



**Ministério da Saúde**  
**Instituto Nacional de Câncer**  
**José Alencar Gomes da Silva (INCA)**



**Escola Politécnica em Saúde Joaquim Venâncio (EPSJV/FIOCRUZ)**  
**Área de Ensino Técnico/Coordenação de Ensino**  
**Curso de Educação Profissional Técnica de Nível Médio**  
**Especialização em Radioterapia**

**SEBASTIÃO JOSÉ DE SANTANA**

**Cuidados Técnicos no uso da Tomografia por Emissão de**  
**Pósitrons (PET-CT) aliada à Tomografia Computadorizada 4D para o**  
**Planejamento de Radioterapia Estereotáxica (SBRT)**

**Rio de Janeiro**

**2019**

**SEBASTIÃO JOSÉ DE SANTANA**

**Cuidados Técnicos no uso da Tomografia por Emissão de  
Pósitrons (PET-CT) aliada à Tomografia Computadorizada 4D para o  
Planejamento de Radioterapia Estereotáxica (SBRT)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Nacional de Câncer José de Alencar Gomes da Silva e a Escola Politécnica em Saúde Joaquim Venâncio como requisito parcial para conclusão do Curso de Educação Profissional Técnica de Nível Médio Especialização em Radioterapia.

Orientador: Ariana Teixeira Reis Braga

Co-orientadore: Alexandre da Fonseca Colão

**Rio de Janeiro**

**2019**

**SEBASTIÃO JOSÉ DE SANTANA**

**Cuidados Técnicos no uso da Tomografia por Emissão de  
Pósitrons (PET-CT) aliada à Tomografia Computadorizada 4D para o  
Planejamento de Radioterapia Estereotáxica (SBRT)**

Avaliado e Aprovado por:

Ariana Teixeira Reis Braga

Ass \_\_\_\_\_

Alexandre Moreno

Ass \_\_\_\_\_

Maria de Lourdes Feitosa Lima

Ass \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

**Rio de Janeiro**

**2019**

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	4
2 OBJETIVO.....	7
3 JUSTIFICATIVA .....	8
4 MATERIAL E MÉTODOS .....	9
5 DESENVOLVIMENTO.....	10
5.1 Rotina operacional para realização do exame de PET-CT.....	10
5.2 Tomografia por Emissão de Pósitrons .....	12
5.2 A Tomografia Computadorizada comparada à TC/4D.....	14
5.3 Protocolo para realização de Tomografia em 4D.....	14
5.4 O papel do técnico em radioterapia.....	16
6 DISCUSSÃO .....	17
CONCLUSÃO.....	18
REFERÊNCIAS.....	19

## RESUMO

A Tomografia Computadorizada em 4D (TC4D) juntamente com a Tomografia por Emissão de Póstrons (PET-CT) têm sido uma escolha eficiente para o Planejamento de Radiocirurgia Estereotáxica Corporal (SBRT) nos casos de tumores localizados principalmente no pulmão, vértebra, próstata e fígado. A TC4D é feita com a aquisição de imagens em diversas fases do ciclo respiratório, isso proporciona uma margem de movimentação do volume-alvo interno (ITV), e garante o conhecimento do mesmo na realização do exame. A Tomografia por Emissão de Póstrons (PET) tem como finalidade medir a fisiologia, ou seja, a função de órgãos e tecidos, através da captação do radiomarcador nos tecidos ativos. Com a fusão das imagens de PET e a TCD4, juntamente com novas técnicas, como a Radioterapia Guiada por Imagem (IGRT) já disponíveis em aparelhos modernos para a realização de exames complexos como o SBRT, garantem precisão e tranquilidade e segurança para o paciente e para toda a equipe médico-técnica.

Palavras-chave: Radioterapia. PET-CT. TC4D. SBRT.

## 1 INTRODUÇÃO

INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER JOSÉ DE ALENCAR GOMES DA SILVA (INCA) cita o câncer como sendo um conjunto de mais de 100 doenças que têm em comum o crescimento desordenado de células que invadem os tecidos e órgãos, podendo espalhar-se para outras regiões do corpo (INCA, 2017).

(...) A estimativa mundial mostra que, em 2012, ocorreram 14,1 milhões\* de casos novos de câncer e 8,2 milhões de óbitos. Houve um discreto predomínio do sexo masculino tanto na incidência (53%) quanto na mortalidade (57%). A mortalidade representa quase 80% dos óbitos de câncer no mundo” (INCA, 2017, p-25).

O câncer de pulmão (1,8 milhão), mama (1,7 milhão), intestino (1,4 milhão) e próstata (1,1 milhão) foram os tipos de câncer mais incidentes no mundo. Nos homens, os mais frequentes foram pulmão (16,7%), próstata (15,0%), intestino (10,0%), estômago (8,5%) e fígado (7,5%). Em mulheres, as maiores frequências foram encontradas na mama (25,2%), intestino (9,2%), pulmão (8,7%), colo do útero (7,9%) e estômago (4,8%) (INCA, 2017). O emprego de métodos de diagnóstico por imagem avançados, aplicados em oncologia, como a Tomografia por Emissão de Pósitrons (PET-CT) e a Tomografia Computadorizada em quarta dimensão (TC - 4D) em sítios como pulmão, fígado, adrenal e vértebras e permitem além de uma análise anatomo-fisiológica podem ser utilizadas para fins de planejamento empregados em radioterapia (INCA, 2017).

A radioterapia é uma especialidade médica que utiliza radiação ionizante no tratamento de neoplasias malignas e, em alguns casos, doenças benignas. O tratamento radioterápico tem por objetivo levar a morte das células neoplásicas com o intuito curativo, ou paliativo, amenizando sintomas como hemorragias, dores e efeitos compressivos, sendo necessária a realização de exames de diagnóstico por imagem, como a tomografia por emissão de pósitrons (PET) e tomografia

computadorizada em quarta dimensão (TC-4D) (SAUVAJOLI; SOUHAMI; FARIA, 2013).

A Tomografia por Emissão de Pósitron (PET) (fisiológica), aliada à imagem de Tomografia Computadorizada (TC) (anatômica), ou seja, o PET-CT é a fusão de duas imagens, e tem sido bastante indicada na área oncológica, sendo fundamental na definição do tratamento de determinados pacientes. A Tomografia por Emissão de Pósitrons é um exame de Medicina Nuclear, que vem crescendo e trazendo grandes avanços, no diagnóstico, tratamento e acompanhamento de diversos tumores, tendo papel fundamental para os casos de carcinoma de pulmão, linfomas, tumores de origem mal definida, neoplasias disseminadas, entre outras (SALUM, BÉNARD, TURCOTTE, 2009).

Na radioterapia, o PET ganhou papel durante o planejamento do tratamento. Esse exame permite a definição do Volume Metabólico de doença que deverá ser incluído nos volumes de tratamento radioterapia. Por ser um exame de alta especificidade e sensibilidade, permitem um tratamento mais acurado e com menores volumes, reduzindo, assim, toxicidades do tratamento. Para a realização do exame de PET, o composto radioativo mais utilizado é o fluordesoxiglicose ( $^{18}\text{F}$ -FDG), que é uma molécula de glicose, associada ao material radioativo conhecido como flúor 18. A meia-vida do ( $^{18}\text{F}$ -FDG) é de 110 minutos. O composto radioativo é injetado através da veia do paciente antes do exame (CASTRO Jr, 2010).

A Tomografia em 4D (TC 4D) é um exame realizado com o controle dos movimentos respiratórios do paciente, simultaneamente à aquisição dos cortes tomográficos, possibilitando reconstrução de imagens em diferentes fases do ciclo respiratório. Essa técnica foi desenvolvida para definição do volume de tratamento de lesões que apresentam movimento durante o tratamento. Com a Tomografia 4D é possível reduzir o volume total pois sabe-se exatamente o movimento que o nódulo executa durante a respiração basal. O resultado é um tratamento menos tóxico para o paciente por menor irradiação de órgãos de risco (LABORATÓRIO RICHENET, 2018).

O tratamento radioterápico é realizado por uma equipe multidisciplinar. E cada membro da equipe tem papel fundamental em cada etapa dos procedimentos. O

técnico em radioterapia é o profissional que executa o tratamento, orientado por físico médico, eles têm papel importante durante todo o tratamento radioterápico porque são eles que operam os equipamentos de radioterapia. É o técnico que posiciona diariamente o paciente e garante o sucesso do tratamento, usando suportes e técnicas corretas para planejamento adquirido. Semanalmente ele realiza imagens (check filme) para verificação e confirmação do posicionamento correto, que são analisadas por médico radio-oncologista. O técnico sempre que necessário pode consultar e tirar dúvidas com físicos ou médicos, e deve estar sempre atualizado com as novas tecnologias (INCA, 2010).



## **2 OBJETIVO**

Descrever os cuidados técnicos para a realização da TC 4D do PET-CT para o planejamento de tratamentos de radioterapia, com ênfase em radioterapia esterotóxica fracionada (SBRT).

### **3 JUSTIFICATIVA**

Devido ao desenvolvimento e disseminação de novas técnicas de planejamento e de tratamento de radioterapia, tem-se cada vez mais incorporado exames que permitem precisão na definição da área a ser irradiada além das definições de áreas sadias a serem poupadas. O PET-CT tem se mostrado exame promissor, sendo cada vez mais adotado para o paciente oncológico. O SBRT tem sido sendo bastante utilizado nos tratamentos de tumores de pulmão, fígado e metástases ósseas na coluna vertebral. Estas técnicas são muito seguras e efetivas e possibilitam a proteção de tecidos sadios para os tratamentos em radioterapia.

## **4 MATERIAL E MÉTODOS**

Descrição dos cuidados técnicos e os passos necessários para aquisição das imagens de planejamento do PET-CT e da TC 4D, permitindo a reprodutibilidade do tratamento e a disseminação do conhecimento.

Acompanhamento serviços de medicina nuclear e radioterapia em CACON (Centro de Assistência em Alta Complexidade em Oncologia) localizado no município do Rio de Janeiro.

## 5 DESENVOLVIMENTO

### 5.1 Rotina operacional para realização do exame de PET-CT

Quando o paciente chega ao setor de Medicina Nuclear (MN), ele passa primeiramente pela recepção, onde o exame foi marcado ou agendado previamente. Após a confirmação do exame e identificação do paciente, ele será avaliado por um médico de Medicina Nuclear e logo após é encaminhado para o setor de enfermagem que irá avaliar se o paciente está em jejum em pelo menos 6 horas; avalia também peso, altura, medição de glicose, pois a glicose não deve estar alta. Após esses procedimentos, o paciente troca de roupa e fica aguardando a preparação do fluordesoxiglicose ( $^{18}\text{F}$ -FDG), que é uma molécula de glicose, a qual se associa ao material radioativo conhecido como flúorn18.

$^{18}\text{F}$ -FDG chega com uma senha e descreve o que foi feito no controle de qualidade, sendo confirmado sua liberação ou não. Se o composto radiativo estiver liberado, a equipe de enfermagem acomoda os pacientes em saletas (boxes) (**Figura1**) onde será feita a punção venosa.



**Figura 1:** Salas para puncionamento do paciente  
Fonte: Serviço de medicina nuclear do INCA, 2019.

A administração do radiofármaco ( $^{18}\text{F}$ -FDG) é injetado na veia do paciente, o qual ficará em repouso de 30 a 40 minutos. O paciente antes de entrar na sala para realização do exame de PET-CT deve ir ao banheiro para eliminar a urina, porque o exame deve ser realizado com a bexiga vazia.

Posicionado paciente no aparelho de PET-CT, serão feitas duas tomografias, primeiramente, uma de corpo inteiro (sem fins anatômicos), para cálculo de mapa de atenuação, a segunda é uma tomografia anatômica, usada pelo médico para definir a extensão do exame para poder fundir essas imagens com PET, formando o PET-CT. Terminado o exame, as imagens serão processadas e analisadas pelo médico. Analisadas as imagens o médico libera o (a) paciente.

O paciente é posicionado na mesa de exame do aparelho PET-CT (**Figura 2**) entrando com os pés, geralmente, usa-se apenas suporte de espuma para acomodar a cabeça do paciente.



**Figura 2:** Aparelho de tomografia por emissão de pósitrons PET-CT  
Fonte: Serviço de medicina nuclear do INCA, 2019

## 5.2 Tomografia por Emissão de Pósitrons

A tomografia por emissão de pósitrons (PET) (**Figura 3**) tem sido uma modalidade de escolha por ser eficiente e segura, representando uma tecnologia moderna e, atualmente, bastante usada nos estudos oncológicos. É notável o grande avanço tecnológico com os equipamentos chamados híbridos de PET e tomografia computadorizada (PET/CT) (**Figura 4**), possibilitando, portanto, um diagnóstico mais preciso e precoce. O fluordesoxiglicose marcado com flúor 18 (FDG-<sup>18</sup>F) é o radiofármaco usado nos exames de PET e PET/CT, sendo análogo à glicose permite a detecção metabólica de células e tecidos, auxiliando o diagnóstico de neoplasias. O exame semelhante à tomografia computadorizada por fóton único (SPECT), comparada aos procedimentos de preparo do paciente, administração do radiofármaco e por se usar fontes de radiação. Existe, porém, uma enorme diferença no tipo de radiação, no método de detecção e no processamento. O procedimento começa pela injeção de uma pequena dose do radiofármaco, usando como referência o peso do paciente e de acordo com tabela específica de dose. A injeção é administrada na veia do paciente, que fica em repouso, 50 minutos antes do início do exame. O flúor 18 (<sup>18</sup>F) é um radioisótopo emissor de beta-mais (pósitron) com meia-vida de 110 minutos. Esse material é produzido por empresas especializadas como CNEN/IPEN, em ciclotron, e como tem meia-vida relativamente curta não pode ser produzido longe do hospital ou clínica onde ocorrerá o exame de PET (THRALL e ZIESSMAN, 2003; CASTRO Jr, 2010).

O encontro do pósitron ( $\beta^+$ ) com um elétron ( $\beta^-$ ) gera um fenômeno denominado de aniquilação, no qual as partículas desaparecem, resultando em dois fótons de gama com igual energia de 511 keV em sentidos opostos de 180°. A imagem de PET será formada pela detecção simultânea desses dois fótons. É de praxe o uso da sigla FDG (fluordesoxiglicose) para o <sup>18</sup>F que é marcado com glicose. Com um maior número de FDG no tecido, mais eventos de aniquilação serão detectados, demonstrando uma maior atividade metabólica (THRALL e ZIESSMAN, 2003; CASTRO Jr, 2010).



**Figura 3: PET**

Fonte: Imagem do arquivo do serviço de radioterapia do INCA, 2019.



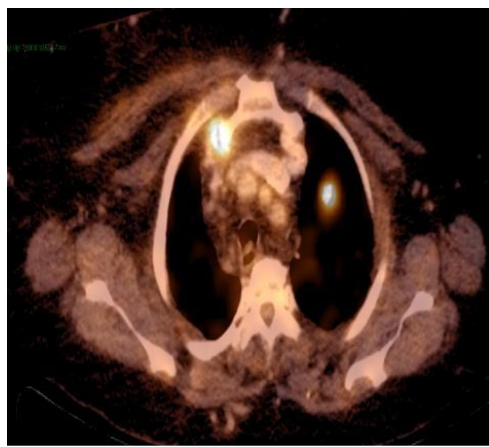
**Figura 4: PET/CT**

Fonte: Imagem do arquivo do serviço de radioterapia do INCA, 2019.



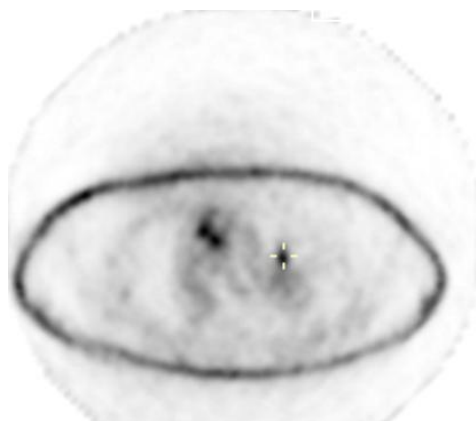
**Figura 5: TC de pulmão**

Fonte: Imagem do arquivo do serviço de radioterapia do INCA, 2019.



**Figura 6: PET pulmão**

Fonte: Imagem do arquivo do serviço de radioterapia do INCA, 2019.



**Figura 7: TC de pulmão**

Fonte: Imagem do arquivo do serviço de radioterapia, INCA, 2019.

### 5.3 A Tomografia Computadorizada comparada à TC/4D

As imagens de tomografia computadorizada (CT) ajudam no delineamento das estruturas que serão irradiadas e protegidas, como também definem a dose a ser usada durante o tratamento. A principal diferença entre a TC e a TC/4D está relacionada em controlar o ciclo respiratório do paciente, simultaneamente à aquisição dos cortes tomográficos, possibilitando a reconstrução de imagens em diferentes fases do ciclo respiratório. Essa técnica foi desenvolvida para definição do volume de tratamento (ITV) de nódulos pulmonares solitários. Pois tais nódulos pulmonares acabam movimentando-se durante o tratamento, intrafração, o que dificulta a definição de um volume de tratamento pequeno. Com a Tomografia 4D é possível reduzir o volume total pois sabe-se exatamente o movimento que o nódulo executa durante a respiração basal. O resultado é um tratamento menos tóxico para o paciente por menor irradiação de pulmão sadio, sendo fundamental para o paciente (LABORATÓRIO RICHENET, 2018).

### 5.4 Protocolo para realização de Tomografia em 4D

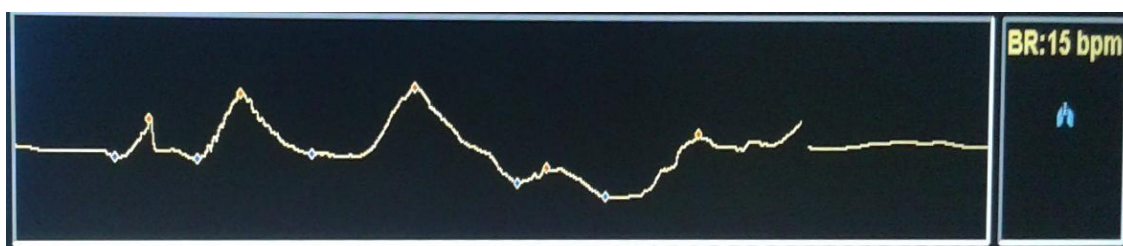
O protocolo utilizado foi o protocolo de Tórax em 4D (TC4D), usado para Planejamento de Radioterapia Estereotáxica (SBRT). O posicionamento do paciente foi realizado de acordo com o tratamento a ser realizado, sendo em decúbito dorsal, com os membros superiores elevados. O paciente segura o suporte em “T” do *wingbord* usado para o exame, e suporte sob os joelhos para melhor conforto e estabilidade durante o procedimento. Com o paciente posicionado, é colocado sob o diafragma (músculo principal da respiração) o dispositivo que irá monitorar os movimentos respiratórios do paciente durante as 10 fases do exame, em expiração e inspiração. É usado indexador para fixação do *wing board*.

Após a realização do exame serão realizadas as reconstruções referentes ao protocolo TC4D, que são a MIP (Máxima Intensidade de Projeção) e o

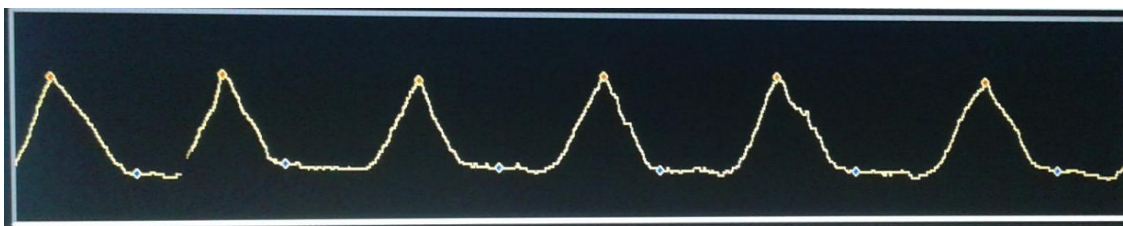


AVG(Average). Essas reconstruções serão utilizadas para o planejamento e definição dos movimentos dos órgãos durante a respiração, o que é imprescindível para o uso do SBRT. Após a aquisição das imagens, elas serão transferidas para um sistema de planejamento em um computador específico, no qual o médico radioterapeuta determina e delinea quais os volumes alvos e os volumes saudáveis que devem ser protegidos, com base em imagens adquiridas ou complementares, como por exemplo, o PET-CT(www.einstein.br).

O exame é explicado como será realizado para que o paciente fique tranquilo e consiga um ritmo de respiração ideal para realização da TC4D, pois caso contrário não será realizado e novas medidas serão tomadas pelo médico. O ciclo respiratório deve ser estável, sem oscilações, entre as fases de inspiração e expiração.



**Figura 8:** Ciclo respiratório inadequado para realizar a TC4D  
Fonte: Imagem do arquivo do serviço de radioterapia, 2019.



**Figura 9:** Ciclo respiratório ideal para realização da TC4D  
Fonte: Imagem do arquivo do serviço de radioterapia do INCA, 2019.

## 5.5 Papel do técnico em radioterapia

A radioterapia é uma modalidade de tratamento que exige uma equipe multidisciplinar de profissionais composta por médicos, físico, técnico em radioterapia, enfermagem oncológica, sendo de grande importância para o tratamento do câncer ocorra de forma correta (MS/INCA, 2000).

O técnico em radioterapia tem por função ajudar o médico oncologista e o físico-médico na preparação dos tratamentos radioterápicos e, preferencialmente, realizar os tratamentos dos pacientes e registrar os dados referentes a cada paciente tratado. O técnico também confecciona moldes e blindagens para o paciente, de acordo com cada caso específico, com supervisão do físico-médico, participa das simulações de tratamentos. Além das atribuições citadas anteriormente como missão do técnico em radioterapia, ele ainda realiza as seguintes tarefas relativas a cada tratamento autorizado:

- Identificar o paciente e a ficha técnica respectiva;
- verificar e conferir o diagnóstico, a clareza da prescrição e os dados da ficha técnica;
- reforçar os conselhos médicos aos pacientes quanto a possíveis reações do tratamento e os cuidados gerais às reações;
- preparar a sala de tratamento e o equipamento para atender à prescrição e ao --
- planejamento, principalmente quanto ao tamanho de campo;
- distância de tratamento; orientação dos feixes de radiação;
- tempo ou dose monitor prescritas;
- dispositivos de imobilização, máscaras etc. (MS/INCA, 2000).

## 6 DISCUSSÃO

Apesar da possibilidade de realização da tomografia em 4D no aparelho de PET-CT, é preferencialmente realizar no tomógrafo da radioterapia, haja vistas suas características físico e técnicas, como exemplo, maior abertura do anel do *gantry* em relação ao aparelho de PET-CT.

Outra característica do aparelho de PET-CT é que ele não possui suportes próprios para realização da TC4D no aparelho de PET-CT, sendo necessário, portanto que a equipe de físicos que acompanha o exame leve os acessórios utilizados no tomógrafo, que são *wing board*, suportes para cabeça e para os joelhos e uso do indexador. São disponibilizados no aparelho de PET-CT para realizar a TC4D tampo para a mesa igualmente as mesas dos aparelhos de radioterapia e o dispositivo que irá sinalizar os movimentos respiratórios do paciente durante o exame.

## **CONCLUSÃO**

Este trabalho tem por finalidade demonstrar a importância e crescimento de novas tecnologias como a tomografia por emissão de pósitrons PET (fisiológica) e da tomografia computadorizada (anatômica), formando o PET-CT. Este exame aliado à tomografia em 4D (TC4D) tem sido de grande importância para os tratamentos em radioterapia, principalmente, nos casos de câncer de pulmão, fígado, adrenal e vértebra.

O técnico em radioterapia tem papel fundamental ao longo destes processos e necessita dominar todas as suas etapas. O registro e disseminação deste conhecimento permitem a oferta com qualidade dos tratamentos de radioterapia de alta tecnologia, em especial SBRT.

## REFERÊNCIAS

CASTRO Jr, Amaury de. **Introdução à Radiologia**. 4. ed. São Paulo: Redeel, 2010.

<http://www2.inca.gov.br/wps/wcm/connect/tiposdecancer/site/home/pulmao/definicao>  
Acesso em: 25 de novembro de 2018.

INSTITUTO NACIONAL DO CÂNCER- **Atualização para Técnicos em Radioterapia**. Rio de Janeiro: INCA, 2010.

LABORATÓRIO RICHENTE. **Medina e Diagnóstico**. Disponível em:  
<http://www.richet.com.br/medicos/blog/pet-ct/>. Acesso em: 09 de julho de 2018.

SAUVAJOLI, João Victor; SOUHAMI, Luís; FARIA, Sérgio Luiz. **Radioterapia em Oncologia**. 2. ed. São Paulo: Ateneu, 2013.

SALUM, Fernando Antônio; BÉNARD, François; TURCOTTE, Eric. **Atlas de PET/CT**. Goiânia: Universidade Católica de Goiás, 2009.