

# Detecção de Anomalias em Termografia Dinâmica das Mamas\*

Jessica P. S. Cardoso<sup>1</sup>, Aristófanés C. Silva<sup>1</sup>, Anselmo C. Paiva<sup>2</sup>, Stelmo M. B. Netto<sup>1</sup>,

Aura Conci<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Núcleo de Computação Aplicada – Universidade Federal do Maranhão (UFMA)  
Av. dos Portugueses, 1966 – Bacanga, São Luís – MA, 65080-805

<sup>2</sup>Instituto de Computação  
Universidade Federal Fluminense (UFF) – Niterói, RJ – Brasil

{anselmo.c.paiva, palomaousa15, snobnet}@gmail.com

ari@dee.ufma.br, aconci@ic.uff.br

**Abstract.** *Thermography is a test that can be used for early diagnosis of breast cancer. Regions with abnormalities usually present disturbances in the gain temperature. Based on this idea, this paper aims to analyse multiples temporal series in order to identify behaviour patterns among healthy and non-healthy regions. The method was able to correctly identify 10 of 13 exams with anomalies, pointing that the detection method based on amplitude can be promising on the identification of suspicious regions with anomalies.*

**Resumo.** *A termografia é um exame que pode ser utilizada para diagnóstico precoce de câncer de mama. Regiões com anomalias geralmente apresentam perturbações no ganho de temperatura. Com base nessa ideia, o presente trabalho propõe uma metodologia de análise de séries temporais a fim de investigar esse padrão comportamental. O método foi capaz de identificar corretamente 10 dos 13 exames que possuíam anomalias, configurando assim que o método de detecção baseado em amplitude pode ser promissor na identificação de regiões suspeitas de lesão.*

## 1. Introdução

O câncer de mama é o mais comum entre as mulheres no mundo, representando cerca 25% de todos os tipos de cânceres diagnosticados no sexo feminino de acordo com o Instituto Nacional do Câncer [INCA 2012]. Quando detectado em estágios iniciais, amplia-se as chances de tratamento e cura da doença. Além da mamografia, existem outros exames de imagens, tais como a ultrassonografia, ressonância e a termografia que servem de auxílio à mamografia. O exame de termografia consiste em um tipo de técnica não invasiva que produz uma imagem através da radiação infravermelha emitida pela superfície corpórea.

Segundo Lavinsky Wolff et al.[2012], uma região onde se encontra tumor geralmente apresenta maior temperatura, pelo processo de angiogênese, se comparada ao restante da mama. Silva[2015] observou que pacientes doentes apresentavam um grupo com temperaturas e inclinação maiores nos momentos iniciais se comparada a pacientes saudáveis.

---

\*Projetos aprovados no Comitê de Ética, registrados da Plataforma Brasil do Ministério da Saúde para pesquisa sob o CAE 01042812.0.0000.5243, aprovado pelo parecer número 31646.

Um método que se mostrou bem promissor para tal finalidade foi proposto por Izakian e Pedryez[2013]. Tal método é interessante, pois com ele é possível identificar a presença de anomalias dentro de um sinal a partir da análise de suas subsequências. Séries temporais com comportamento irregular seriam identificadas como anômalas comparadas a tecidos saudáveis. O objetivo deste artigo é apresentar uma metodologia de detecção de anomalias em termografia dinâmica das mamas utilizando conceitos de séries temporais a fim de verificar padrões.

## 2. Metodologia

Esta seção apresenta alguns dos procedimentos utilizados no desenvolvimento desse trabalho a fim de alcançar os objetivos esperados pelo mesmo, como o processo de aquisição das imagens térmicas, e seu processo de aquisição, a técnica de registro de imagens e os métodos de anomalias em séries utilizados neste trabalho.

### 2.1. Aquisição

Os exames utilizados no processo de produção desse artigo provém da *Database for Mastology Research with Infrared Image (DMR-IR)*, mesma base utilizada na tese de Silva[2015]. As imagens foram adquiridas de pacientes no Hospital Universitário Antônio Pedro da Universidade Federal Fluminense (HUAPE-UFF), constituindo 70 exames, sendo 35 saudáveis e 35 não saudáveis. No presente artigo foram utilizados apenas os exames não saudáveis a fim de testar a eficácia da técnica em distinguir regiões que possuem alterações do restante. Devido ao número reduzido de exames que possuem a localização das lesões, somente 13 exames, do total de 35 exames não saudáveis, foram utilizados neste trabalho.

O processo de aquisição das imagens é feito através do resfriamento das mamas fazendo uso de um ventilador elétrico. Este resfriamento é realizado sobre a região torácica até atingir a temperatura de  $30,5^{\circ}$  ou após 5 minutos do início do mesmo, o equipamento é desligado, iniciando-se o processo de captura das imagens. O intervalo de captura das imagens ocorre a cada 15 segundos.

### 2.2. Registro

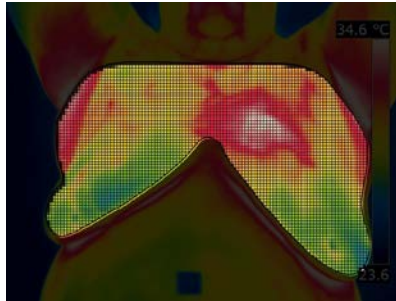
A aquisição das imagens pode sofrer com interferências do meio, como pequenas movimentações das pacientes, que dificultariam no processo de construção das séries temporais. Desta forma, a interpretação de uma certa posição no espaço no decorrer do tempo não seria possível. A fim de evitar esse problema, é aplicada uma técnica chamada de registro que efetua correções geométricas com base em um sistema de referência[INPE 2016].

O registro utilizado neste artigo é o deformável, proposto por Silva[2015], no qual escolhe o primeiro termograma da sequência como referência e todos os demais são registrados com base neste.

### 2.3. Construção das séries

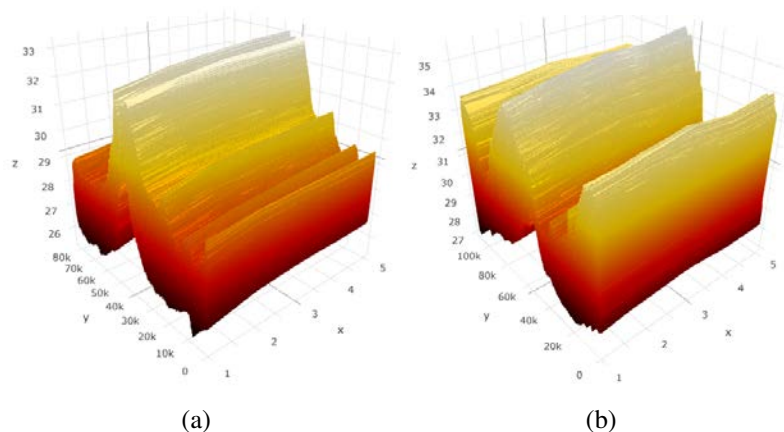
Uma série temporal representa um conjunto de observações sequencialmente feitas ao longo do tempo. Para cada pixel no ponto  $P(x, y)$  da imagem (Figura 1), é construída

uma série temporal gerando a série  $P(x, y) = t(1), t(2), t(3), \dots, t(20)$ , com  $t(1)$  representando a temperatura no ponto  $P(x, y)$  no tempo inicial.



**Figura 1. Região de interesse**

A Figura 2 mostra as séries temporais de uma paciente saudável e uma paciente com carcinoma. A temperatura está indicada no eixo  $z$ , o eixo  $y$  indica cada série temporal e o  $x$  representa o tempo de 1 a 5. A partir dessas imagens é perceptível que as séries da paciente saudável (Figura 2(a)) apresentam um comportamento homogêneo ao decorrer do tempo se comparada a paciente doente (Figura 2(b)).



**Figura 2. Séries Temporais**

#### 2.4. Detecção de anomalias usando fuzzy c-means

A metodologia proposta no presente artigo consiste em extrair  $N$  séries temporais a partir de um exame contendo 20 termogramas. A partir das séries encontradas, detecta-se regiões anômalas em amplitude de temperatura.

Seja  $X = \{x_1, x_2, x_3, \dots, x_{20}\}$  o conjunto de séries temporais  $x$  de tamanho 20. Sobre esse conjunto de dados é aplicado o método de clusterização Fuzzy C-Means, proposto por Bezdek[1984], no qual é calculada uma pseudo partição fuzzy. A partir dessa pseudo partição gerada, é reconstruída um novo conjunto de séries.

Segundo Izakian e Pedryez[2013] uma subsequência normal dos dados é similar a uma ou mais partições ou semelhante a uma combinação de partições e, quanto maior a similaridade entre a sequência e os protótipos, menor é a anomalia associada a ela.

Após o processo de reconstrução das sequências, é calculado o erro de reconstrução, que consiste em uma distância euclidiana ao quadrado entre o conjunto de séries originais e as séries reconstruídas, que mede o quanto uma sequência é similar a seu protótipo. Desta forma, as séries de temperaturas que apresentam comportamento anormal possuem suas pontuações de anomalias altas se comparada as demais séries do conjunto.

### 3. Resultados

Das 13 imagens que possuíam alguma alteração, 3 pacientes não tiveram a região da lesão marcadas pelo método proposto. Os parâmetros usados no Fuzzy c-means foram número de grupos e índice fuzzy iguais a 2, representando as séries normais e séries anômalas. Na Figura 3, a região em branco representa o conjunto de séries que apresentou maior variação em amplitude no decorrer do tempo.

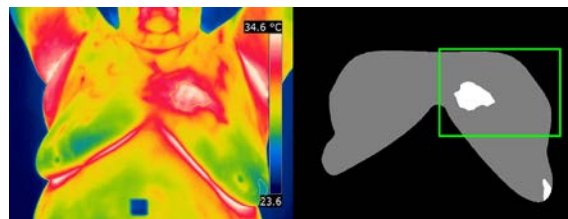


Figura 3. Região detectada pela metodologia proposta

### Referências

- Bezdek, J. C., Ehrlich, R., and Full, W. (1984). Fcm: The fuzzy c-means clustering algorithm. *Computers & Geosciences*, 10(2):191–203.
- INCA (2012). Controle do câncer de mama conceito e magnitude. [http://www2.inca.gov.br/wps/wcm/connect/acoes\\_programas/site/home/nobrasil/programa\\_controle\\_cancer\\_mama/conceito\\_magnitude](http://www2.inca.gov.br/wps/wcm/connect/acoes_programas/site/home/nobrasil/programa_controle_cancer_mama/conceito_magnitude). Accessed: 2014-09-20.
- INPE (1991-2016). SPRING: Tutorial de Geoprocessamento aula 3 – registro de imagem. <http://www.dpi.inpe.br/spring/teoria/>. Accessed: 2014-09-20.
- Izakian, H. and Pedrycz, W. (2013). Anomaly detection in time series data using a fuzzy c-means clustering. In *IFSA World Congress and NAFIPS Annual Meeting (IFSA/NAFIPS), 2013 Joint*, pages 1513–1518. IEEE.
- LavinskyWolff, M., Rohde, L., Polanczyk, C. A., et al. (2012). Avaliação de Tecnologias em Saúde sumário das evidências e recomendações sobre o uso da termografia no diagnóstico de câncer de mama. <http://www.unimed.coop.br/pct/servlet/ServletDownload?id=MjE0NzUxMTE3NA>. Accessed: 2014-09-19.
- Silva, L. F. (2015). *Uma Análise Híbrida para Detecção de Anomalias da Mama usando Séries Temporais de Temperatura*. PhD thesis, Universidade Federal Fluminense.