

# Avaliação da qualidade da imagem através da análise da relação sinal-ruído e contraste-ruído em um sistema de mamografia digital

## Evaluation of Image quality through the analysis of the signal-to-noise ratio and contrast-to-noise in a digital mammography system

Maria R. Neczypor<sup>1</sup>, Jessica V. Real<sup>2</sup>, Renato B. Doro<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Brasil

<sup>2</sup>Unidade de Diagnóstico por Imagem/Complexo Hospital de Clínicas da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Brasil

<sup>3</sup>Unidade de Diagnóstico por Imagem/Complexo Hospital de Clínicas da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Brasil

### Resumo

O câncer de mama é o mais comum entre as mulheres, por este motivo o Ministério da Saúde recomenda que a mamografia seja realizada a cada dois anos em mulheres entre 50 e 69 anos, de modo que o principal objetivo deste exame como método de rastreamento é justamente a redução da taxa de mortalidade em função do aumento de casos detectados em estados iniciais da doença. Porém, a efetividade do exame está diretamente relacionada com a qualidade e desempenho dos equipamentos. Dessa forma, foi criado o Programa Nacional de Qualidade em Mamografia (PNQM) com a finalidade de aprimorar a qualidade das mamografias, sendo obrigatório a todos os serviços do Brasil. Assim, este estudo visa avaliar os resultados obtidos através do controle de qualidade da imagem mamográfica digital, para garantir a consistência do receptor de imagem digital avaliando a relação sinal-ruído (RSR) e relação contraste-ruído (RCR) do receptor de imagem. A coleta dos dados ocorreu semanalmente através do teste de qualidade da imagem realizada na rotina do setor, no período de junho de 2019 a março de 2020, conforme recomendação do fabricante. Os dados encontrados estão dentro do limite proposto pelo fabricante o qual informa que a RSR deve ser maior que 40 e a RCR deve estar dentro de  $\pm 15\%$  da linha de base. Conseqüentemente, o mamógrafo utilizado produz imagens adequadas para realizar laudos confiáveis.

**Palavras chave:** mamografia digital; razão sinal-ruído; razão contraste-ruído.

### Abstract

Breast cancer is the most common type of cancer among women, for this reason the Ministry of Health recommends that mammography be performed every two years on women between 50 and 69 years old. Since the main objective of mammography as a screening method is to reduce the mortality rate due to the increase in cases detected in early stages of the disease. However, the effectiveness of the exam is directly related to the quality and performance of the equipment. Thus, the National Quality Program in Mammography (PNQM) was created in order to improve the quality of mammograms, being mandatory for all services in Brazil. Therefore, this study aims to evaluate the results obtained through the quality control of the digital mammographic image, to ensure the consistency of the digital image receiver by evaluating the signal-to-noise ratio (RSR) and contrast-to-noise ratio (RCR) of the image receiver. Data collection took place weekly through the image quality test performed in the sector's routine, from June 2019 to March 2020, as recommended by the manufacturer. The data found are within the limit proposed by the manufacturer which informs that the RSR must be greater than 40 and the RCR must be within  $\pm 15\%$  of the baseline. Consequently, the mammograph used produces images suitable for making reliable reports.

**Keywords:** digital mammography; signal-to-noise ratio; contrast-to-noise ratio.

### 1. Introdução

O câncer de mama é uma doença causada pela multiplicação desordenada de células da mama. Este processo gera células anormais que se multiplicam, formando um tumor. De acordo com o INCA, Instituto Nacional de Câncer, a estimativa foi de 66.280 novos casos de câncer de mama para 2020. Por este motivo, o Ministério da Saúde recomenda que a mamografia de rastreamento (exame realizado quando não há sinais nem sintomas suspeitos) seja ofertada para mulheres entre 50 e 69 anos, a cada dois anos. Além do mais, a recomendação brasileira segue a orientação da Organização Mundial da Saúde e de países que adotam o rastreamento mamográfico (1).

O principal objetivo da mamografia, como método de rastreamento do câncer de mama, é a redução da taxa de mortalidade em função do

aumento de casos detectados em estágios iniciais dessa doença. Entretanto, a efetividade do rastreamento está diretamente relacionada à qualidade e ao desempenho de equipamentos, materiais e procedimentos empregados na mamografia. Neste sentido, o Colégio Brasileiro de Radiologia criou o Programa de Certificação da Qualidade em Mamografia em 1992, de caráter voluntário, com objetivo de iniciar as ações voltadas para a qualidade em mamografia no Brasil (2).

O Programa de Qualidade em Mamografia (PQM) teve início com um projeto-piloto, desenvolvido pelo INCA em parceria com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e o Colégio Brasileiro de Radiologia – CBR. O Programa Nacional de Qualidade em Mamografia (PNQM) é obrigatório a todos os serviços de mamografia do Brasil e tem como objetivo implementar ações nacionais com a finalidade de aprimorar a qualidade

das mamografias, no contexto das ações de detecção precoce do câncer de mama, elaborar e implementar instrumentos de garantia da qualidade da imagem, do laudo/diagnóstico e da dose de radiação empregada, elaborar critérios para o credenciamento e monitoramento contínuo dos serviços de mamografia públicos ou privados, elaborar e implementar um sistema automatizado de coleta, processamento e gerenciamento de informações e qualificar os recursos humanos para contribuir com a qualidade dos serviços de mamografia (3).

Ademais, a efetividade do rastreamento é influenciada por parâmetros relacionados ao próprio mamógrafo, ou seja, força de compressão, alinhamento da bandeja, incidência do feixe de raios X, e ao processamento de imagem, escolha da técnica, posicionamento da paciente e interpretação da imagem. Todos estes parâmetros que condicionam a qualidade da imagem mamográfica devem estar direcionados para que o programa de rastreamento obtenha sucesso (4).

Assim, todo serviço de mamografia deve estar voltado para um melhoramento permanente, pois o maior risco imposto à mulher que se submete à mamografia é o de que um pequeno câncer de mama curável não seja identificado por causa da baixa qualidade do exame mamográfico. Este risco é dezenas de vezes maiores que o risco de câncer mamário radioinduzido (5).

Dessa forma, visando à garantia da qualidade das imagens mamográficas, a ANVISA propôs a Instrução Normativa N°54 de 20 de dezembro de 2019, a qual estabelece requisitos sanitários e de segurança em mamografia, bem como a relação mínima de testes de aceitação e de controle de qualidade que devem ser realizados pelos serviços de saúde, determinando respectivas periodicidades, tolerâncias e níveis de restrição (6).

Posto isto, os simuladores utilizados na avaliação da qualidade das imagens mamográficas devem ser capazes de realizar as avaliações quantitativas, de forma a permitir a identificação de estruturas tais como fibras, grupos de microcalcificações e as massas que simulam lesões de interesse durante a mamografia. Um simulador adequado deve ser capaz de indicar alterações na qualidade da imagem em todo conjunto de fatores técnicos esperados na prática clínica (7).

Conforme a Instrução Normativa N°54 de 20 de dezembro de 2019, esta avaliação deve ser feita mensalmente e devem ser visualizadas no mínimo uma fibra, uma microcalcificação e uma massa, com tamanhos menor ou igual 0,75 mm, 0,32 mm e 0,75 mm, respectivamente (6).

Em sistemas digitais, de forma a complementar a avaliação quantitativa, é importante realizar-se também uma avaliação qualitativa. Dois descritores que têm sido utilizados para avaliar a qualidade da imagem em sistemas digitais são a razão contraste-ruído (RCR, do inglês, *Contrast to Noise Ratio*) e a razão sinal-ruído (RSR, do inglês *Signal to Noise Ratio*) (8).

Os descritores de qualidade da imagem supracitados permitem realizar avaliações confiáveis e reprodutíveis por meio de *softwares*, não considerando a capacidade de percepção do observador humano (8).

É importante ressaltar que a mamografia digital separa os sistemas de aquisição e de exibição das imagens, o qual permite a otimização de ambos separadamente. Os sistemas digitais oferecem uma dinâmica de operação, melhorando a visualização de todas as áreas da mama. Além disso, o formato digital permite ajustar a escala de cinzas e assim manipular o contraste para cada imagem. Outra vantagem é a eliminação do filme e seu processamento, diminuindo custos, tempo e resíduos. As imagens podem ser armazenadas na estação de trabalho no padrão DICOM (*Digital Imaging and communications in medicine*), o qual facilita a organização da informação da paciente e da aquisição da imagem (8-9).

O objetivo deste estudo é realizar a avaliação qualitativa semanal dos descritores RCR e RSR, de forma a complementar a avaliação quantitativa de identificação de estruturas da imagem mamográfica digital, visando garantir a consistência do receptor de imagem digital conforme recomendação do fabricante do equipamento.

## 2. Materiais e Métodos

### 2.1. Equipamentos Utilizados

Mamógrafo Digital Selenia® Dimensions® da marca Hologic (Danbury, USA) com bandeja de compressão 18x24 cm, pertencente à Unidade de Diagnóstico por Imagem de um Hospital Universitário de Grande Porte, de Curitiba, Paraná. O simulador de mama utilizado foi o Mammographic 156 da marca Gammex® com disco de acrílico de 4 mm, o qual está de acordo com as especificações do programa de acreditação do Colégio Americano de Radiologia (ACR).

### 2.2 Metodologia

Inicialmente, foram realizados todos os testes de controle de qualidade no equipamento conforme a legislação vigente (6). A coleta dos dados ocorreu semanalmente através do teste de qualidade da imagem realizada na rotina do setor, no período de junho de 2019 a março de 2020, conforme recomendação do fabricante (10). O simulador foi posicionado na base de compressão (tendo como referência a sombra dos marcadores para manter o mais centralizado possível), alocando o disco de acrílico na parte superior esquerda do simulador, conforme demonstra a figura 1.

Após o posicionamento, realizou-se a compressão e a irradiação, utilizando o controle automático de exposição. Foram registrados os parâmetros de tensão (kVp), produto corrente pelo tempo (mAs), combinação alvo/filtro, visualização quantitativa de fibras, microcalcificações, massas, razão contraste-ruído (RCR), razão sinal-ruído (RSR) e a dose glandular média (DGM).



Figura 1: Posicionamento do simulador.

O equipamento utilizado possui uma ferramenta para criação de uma Região de Interesse, ROI (do inglês, Region of Interest) automática, conforme a Figura 2. Quando utilizado o simulador ACR, o sistema adquire e calcula automaticamente os valores de RCR e RSR.



Figura 2: Ferramenta ROI automática.

### 2.2 Razão Contraste-Ruído

Nos sistemas digitais, o contraste na imagem é afetado pelo ruído que depende da dose de radiação na mama. A capacidade de detectar as lesões pode ser melhorada através do aumento dos valores de dose uma vez fixada à qualidade do feixe de raios X. O parâmetro que melhor descreve a capacidade de detecção é a razão contraste-ruído (RCR), definida pela equação 1 (11).

$$RCR = \frac{\bar{S}_{Fundo} - \bar{S}_{Disco}}{\sigma_{Fundo}} \quad (1)$$

Onde  $\bar{S}_{Fundo}$  é a média de píxel obtida em uma ROI posicionada próxima ao disco de acrílico,  $\bar{S}_{Disco}$  é a média de píxel obtida em uma ROI posicionada no centro do disco de acrílico e  $\sigma_{Fundo}$  é o desvio padrão do sinal de fundo obtido em uma ROI posicionada próxima ao disco de acrílico.

### 2.3 Razão Sinal-Ruído

O contraste anatômico de uma anormalidade e a resolução espacial da imagem são fatores importantes na detecção dessa anormalidade, mas o

que define a capacidade de visualização é a relação sinal-ruído existente na imagem final. A relação sinal ruído traduz a medida com que uma área anatômica de interesse (sinal) se destaca visualmente do ruído de fundo (12).

A RSR deve ser calculada usando a média e o desvio padrão dos valores obtidos a partir da região de interesse próximo ao disco de acrílico, definido pela equação 2 (10).

$$RSR = \frac{\bar{S}_{Fundo} - DC_{offset}}{\sigma_{Fundo}} \quad (2)$$

Onde  $DC_{offset}$  é o DC offset adicionado ao sinal do detector, este valor é igual a 50.

### 3. Resultados e Discussão

Os testes realizados antes deste estudo fornecem confiabilidade aos valores obtidos neste trabalho, pois se o mamógrafo não estivesse em conformidade não haveria garantia dos resultados adquiridos.

Os valores encontrados de RCR e RSR no período analisado encontram-se nas Figuras 3 e 4, respectivamente.

O valor máximo obtido foi no mês de janeiro de 2020 correspondente a 45,04 e o mínimo de 41,23 no mês de novembro de 2019, conforme demonstra a Tabela 1.

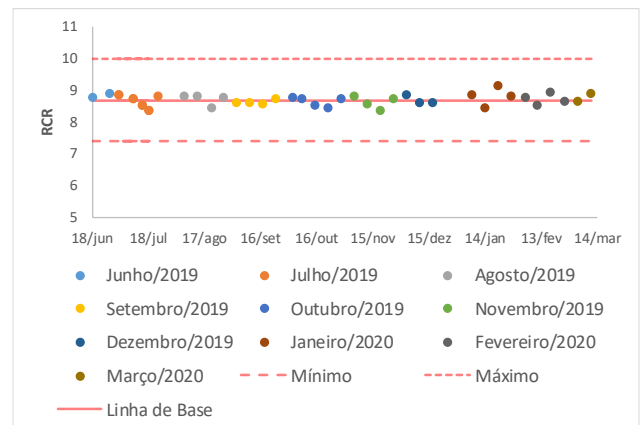


Figura 3: Valores obtidos de RCR no período analisado.

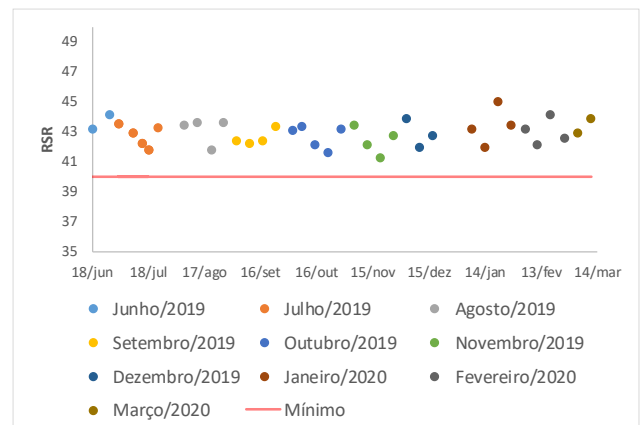


Figura 4: Valores obtidos de RSR no período analisado.

As flutuações nos valores podem estar relacionadas com a temperatura do detector e da sala, a umidade e as diferenças na calibração semanal do equipamento.

Conforme as recomendações do fabricante, a RSR deve ser maior que 40 e a RCR deve estar dentro de  $\pm 15\%$  da linha de base (10). O valor da linha de base da RCR, estabelecido após a instalação do equipamento é de 8,70.

**Tabela 1:** Valores obtidos de RCR e RSR.

	Média	Mínimo	Máximo
RCR	8,69 $\pm$ 0,17	8,38	9,17
RSR	42,8 $\pm$ 0,80	41,23	45,04

Fonte: O autor (2021).

Os valores encontrados de RSR são superiores ao recomendado pelo fabricante. Bohórquez (8) encontrou, para este mesmo equipamento, valores de RSR também acima de 40. Ambos mostram a estabilidade e o bom funcionamento do equipamento.

Em todo o período analisado, os valores de RCR estiveram dentro do limite da linha de base, o qual deve ser entre 7,39 e 10,00.

## 5. Conclusões

Os valores encontrados neste trabalho estão dentro do limite estabelecido, uma vez que obtivemos valores de RSR e RCR dentro do esperado.

A partir deste estudo é possível afirmar que o setor de mamografia em questão está em conformidade com as recomendações do fabricante produzindo imagens adequadas para se realizar laudos confiáveis.

## Referências

1. Inca. Instituto Nacional de Câncer, Ministério da Saúde. Disponível em: <https://www.inca.gov.br/tipos-de-cancer/cancer-de-mama>. Acesso em: 16 de novembro de 2020.
2. Corrêa, RS et al. Efetividade de programa de controle de qualidade em mamografia para o Sistema Único de Saúde. Rev Saúde Pública, v. 46, n. 5, p. 769–776, 2012.
3. Inca. Instituto Nacional de Câncer, Ministério da Saúde. Disponível em: <https://www.inca.gov.br/programa-qualidade-em-mamografia>. Acesso em: 18 de fevereiro de 2021.
4. Villar, VCFL et al. A evolução da qualidade da imagem em mamografia no Estado do Rio de Janeiro. Radiologia Brasileira, v. 48, n. 2, p. 86–92, 2015.
5. Corrêa, RS et al. Impacto de um programa de avaliação da qualidade da imagem nos serviços de mamografia do Distrito Federal. Radiologia Brasileira, v. 41, n. 2, p. 109–114, 2008.
6. Anvisa. Instrução Normativa N°54, de 20 de dezembro de 2019. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-n-54-de-20-de-dezembro-de-2019-235414431>. Acesso em: 16 de novembro de 2020.
7. Pereira, SL et al. Utilização de diferentes simuladores na avaliação da qualidade da imagem em mamografia digital. IX Latin American IRPA Regional Congress on Radiation Protection and Safety - IRPA 2013.
8. Bohórquez, LJR. Otimização dos parâmetros físicos de aquisição da imagem em mamografia digital. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Santa Cruz, Programa de Pós-Graduação em Física. 88 p. Ilhéus, BA: UESC, 2016.
9. Qian x. Fundamentals of digital mammography. In: Markey M. Physics of mammographic imaging. London, p. 3-10, 2013.
10. Hologic. Selenia Dimensions. Quality Control Manual, July 2014.
11. Almeida, CD et al. Otimização da dose e da qualidade da

imagem em mamografia digital. IRD/CNEM, p. 41.

12. Oliveira, M. Controle de qualidade e dose de entrada na pele em serviços de mamografia de Minas Gerais. Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Ciências e Tecnologia das Radiações, Minerais e Materiais, como requisito parcial à obtenção do Grau de Mestre., 92 p. 2006.

**Contato:** Maria Rosane Neczypor  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Av. Sete de Setembro, 3165 - Rebouças, Curitiba - PR, 80230-901.  
E-mail: neczypor@alunos.utfpr.edu.br