difundida com maior ênfase, principalmente no Brasil onde vemos poucos registros. De acordo com a International Commission on Radiological Protection (ICRP) a exposição de acidentes é definida como “qualquer discrepância substancial entre a prescrição e entrega”, levando em consideração que na radioterapia trabalhamos com entrega de altas doses de radiação.

Entre 10 e 20 de dezembro de 1990, na Espanha, houve um registro de que 27 pacientes receberam uma sobredose de radiação devido a um defeito no acelerador linear. Os pacientes foram irradiados com a maior energia disponível de elétrons no acelerador, 36 MeV, sendo que a energia selecionada deveria ter sido mais baixa. A dose recebida por estes pacientes foi de até 7x maior do que a pretendida.

Em setembro de 1996, Costa Rica, houve sobredose em 109 pacientes irradiados devido a um erro na troca de fonte de uma unidade de cobaltoterapia. O erro levou quase um mês para ser detectado, apenas em outubro do mesmo ano, quando os pacientes apresentaram sintomas graves de sobre exposição. A falha foi detectada devido a calibração do tempo de tratamento ter sido considerada 0,3 minutos e não 30 minutos o que acarretou em uma sobre exposição de fator = 1,72.

Há relatos de que 3125 pacientes foram afetados entre os períodos de 1976 e 2007, com sérios danos a saúde e até mesmo óbito devido a sobredose de radiação.

Entre 1992 e 2007, foram relatados mais de 4500 incidentes envolvendo radiação ionizante em radioterapia, sendo 420 (9%) na etapa de planejamento, 1732 (38% na etapa de transferência de informações e 844 (18%) na fase de tratamento, os demais incidentes ocorreram nos diversos estágios de planejamento e tratamento (OMS, 2008).

Temos disponíveis hoje na literatura e em recomendação nacionais e internacionais, diversos modelos de criação de barreiras para evitar possíveis eventos e acidentes em radioterapia e principalmente a criação de um programa de Garantia de Qualidade efetivo. A cultura de segurança começa desde o treinamento de uma equipe especializada até o controle de qualidade dos equipamentos em radioterapia.

Para aplicar com maior eficiência um programa de barreira de erros e acidentes em radioterapia, o físico médico precisa entender perfeitamente o fluxo de tratamento no qual ele participa, descrever o fluxo detalhadamente e as funções de cada profissional, podem auxiliar na criação de ferramentas importantes dentro do plano de radioproteção.

A metodologia consiste em observar o fluxo já existente em um departamento de radioterapia, descrever as etapas e funções desempenhadas pelos profissionais responsáveis e sugerir uma ferramenta de barreira de incidentes e erros.

Sabemos que a padronização é fortemente recomendada por documentos nacionais e internacionais de tratamentos em radioterapia, como TG-263 e o TG-100 da American Association of Physicists in Medicine – AAPM, portanto, padronizar o fluxo e as funções de cada profissional leva a otimização do trabalho e fluidez das atividades.

2.GERENCIAMENTO DE RISCOS EM RADIOTERAPIA

Quando falamos em gerenciamento de risco em radioterapia, falamos em saber como identificar um risco, avaliar, analisar, entender e saber como agir sobre as questões que envolvem o risco. Compreende todos os aspectos da organização do trabalho visando melhorar a segurança, incluindo ferramentas específicas de avaliação desses riscos.

Os acidentes e erros seguem uma sequência lógica de acontecimentos, e a figura 1 descreve muito bem o que acontece quando temos uma ameaça iminente e

as barreiras não são efetivas para conter um possível dano ou erro (REASON, 2000).

Modelo do queijo suíço

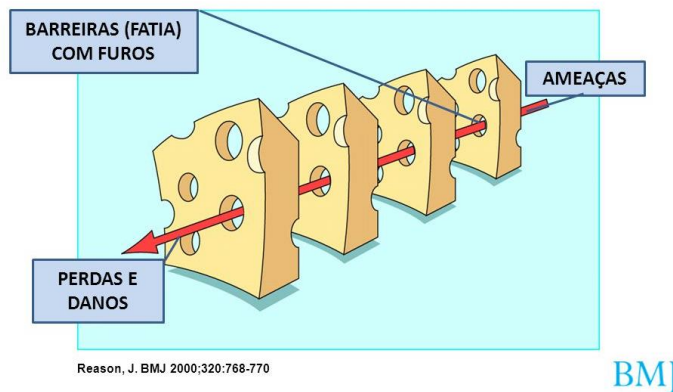


Figura1: Modelo “Queijo Suíço”. Adaptado: REASON,2000.

Neste caso podemos observar a importância do mapeamento dos processos para a criação de barreiras efetivas de proteção contra erros e incidentes.

Um dos modelos utilizados para avaliação de riscos e incidentes, é a matriz de risco. A matriz de risco é prática, fácil de utilizar e pode ser adaptada de diversas formas como no excel ou tabela. A matriz de risco consiste numa classificação básica de priorização das tabelas, conforme figura 2.

Probabilidade / Impacto	Sem Impacto	Leve	Médio	Grave	Gravíssimo
Quase certo	Risco Elevado	Risco Elevado	Risco Extremo	Risco Extremo	Risco Extremo
Alta	Risco Moderado	Risco Elevado	Risco Elevado	Risco Extremo	Risco Extremo
Média	Risco Baixo	Risco Moderado	Risco Elevado	Risco Extremo	Risco Extremo
Baixa	Risco Baixo	Risco Baixo	Risco Moderado	Risco Elevado	Risco Extremo
Raro	Risco Baixo	Risco Baixo	Risco Moderado	Risco Elevado	Risco Elevado

Figura 2: Modelo de Matriz de Risco

Outra ferramenta criada especificamente para a radioterapia com objetivo de incentivar a cultura de segurança nas instalações de Radioterapia é o Sistema de Avaliação de Risco em Radioterapia (SEVRRRA – Sistema de Evaluación del Riesgo en Radioterapia).

... foi desenvolvido no âmbito do FORO Ibero-americano de Organismos

Reguladores Radiológicos e Nucleares (<http://foroiberam.org>), entidade da qual o Brasil é membro e está representado pela Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN). O objetivo do SEVRRRA é fomentar a autoavaliação do risco pelas instalações de radioterapia e subsidiar as ações para prevenção de exposições acidentais nesta atividade (CNEN, 2021).

O SEVRRRA é baseado no modelo de matriz de risco e se aplica a Aceleradores Lineares, Cobaltoterapia e Braquiterapia. É gerenciado através de um login dentro da plataforma da CNEN e deve ser alimentado regularmente com os dados propostos.

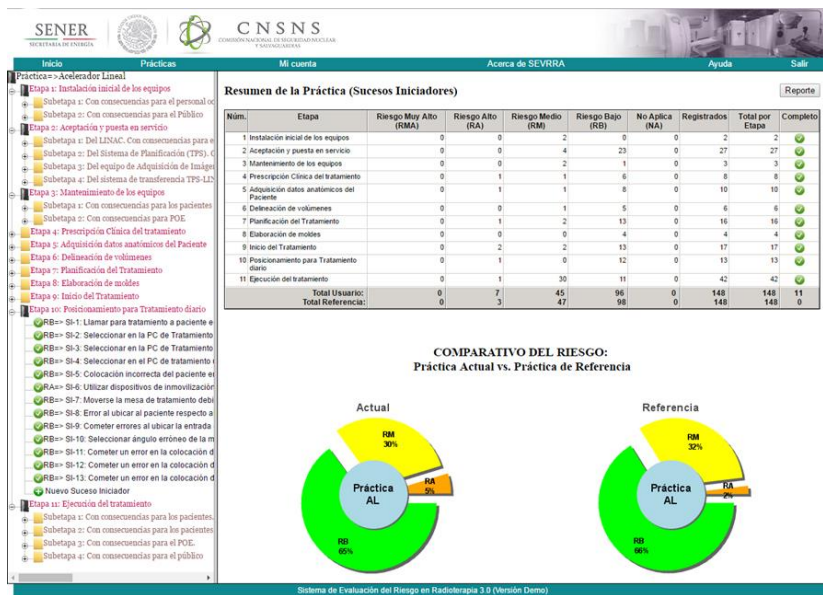


Figura 3: Visualização da Plataforma SEVRRRA. Fonte: Internet

3.MAPEAMENTO DO FLUXO DO DEPARTAMENTO DE RADIOTERAPIA

O fluxo de um departamento de radioterapia é considerado um fluxo complexo, pois envolve uma equipe multidisciplinar de atendimento ao paciente, desde a primeira consulta até a finalização do tratamento.

Na literatura podemos encontrar algumas descrições do fluxo de radioterapia, que mapeiam o processo e definem algumas das mais importantes etapas como podemos observar na figura 4.

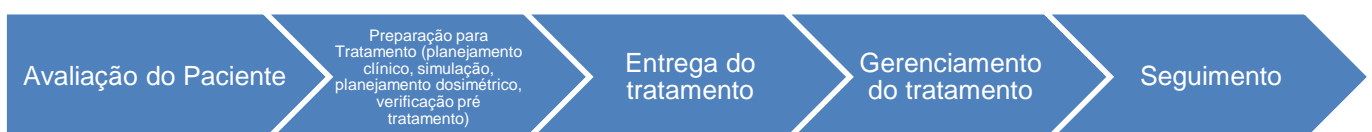


Figura 4: Fluxo de Radioterapia. Adaptado: Safety is no Accident. ASTRO, 2000

Após a observação em campo de um departamento de radioterapia, podemos destacar mais alguns pontos do fluxo que são de extrema importância e também a descrição prática de algumas funções dos profissionais envolvidos no fluxo de tratamento radioterápico do paciente.

A observação em campo foi realizada no Hospital Erasto Gaertner, Curitiba – PR, no departamento de radioterapia. Foram coletados dados de observação do fluxo executado por diversos profissionais e feita a implementação em conjunto com os físicos do departamento de uma ferramenta de automatização de fluxograma dentro do Sistema de planejamento utilizado na Instituição, ARIA – Varian.

O Departamento de radioterapia do Hospital Erasto Gaertner possui 5 Aceleradores Lineares, 1 Simulador, 1 Tomografia Computadorizada dedicada ao departamento e um sistema de Braquiterapia. Todos os equipamentos são da fabricante Varian e o sistema de planejamento utilizado é o ARIA / Eclipse versão 13.6.

Após observação em campo do fluxo de tratamento realizado pelo paciente, foi possível mapear as funções e o processo no qual ele percorre até a finalização do tratamento de radioterapia.

Recepção: O paciente é admitido no departamento de radioterapia após indicação do médico oncologista, quando o mesmo sugere o tratamento e avaliação pelo médico radioncologista para verificar a necessidade ou não da intervenção da radioterapia. A recepção faz o cadastro do paciente no setor e em seguida agenda uma consulta com o radioncologista. A recepção tem um papel muito importante em acolher o paciente e direcioná-lo ao profissional correto em todas as etapas do tratamento do paciente, interage com o paciente diversas vezes durante seu percurso na radioterapia.

Médico Radioncologista: Profissional formado em medicina especialista em Radioterapia, faz a avaliação do paciente e a prescrição do tratamento, assim como acompanhamento da evolução do tratamento durante as sessões de radioterapia. Caso necessário e a depender da região anatômica de tratamento, pode solicitar a intervenção do nutricionista, psicólogo, fisioterapeuta ou dentista para acompanhamento do paciente antes ou durante as sessões de radioterapia. O radioncologista é responsável em delinear dentro do sistema de planejamento o local exato do tratamento do paciente, prescrever a dose de radiação que será entregue no alvo e aprovar o planejamento realizado pelo físico médico, considerando a dose no alvo e nos órgãos adjacentes ao tumor, visando sempre baixa toxicidade e entrega de

dose correta no alvo. Ele faz o acompanhamento do paciente através de consultas de revisão semanais, para avaliar a evolução do tratamento.

Enfermagem: O profissional da enfermagem atua em diversas etapas do fluxo auxiliando principalmente nas orientações ao paciente quanto possíveis efeitos colaterais do tratamento, orientação quanto ao preparo fisiológico para o exame de tomografia, manejo de pacientes que necessitam de anestesia junto ao tratamento entre outras funções.

Dosimetrista: Profissional habilitado na função, em grande maioria Tecnólogos em radiologia ou Biomédicos com formação específica como dosimetrista na radioterapia. É responsável em executar a etapa de simulação do tratamento de radioterapia, manipulação de imagens e delineamento de órgãos de risco, podendo auxiliar quando necessário no planejamento de radioterapia, cálculo dosimétrico e montagem das fichas de tratamento. Na etapa de simulação é realizado um exame de tomografia computadorizada, considerando aqui o tratamento com técnica conformacional tridimensional ou de intensidade modulada, onde o paciente é tomografado com os acessórios de imobilização em que ele irá realizar o tratamento. Importante ressaltar que o profissional precisa posicionar o paciente de modo que ele fique imóvel durante todo o tempo de tratamento, que em média demora 12 minutos, e com maior conforto possível, prezando pela reprodutibilidade diária do posicionamento. Após a etapa de simulação, o dosimetrista também é responsável pela manipulação das imagens tomográficas e diagnósticas, caso o médico solicite fusão com alguma imagem diagnóstica prévia, como Ressonância magnética e PET CT. O dosimetrista então realizará o delineamento dos órgãos de risco próximos a região de tratamento, no qual o objetivo é reduzir ao máximo a dose de incidência. O delineamento é realizado dentro do software específico de planejamento de radioterapia.

Físico médico: O físico médico é o profissional com formação em Física ou Física Médica e especialização em Física médica, adquirida através dos programas de residência multiprofissional pelo período de 2 anos. O físico médico atua dentro do departamento de radioterapia em varias etapas. Ele é o responsável pelos planejamentos radioterápicos, mesmo sendo executado por um dosimetrista, por exemplo, o físico médico deve conferir e liberar este planejamento para o médico radioncologista. O planejamento radioterápico consiste em estabelecer o melhor arranjo de campos possível, fazendo a entrega da dose prescrita no alvo, reduzindo a

dose nos órgãos adjacentes, indicando através do cálculo de unidades monitoras, como será feita a entrega da dose pelo acelerador linear. Além do planejamento e cálculo de unidades monitoras o físico médico também atua com responsabilidades burocráticas do departamento, sendo responsável pela documentação exigida pelos órgãos responsáveis como CNEN e ANVISA, manter o controle de qualidade de todos os equipamentos em dia, assegurando a eficiência do fluxo de tratamento bem como cumprir o plano de radioproteção para toda equipe envolvida.

Técnico em Radioterapia: profissional das técnicas radiológicas, responsável em executar o plano de tratamento aprovado pelo físico médico e radioncologista. Através de uma ficha técnica onde confere todos os parâmetros de execução do tratamento e também posicionamento do paciente na máquina de tratamento, o técnico em radioterapia executa o tratamento do paciente diariamente de acordo com seu planejamento e prescrição.

Na figura 5 podemos observar o fluxo de planejamento do tratamento de radioterapia do paciente antes mesmo dele iniciar efetivamente as sessões:

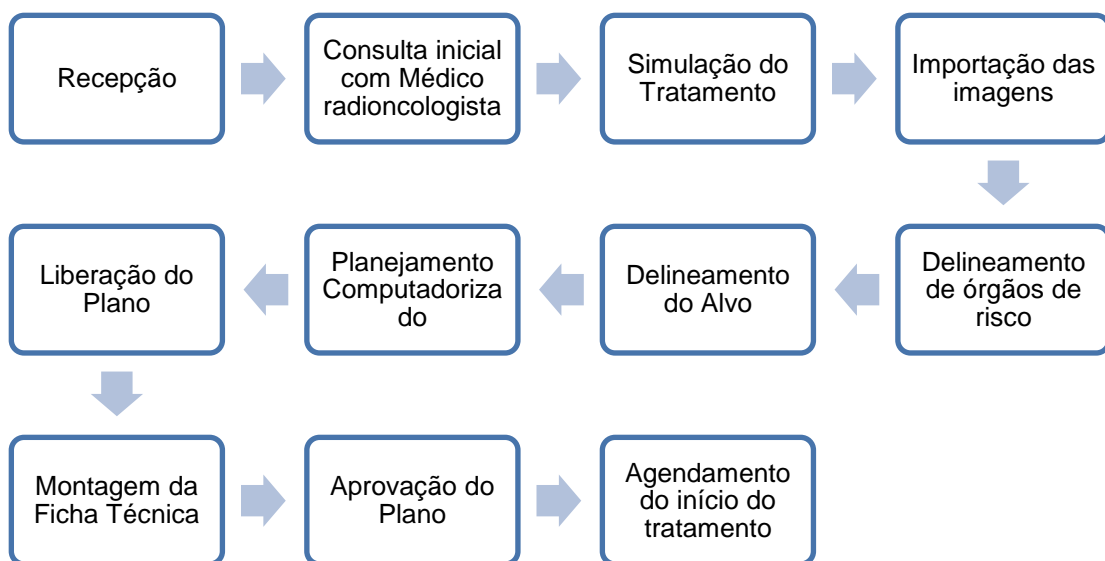


Figura 5: Fluxograma da Etapa de Planejamento do Tratamento de Radioterapia

Após o mapeamento do fluxo e descrição das tarefas e atividades de cada profissional, foi possível implementar uma ferramenta de barreira de riscos dentro do próprio Sistema de planejamento já utilizado na instituição. A implementação foi realizada em conjunto com a equipe de físicos médicos do departamento e envolveu profissionais dosimetristas, médicos radioncologistas e físicos médicos.

Foi realizado o mapeamento da etapa de planejamento computadorizado, criando tarefas dependentes dentro do Sistema de Planejamento, onde somente

após o profissional completar a tarefa e assinar o check list, o fluxo segue para a próxima etapa. A tarefa é completa assinando com login próprio do usuário e com prazos pré definidos para que também possamos priorizar casos e tarefas mais urgentes.

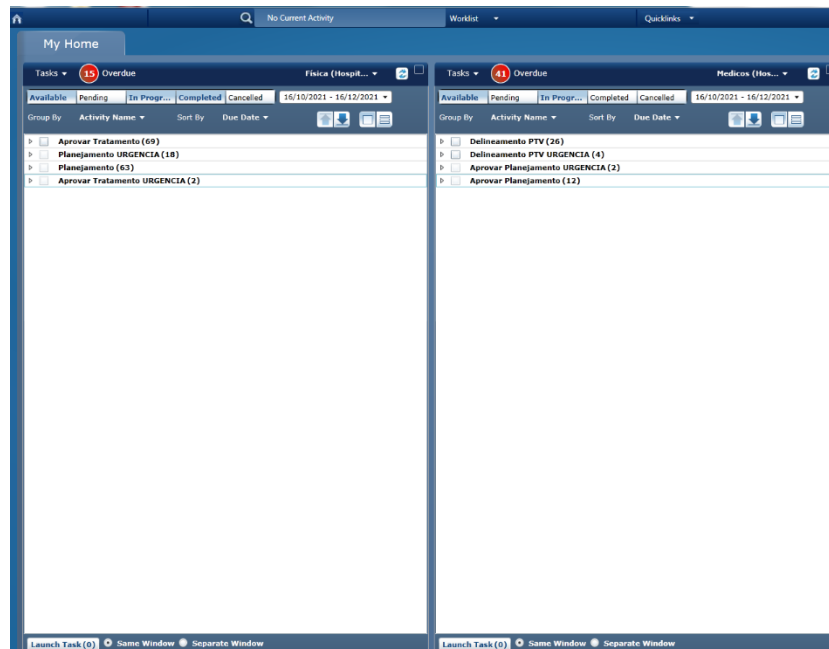


Figura 6: Tela inicial do Sistema de Planejamento utilizado no departamento de Radioterapia do Hospital Erasto Gartner. Após implementação do Fluxo de trabalho, as tarefas são listadas na tela inicial, quantidade de casos pendentes e agenda personalizável por usuário ou grupo.

O fluxo inserido dentro do TPS contemplou toda a parte de planejamento computadorizado do tratamento de radioterapia do paciente. Portanto, após a coleta das imagens realizadas na Tomografia, o fluxo é inserido no TPS e todas as etapas até início do tratamento são realizadas dentro do sistema.

Importar Tomografia: Etapa de transferência das imagens DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) para dentro do Sistema de Planejamento.

Responsável: Dosimetristas

Delineamento de OAR: Etapa de delineamento dos órgãos de riscos próximos ao local de tratamento.

Responsável: Dosimetristas

Delineamento PTV: Delineamento do volume alvo do tratamento.

Responsável: Médico Radioncologista

Planejamento: Etapa de inserção do arranjo de campos, tamanho do colimador, tamanho de campo, utilização de filtros compensadores ou não, todas as configurações geométricas para execução do plano, escolha do isocentro de tratamento, energia e cálculo de unidades monitoras feitas pelo sistema de

planejamento.

Responsável: Físico Médico

Aprovação do Plano: Etapa em que o médico radioncologista avalia o plano e a distribuição de dose calculada pelo físico médico, visando dose de prescrição no volume alvo e máxima proteção dos órgãos adjacentes.

Montar Ficha: Montagem da ficha técnica, após aprovação do plano são impressos todos os dados necessários para conferência da execução do tratamento no Acelerador Linear, são impressos tamanho de campo, colimador, ângulo de gantry, unidades monitoras entre outros dados necessários para execução segura no AL. Nessa etapa também é realizada uma verificação independente das unidades monitoras entregues no tratamento, ou seja, um cálculo que não tenha sido realizado pelo mesmo sistema.

Responsável: Físicos Médicos

Aprovar tratamento: Após realização da verificação paralela das unidades monitoras e impressão dos documentos do plano, é feita uma segunda checagem da ficha de tratamento, para garantir que nenhum parâmetro foi impresso de forma equivocada e também não tenha esquecido nenhum documento. Somente então o tratamento é aprovado e vai para o agendamento do início do tratamento onde o paciente é convocado.

Responsável: Físicos Médicos

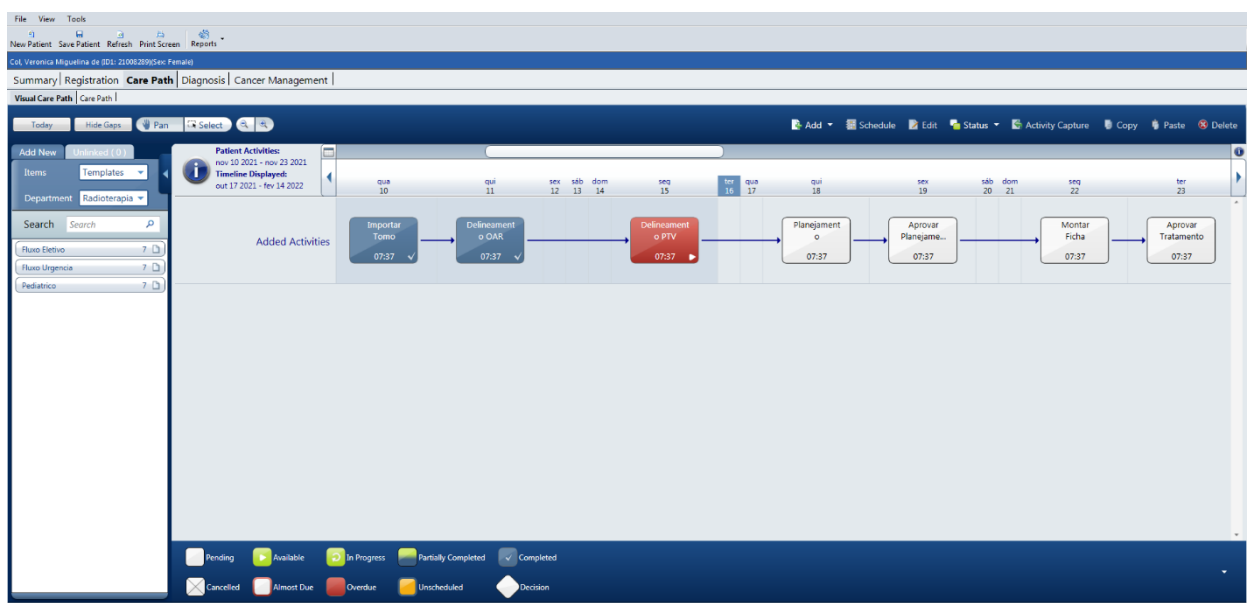


Figura 7: Visualização do fluxo inserido nom prontuário do paciente, cada etapa em azul são as que já foram completadas, em vermelho que está disponível e atrasada e em branco a ser realizada no futuro. Cada etapa somente pode ser iniciada após a tarefa anterior estar completa, pois são dependentes.

Em cada etapa do Fluxo, também foi possível inserir um check list para lembrar funções importantes antes de liberar a tarefa para a próxima etapa.

Etapa	Check List
Importar Tomografia	--
Delineamento OAR	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Zerar imagem ✓ Associar Médico ✓ Renomear TC ✓ Conferir Fusão ✓ Retirar Bib do corpo
Delineamento PTV	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Renomear PTV
Planejamento	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Nomes dos Campos ✓ Verificar origem da imagem ✓ Verificar Artefatos de imagem
Aprovar Planejamento	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Aprovar plano
Montar Ficha	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Imprimir DVH (Histograma Dose Volume) ✓ Imprimir DRR e deslocamento ✓ Exportar DICOM ✓ Anotar portal ✓ Cálculo de MU ✓ Inserir foto do paciente ✓ Agendar frações no ARIA
Aprovar Tratamento	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Conferência da Ficha

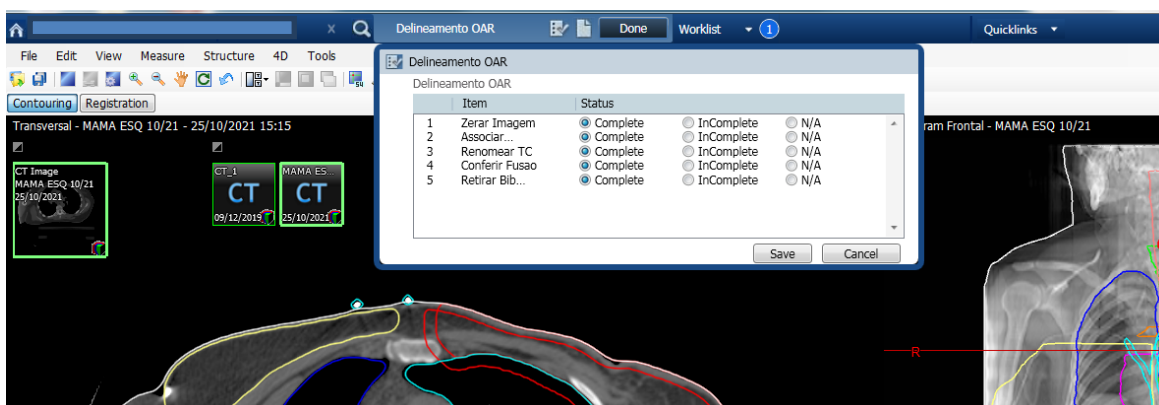


Figura 8: Visualização do check list dentro do Sistema de planejamento.

Antes da implementação desta ferramenta automatizada, o fluxo era controlado através de uma planilha de excel, onde vários usuários poderiam fazer modificações, além de automatizar o processo, a barreira de fluxo ficou mais robusta e cada usuário com seu acesso restrito.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mapear os processos e funções de cada profissional nos traz uma maior clareza na hora de investigar possíveis erros e falhas durante o processo e assim é possível sugerir ações que visam melhoria do fluxo e maior segurança no trabalho.

Treinamento da Equipe: Uma equipe que recebe educação continuada, sempre será mais segura nas funções que desenvolve no cotidiano, o treinamento constante é fundamental para sucesso do tratamento, tendo em vista que o paciente é único.

Check Lists: A criação de check lists em várias etapas do fluxo auxilia e serve como barreira fundamental durante o processo, evita o esquecimento e falhas na etapa.

Simplificação e Padronização: Uma linguagem simplificada e padronizada deve ser utilizada em um departamento onde trabalham profissionais de diversas áreas de conhecimento, a equipe precisa saber se comunicar de forma simples e efetiva evitando erros e falhas de transmissão de dados.

Automação e informatização: Facilita e agiliza o fluxo como um todo. Os erros registrados ao longo do tempo nos provam que a maioria é advinda de erros humanos, quanto mais automatizado o processo, menos chance de falhas humanas e de comunicação interpessoal teremos. Não esquecendo do fato de que precisamos ter um controle de qualidade de toda automatização também.

Restrições de tarefas e intertravamento: Toda vez que colocamos barreiras de intertravamento, criamos uma barreira robusta contra ações indesejadas ou esquecidas, as restrições são importantes para que profissionais despreparados ou não habilitados possam cometer algum erro durante o fluxo.

O fluxo automatizado implementado ainda passa por curva de aprendizado e já está sendo colocado em prática, foi realizado o treinamento da equipe envolvida no processo e pode ser implementado para mais tarefas no futuro caso necessário.

REFERÊNCIAS

1. PROFILE, Radiotherapy Risk. Technical Manual. Geneva: World Health Organization, 2008.
2. COSSET, Jean Marc. ESTRO Breur Gold Medal Award Lecture 2001: Irradiation accidents—lessons for oncology?. *Radiotherapy and oncology*, v. 63, n. 1, p. 1-10, 2002.
3. NORMA, C. N. E. N. NN 3.01, Resolução 164/14, Março/2014. Diretrizes básicas de proteção radiológica. Norma, v. 3.
4. NORMAS, Posições Regulatórias; REGULATÓRIOS, Guias. Comissão Nacional de Energia Nuclear. Boletim de Serviço Eletrônico em, v. 30, p. 07, 2021.
5. HUQ, M. Saiful et al. The report of Task Group 100 of the AAPM: Application of risk analysis methods to radiation therapy quality management. *Medical physics*, v. 43, n. 7, p. 4209-4262, 2016.
6. FORD, Eric et al. Strategies for effective physics plan and chart review in radiation therapy: report of AAPM Task Group 275. *Medical physics*, v. 47, n. 6, p. e236-e272, 2020.
7. DA CNEN, NORMAS. ANEXO A.
8. NORMAS, Posições Regulatórias; REGULATÓRIOS, Guias. Comissão Nacional de Energia Nuclear. Boletim de Serviço Eletrônico em, v. 30, p. 07, 2021.
9. HENDGES, Maria Beatriz. Revisão integrativa sobre acidentes e incidentes envolvendo pacientes na radioterapia. 2019.
10. SOUZA, Cleber Nogueira de; MONTI, Carlos Roberto; SIBATA, Cláudio Hissao. Recomendações para se evitar grandes erros de dose em tratamentos radioterapêuticos. *Radiologia Brasileira*, v. 34, p. 29-37, 2001.
11. RADICCHI, Lucas Augusto. Sistema de aprendizagem com incidentes: desenvolvimento e implementação em um serviço de radioterapia. 2017.
12. REASON, James. Human error: models and management. *Bmj*, v. 320, n. 7237, p. 768-770, 2000.
13. ASTRO. Safety is no accident - a framework for quality radiation oncology and

care American Society for Radiation Oncology, 2012.