

EFICÁCIA DA PET/CT NO CÂNCER DE MAMA**EFFICIENCY OF PET/CT IN BREAST CANCER**Yasmin Pamela Jesus¹ Rejane Lima Silva² Leandro Bolognesi²**RESUMO**

O câncer de mama é o segundo tipo com maior frequência e a principal causa de morte entre as mulheres no Brasil. Os métodos de imagens são fundamentais no rastreamento e diagnóstico precoce da doença. Devido às limitações de alguns métodos de imagens convencionais, novos métodos de imagens funcionais vêm sendo cada vez mais utilizados no diagnóstico de vários tipos de neoplasias. O objetivo deste trabalho foi avaliar, através de uma revisão de literatura, a eficácia da tomografia por emissão de pósitrons/tomografia computadorizada (PET/CT) no diagnóstico e estadiamento do câncer de mama, bem como descrever as vantagens e limitações da técnica. Recentemente, houve um avanço na tecnologia com a incorporação da PET à CT, formando os equipamentos híbridos PET/CT. Esses equipamentos permitem a aquisição sequencial imediata de imagens de CT e PET, tornando o método mais completo. Ao contrário dos métodos de imagem convencionais capazes de detectar apenas alterações anatômicas, a PET/CT com FDG-¹⁸F é capaz de fornecer informações relacionadas ao metabolismo da glicose nos diversos órgãos e tecidos, além de permitir uma localização anatômica mais precisa das anormalidades quando comparado à PET ou a CT isoladamente. Outra vantagem do equipamento híbrido é o tempo de aquisição das imagens. Além disso, ele permite a utilização dos dados da tomografia computadorizada para correção de atenuação da PET. A técnica tem um papel comprovado não só no diagnóstico precoce do câncer de mama, mas também no estadiamento, na avaliação da resposta terapêutica e no acompanhamento de recidiva. As principais limitações da PET/CT são a resolução espacial, a captação inespecífica do radiotraçador em áreas de infecção/inflamação e em tecidos normais e o alto custo do exame.

Palavras-Chaves: Câncer de mama. Diagnóstico. Estadiamento. Tomografia computadorizada. Tomografia por emissão de pósitrons.

¹ Graduanda do Curso de Radiologia – FATEC Botucatu. E-mail. yasmim_pamela@hotmail.com

² Docente do Curso de Radiologia FATEC – Botucatu. Av. José Ítalo Bacchi, S/N - Jd. Aeroporto CEP: 18606-851 - Botucatu-SP

ABSTRACT

Breast cancer is the second most frequent type and the main cause of death among women in Brazil. Imaging methods are fundamental in screening and early diagnosis of the disease. Due to the limitations of some conventional imaging methods, new functional imaging methods have been increasingly used in the diagnosis of various types of neoplasms. This paper aimed at evaluating, through a literature review, PET/CT efficiency in the diagnosis and staging of breast cancer, as well describing the advantages and limitations of the technique. Recently, there was an advance in the technology with the incorporation of PET to the CT, forming hybrid PET/CT equipment. These devices allow the immediate sequential acquisition of CT and PET images, making the method more complete. Unlike conventional imaging methods capable of detecting only anatomical changes, FDG-18F PET / CT is able to provide information related to glucose metabolism in various organs and tissues, besides allowing a more precise anatomical location of the abnormalities when compared to PET or CT in isolation. Another advantage of hybrid equipment is the acquisition time of images. In addition, it allows the use of computed tomography data for correction of PET attenuation. The technique has a proven role not only in early diagnosis of breast cancer, but also in staging, evaluation of therapeutic response and follow-up of recurrence. The main limitations of PET / CT are spatial resolution, nonspecific uptake of the radiotracer in areas of infection / inflammation and normal tissues, and the high cost of the examination.

Key words: Breast cancer. Computed tomography. Positron emission computed tomography. Diagnosis. Staging.

¹ Graduanda do Curso de Radiologia – FATEC Botucatu. E-mail. yasmim_pamela@hotmail.com

² Docente do Curso de Radiologia FATEC – Botucatu. Av. José Ítalo Bacchi, S/N - Jd. Aeroporto
CEP: 18606-851 - Botucatu-SP

1. INTRODUÇÃO

O câncer de mama é o segundo tipo com maior frequência e a principal causa de morte entre as mulheres no Brasil, aumentando 25% cada ano. Esta neoplasia foi responsável por 14.388 mortes em 2013, sendo 181 em homens e 14.206 em mulheres. Estimam-se para 2016, 57.960 novos casos de câncer de mama (INSTITUTO NACIONAL DO CÂNCER, 2014). Os principais fatores de risco do câncer de mama são sexo, idade, histórico familiar de câncer de ovário e mama, menstruação precoce, menopausa tardia, obesidade e a primeira gestação tardia (THULER, 2003).

A prevenção do câncer de mama pode ser dividida em prevenção primária e secundária. A prevenção primária envolve a adoção de hábitos saudáveis e a prevenção secundária é a realização de exames de rastreamento, a fim de diagnosticar o câncer de mama em estágio precoce. Por isso, é importante fazer os exames preventivos na idade correta, mesmo antes de aparecer quaisquer traços da doença (MARSICANO et al., 2015). Grandes programas nacionais de rastreio estão em vigor. Esses programas têm como objetivo detectar casos de câncer de mama precocemente, proporcionando um tratamento adequado imediato e melhorando o resultado da terapia (HEGARTY; COLLINS, 2010).

Os métodos de imagens são fundamentais no rastreamento e diagnóstico de pacientes com câncer de mama. Devido às limitações de alguns métodos como a mamografia, ultrassonografia e a ressonância magnética, novos métodos de imagens funcionais vêm sendo cada vez mais utilizados no diagnóstico dessa patologia (BARRA et al., 2012).

A tomografia por emissão de pósitrons/tomografia computadorizada (PET/CT) com flúor-2-deoxi-D-glicose ^{18}F - (FDG- ^{18}F) vem sendo utilizada para o diagnóstico e estadiamento de vários tipos de câncer (SOARES JUNIOR et al., 2010). Esta técnica é capaz de fornecer informações relacionadas ao metabolismo da glicose, nos diversos órgãos e tecidos (BITENCOURT et al., 2014).

O objetivo deste trabalho foi avaliar, através de uma revisão de literatura, a eficácia da PET/CT no diagnóstico e estadiamento do câncer de mama, bem como descrever as vantagens e limitações da técnica.

2. DESENVOLVIMENTO DO ASSUNTO

2.1 Fatores de Risco

Embora homens também possam apresentar esse tipo de câncer, o sexo feminino constitui-se no fator de risco mais importante no câncer de mama. A doença é mais frequente em mulheres, pois a mulher tem maior quantidade de tecido mamário e maior exposição ao estrogênio (THULER, 2003). Outro fator de risco é a idade. O câncer de mama é muito raro até aos 20 anos, e somente cerca de 0,3% deles ocorrem em mulheres com menos de 30 anos. A incidência começa a aumentar com rapidez por volta dos 35 anos, e esse aumento continua durante toda a vida. A predisposição genética também está relacionada ao câncer de mama. Mulheres com casos de câncer em parentes de 1º grau como mãe, irmã ou filha tem maior probabilidade de desenvolver o câncer de mama (THULER, 2003). Mulheres, cuja primeira gravidez ocorreu após os 30 anos, têm risco duas vezes maior de ter câncer de mama que mulheres que têm a primeira gravidez antes dos 18 anos (MACMAHON et al., 1970 citado por KOPANS, 2008). Outros fatores de risco que também estão relacionados ao câncer de mama são mulheres com história de menarca precoce, menopausa tardia ou obesidade (THULER, 2003).

2.2 Sintomas

A maioria dos tumores de mama, quando precoce, não apresenta sintomas, e, quando começam a aparecer, muitas vezes é tardio, e a doença já está avançada. Por isso, é importante que a mulher fique atenta ao aparecimento de qualquer um dos sintomas, como vermelhidão na pele, alterações no formato dos mamilos e das mamas, nódulos nas axilas e nas mamas, secreção escura saindo pelo mamilo, pele enrugada e em estágios muito avançados a mama pode até abrir uma ferida (MARSICANO et al., 2014).

2.3 Tipos histológicos

O carcinoma ductal in situ (CDIS) caracteriza-se por proliferação epitelial intraductal neoplásica, sem sinais de ultrapassagem da membrana basal associada a risco de progressão para o carcinoma invasivo (PINDER; ELLIS, 2003).

Os subtipos histológicos do carcinoma ductal in situ são o sólido, micropapilar e papilífero. O tipo sólido caracteriza-se pela distribuição das células neoplásicas, ocluindo totalmente o espaço luminal dos ductos envolvidos. No tipo micropapilar, o revestimento dos ductos envolvidos faz-se por poucas camadas de células cilíndricas ou tufos fazendo saliência em direção ao lúmen, desprovidos de eixo vascular. O papilífero apresenta projeções de células neoplásicas na luz acompanhadas de eixos fibrovasculares evidentes (AGUILLAR et al., 2009). Os subtipos do carcinoma ductal in situ representam cerca de 1 a 3% de todos os tumores malignos da mama, em 33% dos casos são multicentrais e bilaterais em 10% dos casos (ABREU; KOIFAN, 2002).

O carcinoma ductal infiltrante (invasivo) é o tipo mais comum que corresponde a 80% de todos os cânceres de mama diagnosticados (ABREU; KOIFAN, 2002). O carcinoma lobular infiltrante é o segundo tipo histológico mais frequente, representando cerca de 8% a 15% dos casos (AGUILLAR et al., 2009). Inicia-se nos lóbulos, nas glândulas secretoras do leite, e infiltra os tecidos vizinhos (ABREU; KOIFAN, 2002).

2.4 Princípios da PET/CT

O princípio da PET assemelha-se ao da cintilografia convencional, com algumas particularidades que a tornam única (MOSMANN et al., 2016).

A PET com FDG-¹⁸F auxilia no diagnóstico de neoplasias, diferenciando tumores benignos de malignos, no estadiamento, no reestadiamento, na avaliação da resposta terapêutica precoce ou tardia de vários tipos de câncer (SOARES JUNIOR et al., 2010). O radiofármaco mais utilizado é o fluordesoxiglicose (FDG), um análogo da glicose ligado ao flúor-18 (¹⁸F), que possui uma meia-vida física de aproximadamente 110 minutos (MOSMANN et al., 2016). A glicose é o substrato energético da maioria das células do corpo humano, assim o FDG-¹⁸F pode ser empregado como um traçador do metabolismo da glicose. As células malignas, em sua grande maioria, apresentam elevado metabolismo glicolítico comparado aos tecidos normais. Esta diferença no consumo de glicose favorece a detecção de doença pela PET com FDG-¹⁸F.

Recentemente, houve um avanço na tecnologia com a incorporação da PET à CT, formando os equipamentos híbridos PET/CT. Esses equipamentos permitem a aquisição sequencial imediata de imagens de CT e PET, tornando o método mais completo (SOARES JUNIOR, 2010). Ao contrário dos métodos de imagem convencionais capazes de detectar apenas alterações anatômicas, a PET/CT com FDG-¹⁸F é capaz de fornecer informações relacionadas ao metabolismo da glicose nos diversos órgãos e tecidos (BITENCOURT et al.,

2014). Além de permitir uma localização anatômica mais precisa das anormalidades quando comparado à PET. A técnica também minimiza os erros de interpretação da imagem tomográfica (ROSEN et al., 2007).

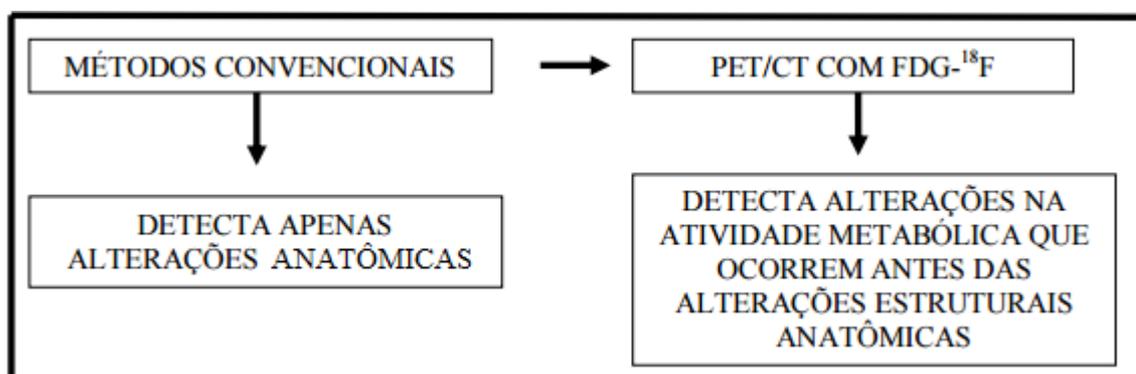
Outra vantagem do equipamento híbrido é o tempo de aquisição das imagens mais curto. O tempo total de digitalização é reduzido, porque a PET/CT permite a aquisição quase simultânea sem mover o paciente a partir de um scanner para outro. Além disso, ele permite a utilização dos dados da tomografia computadorizada para correção de atenuação da PET. Por estes motivos, a PET/CT com FDG-¹⁸F se tornou uma modalidade de imagem fundamental para diagnóstico de pacientes oncológicos (LIM et al., 2007).

As imagens de PET/CT com FDG-¹⁸F geralmente são avaliadas qualitativamente quantitativamente através da captação patologicamente aumentada do radiotraçador. O valor de captação padrão (SUV) é uma medida semiquantitativa amplamente utilizado para este propósito. O SUV tende a ser maior em tumores malignos do que em lesões benignas. Quanto maior o SUV de uma massa, maior a probabilidade da lesão ser maligna (LIM et al., 2007).

2.5 PET/CT no câncer de mama

A detecção precoce é a estratégia mais eficaz para reduzir a mortalidade por câncer de mama (LIM et al., 2007). Modalidades de imagem convencionais, tais como mamografia e ultrassom dependem principalmente de mudanças na estrutura anatômica para a detecção da doença, mas a PET/CT com FDG-¹⁸F ajuda a detectar alterações na atividade metabólica que ocorrem antes das alterações estruturais anatômicas (FIGURA 1). No entanto, por causa do valor do exame, não é muito usado para fins de rastreio de rotina (LIM et al., 2007).

Figura 1. Diferenças dos métodos convencionais para a PET/CT.

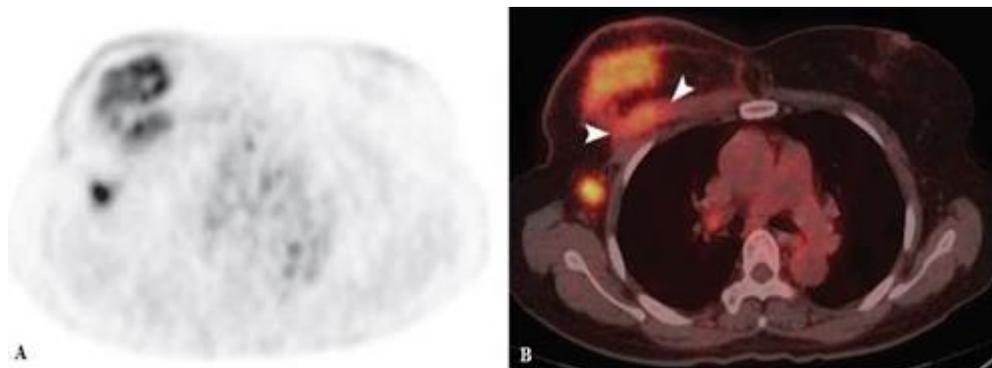


Fonte: Lim et al. (2007).

A PET/CT com o FDG-¹⁸F tem alta sensibilidade e especificidade para detecção de lesões malignas em geral, mas a detecção do câncer de mama requer a capacidade de demonstrar as lesões não palpáveis (<1,0 cm) (ROSEN et al., 2007). A sensibilidade da PET/CT com o FDG-¹⁸F varia entre 85% e 97%; a especificidade, entre 52% e 100% (GROHEUX et al., 2013).

No câncer de mama, a PET/CT com FDG-¹⁸F vem evoluindo. Essa técnica tem um papel comprovado no diagnóstico, estadiamento e resposta ao tratamento (BITENCOURT et al., 2014). É eficiente para detectar metástases distantes e demonstrar recidivas local-regionais, especialmente na parede torácica, axila e bacias linfonodais axilares (GROHEUX et al., 2013) (FIGURA 2). Quando uma recorrência é descrita ou um paciente é suspeito de ter uma recorrência usando imagens convencionais, a PET/CT é útil para determinar se esta recorrência é isolada ou não, e tal determinação pode ter um efeito positivo sobre o tratamento da paciente (GROHEUX et al., 2013).

Figura 2. Carcinoma ductal invasivo em uma mulher de 52 anos. (A) imagem axial de PET com correção de atenuação pela CT mostra lesões hipermetabólicas na mama direita e na axila. (B) imagem axial de PET/CT ajudou a localizar áreas de captação de FDG-¹⁸F, indicativo de infiltração da musculatura peitoral pelo tumor (pontas de setas).



Fonte: Lim et al. (2007).

O protocolo padrão de avaliação oncológica com a PET/CT consiste na avaliação do corpo todo com a paciente em decúbito dorsal. Em seguida, é realizada a sequência especial de imagem dedicada à avaliação das mamas, que compreende toda a região do tórax e as axilas, sendo realizada com a paciente em decúbito ventral com as mamas pendentes, proporcionando uma completa visualização do parênquima mamário (BITENCOURT et al., 2014).

Para realização das imagens de PET/CT para avaliação das mamas, é utilizado um dispositivo que reproduz uma bobina utilizada nos exames de ressonância magnética de mama, para o adequado acoplamento das mamas (FIGURA 3) (BITENCOURT et al., 2014). As

imagens geralmente começam com 60 minutos após a injeção intravenosa de FDG-¹⁸F (GROHEUX et al., 2013)

Figura 3. Posicionamento para realização do exame de PET/CT utilizando um dispositivo para o adequado acoplamento das mamas com a paciente em decúbito ventral.



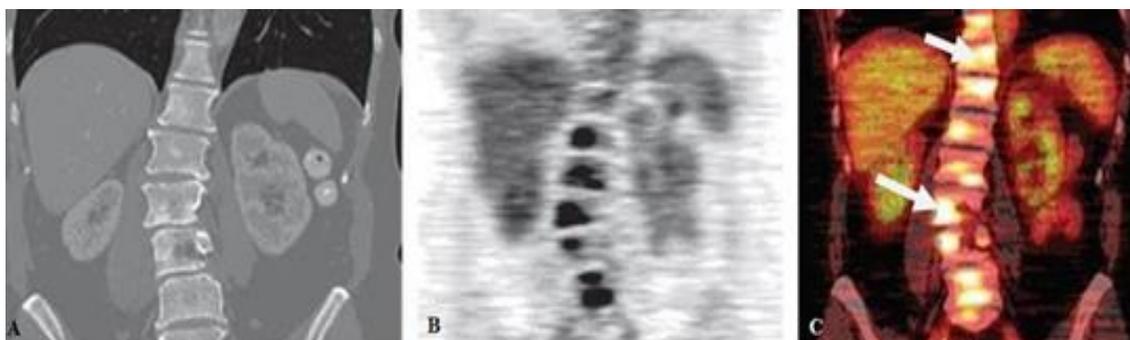
Fonte: Bitencourt et al. (2014).

No câncer de mama, podem ocorrer metástases pleural e pulmonar, metástases ósseas, metástases hepáticas e metástases cerebrais. A pleura é o alvo em que mais ocorrem metástases em pacientes com câncer de mama (MIRANDA et al., 2012).

A metástase óssea é o segundo tipo mais frequente de metástases à distância pelo câncer de mama, e podem ser osteoblásticas (escleróticas), que provocam uma neoformação de tecido ósseo e as osteolíticas que são de destruição do tecido ósseo. As metástases ósseas causam elevada morbidade devido à dor, comprometimento da mobilidade, hipercalcemia, fratura patológica, compressão do saco dural, da medula espinhal ou de raízes nervosas e infiltração da medula óssea. Aproximadamente metade das mulheres com câncer de mama metastático apresenta metástase hepática durante o curso da doença. O câncer de mama é responsável por aproximadamente 10 a 15% dos casos das metástases cerebrais (FIGURAS 4 e 5) (MIRANDA et al., 2012).

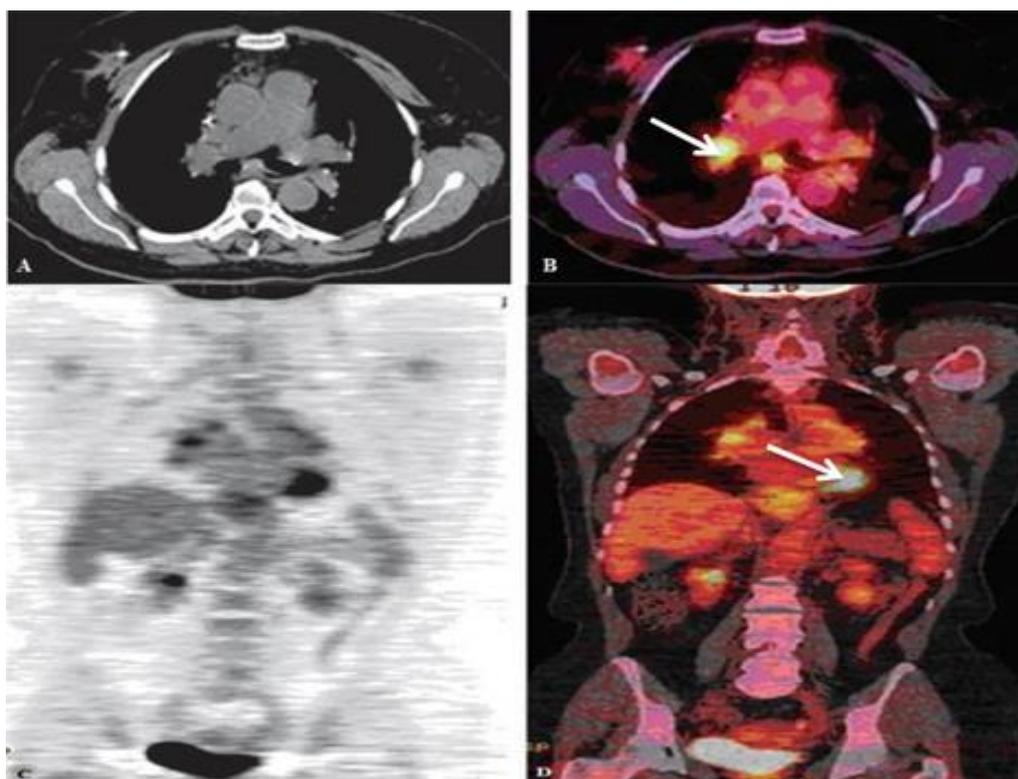
Figura 4. Detecção de metástases ósseas líticas e escleróticas na PET/CT com FDG-¹⁸F.

(A) CT coronal, (B) PET e (C) fusão PET/CT.



Fonte: Rosen et al. (2007).

Figura 5. Imagem de PET/CT em um paciente suspeito de ter doença metastática. (A) CT axial, (B) fusão axial de PET/CT, (C) PET coronal e (D) fusão coronal PET/CT. As imagens mostram metástases hilares (setas).



Fonte: Rosen et al. (2007).

Vários estudos comprovam que a PET/CT com FDG-¹⁸F é superior a cintilografia óssea na detecção de metástases líticas e intramedular. No entanto, a PET/CT com FDG-¹⁸F com frequência não consegue demonstrar lesões blásticas, que são facilmente detectadas na

cintilografia óssea. Na prática clínica, a combinação da cintilografia óssea e CT continua sendo o procedimento padrão para estadiamento do câncer de mama (ROSEN et al, 2007).

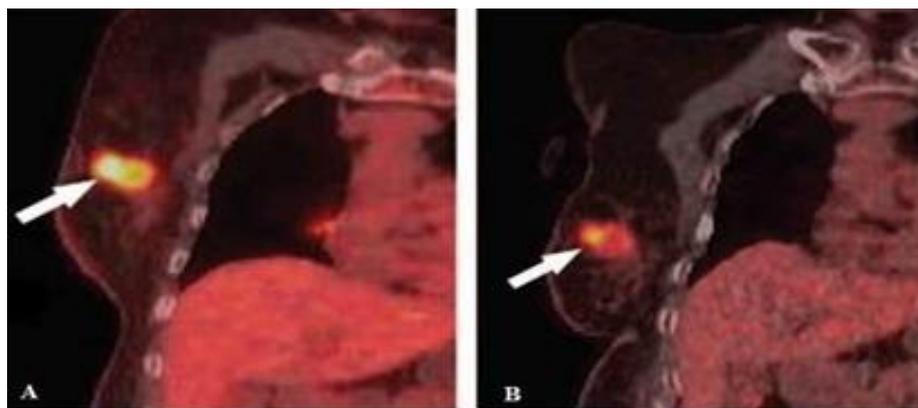
A resposta ao tratamento de pacientes com doenças metastáticas baseia-se em alterações no tamanho do tumor, uma vez que uma avaliação histopatológica muitas vezes não é prática ou mesmo possível (AVRIL et al., 2016). Uma limitação é que as alterações no tamanho do tumor muitas vezes não se correlacionam com os resultados do paciente (AVRIL et al., 2016).

A quimioterapia neoadjuvante desempenha um papel importante no tratamento do câncer de mama primário localmente avançado (LIM et al., 2007). O objetivo é reduzir a carga tumoral tornando deste modo os tumores inoperáveis em operáveis e oferecer cirurgia de conservação da mama aos pacientes em que se conseguiu uma redução suficiente no tamanho do tumor. Exames clínicos e a mamografia têm um uso limitado para monitorar a resposta ao tratamento devido à dificuldade em distinguir a fibrose do tumor residual. Já a PET é bastante eficaz na diferenciação de tumor residual ou recidiva local de fibrose ou necrose (HEGARTY; COLLINS, 2010).

A PET/CT é útil para monitorar os efeitos da quimioterapia, e essa técnica pode demonstrar alterações no metabolismo tumoral antes que ocorram alterações morfológicas (LIM et al., 2007). Uma diminuição da atividade metabólica do tumor oferece tanto a avaliação de uma resposta ao tratamento após a conclusão da terapia, como a previsão precoce da eficácia terapêutica após o primeiro ou segundo ciclo de quimioterapia (FIGURA 6) (AVRIL et al., 2016). Ao representar diretamente alterações metabólicas e anatômicas, a PET/CT com FDG-¹⁸F ajuda a melhorar a precisão das avaliações de respostas ao tratamento (LIM et al., 2007).

O exame pode ser realizado antes ou após a terapia ou durante o tratamento para avaliação da resposta terapêutica. O exame pré-terapia serve como base para avaliar mudanças futuras no nível de absorção do FDG-¹⁸F. Mas também é importante na definição da extensão da doença que pode afetar o tratamento pós-cirúrgico, como a radioterapia, demonstrando doença metastática oculta nodal ou distante (ROSEN et al., 2007).

Figura 6. Imagem de PET/CT antes e após tratamento de um carcinoma ductal invasivo recorrente em uma paciente de 60 anos. (A) Imagem coronal de PET/CT pré-tratamento mostra aumento da captação de FDG-¹⁸F, indicativo de nódulo hipermetabólico (seta). (B) Imagem coronal de PET/CT pós-tratamento (quimioterapia) mostra redução da captação de FDG-¹⁸F, indicativo de diminuição da atividade metabólica do tumor quimioterapia induzida (seta).



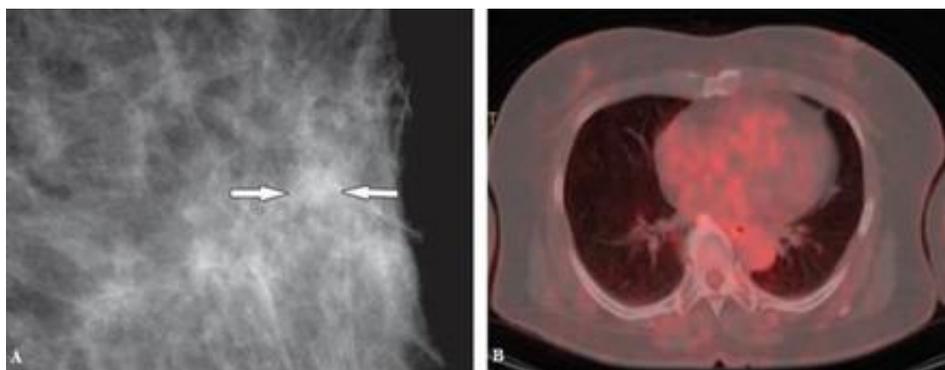
Fonte: Lim et al. (2007).

2.6 Limitações da PET/CT no câncer de mama

As principais limitações da PET/CT com FDG-¹⁸F no diagnóstico de câncer de mama estão relacionadas à baixa resolução espacial da PET, que dificulta a identificação de lesões inferiores a 10 mm. Para tumores menores que 10 mm, a sensibilidade da PET/CT com FDG-¹⁸F é de 25%, comparada a 84% para tumores entre 10 e 20 mm. A concentração de FDG-¹⁸F também é menor nos tumores não invasivos, como o carcinoma ductal in situ ou de crescimento lento, como o carcinoma tubular. Além disso, a PET/CT com FDG-¹⁸F é menos sensível para o diagnóstico do carcinoma lobular invasivo em relação ao carcinoma ductal invasivo, podendo causar resultados falso-negativos (BITENCOURT et al., 2014).

Como o câncer de ovário sendo um dos fatores de risco para desenvolver o câncer de mama, a maioria das pacientes com este diagnóstico é feito um rastreamento para verificar se a paciente desenvolveu o câncer de mama (FIGURA 7).

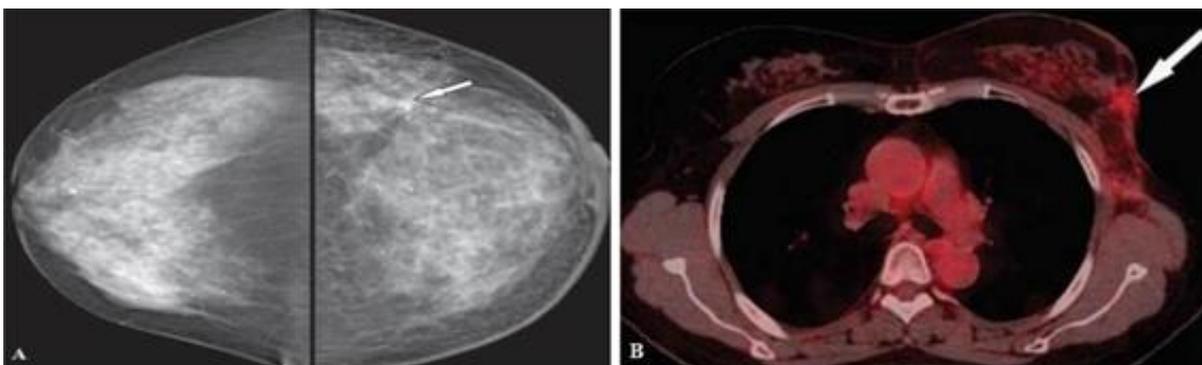
Figura 7. Achado falso-negativo em um exame de PET/CT para o estadiamento de câncer de ovário em uma mulher de 56 anos. (A) Mamografia da mama esquerda, obtida antes da terapia hormonal, mostra um conjunto de microcalcificações pleomórficas (setas). (B) Imagens axiais de PET/CT não mostra nenhuma área correspondente de aumento da captação de FDG-¹⁸F. O diagnóstico patológico após a biópsia foi de carcinoma ductal in situ.



Fonte: Lim et al. (2007).

Outra limitação é o falso-positivo nas imagens de PET/CT. O aumento da acumulação de FDG-¹⁸F pode ser observado em uma variedade de tumores benignos e em algumas condições fisiológicas, que podem produzir resultados falso-positivos e reduzir a precisão da técnica (LIM et al., 2007). O FDG-¹⁸F pode acumular em áreas afetadas por várias condições patológicas não neoplásicas, incluindo infecções agudas e crônicas. O aumento da absorção de FDG-¹⁸F pode ser observado também em pacientes que foram submetidos à cirurgia ou radioterapia. A radioterapia pode causar inflamação nas estruturas normais e após a cirurgia, mesmo na ausência de infecção. A cura envolve uma reação inflamatória e infiltração leucocitária, que conseqüentemente aumenta a captação de FDG-¹⁸F (FIGURA 8) (LIM et al., 2007).13

Figura 8. Achado falso-positivo em um exame de PET/CT para reestadiamento e acompanhamento pós-cirurgia conservadora da mama e radioterapia para carcinoma ductal invasiva em uma mulher de 53 anos. (A) Mamografia mostra uma área radiodensa (seta) na região externa da mama esquerda. (B) Imagem axial de PET/CT mostra um foco de captação de FDG-¹⁸F (seta) na região superior externa da mama esquerda. Uma biópsia foi realizada, e a análise patológica não mostrou evidências de recidiva.



Fonte: Lim et al. (2007).

Outra limitação muito importante é o custo do exame. Com poucos equipamentos instalados na rede pública de saúde, essa modalidade de imagem se torna uma técnica não acessível a todos os pacientes. Além disso, esses tipos de procedimentos não fazem parte das tabelas de reembolso do sistema único de saúde (SUS) (CAETANO et al., 2014).

Os custos desta tecnologia avançada são representados na sua produção e distribuição, como tempo, espaço físico, recursos humanos, bens de capital e materiais de consumo (TABELA 1) (CAETANO et al., 2014).

Tabela 1. Custos totais do procedimento PET/CT em pleno funcionamento
(10 exames/dia).

| Itens de Custo | Tipo de Custo | Custo Anual | Custo Total |
|-----------------------------|---------------|--------------|-------------|
| | | (R\$) | (%) |
| Equipamento PET/CT | Fixo | 838.259,17 | 18,5 |
| Manutenção PET/CT | Fixo | 283.200,00 | 6,2 |
| Insumos Duráveis | Fixo | 261.186,15 | 5,8 |
| Custos Operacionais | Fixo | 80.363,21 | 1,8 |
| Insumos Médico-hospitalares | Variável | 35.160,00 | 0,8 |
| 18F-FDG | Variável | 2.003.448,00 | 44,2 |
| Salários | Semifixos | 1.030.319,57 | 22,7 |
| Custo Total Anual | | 4.531.936,10 | 100,0 |
| Custo Médio unitário | | 1.888,31 | |

Fonte: Caetano et al. (2014).

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A PET/CT com FDG-¹⁸F vem sendo bastante utilizada na oncologia para diagnóstico e estadiamento de vários tipos de neoplasias. Seu valor adicional em relação às outras modalidades de diagnóstico reside no fato de que ela proporciona uma avaliação não invasiva, determinando com precisão as localizações anatômicas de áreas de captação aumentada do radiotraçador, além de realizar um estadiamento preciso da doença em um único exame. Ela desempenha um importante papel não só no diagnóstico precoce do câncer de mama, mas também no estadiamento, na avaliação da resposta terapêutica e no acompanhamento de recidiva. Entretanto, possui algumas limitações importantes no diagnóstico do câncer de mama, como a resolução espacial, a captação inespecífica do radiotraçador em áreas de infecção/inflamação e em tecidos normais e o alto custo do exame.

REFERÊNCIAS

AVRIL, S. et al. 18F-FDG PET/CT for monitoring of treatment response in breast cancer. **Journal of Nuclear Medicine**, Reston. v. 57, n. Supplement 1, p. 34S-39S, 2016. Disponível em: <http://jnm.snmjournals.org/content/57/Supplement_1/34S.full.pdf+html>. Acesso em: 10.set. 2016.

ABREU, Evaldo; KOIFMAN, Sérgio. Fatores prognósticos no câncer da mama feminina. **Revista Brasileira de Cancerologia**, v. 48, n. 1, p. 113-31, 2002. Disponível em: <http://www.inca.gov.br/Rbc/n_48/v01/pdf/revisao.pdf>. Acesso em: 02. jan.2017.

BARRA, F. R. et al. Novos métodos funcionais na avaliação de lesões mamárias. **Radiologia Brasileira**, São Paulo, v. 45, n. 6, p. 340-344, 2012. Disponível em: <<file:///C:/Users/lab01b/Downloads/v45n6a10.pdf>>. Acesso em: 22 nov. 2016.

BITENCOURT, A. G. V. et al. Correlação entre resultado do PET/CT e achados histológicos e imuno-histoquímicos em carcinomas mamários. **Radiologia Brasileira**, São Paulo, v. 47, n. 2, p. 67-73, 2014. Disponível em: <<file:///C:/Users/lab01b/Downloads/v47n2a06.pdf>>. Acesso em: 22 nov. 2016

CARVALHO F, M. Carcinoma Mamário – Anatomia Patológica. In: AGUILLAR, V; BAUAB, S; MARANHÃO, N. **Mama: Diagnóstico por Imagem**. Rio de Janeiro: Tijuca, 2009. p.57-81.

GROHEUX, D. et al. Performance of FDG PET/CT in the clinical management of breast cancer. **Radiology**, v. 266, n. 2, p. 388-405, 2013. Disponível em: <<http://pubs.rsna.org/doi/pdf/10.1148/radiol.12110853>>. Acesso em: 22 nov. 2016.

HEGARTY, C.; COLLINS, C. D. PET/CT and breast cancer. **Cancer Imaging**, Bethesda MD v. 10, n. 1A, p. S59, 2010. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2967130/pdf/ci109031.pdf>>. Acesso em: 22 nov. 2016.

INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER. **Câncer /tipos de câncer/mama**. Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <http://www2.inca.gov.br/wps/wcm/connect/tiposdecancer/site/home/mama/cancer_mama+>. Acesso em: 23 nov. 2016.

KOPANS, D.B. Epidemiologia, Etiologia, Fatores de Risco e Sobrevida do Câncer de Mama. In: _____. **Diagnóstico por imagem da mama**. Rio de Janeiro. 2008. p.74-116.

LIM, H. S. et al. FDG PET/CT for the Detection and Evaluation of Breast Diseases: Usefulness and Limitations **Radiographics**, Canada. v. 27, n. suppl_1, p. S197-S213, 2007. Disponível em: < <http://pubs.rsna.org/doi/pdf/10.1148/rg.27si075507>>. Acesso em: 22 nov. 2016.

MACMAHON, Brian et al. Age at first birth and breast cancer risk. **Bulletin of the World Health Organization**, Genebra. v. 43, n. 2, p. 209, 1970. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2427645/pdf/bullwho00206-0003.pdf>>. Acesso em: 22 nov. 2016.

MARSICANO, Ana Paula et al. Câncer de Mama. **Revista do Curso de Enfermagem**, Curitiba, PR. v. 4, n. 4, 2015. Disponível em: < <file:///C:/Users/lab01b/Downloads/1038-975-1-PB.pdf>>. Acesso em: 22 nov. 2016.

MIRANDA, C. M. N. R. et al. A tomografia computadorizada multislice é ferramenta importante para o estadiamento e seguimento do câncer de mama. **Radiol Bras**, v. 45, n. 2, p.

105-12, 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rb/v45n2/v45n2a09>> Acesso em: 02 jan.2017.

MOSMANN, Marcos Pretto et al. Solitary pulmonary nodule and 18F-FDG PET/CT. Part 1: epidemiology, morphological evaluation and cancer probability. **Radiologia brasileira**, São Paulo. v. 49, n. 1, p. 35-42, 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rb/v49n1/pt_0100-3984-rb-49-01-0035.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2016.

PINDER, Sarah E.; ELLIS, Ian O. The diagnosis and management of pre-invasive breast disease: ductal carcinoma in situ (DCIS) and atypical ductal hyperplasia (ADH)– current definitions and classification. **Breast Cancer Research**, v. 5, n. 5, p. 1, 2003. Disponível em: <http://download.springer.com/static/pdf/959/art%253A10.1186%252Fbcr625.pdf?originUrl=http%3A%2F%2Fbreast-cancer-research.biomedcentral.com%2Farticle%2F10.1186%2Fbcr625&token2=exp=1479928268~acl=%2Fstatic%2Fpdf%2F959%2Fart%25253A10.1186%25252Fbcr625.pdf*~hmac=04edb23e50c9661e8af8db3e4c392a6c14bb640174501900baead0754cb4d22e>. Acesso em: 23 nov. 2016.

ROSEN, E. L. et al. FDG PET, PET/CT, and breast cancer imaging 1. **Radiographics**, Canada. v. 27, n. suppl_1, p. S215-S229, 2007. Disponível em: <<http://pubs.rsna.org/doi/pdf/10.1148/rg.27si075517>>. Acesso em: 23 nov. 2016.

SOARES JUNIOR, José et al. Lista de recomendações do exame PET/CT com 18F-FDG em oncologia: Consenso entre a Sociedade Brasileira de Cancerologia e a Sociedade Brasileira de Biologia, Medicina Nuclear e Imagem Molecular. **Radiologia Brasileira**, São Paulo. v. 43, n. 4, p. 255-259, 2010. Disponível em: <<https://www.mysciencework.com/publication/download/32acd15c359dc4598553391d1d7de37c/ae565f10d48c8ccbc1ee1c00273364ca>>. Acesso em: 23 nov. 2016.

THULER, Luiz Claudio et al. Considerações sobre a prevenção do câncer de mama feminino. **Rev Bras Cancerol**, v. 49, n. 4, p. 227-38, 2003. Disponível em: <http://www1.inca.gov.br/rbc/n_49/v04/pdf/REVISAO1.pdf>. Acesso em: 23 nov. 2016.