

Detector Ionizográfico para Diagnóstico de Câncer de Mama

Ionizographic Detector for Breast Cancer Diagnosis

Detector Ionizográfico para el Diagnóstico del Cáncer de Mama

Recebido: 16/06/2021 | Revisado: 28/06/2021 | Aceito: 15/07/2021 | Publicado: 25/07/2021

Helton Gírio Matos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6379-7027>
Universidade Vale do Paraíba, Brasil
E-mail: helton_matos@yahoo.com.br

Marco Antonio Ramirez Ramos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9667-5533>
Universidade Vale do Paraíba, Brasil
E-mail: marco.antonio@univap.br

Lúcia Vieira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9354-6533>
Universidade Vale do Paraíba, Brasil
E-mail: lucia.vieira@univap.br

Ary Oliveira Pires

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0977-3838>
Universidade Federal do Piauí, Brasil
E-mail: aryopires@yahoo.com.br

Resumo

A cada dia aumenta a quantidade de vítimas do câncer. Só no ano de 2020 acometeu 626.030 pessoas no Brasil, segundo estimativas do Instituto Nacional do Câncer – INCA. A única forma para a diminuição desses números é o diagnóstico precoce. No presente estudo é caracterizado um invento chamado Detector Ionizográfico, que realiza Tomografia por Emissão de Pósitrons (PET) produzindo informações metabólicas de nódulos mamários. Possibilita diagnóstico preciso de nódulos mamários quanto a sua malignidade. Para comprovar sua efetividade, foi feita uma avaliação comparativa qualitativa entre o Detector Ionizográfico e o Tomografia por Emissão de Pósitrons/Tomografia Computadorizada (PET-CT) para análise de dados metabólicos em nódulos mamários. A pesquisa foi realizada com 3 pacientes que apresentavam nódulo mamário documentado por histopatológico. A partir dos resultados foi possível comprovar a eficiência do aparelho. Possibilitará assim, uma opção de diagnóstico de malignidade preciso e de baixo custo. Seguindo a tendência, o Detector Ionizográfico pode ser hibridizado com alguma tecnologia de imagens anatômicas, como o ultrassom. Com isso é possível promover maior acesso a diagnósticos precisos, aumentando sensivelmente a possibilidade de diagnósticos precoces, viabilizando a cura ou melhor estadia do paciente.

Palavras-chave: Câncer; Nódulo; Mama; PET-CT.

Abstract

Every day the number of cancer victims increases. In 2020 alone, 626,030 people were affected in Brazil, according to estimates by the National Cancer Institute (INCA). The only way to reduce these numbers is early diagnosis. In the present study, a invention called Ionizographic Detector is described, which performs Positron Emission Tomography (PET) producing metabolic information in breast nodules. This device enables accurate diagnosis of breast nodules regarding its malignancy. To prove its effectiveness, a comparative evaluation was made between the Ionizographic Detector and the Positron Emission Tomography/Computerized Tomography (PET-CT) for analysis of the metabolic data in breast nodules. The research is being carried out with 20 patients who have histopathologically documented breast cancer. From the results it will be possible to prove the device's efficacy. It will thus enable an accurate and low-cost malignancy diagnosis option. The Ionizographic Detector can be hybridized with some anatomical imaging technology, such as Ultrasound (US). With this, it is possible to promote greater access to accurate diagnoses, significantly increasing the possibility of early diagnoses, enabling a cure or a better prognosis for the patient.

Keywords: Cancer; Nodule; Breast; PET-CT.

Resumen

Cada día aumenta el número de víctimas de cáncer. Solo en 2020, 626,030 personas se vieron afectadas en Brasil, según estimaciones del Instituto Nacional del Cáncer - INCA. La única forma de reducir estos números es el diagnóstico temprano. En el presente estudio se caracteriza un invento denominado Detector ionizográfico, que realiza una Tomografía por Emisión de Positrones (PET) produciendo información metabólica de los nódulos mamarios. Permite un diagnóstico preciso de los nódulos mamarios con respecto a su malignidad. Para comprobar su eficacia, se realizó

una evaluación comparativa cualitativa entre el Detector Ionizográfico y la Tomografía por Emisión de Positrones / Tomografía Computarizada (PET-CT) para el análisis de datos metabólicos en nódulos mamarios. La investigación se realizó con 3 pacientes que tenían un nódulo mamario documentado por examen histopatológico. A partir de los resultados, fue posible demostrar la eficiencia del dispositivo. De este modo, permitirá una opción de diagnóstico de malignidad precisa y de bajo costo. Siguiendo la tendencia, el detector ionizográfico se puede hibridar con alguna tecnología de imágenes anatómicas, como la ecografía. Con esto, es posible promover un mayor acceso a diagnósticos precisos, aumentando significativamente la posibilidad de diagnósticos precoces, posibilitando una cura o una mejor estancia del paciente.

Palabras clave: Cáncer; Nódulo; Seno; PET-CT.

1. Introdução

Segundo Pereira et al. (2010) o Brasil vem apresentando, predominantemente, o crescimento da população idosa. Consequentemente observa-se aumento na incidência de doenças, que são características desse grupo de risco. Esforços têm sido aplicados na prevenção e diagnóstico dessas doenças.

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (2012) o câncer de mama é a quinta maior causa de morte por câncer em geral e o mais comum entre mulheres no mundo todo. No Brasil, foram estimados 57.120 novos casos de câncer de mama em 2014, que representa a primeira causa de morte por câncer na população feminina brasileira, com 12,10 óbitos a cada 100.000 mulheres (INCA, 2014). Esses números aumentaram em 2018, totalizando 59.700 novos casos e correspondendo a 29,5% do total de número de câncer diagnosticados em mulheres (INCA, 2018).

Diferentemente de outras moléstias, não é conhecida nenhuma forma de prevenção a neoplasias de mama, restando apenas o diagnóstico precoce para cura ou tratamento, prolongando a vida do paciente. Para isso, existem várias técnicas para detecção e avaliação do câncer de mama.

O câncer de mama pode ser definido como uma multiplicação exagerada de células epiteliais malignas que revestem os ductos ou lóbulos da mama. A neoplasia mamária é uma doença clonal, onde uma única célula modificada torna-se capaz de expressar todo potencial maligno (Kasper et al., 2016). O diagnóstico precoce é de suma importância, pois a partir dele se inicia o tratamento mais apropriado e eficaz aumentando a expectativa de vida do paciente. Importante também ter consciência da doença, como ela se comporta, e cada uma de suas etapas, desde os exames de diagnóstico até o tratamento.

Esforços têm sido aplicados visando o desenvolvimento de novos equipamentos e métodos, capazes de proporcionar o diagnóstico precoce do câncer de mama. Houve grande avanço com a detecção auxiliada por computador (*Computer-Aided Detection* – CAD), proporcionando aumento na qualidade das imagens e consequentemente na sensibilidade dos diagnósticos radiológicos em até 21%. Com isso, houve diminuição de falsos-positivos e falsos-negativos nos diagnósticos realizados (Calas, 2012).

Pouco mais de 100 anos depois da descoberta do primeiro método de obtenção de imagens não-invasivas do interior do corpo humano, a medicina diagnóstica está passando por uma revolução igualmente profunda e transformadora. Houve aumento fenomenal nas técnicas digitais, baseadas em computador que procuram tratar a imagem como um complexo problema matemático (Sabbatini, 1999).

A qualidade da imagem pode ser entendida como uma imagem mamográfica com densidades óticas perceptíveis ao olho humano e de boa visualização de tecidos relevantes para um diagnóstico seguro, influenciada pela densidade da mama, técnica radiográfica, localização da lesão, características de malignidade e cansaço do radiologista (Villar et al., 2015).

Infelizmente a maior parte dos investimentos tem sido realizada pela iniciativa privada. Consequentemente, o acesso a diagnósticos mais precisos está disponível para uma pequena parcela da população. Para o sistema público de saúde restam predominantemente os recursos menos onerosos e consequentemente apresentando falhas e imprecisões no diagnóstico.

Segundo Alvares e Michell (2003), métodos diagnósticos de imagem como mamografia, ultrassonografia e cintilografia,

são exames imprescindíveis no diagnóstico do câncer de mama e no acompanhamento após o procedimento cirúrgico, porém, todos apresentam limitações específicas.

O PET-CT (do inglês PET-CT, *Positron Emission Tomography – Computed Tomography*) é uma revolucionária técnica para diagnóstico de câncer. Para realização de um exame com o PET-CT é injetado na veia do paciente um radiofármaco para identificar mudanças que ocorrem no metabolismo das células.

Das tecnologias já existentes e analisadas nesse trabalho, o aparelho que apresenta maior precisão nos diagnósticos é o PET-CT. Por esse motivo foi escolhido para ser comparado com os diagnósticos gerados pelo Detector Ionizográfico. O PET-CT sobrepõe imagens metabólicas geradas pelo PET com as imagens anatômicas geradas pelo tomógrafo, possibilitando identificar a forma e malignidade do tumor. No entanto, um exame com esse aparelho custa, em média, mil dólares. Com a utilização do Ultrassom, exame de custo mais acessível, é possível observar as imagens anatômicas do tumor, contudo sem a possibilidade de diagnóstico diferencial de malignidade.

Em consequência, é fácil imaginar a dificuldade da população menos favorecida em ter acesso a exames de diagnóstico preciso. Há limitação do Sistema Único de Saúde (SUS) em oferecer esse tipo de exame, bem como a resistência dos planos de saúde em autorizar o procedimento para o assegurado.

Em dezembro de 2014 o Ministério da Saúde publicou a Portaria Nº 1.340 incorporando o PET-CT ao SUS para os seguintes tumores: pulmão de células não pequenas potencialmente ressecável; metástase exclusivamente de câncer colorretal; e para o estadiamento e avaliação da resposta ao tratamento de linfomas de Hodgkin e não Hodgkin. Antes da publicação dessa Portaria, o PET-CT era realizado por meio de judicializações.

Uma tendência é a junção do Detector Ionizográfico com o aparelho de Ultrassom. Com isso teremos dados morfológicos (Ultrassom) e dados metabólicos (Detector Ionizográfico) possibilitando o estudo de forma e malignidade do câncer em estudo com a junção de duas tecnologias bem acessíveis em termos de custo de aquisição e do exame com estes aparelhos.

Por se tratar de um equipamento relativamente simples, não precisa de fotomultiplicadoras ou eletrônica robusta dentro de um “*gantry*” (túnel de posicionamento do paciente) do aparelho, como ocorre com outros aparelhos com essa finalidade. O Detector Ionizográfico é desenvolvido em um tamanho diminuto, maleável e de baixo custo quando comparado com aparelhos que fornecem dados metabólicos.

O Detector Ionizográfico faz imagens com “taxas de contagem por segundo”, não havendo a necessidade de aguardar que toda a imagem tenha boa estatística de contagem para finalizar o exame, quando uma célula de ionização encontra um padrão ele para de contar finalizando o exame. Possibilitando, assim, a detecção de corpo inteiro onde o exame terminaria em poucos segundos em vez de vários minutos como acontece hoje com a cintilografia.

Com esse avanço há possibilidade de conectar a medicina nuclear com outras áreas de imagem como a endoscopia por exemplo. Possibilitaria também detectar o linfonodo sentinela (tumor maligno) de forma visual, o que faria com que o linfonodo de cadeia mamária interna pudesse ser abordado de forma segura pelo mastologista aumentando a sensibilidade e detectabilidade da mastologia em câncer de mama.

O presente estudo tem por objetivo caracterizar um invento chamado Detector Ionizográfico para detecção de dados metabólicos de nódulos mamários. Para comprovar sua efetividade foi feito um comparativo entre exames realizados com o PET-CT e o Detector Ionizográfico. O Detector Ionizográfico apresenta expressiva redução dos custos envolvidos na fabricação do aparelho, proporcionando acessibilidade e eficiência. Contribuindo para mudança do cenário atual em diagnóstico de câncer de mama.

A Tabela 1 apresenta um resumo das tecnologias analisadas, com suas respectivas vantagens e desvantagens.

Tabela 1 – Comparativo.

Tecnologia	Vantagens	Desvantagens
Mamografia	Baixo custo. Sensibilidade satisfatória mais evidente em casos de câncer de mama em estágio precoce.	Somente Avaliação morfológica. Dificuldades no rastreamento em mamas densas, alterações mamárias pós-cirúrgicas e implantes mamários.
Ultrassom	Importante papel como exame complementar à mamografia e ao exame clínico.	Somente Avaliação morfológica. Dificuldades em identificar no rastreamento a natureza maligna ou benigna assim como na identificação de lesões menores que 1 cm.
Ressonância Magnética	Avalia o tamanho e as características morfológicas do tumor.	Alto custo, longo tempo do exame e suas contraindicações.
PET-RM e PET-CT	Imagens metabólicas, sobreposição com imagens anatômicas do câncer em análise.	Alto custo.
Detector Ionizográfico	Imagens Metabólicas. Baixo custo	Não apresenta imagens morfológicas.

Fonte: Autores.

2. Metodologia

A pesquisa é qualitativa, uma vez que tem caráter exploratório, estudando as experiências individuais. Os métodos qualitativos são aqueles nos quais é importante a interpretação por parte do pesquisador com suas opiniões sobre o fenômeno em estudo (Pereira et al., 2018).

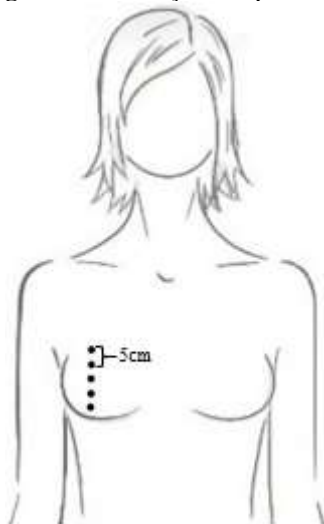
Foram examinados no Detector Ionizográfico 3 (três) pacientes que apresentaram nódulo(s) mamário(s) documentado(s) por histopatológico. Primeiramente foram submetidas ao exame no PET-CT, onde foi injetado na paciente de forma intravenosa um radiofármaco conhecido como contraste. O contraste é um material radioativo, normalmente o Fluordesoxiglicose (FDG), ou seja, um radioisótopo do flúor misturado com glicose. Sua fórmula é $C_6H_{11}^{18}FO_5$.

Nódulos mamários malignos, diferentemente dos benignos, absorvem muita glicose. Dessa forma, foi possível identificar onde ocorria uma maior emissão de radiação e o consequente diagnóstico do(s) nódulo(s) maligno(s). No exame com o Detector Ionizográfico, quando há presença de radiação ocorre um processo de ionização. O material radioativo injetado na paciente libera raios gama e provoca a ionização nos sensores Geiger Muller. Esse processo descrito é convertido em energia e é feita a medição das captações por segundo.

Para fazer o exame no Detector Ionizográfico, a paciente foi conduzida para uma sala contendo um aparelho de Ultrassom. Foi fornecido uma bata com abertura frontal. Em seguida, a paciente foi posicionada em decúbito dorsal, com os membros superiores elevados em ângulo de 90 graus.

Inicialmente, com o aparelho de Ultrassom, foi localizado o(s) nódulo(s) e foi feito cinco marcações nas pacientes com pincel conforme mostra a representação gráfica na Figura 1. Uma marcação central, onde foi encontrado através da análise morfológica a partir do Ultrassom e quatro outras marcações, duas acima e outras duas abaixo da marcação inicial, a uma distância de 5 (cinco) centímetros de intervalo no sentido vertical em relação a paciente. Justifica-se essa ação pela necessidade de comparação das captações de radiação por segundo não somente da região do nódulo, ou seja, onde tem maior emissão de radiação, mas também das áreas com menos incidência para comprovar a eficiência da captação do aparelho.

Figura 1 - Marcações na paciente.



Fonte: Autores.

O Colimador é um invólucro feito em impressora 3D. Internamente armazena 2 (dois) sensores Geiger e é preenchido com chumbo. O chumbo é utilizado para fazer a blindagem e evitar que os sensores sofram interferências espúrias, de forma que a captação é bem direcionada.

Em cada marcação é posicionado o Colimador e são registradas 20 (vinte) leituras em cada posição das marcações. O resultado corresponde a média do somatório dessas captações, que pôr sua vez é realizado em triplicata, possibilitando uma amostra mais significativa para análise.

Relacionado aos dados coletados em cada posição do colimador, a atividade do flúor presente no radiofármaco decair por unidade de tempo, devido a liberação de fótons e emissão de forma aleatória, ou seja, são emitidos pósitrons em diversas direções, sendo estimado a quantidade de 20 (vinte) leituras para captação em cada posição. A atividade do flúor é medida em Curie (Ci), onde representa a quantidade de decaimento por unidade de tempo, ou seja, é a unidade na qual para uma quantidade de material radioativo, $3,7 \times 10^{10}$ núcleos desintegram em cada segundo.

Foi utilizado o software Probe Detector para apresentar em tempo real a captação do sinal recebido. O Software Probe Detector transforma o sinal recebido em barras, representando cada um dos sensores, também faz a soma das captações e totaliza em um relatório.

Com os dados das captações, foi uma análise e comparação com os resultados obtidos no PET-CT. A fim de comparar os resultados, uma vez que o PET-CT é referência no diagnóstico da malignidade de nódulos mamários.

3. Resultados e Discussão

Os resultados obtidos na comparação entre PET-CT e o Detector Ionizográfico estão apresentados nas Figuras a seguir. Os gráficos referentes aos resultados dos exames feitos no Detector Ionizográfico estão plotados no eixo X com a numeração de 1 (um) a 5 (cinco) que corresponde a cada posição marcada no paciente. O eixo Y contém a quantidade de captações, conforme descrito na metodologia.

As barras na cor azul indicam o sensor 1 do Detector Ionizográfico, que corresponde a uma possibilidade de variação de 0 (zero) a 250 (duzentos e cinquenta) captações por segundo. As barras na cor laranja correspondem ao sensor 2 do Detector.

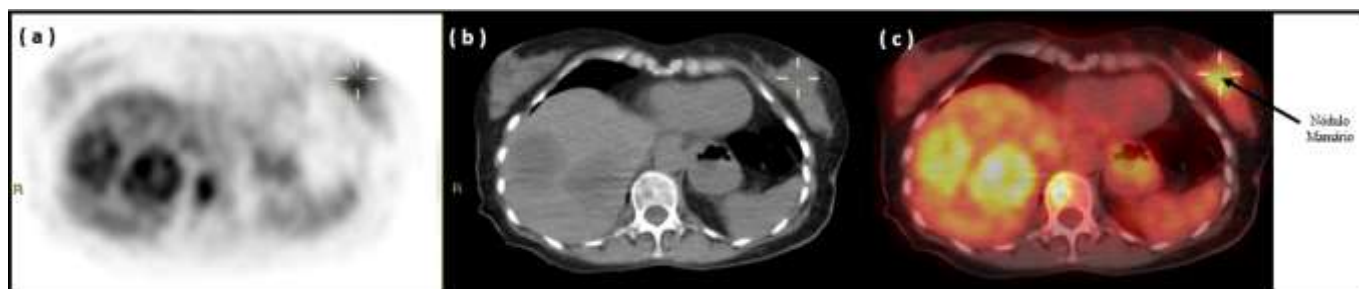
Todos os gráficos correspondem aos resultados comparativos obtidos em triplicata. A triplicata foi gerada a partir de 3 (três) pacientes submetidos ao exame com o Detector Ionizográfico. Esses pacientes, seguindo toda a metodologia supracitada,

foram examinados nos meses de janeiro, fevereiro e março de 2021. Sendo inicialmente submetidos ao exame no PET-CT e em seguida, ao Detector Ionizográfico.

A Figura 2 contém duas imagens e uma sobreposição de dados metabólicos e morfológicos obtidos no exame da paciente 1 obtidos pelo exame no PET-CT. A imagem gerada pelo exame de tomografia por emissão de pósitrons apresenta áreas de maior metabolismo da glicose e conseqüentemente de maior captação de radiação devido ao radiofármaco, apresentando regiões mais escuras, conforme pode ser observado na Figura 2 (a). A imagem do resultado do exame de tomografia computadorizada apresentada na Figura 2 (b) mostra a forma, ou seja, características morfológicas no nódulo. A imagem apresentada na Figura 2 (c) foi obtida via fusão de imagens supracitadas do exame no PET-CT.

A paciente 1, ao ser submetida ao exame no PET-CT apresentou nódulo na mama esquerda, conforme apontado na Figura 2 (c). Na sobreposição de imagens pode ser visto pontos com cor mais intensa, representando áreas de hipermetabolismo glicolítico em múltiplos corpos vertebrais cervicais.

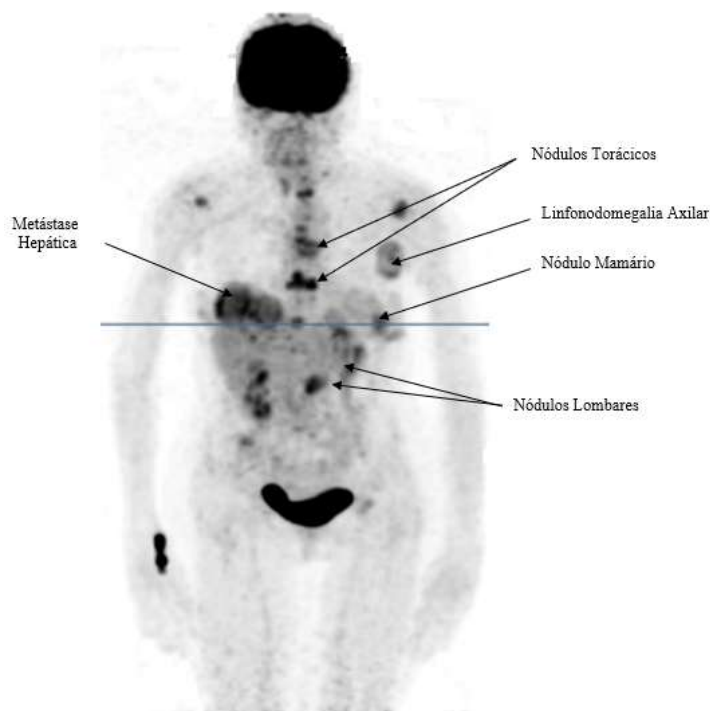
Figura 2 – Paciente 1 (a) Tomografia por emissão de pósitrons (b) Tomografia computadorizada (c) Sobreposição de (a) + (b) de dados metabólicos e morfológicos



Fonte: Autores.

A Figura 3 contém uma imagem gerada no formato Maximum Intensity Projection (MPI) obtido via PET. Pode ser observado nesta figura a presença de linfonodomegalia hipermetabólica em axila esquerda. Foi captado a presença de nódulo mamário hipermetabólico em mama esquerda compatível com tumor primário referido. Também pode ser observado nódulos torácicos e lombares.

Figura 3 - Imagem - Maximum Intensity Projection (MPI).



Fonte: Autores.

A Figura 4 é referente a imagem obtida a partir do exame de Ultrassom. Onde é possível verificar a forma do nódulo. É o ponto de partida que sejam feitas as marcações na paciente.

Figura 4 - Paciente 1 – Imagem de Ultrassom.

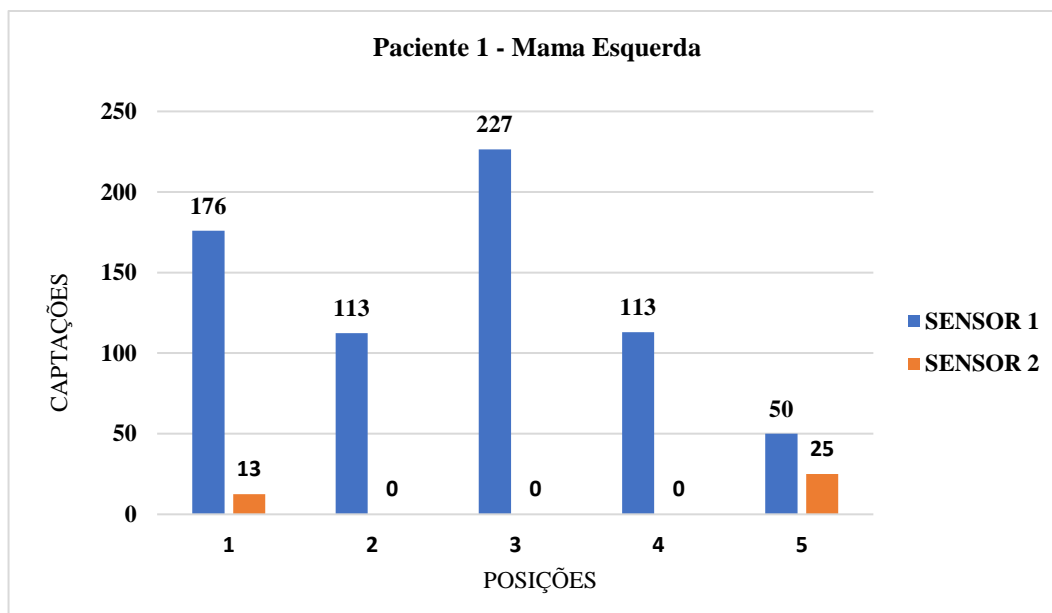


Fonte: Autores.

A Figura 5 contém um gráfico com resultados da paciente 1 referente ao exame no Detector Ionizográfico na mama esquerda. No eixo X, são apresentadas as cinco posições do colimador na paciente, com a indicação da primeira barra referente ao sensor 1 e a segunda referente ao sensor 2. No eixo Y são apresentadas as possíveis variações de captação.

A primeira leitura foi de 176 captação por segundo no sensor 1 e 13 no sensor 2. Isso justifica-se pôr a paciente apresentar um linfonodo axilar constatado pelo exame no PET-CT. A segunda posição apresenta uma queda nas captações, ou seja, foram registradas 113 captações no sensor 1 e nenhuma captação no sensor 2. Na terceira posição, ou seja, onde o nódulo foi marcado a partir da análise com o aparelho de ultrassom, houve um aumento de mais de 100% na captação do sensor 1, sendo que o sensor 2 permaneceu sem apresentar captações. Na quarta posição a leitura corresponde a segunda posição. Na quinta leitura, houveram 50 captações por segundo no sensor 1 e 25 no sensor 2.

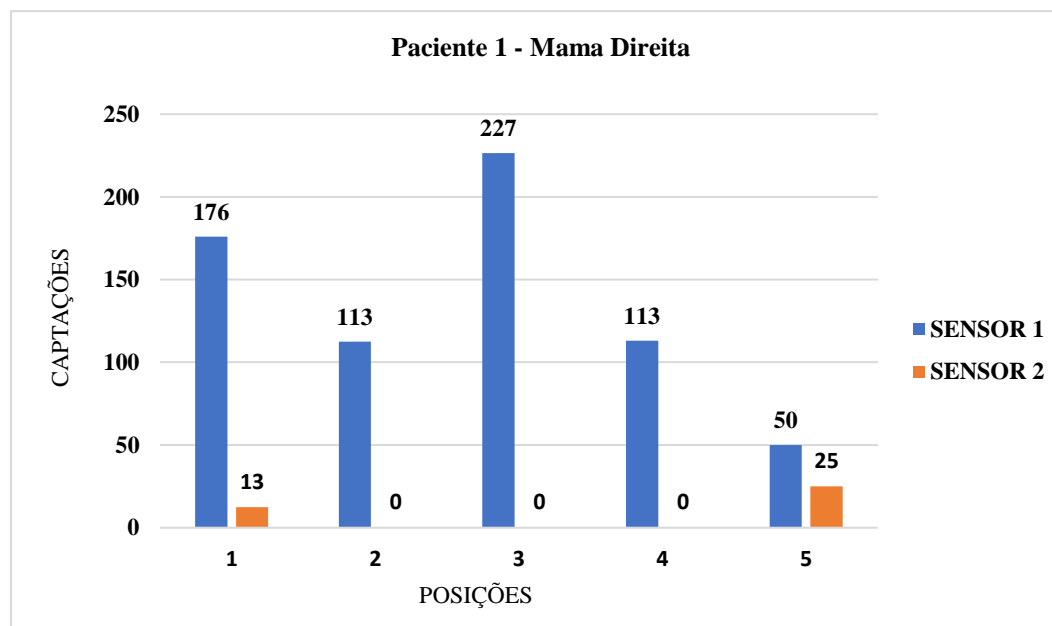
Figura 5 - Paciente 1 – Captações por Segundo (ME).



Fonte: Autores.

A Figura 6 contém o gráfico dos resultados do exame realizado com o Detector Ionizográfico na mama direita. Na leitura feita na primeira posição foram identificadas 75 captações por segundo pelo sensor 1 e nenhuma captação no sensor 2. Na segunda houve uma queda na captação do sensor 1 e um aumento na captação do sensor 2. Na terceira posição, os dois sensores apresentaram um aumento e marcaram 63 captações por segundo. Na quarta leitura, o sensor um aumentou sua captação para 101 e o sensor 2 teve uma queda nas captações para 38. E na última posição houve um aumento para 125 captações por segundo no sensor 1 e queda no sensor 2 para 25 captações. Esse aumento na captação por parte do sensor 1 é justificado pelo fato da paciente apresentar um nódulo no fígado, conforme constatado no exame do PET-CT. Desta forma, a medida que as posições se aproximam do fígado, as captações aumentam.

Figura 6 - Paciente 1 – Captações por Segundo (MD)

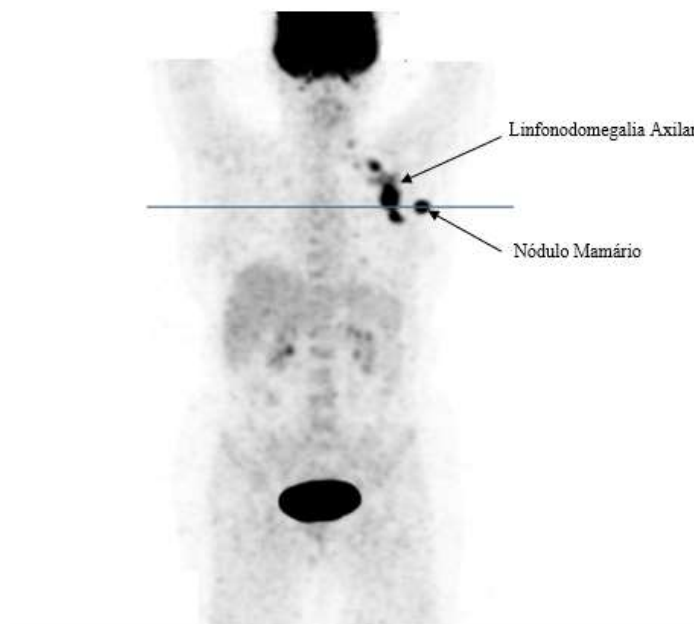


Fonte: Autores.

A Figura 7 contém uma imagem Maximum Intensity Projection (MIP) obtida da paciente 2 via exame com o PET-CT. Pode ser observado nessa figura nódulo na mama esquerda com tumor primário em atividade. Além de linfonomegalia axilares e subpeitorais esquerdas compatíveis com implantes secundários em atividade. Não sendo evidenciado outras áreas de acúmulo anormal do radiofármaco pelo corpo da paciente.

O PET-CT realizado com protocolo específico para avaliação das mamas demonstrou boa sensibilidade e apresentou associação com importantes fatores histológicos/imuno-histoquímicos relacionados à agressividade e prognóstico dos carcinomas mamários (Bitencourt et. al.,2014).

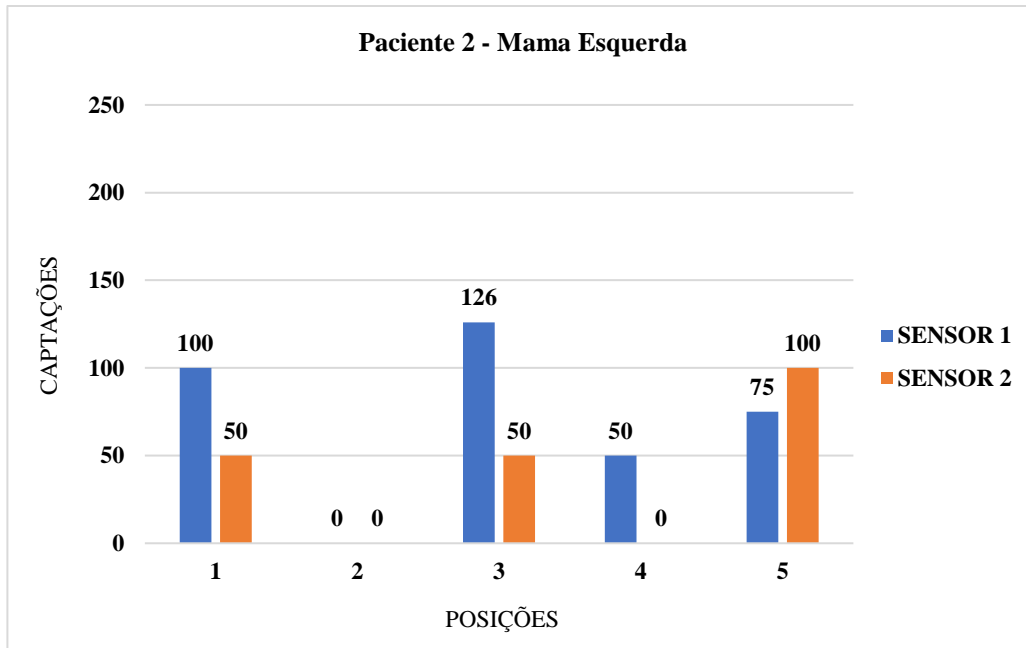
Figura 7 – Paciente 2 - Maximum Intensity Projection (MPI).



Fonte: Autores.

O exame com o Detector Ionizográfico, inicialmente feito na mama esquerda da paciente 2, captou um hipermetabolismo logo na primeira leitura, de acordo com o gráfico da Figura 8. Onde o sensor 1 apresentou captação de 100 e o sensor 2 captou 50. Na segunda posição, não houve registro de radiação. Na terceira leitura, houve outro ponto de hipermetabolismo, sendo que o primeiro sensor detectou 126 captação e o segundo 50. Na quarta leitura o sensor 1 registrou uma captação de 50 e o sensor 2 não captou radiação. E na última leitura, houve novamente uma captação de radiação pelos sensores, sendo de 75 do sensor 1 e 100 no sensor 2.

Figura 8 - Paciente 2 – Captações por Segundo (ME).



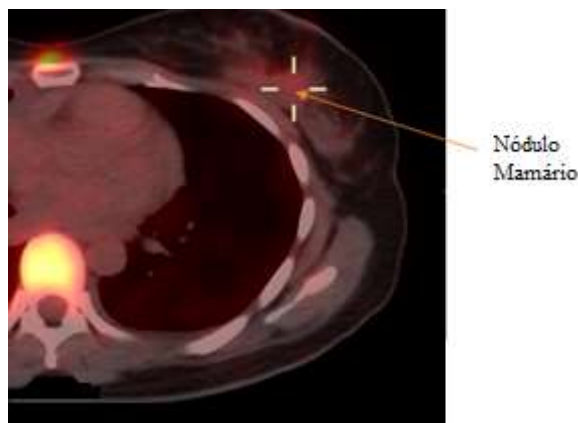
Fonte: Autores.

Pode ser visto que existem regiões hipercaptantes de glicose, identificados na região mais escura na altura do tórax da paciente 2, comprovando a existência de uma linfonodomegalia axilar conforme apresentado na Figura 6. Motivo pelo qual a primeira leitura apresentou um hipermetabolismo, ou seja, um maior consumo de glicose e conseqüentemente, uma região com maior captação de radiação. Nas outras leituras foram apresentados registros de captações, onde constata-se o nódulo mamário esquerdo da paciente.

A partir dos dados coletados no exame na mama direita da paciente, houveram captações nulas ou muito baixas. Considerando essas pequenas oscilações como dadas espúrios. Concluindo-se desta forma, que não há presença de nódulos malignos.

O resultado apresentado na Figura 9 é referente a paciente 3 ao ser submetida ao exame no PET-CT, sobrepondo imagens morfológicas e metabólicas. Foi observado o estadiamento para Antígeno de Câncer (Cancer Antigen – CA), ou seja, apresentou uma captação discreta em nódulo mamário esquerdo compatível com tumor primário.

Figura 9 - Sobreposição das imagens morfológicas e metabólicas.



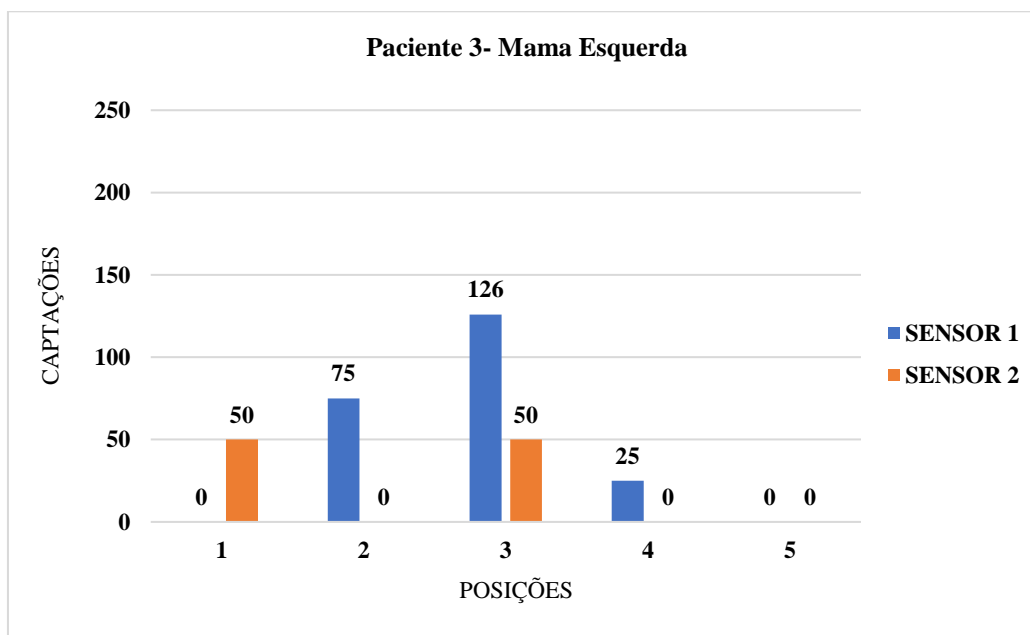
Fonte: Autores.

A paciente informou que havia sido submetida a duas sessões de quimioterapia. Sendo esse o motivo de, apesar de já diagnóstica com nódulos malignos, ter-se apresentado esse resultado.

O resultado apresentado na figura 10 contém um gráfico dos resultados do exame realizado com o Detector Ionizográfico na mama esquerda da paciente 3. Onde pode ser observado que houve uma captação sutil no terceiro ponto marcado como sendo o local do nódulo. As captações iniciaram com zero no sensor 1 e 50 no sensor 2. Logo na segunda leitura houve uma captação de 75 no sensor 1 e nenhuma no sensor 2. Sendo que na terceira posição, foi registrada a mais alta captação, que foi de 126 pelo sensor 1 e de 50 pelo sensor 2. Na quarta leitura foi apresentada uma diminuição, ou seja, o sensor 1 registrou 25 captações e o sensor 2, nenhuma. E por fim, na quinta posição não foi registrada nenhuma captação.

Pode ser visto que é compatível com o apresentado pelo exame do PET-CT na mama esquerda, apresentada na Figura 8. Onde há uma hipercaptação na terceira leitura, ou seja, ponto identificado com o Ultrassom sendo do nódulo. O resultado apresentado pelo Detector Ionizográfico na mama direita da paciente foi satisfatório. Com captações muito baixas ou nenhuma registrada nas posições marcadas na paciente. Correspondendo ao diagnóstico apresentado pelo exame no PET-CT.

Figura 10 - Paciente 3 – Captações por Segundo (ME).



Fonte: Autores.

4. Conclusão

Após analisar os resultados pode-se concluir a redução do número de marcações em função do ponto de interesse já ter sido visualizado no ultrassom. As demais leituras são meramente para verificação da calibração do equipamento. Para os demais exames, serão feitas três marcações em vez de cinco. O equipamento será parametrizado para não mais fazer 20 leituras em cada marcação (posição), serão feitas 40, na intenção de ser obtido uma amostra maior das captações, consequentemente, mais representativa, uma vez que a emissão de pósitrons é aleatória.

Com a análise do experimento, podemos concluir que o registro de 50 captações em determinada posição previamente marcada na paciente, podem ser desconsideradas, por representar uma média base do radiofármaco circulante na paciente. Levando-se em conta captações superiores, conforme gráficos apresentados na pesquisa, associado aos diagnósticos gerados com os exames no PET-CT.

A partir dos resultados obtidos através da realização dos três exames descritos nesse trabalho, pode-se observar a

correspondência em 100% dos diagnósticos dos exames realizados no PET-CT e no Detector Ionizográfico. Sendo que todas as captações hipermetabólicas registradas fora da região marcada pelo nódulo mamário, foram justificadas pela existência de outros elementos captantes no corpo da paciente. Como por exemplo o que se verificou na paciente 2, onde o Detector Ionizográfico captou as informações metabólicas do nódulo mamário esquerdo, assim como captou o elevado metabolismo correspondendo a presença de linfonodomegalia na axila esquerda e lesões hepáticas.

Na análise das tecnologias mais relevantes para detecção de nódulos de mama, concluímos que as metodologias disponíveis quando apresentam resultados satisfatórios, são caras e inacessíveis para maioria da população. Os mais acessíveis são menos precisos em tal detecção. O Detector Ionizográfico apresenta vantagens quanto a acurácia em informações metabólicas tão eficientes quanto os exames PET, apresentando um custo bem acessível quando comparado com as demais tecnologias. Mas como desvantagem, não capta informações morfológicas, assim como o PET.

Com a comprovação da efetividade do Detector Ionizográfico, uma consequência natural, assim como aconteceu com o PET-CT e o PET/RM, é a hibridização das tecnologias, já supracitado. Possibilitando associar dados metabólicos com morfológicos. O diagnóstico preciso de nódulos mamários ficará mais acessível, viabilizando o diagnóstico precoce ou até mesmo uma melhor estadia do paciente acometido deste mal. Assim como uma consequência inevitável, que ocorreu com todos os equipamentos analisados, uma evolução do aparelho para que possa cada vez mais acompanhar os avanços e necessidade desta especialidade da medicina.

Como sugestão para trabalhos futuros, deve ser feito mais experimentos com o Detector Ionizográfico. Não somente no exame de mamas, mas na análise de nódulos na tireoide e na avaliação de funções renais. Possibilitando assim que seja comprovado não somente a efetividade no diagnóstico do invento, mas também sua diversidade de aplicações.

Referências

- Alvares, B. R., & Michell, M. (2003). O uso da ressonância magnética na investigação do câncer mamário. *Radiologia Brasileira*, 36(6), 373-378.
- Silva, P. A. D., & Riul, S. D. S. (2011). Câncer de mama: fatores de risco e detecção precoce. *Revista Brasileira de Enfermagem*, 64(6), 1016-1021.
- Barra, F. R., Barra, R. R., & Barra Sobrinho, A. (2012). Novos métodos funcionais na avaliação de lesões mamárias. *Radiologia Brasileira*, 45(6), 340-344.
- Bitencourt, A. G. V., Lima, E. N. P., Chojniak, R., Marques, E. F., Souza, J. A. D., Graziano, L., & Osório, C. A. B. D. T. (2014). Correlação entre resultado do PET-CT e achados histológicos e imuno-histoquímicos em carcinomas mamários. *Radiologia Brasileira*, 47(2), 67-73.
- Boylestad, R. (2013). *Dispositivos Eletrônicos e Teoria de Circuitos-11a*.
- Brasil. Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Instituto Nacional de Câncer (2006). *Controle do Câncer de Mama: documento de consenso*. Rio de Janeiro.
- Calas, M. J. G., Koch, H. A., & Dutra, M. V. P. (2007). Ultra-sonografia mamária: avaliação dos critérios ecográficos na diferenciação das lesões mamárias. *Radiologia Brasileira*, 40(1), 1-7.
- Calas, M. J. G., Gutfilen, B., & Pereira, W. C. D. A. (2012). CAD e mamografia: por que usar esta ferramenta? *Radiologia Brasileira*, 45(1), 46-52.
- Camargo, E. E. (2005). Experiência inicial com PET/CT. *Radiologia Brasileira*, 38(1), 0-0.
- Chala, L. F., & Barros, N. D. (2007). Avaliação das mamas com métodos de imagem. *Radiologia Brasileira*, 40(1), 4-6.
- Jales, R. M., Marussi, E. F., Andrade, K. C. D., & Derchain, S. F. M. (2005). Desempenho da ultra-sonografia na detecção das metástases em linfonodos axilares em mulheres com câncer de mama. *Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetrícia*, 27(9), 534-540.
- Johnson, D. E., Hilburn, J. L., & Johnson, J. R. (1994). Fundamentos de análise de circuitos elétricos. *Livros Técnicos e Científicos*.
- Kasper, D. L. et al. *Medicina Interna de Harrison*. (2016) (19a ed.), AMGH Editora LTDA.
- Machado, A. C. B., Pleitez, V., & Tijero, M. C. (2006). Usando a antimatéria na medicina moderna. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 28(4), 407-416.
- Nascimento, J. H. R. D., Silva, V. D. D., & Maciel, A. C. (2009). Acurácia dos achados ultrassonográficos do câncer de mama: correlação da classificação BI-RADS® e achados histológicos. *Radiologia Brasileira*, 42(4), 235-240.

Nascimento, F. B. D., Pitta, M. G. D. R., & Rêgo, M. J. B. D. M. (2015). Análise dos principais métodos de diagnóstico de câncer de mama como propulsores no processo inovativo. *Arquivos de medicina*, 29(6), 153-159.

Nastri, C. O., Martins, W. D. P., & Lenharte, R. D. J. (2011). Ultrassonografia no rastreamento do câncer de mama. *Femina*, 97-102.

Nilsson, J. W. & Riedel, Susan A. *Circuitos Elétricos*. (2015) (10a ed.), Person Education do Brasil.

Sabbatini, R. M. E. (1999) *Uma Revolução Feita de Imagens*. Chek-Up.

Silva, J. M., Marques, M. A., Moraes, E. C., & Melo, H. J. F. *Tomografia Por Emissão De Pósitrons/Ressonância Magnética Na Avaliação Do Câncer De Mama*.

Souza, A. R. D., Paixão, A. C., Uzêda, D. D., Dias, M. A., Duarte, S., & Amorim, H. S. D. (2011). A placa Arduino: uma opção de baixo custo para experiências de física assistidas pelo PC. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 33(1), 01-05.

Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J., & Shitsuka, R. (2018). *Metodologia da Pesquisa Científica-Licenciatura*.

Pereira, M. R., Santos, A., & Sakae, T. M. (2010). Escore thrombolysis in myocardial infarction para avaliação de risco em síndrome coronariana aguda em hospital particular no Sul do Brasil. *Rev Bras Clin Med*, 8(4), 311-5.

Villar, V. C. F. L., De Seta, M. H., Andrade, C. L. T. D., Delamarque, E. V., & Azevedo, A. C. P. D. (2015). Evolution of mammographic image quality in the state of Rio de Janeiro. *Radiologia brasileira*, 48(2), 86-92.