



ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA  
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS 3/2023

**CAROLINA** da Cunha Silveira Freitas, Cap Med

**A inteligência artificial no exame de ultrassonografia de mamas na Seção de Mastologia do Hospital Central da Aeronáutica**

Rio de Janeiro

2023

ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA  
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS 3/2023

**CAROLINA** da Cunha Silveira Freitas, Cap Med

**A inteligência artificial no exame de ultrassonografia de mamas na Seção de Mastologia do Hospital Central da Aeronáutica**

Trabalho de conclusão de curso apresentado no Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais da Aeronáutica, como requisito parcial para aprovação no Curso de Pós-graduação “Lato Sensu” em Liderança com Ênfase em Gestão no COMAER.

Linha de Pesquisa: Gestão da Saúde na Força Aérea.

Orientadora: Alexandra Vidal Pedinotti Zuma, Maj Farm.

Rio de Janeiro

2023

**CAROLINA** da Cunha Silveira Freitas, Cap Med

**A inteligência artificial no exame de ultrassonografia de mamas na Seção de Mastologia do Hospital Central da Aeronáutica**

Trabalho de conclusão de curso apresentado  
no Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais da  
Aeronáutica.

Aprovado por:

---

Alexandre **Fontoura** da Silva, Ten Cel Inf  
EAOAR

---

**Alexandra** Vidal Pedinotti Zuma, Maj Farm  
EAOAR

Rio de Janeiro

2023

## RESUMO

O câncer de mama (CM) é um problema crítico de saúde pública no Brasil e a principal causa de morte por neoplasia entre as mulheres. Tem cura ao ser diagnosticado na fase inicial, portanto seu rastreamento é assunto relevante para a saúde da mulher. É preconizada a realização de mamografia anual, associada à ultrassonografia mamária (USM), em mulheres jovens assintomáticas, entre 40 a 65 anos. Infelizmente, no Hospital Central da Aeronáutica (HCA), são frequentes as queixas de sua marcação. Esse ensaio defende a inclusão da IA na USM no rastreamento do CM aumentando a qualidade assistencial das beneficiárias do Sistema de Saúde da Aeronáutica, no HCA. Com tamanha associação, a USM detecta maior número de lesões em estágios iniciais, quando comparada a uma isolada, portanto eleva-se a precisão no diagnóstico do CM. Ademais, promove a redução de custos por menor número de solicitações de biópsias, diminuição de repetições ou necessidade de outros tipos de exames de imagem para definir conduta frente à lesão mamária. Seu emprego também pode ser implantado em outras especialidades médicas, como, por exemplo: ginecologia, obstetrícia e cabeça e pescoço, nos hospitais de média e alta complexidade da Força Aérea Brasileira. Contribuirá, por conseguinte, para um atendimento de qualidade, fornecerá diagnósticos mais seguros e otimizará tratamentos menos custosos.

**Palavras-chave:** “breast cancer”; “artificial intelligence”; “breast ultrasound”; “analysis”; “image”

## **1 INTRODUÇÃO**

Estimam-se 73.610 novos casos de câncer de mama entre 2023 e 2025, quer dizer, uma estimativa de 66,54 casos novos a cada 100 mil mulheres (Brasil, 2022). Sua incidência aumenta, progressivamente, a partir dos 40 anos. Consoante a literatura, o exame mais adequado para seu diagnóstico precoce é a mamografia. No entanto, recomenda-se complementação com a ultrassonografia mamária para as mais jovens.

Hoje, o cuidado em saúde está sob a responsabilidade do Sistema de Saúde da Aeronáutica (SISAU) é responsável pelo cuidado do efetivo feminino (cerca de 16% dele, mais de 10.000 integrantes), das mulheres dependentes dos militares (esposas ou companheiras, mães e filhas) e das funcionárias civis (Brasil, 2020).

Decorrente a esse grande número de beneficiárias, a solicitação pelo serviço de imagiologia mamária é bastante elevada no Hospital Central da Aeronáutica, logo o ambulatório de Mastologia do HCA vem enfrentando dificuldades no agendamento do exame em pauta, o qual é realizado anualmente. Outrossim, existe carência de médicos com especialidade em radiologia mamária.

Todavia, a USM com software da IA não exige que o executor seja um médico especialista em radiologia mamária. Assim, o mastologista pode conduzir esse tipo de aparelho no exame complementar ao rastreio mamográfico anual, em mulheres assintomáticas. Defende-se, a inclusão da IA na USM no rastreio do CM aumentando a qualidade assistencial das beneficiárias do SISAU, no HCA.

Para fundamentar esta tese, serão abordados dois argumentos. Antes do mais, tamanha conexão detecta mais lesões em estágios iniciais quanto a uma USM isolada, dessa forma a precisão diagnóstica é maior. Em seguida, reduzem-se custos por menos solicitações de biópsias, diminuição de repetições ou necessidade de outros tipos de exames de imagem para definir conduta frente à lesão mamária.

## **2 DESENVOLVIMENTO**

O tumor – maligno ou benigno – é formado pelo crescimento celular anormal, pois o sistema imunológico desregula a divisão celular.

Assim, o principal interesse dos diferentes algoritmos tem sido na diferenciação entre os tumores mamários, com base nas características ultrassonográficas que são

classificadas no Breast Imaging-Reporting and Data System (BI-RADS), segundo forma, orientação, margem, limite da lesão, padrão de eco e classes de características acústicas posteriores. O BI-RADS é largamente utilizado no mundo para homogeneizar os laudos dos exames e estabelecer protocolos de condutas médicas frente aos achados. Ele fornece uma escala de 0 a 6: a categoria 0 indica a necessidade de exame adicional; a 6, confirmação histopatológica de malignidade<sup>1</sup> (Spak, D. *et al.*, 2017).

Vêm-se empregando os seguintes softwares: o KOIOS DS, aprovado pela Food and Drug Administration e pela Agência Europeia de Medicamentos, e o S-Detect do US Samsung, licenciado para uso na China Food and Drug Administration. Eles aplicam o suporte de decisão de inteligência artificial, que assim classifica a lesão: M = maligno, LoM = probabilidade de malignidade, B = benigno, P = provavelmente benigno e S = suspeito de malignidade. Essas nomenclaturas são muito parecidas com as classificações de BI-RADS. Verificam-se, então, os benefícios de tal recurso, o qual fornece um diagnóstico preciso, embora sem a interpretação de um médico radiologista, como ocorre na USM tradicional. Segundo Lee *et al* (2023), as taxas de detecção de câncer são similares entre a USM e USM+IA.

## 2.1 A inteligência artificial e a precisão do diagnóstico de câncer de mama

O rastreio do CM com mamografia associada à USM reduz, de modo considerável, a mortalidade das mulheres em 40% (Lee,S.E. *et al.*, 2023). Infelizmente, tal acesso por brasileiras é limitado. Além do mais, os exames apresentam variadas sensibilidades e especificidades, pois levam a diversos desdobramentos como repetições, falhas de diagnóstico e biópsias desnecessárias (Wallis, M.G, 2021).

Dada a relevância acerca do diagnóstico precoce da referida neoplasia, os pesquisadores de IA buscavam uma solução para melhorar a precisão diagnóstica de imagem, a qual demonstrou maior acurácia investigativa (Shah *et al.*, 2022).

---

<sup>1</sup> As demais classificações de BIRADS como: cat 1 e 2 correspondem, respectivamente, a ausência de malignidade e negativo para malignidade; cat 3 significa probabilidade de achado benigno, com cerca de apenas de 2% de chance de malignidade; cat 4 ou suspeita de malignidade indica 30% a 50% de malignidade; cat 5 ou altamente suspeita aponta mais de 95% de malignidade.

Tendo em vista que esse sistema operacional identifica CM indiscernível ou negligenciado nos métodos tradicionais, evita erros interpretativos e reduz o risco de CA não detectados. Logo, eleva-se o número de diagnósticos, em decorrência do aumento na acurácia do método na detecção de lesões em estágios iniciais (Uematsu, T., 2022).

Na Força Aérea Brasileira, o setor de Mastologia do HCA (mesmo sem essa tecnologia) é referência no SISAU. Por isso, as USM são realizadas pelo radiologista. É evidente que a USM+IA, além de aumentar a exatidão na descoberta de lesões precoces, contribuirá no atendimento de mais beneficiárias, pois permite a rapidez e a qualidade no atendimento pelo mastologista.

Tradicionalmente, para detecção e diagnóstico do CM, os radiologistas observam as imagens a olho nu e com base no BIRADS, para finalizarem sua decisão. Essa inspeção manual pode levar à identificação imprecisa e à demora diagnóstica (Brunetti *et al.*, 2022).

Todos esses fatos retardam a identificação e levam a falsos resultados positivos ou negativos. A USM+IA aumenta, por conseguinte, a sua exatidão investigativa, pois aumenta a eficiência e diminui a taxa de falsas previsões (Lee, S. E. *et al.*, 2023).

Segundo McKinney *et al.* (2020), o estudo avaliou um sistema de IA para triagem da neoplasia mamária e revelou benefícios na utilização USM+IA, visto que evidenciaram a detecção de anormalidades em estágios iniciais, a redução de falsos positivos, a integração de dados clínicos e imagens. Como pode ser facilmente experimentado no HCA, promoverá a elevação qualitativa do diagnóstico.

Diante de tantas evidências, afirma-se que tal inclusão detecta maior número de lesões em fases iniciais, em detrimento à ultrassom individual, na medida em que eleva a precisão no diagnóstico da doença e a excelência do atendimento para as beneficiárias do SISAU, no HCA.

## **2.2 USM com AI na redução de custos para o SISAU.**

O programa de rastreamento regular do CM desempenha um papel fundamental na detecção precoce em mulheres sem manifestações do seu sintoma. Com mais adesão delas a esse exame de rotina, há sucesso do tratamento da

doença, diminuição de morbimortalidade, melhora de qualidade de vida da mulher e redução de custo para a saúde pública.

A escolha entre mamografia, ultrassonografia ou uma combinação dos dois exames depende do perfil de risco da paciente, das características das mamas e das diretrizes de rastreamento em vigor. A ressonância magnética mamária é indicada, apenas, em determinadas situações clínicas ou esclarecimento de imagens contraditórias no primeiro ou em ambos os procedimentos.

No HCA, cabe ao gestor proporcionar condições facilitadoras, tais qual boa oferta de vagas no agendamento dos exames de mamografia e USM. Infelizmente, é escasso o número de médicos radiologistas especializados em semelhante demanda complementar.

Alguns estudos indicaram que a especificidade diagnóstica, a precisão e o valor preditivo positivo do software S-Detect foram superiores às taxas dos radiologistas, pois apresentaram melhoria na capacidade diagnóstica, em especial para especialistas inexperientes (Bitencourt, A. et al. 2023).

Também reduz o tempo ( $\Delta T$ ) entre a detecção da imagem laudada com grau de suspeição e a biópsia pelo setor de Radiologia do HCA, cujo impacto é positivo na promoção da saúde da mulher. Dessa forma, embora a implementação do aparelho de USM com software na sala da mastologia do HCA exija investimentos iniciais, observar-se-ão benefícios a longo prazo, como a detecção precoce, a redução de tratamentos mais caros e a melhoria da eficiência do sistema de saúde. No entanto, é fundamental realizar análises econômicas detalhadas e avaliar os benefícios clínicos, a fim de determinar o impacto líquido no sistema de saúde e garantia de direcionamento eficaz dos recursos.

Durante a consulta, na Mastologia, o médico procederá à junção de procedimentos. Ao selecionar uma região de interesse com o transdutor do S-Detect, contornará, automaticamente, os limites da lesão. Ao se obterem opções de classificação léxica e exportação de imagens para um fluxo de trabalho aprimorado e simplificado, a identificação de lesão suspeita e de sua biópsia será mais rápida. Esse recurso estabelece redução significativa de verbas em programas de rastreamento do câncer de mama, sobretudo em países em desenvolvimento, onde há limitação de recursos (Lee, S.E. et al., 2023).

Estudos relataram maior precisão na avaliação ultrassonográfica ao se combinar a avaliação do leitor com essa ferramenta. Houve enorme diminuição no

número de lesões BI-RADS cat 4a, diagnosticadas por USM convencional, que foram convertidas em cat 3. Comprova-se a importância da padronização dessas ferramentas no HCA, porque reduzirá as biópsias que o laudo cat 4a exige (Wallis, M. G., 2021; Browne, *et al.*, 2023).

Esse adcionamento poderá reduzir biópsias desnecessárias de lesões, as quais têm a categoria convencional 4a e indicação de exame histopatológico (Browne, *et al.*, 2023). Além da redução de custo na saúde por reduzir biópsia desnecessária, foi também descrita a redução do recall, visto que o software cria menos dúvidas no diagnóstico e necessidade de complementação com novos exames, como a ressonância magnética (Shah *et al.*, 2022).

Rajpurkar, P. *et al.* (2018) justificam a sua diminuição de custos para a saúde, com identificação lesional precisa, aumento da eficiência diagnóstica, redução de biópsias invasivas desnecessárias, melhora na triagem e no monitoramento de pacientes.

Em suma, a integração da IA na análise de imagens de ultrassonografia das mamas reduzirá os custos para o sistema de saúde, pois otimizará o diagnóstico, melhorará a triagem e minimizará procedimentos invasivos desnecessários. Implicará, dessarte, economia de recursos para o SISAU e melhor atendimento das pacientes.

### **3 CONCLUSÃO**

A cura do câncer de mama em seu diagnóstico inicial é conhecida pela população. Para efeito na saúde pública brasileira, é necessário investimento em diversos setores para se promoverem sua detecção precoce e redução da morbimortalidade das pacientes.

O aumento da acurácia no seu rastreamento busca estratégias e avanços tecnológicos, como: conscientização e educação, exames genéticos, mamografia com tomossíntese, ressonância magnética mamária e, finalmente, o emprego de ultrassom junto algoritmos da inteligência artificial – o do qual o HCA não dispõe. Assim, auxiliará médicos (mastologistas e radiologistas) na interpretação de imagens mamográficas e tornará o processo mais ligeiro, preciso e eficiente.

Neste ensaio, defendeu-se que inteligência artificial no exame de ultrassonografia de mamas para o rastreio neoplásico aprimora a qualidade do

serviço de saúde para as beneficiárias do SISAU, no HCA, uma vez que revela mais alterações nos exames em imagens convencionais outrora indetectáveis.

Infere-se, pois, que a aquisição de tal software pelo Hospital Central da Aeronáutica resultará no aprimoramento, na eficiência e na precisão do processo de diagnóstico do CM. De mais a mais, essa tecnologia, viável e benéfica para o SISAU, demandará menos recursos diretos e indiretos e solucionará o déficit de radiologistas para todas as unidades de saúde.

Por fim, seu emprego também pode ser implantado em outras especialidades médicas, como, por exemplo: ginecologia, obstetrícia e cabeça e pescoço, nos hospitais de média e alta complexidade da Força Aérea Brasileira. Contribuirá, por conseguinte, para um atendimento de qualidade, fornecerá diagnósticos mais seguros e otimizará tratamentos menos custosos.

Dessa forma, contribuirá para um atendimento de qualidade, promoverá diagnoses mais seguras e otimizará tratamentos menos dispendiosos.

## REFERÊNCIAS

BITENCOURT, A; NARANJO, I. D; LO GULLO, R; SACCARELLI, C. R; PINKER, K. AI-enhanced breast imaging: Where are we and where are we heading? **European Journal of Radiology, Department of Imaging**, v. 142, n. 109882, set./2021. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34392105/> Acesso em: 26 set. 2023.

BRASIL. Ministério da Defesa. Presença feminina na Força Aérea Brasileira. **Agência Força Aérea**, 2020. Disponível em: <https://www.fab.mil.br/noticias/mostra/35424>. Acesso em: 24 set. 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. Instituto Nacional do Câncer. **Estimativa 2023: Incidência de Câncer no Brasil**. 1ª ed., Brasil, Rio de Janeiro – RJ. Ministério da Saúde INCa, 2022. p. 7-156.

BROWNE, J. L; PASCUAL, M.A; PEREZ, J; SALAZAR, S; VALERO, B; RODRIGUEZ, I; CASSINA D; ALCÁZAR, J.L; GUERRIERO, S; GRAUPERA, B. AI: Can It Make a Difference to the Predictive Value of Ultrasound Breast Biopsy? **Diagnostics**, Basel, Switzerland, v. 13, n. 811, p. 1-11, set./2023. Disponível em: <https://www.mdpi.com/journal/diagnostics>. Acesso em: 26 set. 2023.

BRUNETTI, N; CALABRESE, M; MARTINOLI, C; TAGLIAFICO, A.S. Artificial Intelligence in Breast Ultrasound: From Diagnosis to Prognosis - A Rapid Review. **Diagnostics**, University of Genova, Italy, v. 13, n. 58, p. 1-17, dez./2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/diagnostics13010058> Acesso em: 26 set. 2023.

LEE, S. E; YOON, J. H; SON, N.H; HAN, K; MOON, H.J. Screening in Patients With Dense Breasts: Comparison of Mammography, Artificial Intelligence, and Supplementary Ultrasound. **American Journal of Roentgenology**, v. 1, n. 1, p. 1-31, jul./2023. Disponível em: <https://doi.org/10.2214/AJR.23.29655>. Acesso em: 26 set. 2023.

MCKINNEY, S. M; SIENIEK, M; GODBOLE, V; GODWIN, J; ANTROPOVA, N; ASHRAFIAN, H; BACK, T; CHESUS, M; CORRADO, G.S; DARZI, A; ETEMADI, M; GARCIA-VICENTE, F; GILBERT, F.J; HALLING-BROWN, M; HASSABIS, D; JANSEN, S; KARTHIKESALINGAM, A; KELLY, C.J; KING, D; LEDSAM, J.R; MELNICK, D; MOSTOFI, H; PENG, L; REICHER, J.J; ROMERA-PAREDES, B; SIDEBOTTOM, R; SULEMAN, M; TSE, D; YOUNG, K.C; DE FAUW, J; SHETTY, S. International evaluation of an AI system for breast cancer screening. **Nature**. 577(7788):89-94. 2020 Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31894144/> Acesso em: 02 out. 2023.

RAJPURKAR, P; IRVIN, J; ZHU, K; YANG, B; MEHTA, H; DUAN, T; DING, D; BAGUL, A; BALL, R.L; LANGLOTZ, C; SHPANSKAYA, K; LUNGREN,M.P; NG, A.Y. CheXNet: Radiologist-Level Pneumonia Detection on Chest X-Rays with Deep Learning. **ArXiv** preprint arXiv:1711.05225v3 [cs.CV] 25 Dec 2017 Disponível em: <https://arxiv.org/pdf/1711.05225.pdf%202017.pdf> Acesso em 22 out. 2023.

SHAH, S. M; Ahmed, K. R; Sheeraz, A; Unaiza,S. Artificial intelligence for breast cancer analysis: Trends & directions. **Computers in Biology and Medicine**, Department of Computer Science, Faculty of Information Technology, Salim Habib University, Karachi, Pakistan, v. 142, n. 105221, mar./2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0010482522000130>. Acesso em: 26 set. 2023.

SPAK, D.A; PLAXCO, J.S; SANTIAGO, L; DRYDEN, M.J; DOGAN, B.E. Breast Imaging BI-RADS ® fifth edition: A summary of changes. REVIEW /**Diagnostic and Interventional Imaging**, USA, n. 98, p. 179-190, 2017. Disponível em: <https://pdf.sciencedirectassets.com/280852/1-s2.0-S2211568417X0003X/1-s2.0-S2211568417300013/dx.doi.org/10.1016/j.diii.2017.01.001>. Acesso em: 22 out. 2023.

UEMATSU, T. Sensitivity and specificity of screening mammography without clinical breast examination among Japanese women aged 40–49 years: analysis of data from the J-START results. **Breast Cancer**, Japan, v. 29, n. 1, p. 928-931, mai./2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s12282-022-01353-1>. Acesso em: 27 set. 2023.

WALLIS, M. G. Artificial intelligence for the real world of breast screening. **European Journal of Radiology**, Cambridge University Hospitals, UK, v. 144, n. 109661, mar./2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2021.109661>. Acesso em: 26 set. 2023.