

# Avaliação do Desempenho de Monitores de Alta Resolução em Mamografia Digital

## Performance Evaluation of High-Resolution Monitors in Digital Mammography

Elizandra V. Siriani<sup>1</sup>, Igor H. C. Ferreira<sup>2</sup>, Dandara H. B. Oliveira<sup>3</sup>, Luana M. Oliveira<sup>4</sup>  
Bruno B. Oliveira<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Física Médica em Diagnóstico por Imagem, Hospital de Clínicas da Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, Brasil

<sup>2</sup>Físico Médico em Diagnóstico por Imagem, Hospital de Amor Barretos, Barretos, Brasil

<sup>3</sup>Física Médica, Frutal, Brasil

<sup>4</sup>Física Médica Consultora em Radioproteção, Grupo MRA Radioproteção, Ribeirão Preto, Brasil

<sup>5</sup>Físico Médico PhD, Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos - UNIFEB, Barretos, Brasil

### Resumo

A mamografia é o principal método de diagnóstico por imagem designado para estudos de microcalcificações e lesões mamárias, além de ser utilizado como método de rastreamento para tumores de mama. Protocolos foram criados com o intuito de manter os equipamentos e monitores de laudo e visualização constantes, com o adequado desempenho exigido por normas e diretrizes. O desempenho dos monitores pode afetar diretamente a qualidade da imagem, influenciando, assim, o laudo médico. Esse estudo teve como objetivo avaliar a qualidade de monitores específicos para mamografia digital, a partir dos testes propostos pelo protocolo EUROPEU e pelo *Report n°3 da AAPM (American Association of Physicists in Medicine) através do Task Group 18 (TG18)*. Para a produção desse estudo, foram realizados testes em três *Workstation* de laudo com dois conjuntos de monitores, cada um de 5 Megapixels, da marca Barco. As avaliações dos monitores foram colocadas em prática utilizando os padrões TG18-QC, TG18-AFC, TG18-UNL10, TG18-UNL80, TG18-GV, TG18-GVN e TG18-LN. Em todas as avaliações, 100% dos monitores atenderam os critérios de qualidade esperado nos testes qualitativos e quantitativos do TG18. Os parâmetros em conformidade avaliados asseguram a adequada visualização de detalhes e pequenos objetos de baixo contraste, auxiliando em uma melhor avaliação da imagem médica. Considerando as variações tecnológicas e degradação física ao longo do tempo, é de suma importância a verificação dos monitores de laudos médicos para manutenção da qualidade exigida.

**Palavras-chave:** padrão TG18-QC; controle da qualidade; mamografia digital; diagnóstico; monitores médicos; teste de calibração.

### Abstract

Mammography is the main diagnostic imaging method designed for studies of microcalcifications and breast lesions, in addition to be used as screening method for breast tumors. Protocols were created with the aim of maintaining constant equipments and report and visualization monitors, with the adequate performance required by standards and guidelines. The performance of monitors can directly affect the image quality, thus influencing the medical report. This study aimed to evaluate the quality of specific monitors for digital mammography, based on tests proposed by European protocol and AAPM (American Association of Physicists in Medicine) Report n°3 through Task Group 18 (TG18). For the production of this study, tests were performed in three report Barco Workstations with two sets of monitors, each one with 5 Megapixels. Monitor evaluations were put into practice using TG18-QC, TG18-AFC, TG18-UNL10, TG18-UNL80, TG18-GV, TG18-GVN and TG18-LN standards. In all evaluations, 100% of the monitors are in agreement with the quality criteria expected in the TG18's qualitative and quantitative tests. The accordingly evaluated parameters ensure the adequate visualization of details and small objects of low contrast, helping in a better evaluation of the medical image. Considering the technological variations and physical degradation over time, it is extremely important to verify the monitors of medical reports to maintain the required quality.

**Keywords:** TG18-QC test pattern, quality control; digital mammography; diagnostic; medical display; calibration test.

### 1. Introdução

O câncer de mama é o tipo de tumor que mais acomete a classe das mulheres no mundo, ressaltando os tumores de pele não melanoma (1). No Brasil, segundo as estimativas de incidência em um estudo realizado pelo INCA (Instituto Nacional de Câncer), no ano de 2020 foram registrados 66.280 novos casos de câncer de mama em mulheres, e a estimativa de mortalidade para este tipo de tumor foi de 18.068 óbitos (2).

De acordo com o INCA, este tipo de tumor pode estar relacionado com diversos fatores de risco que aumentam a probabilidade de desenvolver esta patologia. Os fatores a serem considerados são:

excesso de peso, consumo de álcool, sedentarismo e tabagismo. Alguns fatores de risco não podem ser alterados, como os hábitos de qualidade de vida, dentre estes temos: a vida reprodutiva da mulher, envelhecimento e hereditariedade (1).

Para a detecção e diagnóstico das alterações clínicas mamárias, existem diferentes métodos de diagnóstico por imagem, tais como, ressonância magnética (RM), tomografia computadorizada (TC), ultrassonografia (US), tomossíntese e mamografia. Dentre todos os métodos citados, a mamografia é considerada o exame padrão ouro para a detecção precoce do câncer de mama, pois é a técnica de diagnóstico por imagem que desempenha o melhor

papel para detecção de microcalcificações e outras lesões mamárias (3).

A mamografia pode ser dividida em três modalidades de acordo com o sistema de detecção utilizado para registrar a exposição do paciente ao feixe de Raios X. Estas modalidades são classificadas em mamografia convencional, mamografia computadorizada e mamografia digital. As modalidades de mamografia computadorizada e digital, são dois métodos em que as imagens adquiridas podem ser digitalizadas, seja por meio direto ou indireto (4,5).

O avanço tecnológico de equipamentos, softwares e hardwares, permitiu a visualização e avaliação diagnóstica das imagens adquiridas na mamografia computadorizada e digital em monitores de alta resolução. Estes monitores passaram a proporcionar uma melhora na qualidade diagnóstica e interpretação das imagens, reduzindo erros de laudos falso-positivo e/ou falso-negativo em uma porcentagem mínima (6,7).

Devido a esta evolução, a difusão de monitores de alta resolução aplicados no auxílio da visualização das imagens de mamografia passaram a ser mais utilizados em instituições de diagnóstico por imagem. Com a grande disseminação destes monitores, e devido ao fim em que são empregados, testes de desempenho e avaliações, com o objetivo de avaliar a qualidade e constância destes equipamentos, foram elaborados por um grupo de especialistas denominado *Task Group 18* (TG18) (7,8).

Os protocolos do TG18 são conjuntos de testes realizados nos monitores de visualização e laudo de forma qualitativa e quantitativa. O objetivo desses protocolos é verificar o desempenho, qualidade e constância dos monitores quanto a resolução, luminância, contraste, nível de ruído e distorção geométrica utilizados em um serviço de radiologia digital, para uma visualização e diagnóstico metuculoso (8).

Este trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade dos monitores específicos para mamografia digital, através da metodologia proposta no protocolo europeu (9) com o uso de um fotômetro telescópico calibrado e padrões de teste TG18 (10).

## 2. Materiais e Métodos

Para a elaboração deste trabalho foram realizados testes em 3 *Workstation* de laudo com dois conjuntos de monitores específicos, cada um de 5 Megapixels (MP), da marca Barco. Os monitores possuem uma resolução de 2800 x 2096 pixels, alta luminância e contraste, destinados à visualização de imagens de diagnóstico para mamografia. Os testes foram realizados de acordo com as recomendações do protocolo europeu (9) em monitores instalados em um hospital localizado na cidade de Barretos – SP.

Primeiramente, foi necessária uma limpeza das telas dos monitores para evitar possíveis artefatos durante os testes. As medições foram realizadas através de um fotômetro da Konica Minolta, LS-100, que permite um direcionamento preciso e assegura que o visor mostre a área exata a ser avaliada.

O fotômetro foi calibrado de acordo com as convenções da Minolta, contudo, suas leituras podem ser reajustadas entre +0,7 e -0,8 candelas por metro quadrado ( $\text{cd}/\text{m}^2$ ).

Para as avaliações dos monitores, foram utilizados os padrões TG18 seguindo a metodologia do protocolo europeu (9), a saber: TG18-QC, TG18-AFC, TG18-UNL10 e TG18-UNL80, TG18-GV e TG18-GVN e TG18-LN. Estes testes permitem analisar os parâmetros de resolução, contraste e distorção geométrica, ruído, uniformidade da luminância, reflexão interna e resposta de luminância, respectivamente.

A seguir, são apresentadas brevemente as metodologias utilizadas para a realização dos testes.

### 2.1. Padrão TG18-QC

O padrão TG18-QC é um teste qualitativo e quantitativo que tem por objetivo verificar a aparência geral da imagem exibida no monitor (12). O Protocolo Espanhol de Controle de Qualidade em Radiodiagnóstico (11) recomenda a realização deste teste diariamente, por se tratar de um teste rápido e que permite o avaliador identificar problemas básicos de parâmetros fundamentais da qualidade da imagem. Este teste é sugerido para monitores de tubo de raios catódicos, já que monitores de cristal líquido (LCD) possuem matrizes fixas e não deformam a imagem (7). Porém, foi realizado para verificar se o monitor exibia imagens achatadas, podendo ocorrer caso a resolução de contraste esteja configurada incorretamente na placa de vídeo.

Para avaliar as distorções geométricas utilizamos uma régua flexível para medir a simetria da apresentação dos quadrados da imagem padrão TG18-QC (Figura 1). A variação entre as medidas horizontal e vertical não devem exceder um desvio de 2%.

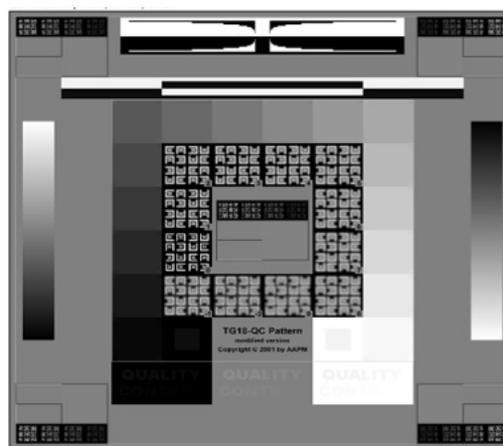
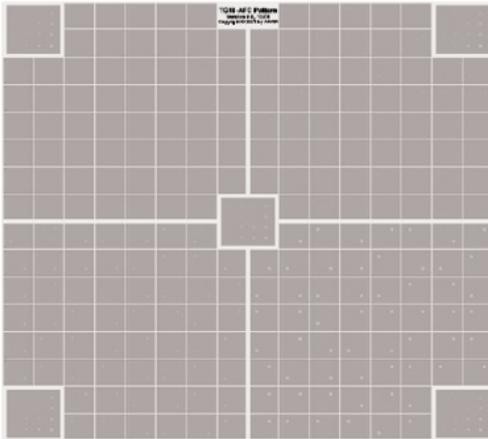


Figura 1. Imagem padrão TG18-QC.  
Fonte: AAPM Report n°3 (9).

### 2.2. Padrão TG18-AFC

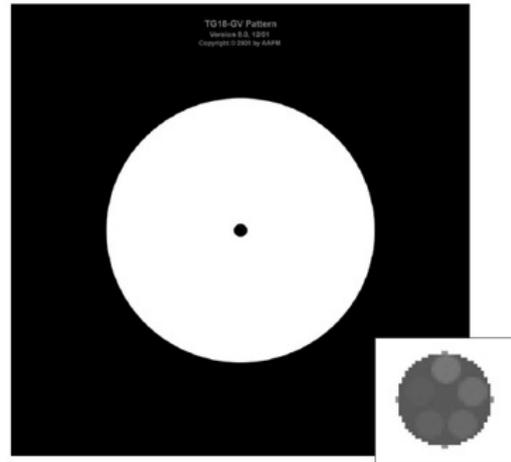
O teste com a imagem padrão TG18-AFC (Figura 2) é o teste de ruído que analisa se existem artefatos ou pixels defeituosos que possam dificultar a visualização de estruturas pequenas com baixo nível de contraste. A imagem padrão é dividida em quatro quadrantes, cada um dividido em 48 quadrados, cada

quadrado com baixo contraste e pontos que variam em tamanho (2, 3, 4 e 6 pixels) e nível de contraste. Através da imagem, deve-se analisar se as estruturas em cada quadrante são visíveis. Espera-se que pelo menos três quadrantes tenham todos os pontos visíveis.



**Figura 2.** Padrão TG18-AFC.  
Fonte: AAPM Report n°3 (9).

padrão TG18-GV. Essa visualização deve ser feita com o uso de uma máscara que cubra completamente a região clara da imagem para evitar a adaptação natural do olho, que pode comprometer o teste. No padrão TG18-GV devem ser visualizadas, no mínimo, três estruturas de baixo contraste (9, 10).



**Figura 3.** Padrão TG18-GV.  
Fonte: AAPM Report n°3 (9).

### 2.3. Padrões TG18-UNL80 e TG18-UNL10

Os padrões TG18-UNL10 com 10% da luminância máxima e TG18-UNL80 com 80% da luminância máxima, foram utilizados de modo a avaliar se há regiões da tela onde a intensidade luminosa varia para um mesmo tom de cinza. A luminância foi medida com o fotômetro nas quatro bordas e no centro de cada monitor. Realizamos uma média de três medidas para cada região.

Para ambos os testes, o desvio percentual não deve passar de 10%, conforme a equação 1 (9):

$$(L_{\text{máx}} - L_{\text{mín}})/(L_{\text{centro}}) < 0,1 \quad (1)$$

Para dispositivos com 2 monitores, como as *Workstation* testadas, as medidas não podem variar em mais de 30% em cada monitor, conforme a equação 2 (9):

$$(L_{\text{máx}} - L_{\text{mín}})/(L_{\text{centro}}) < 0,3 \quad (2)$$

Para os cálculos referidos acima, há uma planilha disponível em <http://euref.org>.

### 2.4. Padrão TG18-GV e TG18-GVN

O padrão TG18-GV consiste em um disco branco sobre um fundo negro (Figura 3). Este disco apresenta um disco negro menor com cinco estruturas de baixo contraste. O padrão TG18-GVN tem as mesmas estruturas de baixo contraste, mas não apresenta o disco branco, sendo este padrão utilizado para o teste de reflexão interna.

Reflexões internas podem prejudicar a visualização de estruturas escuras próximas de grandes áreas claras da imagem. Primeiro, verifica-se se as estruturas são visíveis no padrão TG18-GVN e depois quantas estruturas ainda são visíveis no

### 2.5. Reflexão

Existem duas classes de reflexão: especular e difusa. A reflexão especular ocorre quando o ângulo dos raios de luz incidente é o mesmo aos raios emergentes, produzindo uma imagem virtual da fonte. Na reflexão difusa, a luz é dispersa aleatoriamente e nenhuma imagem é produzida. Os monitores de tela *LCD* são mais suscetíveis a reflexão difusa (13).

A iluminação ambiente assume um papel importante, pois a reflexão depende do tipo do material usado na tela e da quantidade de iluminação ambiente. Quanto maior for a iluminação ambiente, maior será a reflexão na tela (13).

Para a reflexão difusa, medimos com o fotômetro a luminância ambiente ( $L_{\text{amb}}$ ) da tela com o monitor desligado. O valor da luminância ambiente não pode ser maior que 2/3 da luminância mínima do monitor.

O excesso de luz ambiente refletido na tela do monitor pode resultar em perdas de contraste das imagens.

### 2.6. Padrão TG18-LN

O padrão TG18-LN é constituído por 18 imagens com diferentes níveis de cinza para avaliar a resposta de luminância e contraste. A luminância máxima do monitor deve ser suficiente para visualização de imagens médicas e o nível de contraste deve estar de acordo com o padrão DICOM (*Digital Image and Communications in Medicine*) GSDF (*GrayScale Standard Display Function*), além de verificar a variação da luminância máxima entre os dois monitores, podendo divergir até 10%. A resposta de contraste é a relação entre as luminâncias máxima e mínima, devendo ser menor que 250 cd/m<sup>2</sup>.

As medidas da luminância foram realizadas com um fotômetro a um metro do monitor, nos 18 níveis de cinza do padrão teste TG18-LN.

A distância de um metro foi padronizada com a utilização de um tripé a fim de minimizar a incerteza nas medições, evitando possíveis alterações da distância e angulação. O protocolo europeu (9) sugere que as medidas sejam realizadas incluindo a influência da luz ambiente. Portanto, as luzes da sala, negatoscópios e outros dispositivos de exibição foram mantidos como são utilizados na rotina clínica.

Apresentamos os resultados utilizando gráficos que relacionam a luminância e a variação da luminância (resposta de contraste) com o índice JND (*Just Noticeable Difference*) que representa a menor diferença perceptível em uma imagem digital. Ambas as curvas não podem exceder uma diferença de 10% relacionada ao padrão DICOM GSDF.

### 3. Resultados e Discussão

Os resultados apresentados neste trabalho foram obtidos através das imagens padrão TG18 em um conjunto de 3 *Workstation* de laudo com dois monitores cada.

#### 3.1. Estimativa da Qualidade da Imagem (TG18 - QC - QUALITY CONTROL)

No teste qualitativo da imagem, em todos os monitores, a imagem padrão TG18-QC foi exibida no centro da tela, apresentaram bordas horizontais e verticais retilíneas, sem artefatos e sem a presença de pixels defeituosos. Em relação ao teste quantitativo de distorção geométrica, todos os monitores apresentaram desvios das dimensões horizontais e verticais de todos os quadrados da imagem padrão TG18-QC abaixo da tolerância máxima de 2%. Há estudos que sugerem que a tecnologia de matriz fixa, utilizada nestes monitores de LCD, minimiza as deformações geométricas das imagens exibidas. Nossos resultados corroboram com esses estudos.

A imagem padrão TG18-QC foi exibida em todos os monitores com contraste adequado, que permitiu

visualizar mudanças muito sutis nos tons de cinza da imagem e apresentou escala de cinza contínua, ou seja, houve variação suave na escala do preto ao branco. A resolução de contraste foi verificada conforme a quantidade de letras visíveis em cada retângulo da imagem padrão. Conforme visto na Tabela 1, cinco monitores dos três conjuntos variaram entre 13 e 14 letras visíveis. Já no monitor esquerdo da Work 1, foi possível visualizar todas as letras. A tolerância mínima de visualização é de 12 letras. A resolução de baixo contraste permite diferenciar estruturas anatômicas de contraste similar, algum problema nesse parâmetro afeta diretamente a qualidade da imagem médica. As três Works atingiram 100% de concordância aos critérios estabelecidos no teste TG18-QC.

#### 3.2. Ruído (TG18-AFC)

Na estação de trabalho Work 1, foi possível a visualização de três dos quatro quadrantes nos monitores direito e esquerdo e de todas as estruturas de contraste de tamanhos diferentes.

Já nas estações de trabalho Work 2 e 3, foi possível a visualização dos quatro quadrantes, tanto nos monitores direitos quanto nos esquerdos, e de todas as estruturas de contraste de tamanhos diferentes.

O ruído pode ser considerado um indicador da resposta de luminância do monitor. O valor médio de pixel e o desvio padrão do fundo são linearmente dependentes da luminância do fundo do padrão, mas sua razão (RSR) é independente da luminância. No entanto, uma falha na resposta de luminância pode afetar o resultado deste teste. Neste caso, é indicado realizar uma verificação da resposta da luminância. Recomenda-se que seja visualizado pelo menos três quadrantes com todos os pontos visíveis. Portanto, todos os monitores estão em conformidade com o limite estabelecido no TG18-AFC.

**Tabela 1.** Representação dos resultados obtidos no teste TG18-CQ para os conjuntos de monitores das três *Workstation* de laudo (Visualização "QUALITY CONTROL").

Estação de Trabalho	Monitor Direito	Monitor Esquerdo
Work 1	Retângulo preto: 13 letras visualizadas; Retângulo cinza: 14 letras visualizadas; Retângulo branco: 14 letras visualizadas.	Visualização de todas as letras em todos os retângulos.
Work 2	Retângulo preto: 13 letras visualizadas; Retângulo cinza: 14 letras visualizadas; Retângulo branco: 13 letras visualizadas.	Retângulo preto: 13 letras visualizadas; Retângulo cinza: 14 letras visualizadas; Retângulo branco: 13 letras visualizadas.
Work 3	Retângulo preto: 13 letras visualizadas; Retângulo cinza: 14 letras visualizadas; Retângulo branco: 14 letras visualizadas.	Retângulo preto: 13 letras visualizadas; Retângulo cinza: 14 letras visualizadas; Retângulo branco: 14 letras visualizadas.

Fonte: O autor (2021).

### 3.3. Luminância (TG18-UNL10 e TG18-UNL80)

Neste teste, verificamos se a intensidade luminosa varia para um mesmo tom de cinza em algumas regiões da tela. A Tabela 2 apresenta os resultados obtidos utilizando o padrão TG18-UNL10. Os resultados obtidos através do padrão TG18-UNL80 se encontram na Tabela 3.

Observando as tabelas, 100% dos monitores possuem a porcentagem de variação máxima bem menor em comparação ao limite de referência estabelecido nos testes TG18-UNL10 e TG18-UNL80, tornando-os qualificados para uso. A luminância é um parâmetro importante que indica as principais características técnicas dos monitores de visualização e diagnóstico. Por exemplo, a luminância máxima do monitor nos indica se é suficiente para a visualização de imagens médicas.

### 3.4. Reflexão Interna (TG18-GV e TG18-GVN)

Primeiro foi verificado se as estruturas do padrão TG18-GVN, sem o uso de máscaras, são visíveis e depois, quantas estruturas continuam visíveis no padrão TG18-GV cobrindo a região clara da imagem com uma folha sulfite.

No padrão TG18-GVN foi possível visualizar as cinco estruturas em todos os monitores. Já no padrão

TG18-GV foram visualizadas quatro estruturas nos monitores esquerdos e cinco estruturas nos monitores direitos nos três conjuntos de monitores das *Workstation*. O limite estabelecido no protocolo europeu é de, no mínimo, a visualização de três estruturas. Neste caso, todos os monitores encontram-se em conformidade, possuem baixa reflexão interna, oferecendo bom contraste nas regiões escuras da imagem.

Na tecnologia de monitores de telas planas, a luz refletida internamente é atenuada para curtas distâncias de forma que minimiza o efeito de reflexão interna. Devido a possíveis espalhamentos luminosos de curtas distâncias gerarem perdas de contraste nas regiões escuras de uma imagem clara, é necessário realizar este teste nesses tipos de monitores.

### 3.5. Luminância e contraste

Usando o fotômetro, realizamos as medidas da luminância nos 18 níveis de cinza no centro das imagens do padrão teste TG18-LN. Em cada nível de cinza, realizamos três medidas para obter a média.

Para estações de trabalho com mais de um monitor, a variação da luminância máxima ( $L_{máx}$ ) entre eles, deve ser menor que 10%.

A seguir, são mostrados os resultados obtidos para cada monitor nos gráficos 1, 2 e 3.

**Tabela 2.** Resultados do teste TG18-UNL10 alcançado neste estudo nos três conjuntos de *workstation* analisados.

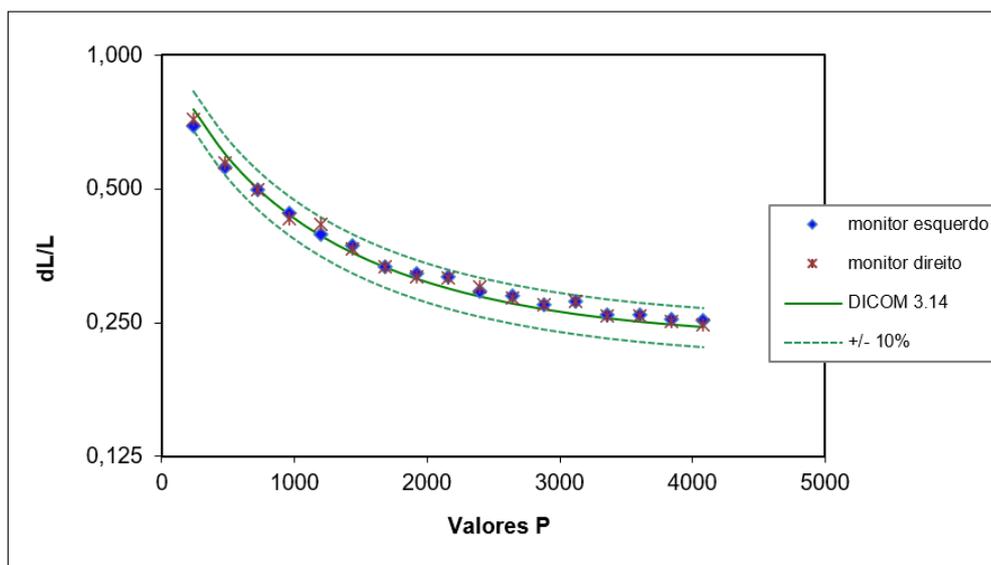
Estação de Trabalho	Monitor	Varição Máxima (%)	Referência (%)	Situação
Work 1	Esquerdo	8,0	≤ 30	Conforme
	Direito	12,2		
Work 2	Esquerdo	5,2	≤ 30	Conforme
	Direito	8,3		
Work 3	Esquerdo	14,0	≤ 30	Conforme
	Direito	9,0		

Fonte: O autor (2021).

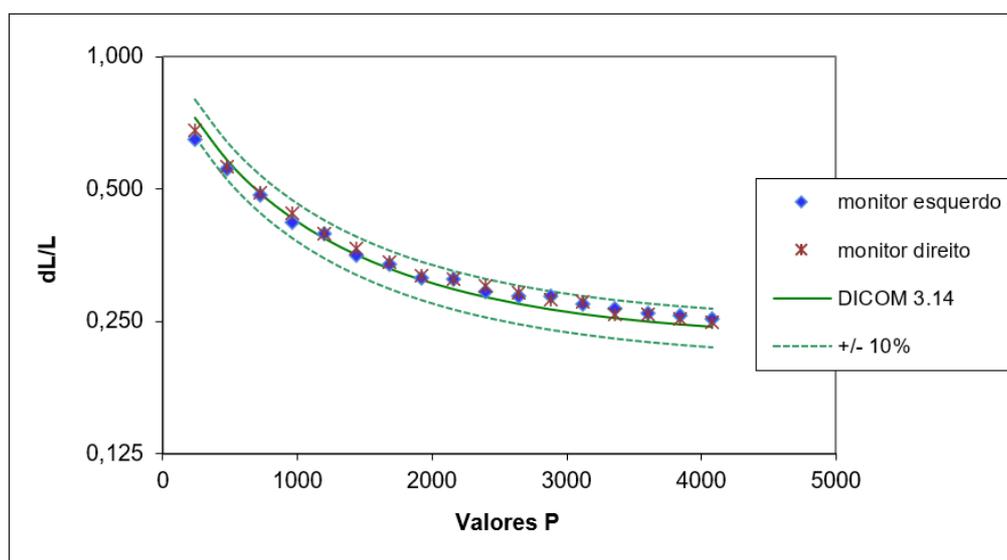
**Tabela 3.** Resultados do teste TG18-UNL80 adquiridos neste estudo nos três conjuntos de *workstation* analisados.

Estação de Trabalho	Monitor	Varição Máxima (%)	Referência (%)	Situação
Work 1	Esquerdo	5,5	≤ 30	Conforme
	Direito	9,2		
Work 2	Esquerdo	7,8	≤ 30	Conforme
	Direito	9,9		
Work 3	Esquerdo	15,4	≤ 30	Conforme
	Direito	11,8		

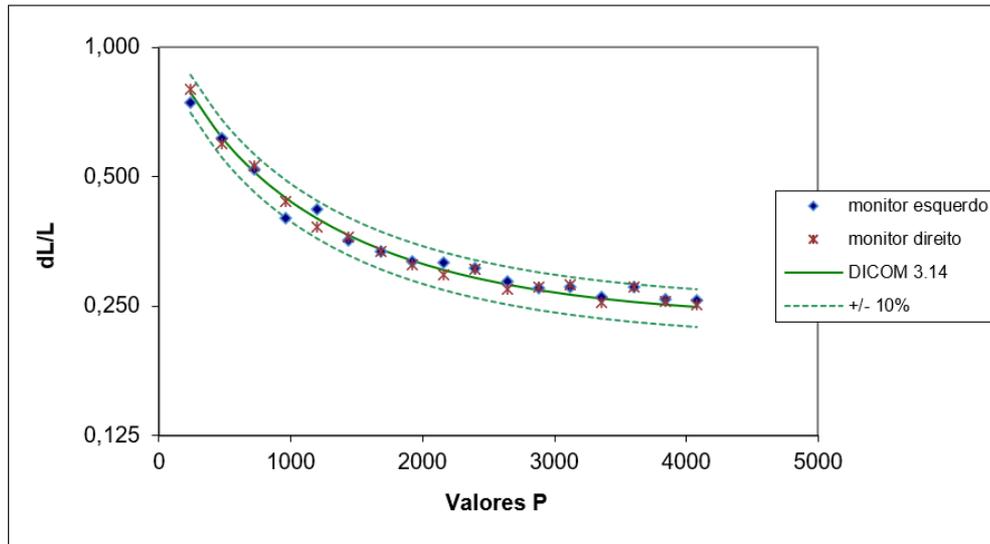
Fonte: O autor (2021).



**Gráfico 1.** Representação da variação de contraste em relação ao padrão DICOM GSDF para os monitores da estação *Work 1*.  
Fonte: O autor (2021).



**Gráfico 2.** Representação da variação de contraste em relação ao padrão DICOM GSDF para os monitores da estação *Work 2*.  
Fonte: O autor (2021).



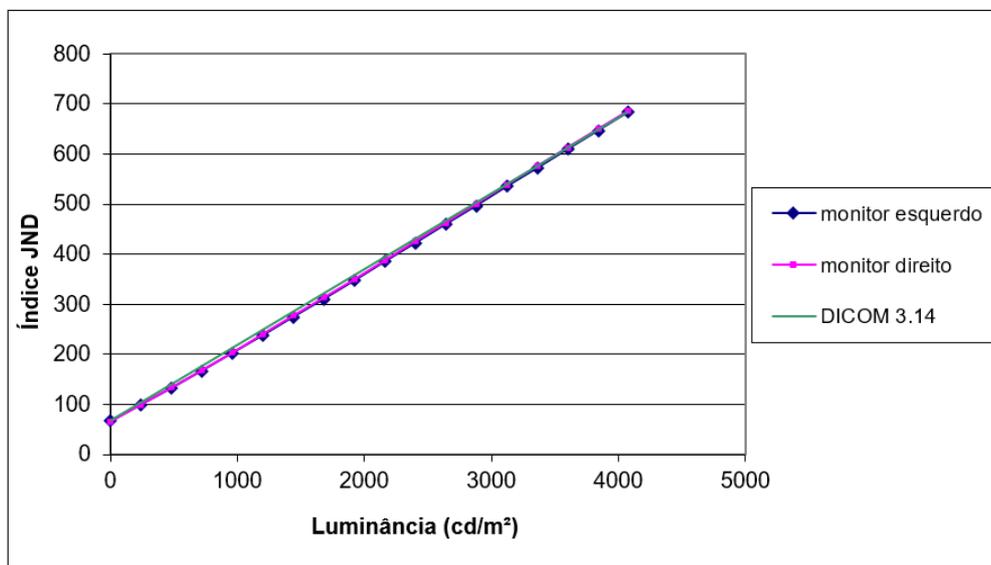
**Gráfico 3.** Gráficos referente à variação de contraste em relação ao padrão DICOM GSDF para os monitores da estação *Work 3*.

Fonte: O autor (2021).

Observando os gráficos, o monitor esquerdo e direito da *Work 3* possui maior variação de contraste, mas encontram-se dentro da variação permitida. A variação da resposta de contraste é apresentada através da comparação dos valores P (valores eletrônicos de entrada) com os valores das luminâncias de saída (dL/L). Quando o contraste é padronizado conforme a curva DICOM GSDF, o monitor exibe o contraste nas extremidades do espectro de forma a garantir transição suave entre os tons de cinza.

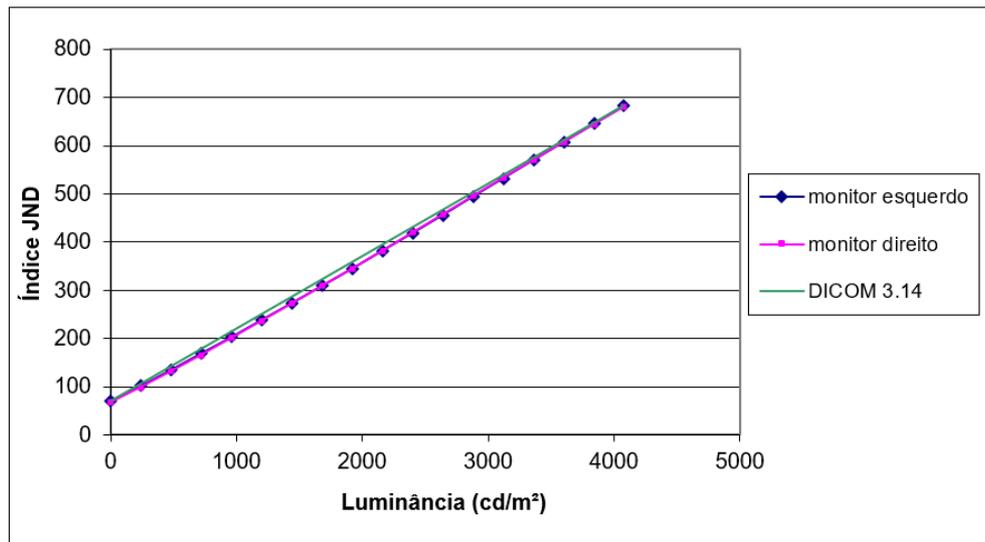
A taxa de variação dos monitores resultou em 100% de concordância com o limite de variação de  $\pm 10\%$  da curva DICOM GSDF.

Os gráficos abaixo (4, 5 e 6) mostram como os monitores de cada conjunto exibem o contraste da imagem em relação à curva DICOM GSDF.

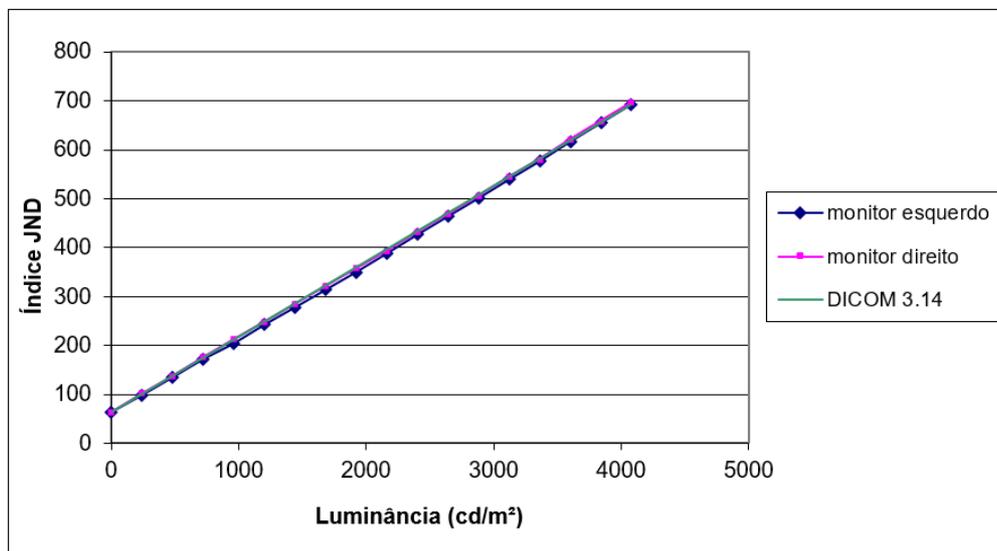


**Gráfico 4.** Relação da luminância com o índice JND dos dois monitores da estação de trabalho *Work 1*.

Fonte: O autor (2021).



**Gráfico 5.** Relação da luminância com o índice JND dos dois monitores da estação de trabalho *Work 2*.  
Fonte: O autor (2021).



**Gráfico 6.** Relação da luminância com o índice JND dos dois monitores da estação de trabalho *Work 3*.  
Fonte: O autor (2021).

Ao analisar os gráficos 4, 5 e 6, podemos observar que os resultados de luminância relacionados com o índice JND dos monitores direito e esquerdo apresentaram o mesmo padrão de curva DICOM 3.14. Isto significa que os parâmetros físicos relacionados a qualidade de imagem como o contraste, a luminância e a transição suave entre os tons de cinzas são equivalentes entre cada conjunto de *workstation*.

A luminância mínima e máxima de todos os monitores são similares. Nesses casos, quando aplicada uma função de resposta de luminância consistente em todos os monitores, a qualidade da imagem exibida se mantém e não há perda de informação independente do monitor utilizado pelo visualizador em cada conjunto de *workstation*.

Como GARCIA (12) cita, o padrão DICOM GSDF oferece uma linearização perceptual, ou seja, as diferenças iguais nos valores de pixel recebidas pelo sistema de exibição devem ser percebidas como

iguais pelo sistema visual humano. O índice JND é o valor de entrada para o GSDF, de modo que, uma diferença de luminância seja uma diferença perceptível para o sistema visual humano, permitindo que todos os contrastes da imagem sejam visualizados.

Assim, todos os monitores estão com a calibração adequada da resposta de luminância, garantindo o contraste adequado em uma faixa de níveis de cinza exibidos. Pequenas mudanças no padrão da imagem médica podem resultar em mascaramentos de achados clínicos importantes.

## 5. Conclusões

Ao longo desse estudo, os três conjuntos de monitores responderam satisfatoriamente, apresentando bom desempenho em parâmetros fundamentais, como: qualidade da imagem, ruído, resposta de contraste, resposta de luminância e reflexão interna, constatando-se que os monitores

tipo LCD são as melhores opções para o diagnóstico por imagem, como mencionado nas literaturas usadas como referências.

A resolução espacial adequada do monitor assegura detalhes espaciais de interesse da imagem ao serem exibidas. A resolução de baixo contraste permite diferenciar estruturas anatômicas de contraste similar.

A detecção de objetos pequenos e objetos de baixo contraste nas imagens médicas dependem do seu tamanho, contraste e da quantidade de ruído. Monitores com menores ruídos resultam em imagem com maior qualidade.

O velamento de luz por reflexão interna pode causar perda de contraste na imagem, sendo mais perceptível em imagens brilhantes com o fundo preto.

Em casos que a luminância exceda o limite de variação da curva DICOM GSDF, é necessário verificar o software de calibração do fabricante do monitor e corrigir as possíveis falhas.

Considerando as grandes variações de tecnologias e degradação física com o decorrer do tempo, é vital que os monitores usados na visualização e diagnóstico de imagens médicas sejam regularmente verificados para que mantenham a qualidade exigida.

## Referências

1. Brasil. Ministério da Saúde. Instituto Nacional do Câncer. A Situação do câncer de mama no Brasil: Síntese de dados dos sistemas de informação. Rio de Janeiro: INCA, 2019. [https://www.inca.gov.br/sites/ufu.sti.inca.local/files/meda/document/a\\_situacao\\_ca\\_mama\\_brasil\\_2019.pdf](https://www.inca.gov.br/sites/ufu.sti.inca.local/files/meda/document/a_situacao_ca_mama_brasil_2019.pdf) (acessado em 19/11/2019)
2. Brasil. Ministério da Saúde. Instituto Nacional do Câncer. Estatística de Câncer. <https://www.inca.gov.br/numeros-de-cancer> (acessado em 19/04/2020).
3. OLIVEIRA, B.B; OLIVEIRA M.A; PAIXÃO, L; TEIXEIRA, M.H.A; NOGUEIRA, M.S. Dosimetria e Avaliação da Qualidade da Imagem em um Sistema de Radiografia Direta. Radiologia Brasileira, v.47, n.6, p.361-367, 2014.
4. FREITAS, Andréa Gonçalves de et al. Mamografia Digital: Perspectiva atual e aplicações futuras. Radiologia Brasileira, v. 39, n. 4, p. 287-296, 2006.
5. OLIVEIRA, Helder Cesar Rodrigues de. Novas abordagens para detecção automática de distorção arquitetural na mamografia digital e tomossíntese mamária. 2019. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
6. LANÇA, Carla; REIS, Cláudia; LANÇA, Luís. Percepção visual na avaliação diagnóstica em mamografia: uma revisão sistemática. Saúde & Tecnologia, p. 31-40, 2012.
7. BAUAB, Selma de Pace. Mamografia digital: um caminho sem volta. Radiologia Brasileira, v. 38, n. 3, p. iii-iv, 2005.
8. PINTO, M; PEDRO, M; SANTOS, ANTONIO; SARAIVA, A. Controle de qualidade de monitores de diagnóstico por imagem e iluminância nos espaços de pós-processamento em serviços de imagiologia. Radiologia Brasileira, v. 45, n. 1, p. 29-34, 2012.
9. COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES. European Guidelines for Quality Assurance in Breast Cancer Screening and Diagnosis. Report EUR 14821 4th ed. European Commission. Office for Official

Publications for the European Communities, Luxemburg, 2006.

10. AAPM (American Association of Physicists in Medicine) Task group 18. Assessment of Display Performance for Medical Imaging Systems. AAPM online report n° 3. College Park: 2005.
11. SEFM, SEPR, SERAM. Protocolo Español De Control De Calidad En Radiodiagnóstico. 2011;77-132.
12. GARCIA, I.F.M. Avaliação do desempenho dos monitores usados para diagnóstico. Dissertação de Mestrado – Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública. Salvador, 2017.
13. GOMES, D.S. Estudo do desempenho de sistemas de visualização de imagens mamográficas correlacionadas com qualidade de imagem. Dissertação de Mestrado – Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear. Belo Horizonte, 2014.

## Contato:

Elizandra Vanessa Siriani

Endereço completo para correspondência:

Avenida Getúlio Guaritá, 130 – Nossa Senhora da Abadia, Uberaba-MG.

E-mail: [elizandrasiriani@gmail.com](mailto:elizandrasiriani@gmail.com)