

CÂNCER DE MAMA E SISTEMAS DE DETECÇÃO E DIAGNÓSTICO: ANÁLISE DOS SISTEMAS CAD PARA MAMOGRAFIAS

BREAST CANCER AND DIAGNOSTIC AND DETECTION SYSTEMS: ANALYSIS OF CAD SYSTEMS FOR MAMMOGRAPHIES

Nicole Cristina Souza Caetano¹

Jeferson Cerqueira Dias²

Jônatas Cerqueira Dias³

Artigo recebido em dezembro de 2018

Artigo aprovado em fevereiro de 2019

RESUMO

O câncer de mama se torna cada vez mais comum no Brasil e no mundo. Atualmente, mais de 1,6 milhão de mulheres morrem a cada ano por causa da doença. Uma das maneiras de detectar tumores não palpáveis que causam câncer de mama é realizar a radiografia de mama (ou mamografia). A mamografia é atualmente a melhor técnica para a detecção precoce de lesões não palpáveis na mama, com grandes chances de ser um câncer curável. Sabe-se que as chances de cura do câncer de mama são relativamente altas se detectadas nos estágios iniciais. No entanto, a sensibilidade desse exame pode variar muito, devido a fatores como a qualidade do exame ou a experiência do especialista. Dessa forma, o uso de sistemas de Diagnóstico Assistida por Computador (CAD) contribuiu para aumentar as chances de detecção e diagnóstico corretos. Os sistemas CAD melhoraram a acuidade diagnóstica e a consistência da interpretação das imagens radiológicas, isso com base no processamento de imagens. Um sistema CAD mamográfico busca detectar lesões não identificadas pelo radiologista e atuar como a opinião de um segundo especialista. Esta pesquisa bibliográfica exploratória apresenta um estudo sobre as abordagens técnicas para identificação precoce em exames de rastreamento do câncer de mama, incluindo os sistemas CAD.

Palavras-chave: Câncer de mama. Mamografia. CAD. Dupla leitura.

ABSTRACT

Breast cancer becomes increasingly common in Brazil and the world. Currently, more than 1.6 million women die each year because of the disease. One of the ways to detect non-palpable tumors that cause breast cancer is to perform breast radiography (or mammography). Mammography is currently the best technique for the early detection of non-palpable lesions in the breast, with high chances of being curable cancer. It is known that the chances of cure of breast cancer are relatively high if detected in the early stages. However, the sensitivity of this exam can vary greatly due to factors such as the quality of the exam or the expert's experience. In this way, the use of Computer Assisted Diagnostic (CAD) systems has contributed to increase the chances of correct detection and diagnosis. CAD systems improved diagnostic acuity and consistency of interpretation of radiological images, based on image processing. A mammographic CAD system seeks to detect lesions not identified by the radiologist and act as the opinion of a second specialist. This exploratory literature review presents a study on the technical approaches for early identification in breast cancer screening exams, including CAD systems.

Keywords: Breast cancer. Mammography. CAD. Double reading.

¹ Graduada no Curso Superior de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas, Fatec Praia Grande. E-mail: nick_cristina@hotmail.com.

² Professor mestre, Fatec Praia Grande. E-mail: jefersoncdias@hotmail.com.

³ Professor mestre, Fatec Praia Grande. E-mail: jxdias@ymail.com.

1 INTRODUÇÃO

Pesquisadores, empresas e entidades ao redor do mundo, dedicam-se e orientam os seus recursos para estudar e desenvolver sistemas que possam auxiliar no diagnóstico precoce do câncer de mama. E conseqüentemente tornar a vida de milhões de pessoas menos dolorida e traumática, além de salvar outras tantas vidas. O artigo objetiva ajudar a entender melhor o funcionamento dos sistemas CAD e como são importantes ferramentas para o diagnóstico precoce, estaremos plenamente satisfeitos.

Do ponto de vista histológico⁴, a mama se modifica com a idade (involutivo), não havendo compreensão clara do que constitui uma mama “normal”. Termos como mastopatia, “mastite cística”, “displasia” e a abrangente doença fibrocística são sinônimos da falta de real conhecimento de onde termina a fisiologia normal e onde começa a patologia. Estudos de necropsia mostraram que até 50% das mulheres exibem alterações que a maioria dos patologistas caracterizaria como doença fibrocística (KOPANS, 2008).

Outra questão observada refere-se a mamografia, a despeito da sua eficácia comprovada para o rastreio e diagnóstico do câncer de mama, a sensibilidade da mamografia pode variar bastante, em decorrência de fatores como qualidade do exame, experiência do especialista ou idade do paciente (MAJID et al., 2003)

Essencialmente, a precisão da interpretação da mamografia depende da formação, experiência e empenho do radiologista, mas ainda é afetada por limitações da percepção humana (CALAS; GUTFILEN; PEREIRA, 2012). Outros fatores que contribuem para a precisão da interpretação da mamografia são: a necessidade de avaliar um grande número de imagens para detectar casos positivos, a estrutura complexa radiográfica da mama, a densidade da mama que pode esconder uma lesão, a técnica inadequada ou erro no posicionamento da mamografia, características sutis de malignidade, associadas ao cansaço ou distração do radiologista contribuem para o diagnóstico falso-negativo da mamografia, que são os erros mais graves já que adiam a descoberta da lesão e o início do tratamento e do estadiamento do tumor, diminuindo as chances de cura do paciente (Ibidem).

Um levantamento apresentado pelo Cremesp (Conselho Regional de Medicina de São Paulo), em 2017, mostrou que 88% dos médicos recém-formados não souberam interpretar o resultado de uma mamografia (CAMARIM; FILHO, 2017). Comumente acontecem casos de erros nos diagnósticos, que acarretam em tratamento para quem não precisa (falso positivo) e falta de tratamento para um paciente que possui o tumor (falso negativo).

Aliado a esses problemas, as causas de erro no diagnóstico, também, ocorrem devido à falta de qualidade da mamografia. Em 2006, o problema com as mamografias chegou a proporções alarmantes, um estudo do INCA constatou que 60% dos exames que chegavam a instituição, oriundos tanto do SUS como de clínicas particulares, tinham problemas que prejudicavam a sua interpretação, como por exemplo: filme de má qualidade, produtos usados no procedimento que estavam vencidos, erro no posicionamento do paciente, entre outros (LENHARO, 2011). Esta situação atualmente, não é diferente, uma pesquisa realizada pela Rede Brasileira de Pesquisa em Mastologia revela má qualidade nas mamografias do SUS (JORNAL GLOBO NEWS, 2018).

⁴ Histologia é a disciplina biomédica que realiza estudos da estrutura microscópica, composição e função dos tecidos vivos (MACHADO-SANTELLI, 2003).

Outra questão: em termos quantitativos, segundo a Sociedade Brasileira de Mastologia (SBM), é baixo o número de exames realizados, apenas 24,1% das mulheres se submeteram ao exame (SANTOS, 2018).

Essas observações expõem as dificuldades e as limitações no envolvimento do diagnóstico do câncer de mama. Ressaltando a necessidade de um domínio teórico para garantir maior segurança científica em resposta à demanda dos interessados na aplicação da técnica de diagnóstico por meio da mamografia.

Assim, traduz-se essa necessidade em um problema de pesquisa, orientado pela questão: Um sistema CAD garantiria a acuidade necessária para melhorar os eventos de diagnósticos falso positivos ou falso negativos?

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Inicia-se o referencial teórico pela apresentação do câncer e de suas características.

2.1 Câncer como causa de mortes

O câncer é uma das principais causas de mortes no mundo. Atualmente, 43,8 milhões de pessoas estão diagnosticadas com a doença. Enquanto 18,1 milhões de casos foram diagnosticados, em 2018 ao redor do mundo, 9,6 milhões de pessoas tiveram a morte causada pela doença (IARC - INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH FOR CANCER, 2018). A situação é alarmante e desafiadora para as políticas públicas ao redor do mundo. Segundo a ONU esse número tende a crescer a despeito dos esforços e investimentos no combate à doença (ONU-BR NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL, 2017). Estima-se que o número de novos casos anualmente, deva alcançar a marca dos 30 milhões de pessoas com câncer até 2040. De todos os tipos de câncer, os comumente mais diagnosticados, com números ultrapassando a marca de 2 milhões de diagnósticos, são: em primeiro lugar, o de pulmão, mais frequente em homens; em segundo lugar o de mama, mais frequente em mulheres; em terceiro lugar, está o câncer colorretal com aproximadamente 1,8 milhões de diagnósticos e o de próstata com pouco mais de 1,2 milhões de casos diagnosticados somente em 2018 (IARC - INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH FOR CANCER, 2018).

2.1.1 Câncer no Brasil

No Brasil a situação do câncer não é diferente. Os registros atualizados no Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva (INCA) relacionados ao câncer em mulheres, em 2018, em todas as neoplasias, somam um total de 282.450 casos registrados, particularmente o de mama feminina são 59.700 novos casos diagnosticados, compondo 29,5% do total, é a maior incidência entre todos os outros tipos de câncer feminino (INCA, 2018). O câncer de mama em mulheres é o segundo tipo de câncer mais comum no mundo, no Brasil as regiões Sul e Sudeste são as que possuem a maior taxa de mortalidade (MARX; FIGUEIRA, 2017).

2.1.2 O que é: Tumor, Cancro, Neoplasia e Câncer

É importante definir logo no início os diversos nomes encontrados da literatura para o que chamamos de câncer. Um tumor está relacionado a um aumento de massa anormal de células que pode ter várias localizações do corpo (no fígado, na mama, no cólon, etc.).

Inicia-se a partir de uma única célula quando ela sofre uma alteração genética no DNA. Esta alteração dá à célula a capacidade de se multiplicar rapidamente, mais do que as suas células vizinhas. Se este conjunto de células permanecer localizado, então é chamado de um tumor benigno (OPPERMANN, 2014).

No entanto, estas células podem sofrer outras alterações genéticas que lhes vão permitir destacar-se do tumor, adquirindo mobilidade, a partir da corrente sanguínea ou linfática, e invadir outros tecidos na sua vizinhança. Um tumor só tem o nome de cancro, neoplasia ou câncer quando é maligno (tumor maligno), ou seja, tem a capacidade de invadir outros tecidos. Formando as denominadas metástases, ou cancro secundário, sinais de que a doença progrediu e conseguiu dispersar-se pelo corpo (OPPERMANN, 2014) (INCA, 2018).

O câncer, ao contrário do que se pensa, não é uma só doença, mas, um conjunto de mais de 100 doenças, cada uma com características clínicas e biológicas diferentes, que têm em comum o crescimento desordenado de células, que invadem tecidos e órgãos (OPPERMANN, 2014) (INCA, 2018). O câncer de mama é uma patologia que se caracteriza pelo crescimento descontrolado de células anormais na mama, com a capacidade de invadir (disseminar-se para) outras partes do corpo pelo sangue ou pelo sistema linfático (OPPERMANN, 2014). Quando começam em tecidos epiteliais, como: pele ou mucosas, são denominados carcinomas. Se o ponto de partida são os tecidos conjuntivos: como osso, músculo ou cartilagem, são chamados sarcomas (INCA, 2018).

2.1.3 Meios de combate

O que provoca o processo patológico é a forma como o indivíduo se insere em seu espaço social e como interage com ele. A susceptibilidade somada as condições do modo de vida e ao ambiente determinam o risco de ser acometido pela doença (INCA, 2018). O surgimento do câncer está fortemente ligado as características biológicas e comportamentais dos indivíduos que compõem a população e dos fatores ambientais (OPPERMANN, 2014). Os países em desenvolvimento e as regiões mais desenvolvidas nestes países, onde estão concentrados a maior quantidade de casos de câncer, têm em sua cultura a prática de hábitos que estão fortemente ligados ao aparecimento do câncer como: dieta e sedentarismo, uso de álcool e tabaco e riscos ambientais, além de infecções sexuais e contaminação com vírus da hepatite B e C (INCA, 2018).

O principal fator de risco é o envelhecimento, isso porque as mutações das células se acumulam ao longo do tempo e o indivíduo tem maior exposição aos fatores de risco ou agentes causadores da doença, como a exposição ao tabaco, por exemplo (OPPERMANN, 2014) (INCA, 2018). O crescimento de células normais e anormais estão ligados geneticamente, os genes que estimulam o crescimento ilimitado das células são versões distorcidas de genes que desempenham funções vitais em nosso corpo. Some-se isso ao fato de que as mutações dos genes se acumulam ao longo do tempo, torna-se muito mais difícil a tarefa de separar células normais das anormais. Separar essas células umas das outras é um dos maiores desafios do mundo atual para combater uma doença que tem feito milhares e milhares de vítimas, dia após dia, ao redor do mundo (INCA, 2018).

2.1.4 Detecção Precoce do Câncer de Mama: Recomendações de Intervenções

Atualmente, a prevenção é o melhor remédio, um diagnóstico precoce aumenta as chances de cura (OPPERMANN, 2014) (INCA, 2018). As estratégias para a detecção precoce do câncer de mama são o diagnóstico precoce⁵ e o rastreamento⁶ (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2007) (INCA, 2018). As chances de cura podem chegar a mais de 30% dos casos se descoberto precocemente (KOPANS, 2008). A ironia desta afirmação é que, apesar das altas chances de cura, esse tipo de câncer continua matando milhares de pessoas, ano após ano.

O INCA republicou em 2017 a terceira edição do Sumário Executivo contendo as Diretrizes para a Detecção Precoce do Câncer de Mama no Brasil (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2017) com as recomendações de intervenção mostradas no Quadro 1.

Ações de Rastreamento	Ações de Diagnóstico Precoce
Mamografia	Estratégias de conscientização
Autoexame das mamas	Identificação de sinais e sintomas
Exame clínico das mamas	Confirmação diagnóstica em único serviço
Ressonância nuclear magnética	
Ultrassonografia	
Termografia	
Tomossíntese	

Quadro 1 – Recomendações de intervenção
Fonte: INCA, 2018

Nesta mesma publicação o Ministério da Saúde ponderou a eficácia do rastreamento com a mamografia na redução da mortalidade global por câncer de mama, comparada ausência do rastreamento, quadro 2, tal que mulheres com idade inferior a 50 anos, não são recomendadas a realização do exame de rastreamento, em quanto que para as faixas de idade entre 50 e 59, bem como a faixa entre e 60 e 69 são recomendados os exames de rastreio, observando que nesta última faixa, os benefícios superam os possíveis danos causados pela periodicidade do exame radiológico, ao passo que na primeira faixa de idade, benefícios e danos se igualam (Quadro 2).

⁵ Diagnóstico precoce é a abordagem de pessoas com sinais e/ou sintomas iniciais da doença (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2007).

⁶ Rastreamento é a aplicação de teste ou exame de forma rotineira em uma população assintomática, aparentemente saudável, com o objetivo de identificar lesões sugestivas de câncer e, a partir daí, encaminhar as mulheres com resultados alterados para investigação diagnóstica e tratamento (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2007) (SZEJNFELD; ABDALA; AJZEN, 2016).

Método	População alvo	Periodicidade
Mamografia	Mulheres de 50 a 69 anos	A cada dois anos

Quadro 2 – Diretrizes e técnicas de rastreamento
Fonte: INCA, 2018

Atualmente, com os recursos tecnológicos disponíveis, têm sido desenvolvidas técnicas de auxílio para o médico na detecção precoce de neoplasias como é o caso dos sistemas de Diagnóstico Auxiliado por Computador, ou no inglês CAD – *Computer Aided Diagnosis*. Os principais métodos de imagem utilizados no diagnóstico das patologias mamárias são a mamografia⁷, foco deste trabalho, e a ultrassonografia (US). A ressonância magnética (RM), também, vem sendo utilizada em algumas situações específicas, como a avaliação de próteses de silicone ou em pacientes submetidas a cirurgia conservadora de mama (SZEJNFELD; ABDALA; AJZEN, 2016).

2.2 Mamografia

A mamografia é um exame de imagem que fornece informações sobre a morfologia, anatomia e patologias dos seios. É uma forma particular de radiografia, com procedimento semelhante ao dos raios X (ver Figura 1), porém, com níveis baixos de radiação entre intervalos específicos, com a finalidade de registrar imagens da mama para diagnosticar a eventual presença de estruturas que indiquem uma patologia, com especial importância o câncer (CAMPOS; CAMARGO, 2015).

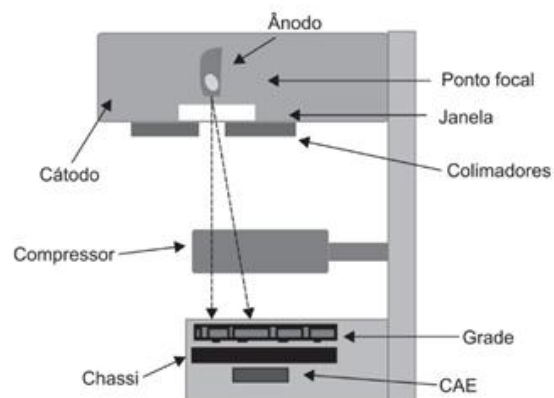


Figura 1 - Esquema de um mamógrafo de ambos os sistemas, tanto o convencional como o digital.
Fonte: (Campos; Camargo, 2015)

Quanto à capacidade de detecção do câncer de mama, os estudos até o momento não demonstraram diferenças significativas entre a mamografia digital e a mamografia analógica, ou também chamada convencional (KOPANS, 2008). No entanto, a mamografia digital

⁷ Mamografia, em resumo, é um exame radiológico cuja finalidade é a observação e análise das mamas por meio de um aparelho de raio-X, conhecido como mamógrafo (CAMPOS; CAMARGO, 2015).

parece ser mais precisa do que a mamografia convencional em mulheres mais jovens e com mamas densas (CAMPOS; CAMARGO, 2015).

A aquisição da imagem de mama de rastreamento é realizada utilizando-se duas incidências: craniocaudal (CC) e médio-lateral oblíquo (MLO) (CAMPOS; CAMARGO, 2015). Isto porque uma incidência não é suficiente para incluir todo o tecido mamário, sendo que a MLO é fundamental para a visualização dos tecidos laterais e superiores e a CC, dos tecidos centrais e mediais (FUNARI et al., 2017).

2.2.1 Mamografia Convencional

Toda exposição de um filme de raios X gera uma imagem latente, que deve se transformar em uma imagem visível e duradoura. Para que isso aconteça, o filme precisa passar por um processo de revelação que pode ser manual ou automático.

2.2.1.1 Características que Influenciam a Nitidez

Quanto a nitidez, basicamente pode ser dividida em contraste, borramento e ruído, sendo:

- a) O contraste das imagens diagnósticas deve-se ao binômio: fótons que atravessam o paciente e fótons que são absorvidos. Nas imagens radiológicas, as partes com maior exposição pelos fótons de raios-x tornam-se escuras, enquanto as sombras claras/brancas são formadas pelos fótons absorvidos (FUNARI et al., 2017). O contraste final também é influenciado pela quantidade de difusão que atinge o filme, que é influenciada pela colimação⁸ do feixe, pelo adelgaçamento (diminuição da espessura) da mama por compressão, por qualquer lacuna de ar entre a mama e o detector e por grades redutoras de difusão ou colimação em fenda (KOPANS, 2008).
- b) O borramento (baixa nitidez) é provocado pelo movimento da mama durante o processo de mamografia; distância do objeto ao detector; a espessura do fósforo do filme écran que converte os fótons de raios X em luz; pelo tamanho das partículas do fósforo e pelo contato entre o filme e o écran e o tamanho do ponto focal (KOPANS, 2008).
- c) Ruído é outra fonte de degradação da imagem mamográfica, sendo basicamente proveniente de duas fontes: a) um sinal aleatório que pode ocultar o sinal que fornece informações úteis gerado pelo próprio Raio-X e pela não uniformidade dos raios e b) pelo chamado mosqueamento, que é uma função da qualidade do feixe de raios X, provocado pela quantidade de incidência dos fótons, quanto mais fótons de raio X melhor a qualidade (KOPANS, 2008).

2.2.1.2 Desvantagens do Filme/Écran

Várias desvantagens residem no fato de que o filme é tanto o detector quanto o meio de apresentação, sendo o único registro da imagem, e, se for perdido ou danificado, a perda é irrecuperável, além de requerer grandes áreas de espaço para armazenamento. Outra limitação

⁸ Colimação é o nome que se dá para o processo de tornar paralelas, com a maior precisão possível, as trajetórias de determinadas partículas de determinados feixes, estes podem ser eletrônicos, luminosos, linhas de fluxo eletromagnético, etc. (LAMPIGNANO; KENDRICK, 2018)

do filme é que, uma vez revelada, a imagem é imutável. As informações são exibidas em apenas uma apresentação em função de uma única exposição e se não tiver sido satisfatória, a imagem não terá qualidade ideal. Se o parecer de outro médico ou especialista for solicitado, as imagens devem ser deslocadas fisicamente. Há também a questão das áreas de alta absorção de raios X na mama que aparecem igualmente brancas na imagem e como as estruturas normais da mama e os cânceres de mama têm atenuação dos raios X semelhante, essa limitação pode dificultar visualização e separação entre estruturas normais e anormais (KOPANS, 2008).

2.2.2 Mamografia Digital

As primeiras mamografias digitais na verdade eram mamografias digitalizadas. A imagem de filme/écran convencional era convertida em imagem digital. O avanço tecnológico permitiu que o sistema de película fosse substituído por um detector, o qual produz um sinal eletrônico que é digitalizado e armazenado (KOPANS, 2008).

Detectores digitais podem ser vistos como uma grade de linha e coluna de modo que cada cruzamento seja uma célula (pixel) de detecção de raios X. O tamanho do pixel é um dos principais componentes da resolução espacial do sistema; determinando o tamanho das estruturas de detecção que podem ser resolvidas por um sistema digital. A imagem pode ser definida por números de: linhas, colunas e da energia dos fótons de raios X medida naquela coordenada, definindo desta forma toda a imagem registrada como uma série de dígitos, formando então a imagem digital. Uma escala de cinza (do branco ao preto) é atribuída a cada célula em função do número (energia) de fótons que foram medidos naquela célula (KOPANS, 2008) (CAMPOS; CAMARGO, 2015).

A grande contribuição observada na mamografia digital é a versatilidade na distinção do contraste da imagem que pode ser ajustada em combinações infinitas, incluindo inversão completa da imagem de modo que as estruturas pretas se tornam brancas e vice-versa. Como a imagem é definida por números, ela pode ser vista eletronicamente em qualquer lugar do mundo e exibida simultaneamente em um número infinito de lugares com exatamente o mesmo aspecto (KOPANS, 2008). A mamografia digital fornece uma gama ampla e dinâmica de densidades e maior resolução de contraste em mamas densas (CAMPOS; CAMARGO, 2015).

2.3 Diagnóstico Assistido por Computador

Nas últimas décadas, tem sido anunciado na literatura um grande número de programas de apoio à decisão médica. Hospitais, laboratórios e farmacêuticas têm investido e procurado ferramentas digitais para auxiliar no diagnóstico e reduzir custos. No hospital Israelita Albert Einstein, em São Paulo, há aparelhos de imagem capazes de identificar problemas e enviar uma notificação para o operador da máquina, sem intervenção humana. Alguns equipamentos mandam sinais vitais do doente, como batimento cardíaco, direto para o prontuário médico. Diabéticos recebem mensagem no celular, elaborada por robôs, lembrando-os da hora certa de tomar insulina (NOBESCHI, 2016). No Labdaps, laboratório de Big Data e análise preditiva da USP (Universidade de São Paulo), o professor Alexandre Chiavegatto Filho coordena um grupo de pesquisadores que estudam sistemas que possam facilitar o diagnóstico de doenças, como dengue, zika ou chikungunya. Ou, indicar o risco de um idoso desenvolver doenças que ameacem sua vida num prazo de 15 anos (Ibidem).

Estas evoluções conduziram a construção de sistemas computacionais (constituídos de hardware e software) que pudessem auxiliar o diagnóstico de câncer de mama. Desde a descoberta dos raios X, em 1895 por Wilhelm Conrad Röntgen, tem-se proporcionado tentativas de sua aplicação em diversas áreas da Medicina (UJVARI; ADONI, 2014). No estudo de doenças da mama, a nova técnica foi utilizada de forma significativa por Albert Salomon, cirurgião da “Clínica de Cirurgia da Universidade de Berlim”, utilizando a radiografia convencional para o diagnóstico do câncer de mama, em 1913. Desde então notou-se a necessidade de desenvolver um método diferenciado para esse tipo de estudo (CAMPOS; CAMARGO, 2015).

Programas de auxílio ao diagnóstico em imagens são o grande alvo de pesquisas e investimento, porque são altamente focados no reconhecimento de padrões, trabalho reconhecidamente feito melhor por máquinas do que por humanos (NOBESCHI, 2016). O estudo sobre estes sistemas tornou-se significativo na década de 80. Nos dias atuais, os sistemas CAD para mamografia situam-se em estágios avançados de maturidade, existindo não somente para fins de pesquisa, mas, já sendo utilizados comercialmente (Ibidem).

2.3.1 Definição de *Computer-Aided Diagnosis* (CAD)

Um sistema de diagnóstico auxiliado por computador *Computer-Aided Diagnosis System* (CADS), é definido como a capacidade de caracterizar uma anomalia detectada como benigna ou maligna (KOPANS, 2008), ou ainda, como um diagnóstico feito por um radiologista, que se utiliza do resultado de análises quantitativas automatizadas de imagens radiográficas, para a tomada de decisões diagnósticas (DOI, 2008) (AZEVEDO-MARQUES, 2001).

A resposta do computador pode ser útil em razão dos diversos fatores que contribuem para os erros na interpretação da mamografia, em sua maioria, ligados ao fator e limitação humana (CALAS; GUTFILEN; PEREIRA, 2012) (AZEVEDO-MARQUES, 2001). O princípio de qualquer sistema CAD é o algoritmo implementado, sendo que a qualidade depende especificamente da taxa de detecção do tumor e sensibilidade e do número de falsos-positivos de regiões marcadas por imagem. A análise do sistema é registrada por marcas sobrepostas em áreas suspeitas. Podem ser usados diferentes tipos de marcas como asterisco, para nódulos; triângulo ou retângulo para microcalcificações, etc. Nota-se que as formas físicas da marca podem influenciar o efeito do CAD sobre o desempenho do leitor e têm sido objeto de estudos e análises por meio de percepção dos observadores (CALAS; GUTFILEN; PEREIRA, 2012).

Atualmente existem sistemas CAD para a) mamografia convencional: que se utiliza do auxílio de um filme, faz a exposição da mama ao raio-X. Em seguida, a imagem é armazenada nesse filme e posteriormente digitalizada e b) mamografia digital: neste caso, transforma o raio-X em sinal elétrico e envia as informações para um computador, a imagem pode ser armazenada e também recuperada de maneira eletrônica. Em qualquer um destes sistemas, um aspecto importante para o sistema CAD é a visão computacional.

2.4 Visão Computacional

Visão computacional é o estudo e o desenvolvimento de tecnologias computacionais para a extração de atributos de uma imagem em formato digital (Figura 2), permitindo reconhecer, manipular e processar dados sobre os objetos que compõem a imagem capturada (BALLARD; BROWN, 1982) (AZEVEDO-MARQUES, 2001). Além disto, a visão

computacional estuda e implementa sistemas constituídos de hardware (sensores e atuadores) e software (Inteligência Artificial) capazes de “enxergar” de modo artificial (HONORATO; MILANO, 1888 e BARELLI, 2018).

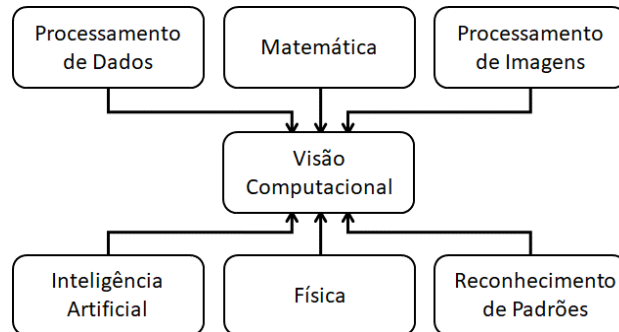


Figura 2 - Áreas de estudo da Visão Computacional
Fonte: (Baarrelli, 2018)

O processamento de imagens trata a transformação de imagens em outras imagens para realce das lesões por meio da segmentação (Figura 3).

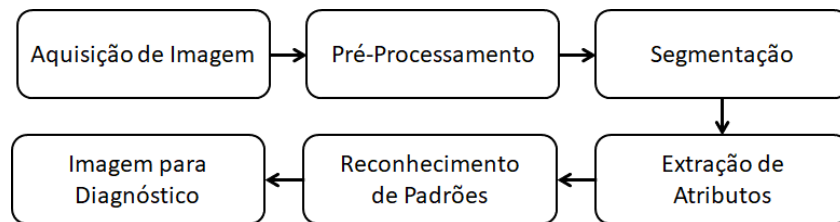


Figura 3 - Fluxo de um Sistema de Visão Computacional
Fonte: Alterado de (Barrelli, 2018)

A aquisição de imagem digitalizada se utiliza de sensores (câmera, leitor óptico, scanner etc.) que pode variar em uma imagem bidimensional, tridimensional ou uma sequência de imagens (semelhante ao vídeo). O pré-processamento se utiliza do conceito de objeto de interesse, que são regiões ou elementos contidos na imagem da qual se deseja obter informações, a partir do qual são aplicadas técnicas de tratamento de imagem para o destaque de bordas e formas geométricas, bem como o tratamento de ruídos (BARELLI, 2018). A terceira etapa, constituída da segmentação, é o processo que subdivide a imagem em partes ou objetos constituintes, utilizando as propriedades básicas de descontinuidade dos níveis de cinza para segmentação através de bordas, fronteiras e linhas, ou de similaridade destes para separação de regiões que apresentem determinada característica em comum (CASTLEMAN, 1996). A partir da segmentação, a etapa seguinte consiste na extração de atributos (dimensão, área, distância, etc.) do objeto de interesse. Com os atributos extraídos e armazenados um software de reconhecimento de padrões classifica os objetos (BARELLI, 2018).

3 MÉTODO

Este trabalho de pesquisa utilizou a estratégia de abordagem com abstração ampla ao observar um problema real na sociedade e a busca de uma solução (GIL, 2002). Com estas características, classifica-o inicialmente, em termos de sua natureza, como uma pesquisa aplicada. O método utilizado para a formação das conclusões foi de caráter dedutivo, pois parte-se das observações gerais e direciona para o caso particular da investigação. Em termos de procedimentos técnicos, utilizou-se da pesquisa bibliográfica com objetivo exploratório, através de buscas realizadas no Portal de Periódicos CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior).

Na abordagem de procedimentos técnicos, segundo Marconi e Lakatos (2003), a leitura abre horizontes e é decisiva para a aquisição de conhecimento e essencial para o estudo. A busca do material adequado para o presente trabalho foi realizada em primeiro momento com uma leitura do tipo *scanning*, na qual elementos auxiliares presentes nos textos como títulos, sumários e introduções serviram como base para identificação, classificação e segregação dos artigos. Ficaram definidas as seguintes regras para a segregação do material utilizado neste trabalho:

- a) Alta relevância referente ao tema: Documento aborda todos os assuntos descritos no tema (“Câncer de Mama”, Mamografia, Detecção, Diagnóstico e CAD);
- b) Média relevância referente ao tema: Documento aborda o termo “Mamografia” mesmo não se referindo a outros termos como: “Câncer de Mama”, Detecção, Diagnóstico e CAD; e,
- c) Baixa relevância ou fora do tema: Documento apresenta conteúdo que não agrega nada de importante para a pesquisa em questão.

Outras leituras foram consideradas como obras de divulgação (GIL, 1989) classificadas como obras científicas e técnicas, bem como obras de referência, ambas obtidas na biblioteca FATEC Praia Grande de forma física ou as disponíveis virtualmente.

Após a leitura de *scanning* definiu-se através de uma leitura de “estudo”, de etapa seletiva (MARCONI; LAKATOS, 2003), os artigos classificados como de alta e média relevância, referente ao tema, os que serviriam como base para os objetivos deste trabalho.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicia-se os resultados e discussão pelos ganhos proporcionados pelos sistemas CAD.

5.1 Ganhos Proporcionados pelos Sistemas CAD

Os programas CAD foram elaborados para fornecer indicadores rápidos, visuais indicativos, para que o radiologista interprete com mais atenção áreas específicas da imagem (AZEVEDO-MARQUES, 2001). Em aproximadamente um terço das mamografias falso-

negativas, cânceres são visíveis mamograficamente, mas, passam despercebidos por descuido do radiologista. Todo radiologista, por mais treinado que seja, não consegue evitar omissões no diagnóstico de câncer. (KOPANS, 2008). Os sistemas CAD melhoram o desempenho do diagnóstico e, simultaneamente, reduzem a variabilidade de interpretação dos radiologistas (KARSSEMEIJER et al., 2003 apud CALAS; GUTFILEN; PEREIRA, 2012).

A digitalização da imagem possui versatilidade na distinção do contraste que pode ser ajustada em combinações infinitas, longe das imagens imutáveis da mamografia convencional. Além do fato de favorecer distribuição em diversos consoles para análise (KOPANS, 2008). Além disso o tempo médio de interpretação sem o auxílio de um sistema CAD é de 19% maior entre radiologistas (KARSSEMEIJER et al., 2003 apud CALAS; GUTFILEN; PEREIRA, 2012).

5.2 Barreiras em Sistemas CAD

Ressalta-se os avanços alcançados no auxílio à detecção de lesões pelos sistemas CAD. No entanto, apesar de ser objeto de pesquisa de vários grupos no Brasil e no mundo, vários desafios ainda precisam ser vencidos. O primeiro desafio a ser considerado na construção de tais sistemas é obter uma alta taxa de acerto de casos verdadeiros-positivos, isto é, indicar a presença de uma doença quando ela realmente existe, com uma baixa taxa de casos falsos-positivos (quando o sistema indica a existência de uma doença, sem que exista de fato) (KOPANS, 2008). Assim, para se obter um bom desempenho em relação aos acertos, é necessário conhecer profundamente o problema a ser detectado e a imagem médica que será utilizada para o diagnóstico, considerando seu processo de formação, que exerce influência nas suas características (FUNARI et al., 2017).

Outra questão que merece destaque é a utilização de recursos computacionais que proporcionem alto desempenho, uma vez que as imagens médicas apresentam grande volume de dados para processamento e este processamento envolve, geralmente, milhares de operações em tempo real (AZEVEDO-MARQUES, 2001).

Uma linha que merece ser citada é o desempenho menor destes sistemas em imagens provenientes de mamas densas, que apresentam baixo contraste entre as estruturas de interesse e o fundo da imagem. A maioria das mulheres jovens apresenta alta densidade nas mamas devido à predominância de tecidos fibroglandulares na sua composição. Por esse motivo, muitas vezes a descoberta do câncer de mama em mulheres com menos de 40 anos de idade acontece quando o tumor já apresenta um desenvolvimento avançado, o que dificulta o tratamento da doença (CALAS; GUTFILEN; PEREIRA, 2012 e KOPANS, 2008).

Finalmente é importante lembrar que o desenvolvimento destes sistemas exige a participação de equipes multidisciplinares.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A principal fonte de dados para o diagnóstico do câncer de mama é a imagem mamográfica, por esse motivo o processamento de imagem em mamografia deve ser considerado de grande valia no diagnóstico precoce do câncer, pois a simples detecção de mais um caso pode significar uma vida. Entretanto, em aproximadamente um terço das

mamografias falso-negativas, cânceres são visíveis, porém, são despercebidos por descuido do radiologista (KOPANS, 2008), a dificuldade na realização do diagnóstico visual nas imagens mamográficas de lesões em estágio precoce, juntamente com o grande volume de dados gerados num sistema de diagnóstico hospitalar, têm favorecido várias soluções computacionais em auxílio a este problema (AZEVEDO-MARQUES, 2001).

O CAD é uma área ativa de pesquisa e desenvolvimento em radiodiagnóstico. Na perspectiva atual os sistemas de CAD para mamografia melhoram o desempenho do diagnóstico, pois, é imune à variabilidade humana, quanto a percepção do objeto em análise e à tomada de decisão (CALAS; GUTFILEN; PEREIRA, 2012).

Na maioria dos sistemas, os melhores desempenhos de CAD ocorreram para as lesões medindo entre 1 e 3 cm (TAYLOR et al., 2003) (BREM et al., 2005). Como consequência, para lesões menores, o CAD não pôde ser utilizado sozinho, sem o radiologista. Este fato vai ao encontro dos resultados da pesquisa realizada, observando que um sistema CAD só pode ser usado em conjunto com radiologistas, servindo como um auxiliador no processo de detecção precoce de câncer de mama. O que nos leva a crer que não se pode substituir o primeiro observador na análise mamográfica, e nem a eliminação da dupla leitura.

Outro fato observado é que por se tratar de sistemas tecnológicos estes estão sujeitos a obsolescência, pois seus aspectos tecnológicos e versões do software mudam rapidamente.

Hoje existe ampliação do uso do CAD para a interpretação da ultrassonografia e ressonância magnética da mama. Porém, o número de testes dos sistemas em ambientes clínicos ainda é bastante limitado e uma avaliação cuidadosa é necessária antes de sua inserção na rotina de serviço (AZEVEDO-MARQUES, 2001).

6 REFERÊNCIAS

- AZEVEDO-MARQUES, P. M. DE. **Diagnóstico auxiliado por computador na radiologia***. *Radiol Bras* **2001**, v. 34, n. 5, p. 285–293, 2001.
- BALLARD, D. H.; BROWN, C. M. **Computer Vision**. [s.l.] Prentice-Hall, 1982.
- BARELLI, F. **Introdução à Visão Computacional - Uma abordagem prática com Python e OpenCV**. [s.l.] Casa do Código, 2018.
- BREM, R. F. et al. A Computer-Aided Detection System for the Evaluation of Breast Cancer by Mammographic Appearance and Lesion Size. *American Journal of Roentgenology*, v. 184, n. 3, p. 893–896, mar. 2005.
- CALAS, M. J. G.; GUTFILEN, B.; PEREIRA, W. C. DE A. CAD e mamografia: por que usar esta ferramenta? v. 45, n. 1, p. 46–52, 2012.
- CAMARIM, L. N.; FILHO, B. L. **Exame do Cremesp aprova mais da metade dos médicos recém-formados**. Disponível em: <<https://www.cremesp.org.br/>>. Acesso em: 24 dez. 2018.
- CAMPOS, A. P. DE; CAMARGO, R. **Ultrassonografia, Mamografia e Densitometria Óssea**. São Paulo: Érica / Saraiva, 2015.
- CASTLEMAN, K. R. **Digital Image Processing**. New Jersey: Prentice-Hall, 1996.
- DOI, K. Computer-Aided Diagnosis in Medical Imaging: Historical Review, Current Status

- and Future Potential. **National Institutes Health**, v. 31, p. 198–211, 2008.
- FUNARI, M. B. DE G. et al. **Tópicos Relevantes no Diagnóstico por Imagem**. Barueri, SP: Manole, 2017.
- GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6. ed. [s.l.] Atlas, 1989.
- _____. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4. ed. São Paulo: [s.n.].
- HONORATO, L. B.; MILANO, D. DE. Visão computacional. p. 1–7, 1888.
- IARC - INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH FOR CANCER. **Global Cancer Observatory**. Disponível em: <<http://gco.iarc.fr/>>. Acesso em: 20 dez. 2018.
- INCA, I. N. DE C. **Estatísticas de câncer**. Disponível em: <<https://www.inca.gov.br/numeros-de-cancer>>. Acesso em: 20 dez. 2018.
- JORNAL GLOBO NEWS. **Pesquisa revela má qualidade de mamografias do SUS - GloboNews**. Disponível em: <<http://g1.globo.com/globo-news/jornal-globo-news/videos/v/pesquisa-revela-ma-qualidade-de-mamografias-do-sus/7086802/>>. Acesso em: 5 jan. 2019.
- KARSSEMEIJER, N. et al. Radiology Computer-aided Detection versus Independent Double Reading of Masses on. **Raiology**, n. 5, 2003.
- KOPANS, D. B. **Diagnóstico por Imagem da Mama**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan Editora da GEN - Grupo Editorial Nacional, 2008.
- LAMPIGNANO, J. P.; KENDRICK, L. E. **Tratado de Posicionamento Radiográfico e Anatomia Associada**. Rio de Janeiro: Elsevier Ltd, 2018.
- LENHARO, M. Paciente Paga Caro por Erro de Diagnóstico. **Jornal da Tarde - Estádio Saúde**, p. 1–4, 2011.
- MACHADO-SANTELLI, G. M. **Histologia: Imagem em Foco**. Barueri, SP: Manole, 2003.
- MAJID, A. S. et al. Missed Breast Carcinoma: Pitfalls and Pearls. **RadioGraphics**, v. 23, n. 4, 2003.
- MARCONI, M. DE A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 2003.
- MARX, A. G.; FIGUEIRA, P. V. G. (COORD.). **Fisioterapia no câncer de mama**. Barueri, SP: Manole, 2017.
- MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Diretrizes para a Detecção Precoce do Câncer de Mama no Brasil Sumário Executivo**, 2017.
- NOBESCHI, A. **Saúde: como a inteligência artificial pode ajudar nos diagnósticos**. Disponível em: <<https://epoca.globo.com/saude/noticia/2016/12/saude-como-inteligencia-artificial-pode-ajudar-nos-diagnosticos.html>>. Acesso em: 23 dez. 2018.
- ONU-BR NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL. **OMS: câncer mata 8,8 milhões de pessoas anualmente no mundo | ONU Brasil**. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/oms-cancer-mata-88-milhoes-de-pessoas-anualmente-no-mundo/>>. Acesso em: 20 dez. 2018.
- OPPERMANN, C. P. (ORGANIZ.). **Entendendo o Câncer**. Porto Alegre: Artmed, 2014.
- SANTOS, M. T. **Número de mamografias realizadas pelo SUS é o menor dos últimos cinco anos**. Disponível em: <<https://saude.abril.com.br/medicina/numero-de-mamografias-realizadas-pelo-sus-e-o-menor-dos-ultimos-cinco-anos/>>. Acesso em: 5 jan. 2019.

SZEJNFELD, J.; ABDALA, N.; AJZEN, S. **Diagnóstico por Imagem**. 2. ed. Barueri, SP: Manole, 2016.

TAYLOR, C. G. et al. Reproducibility of Prompts in Computer-aided Detection (CAD) of Breast Cancer. **Clinical Radiology**, v. 58, n. 9, p. 733–738, 2003.

UJVARI, S. C.; ADONI, T. **A História do Século XX Pelas Descobertas da Medicina**. São Paulo: Editora Contexto, 2014.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Cancer Control Knowledge into Action - Early Detection**. Geneva: Department of Chronic Diseases and Health Promotion, 2007.