

# 1º. TRABALHO COMPUTACIONAL

(TI0097 – Introdução ao Reconhecimento de Padrões)

Data: 21/06/2025

Responsável: Prof. Guilherme de Alencar Barreto  
Graduação em Engenharia de Computação  
Departamento de Engenharia de Teleinformática (DETI)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

**Objetivos:** (1) Estimar a matriz de covariância de um conjunto de dados usando diferentes algoritmos, comparando de modo sistemático e científico o tempo de execução dos algoritmos de estimação. (2) Avaliar *a priori* a invertibilidade da matriz de covariância estimada. (3) Inverter e regularizar matrizes de covariância.

Acesse o conjunto de dados para classificação de padrões disponível no seguinte link:  
<https://archive.ics.uci.edu/dataset/194/wall+following+robot+navigation+data>

## Pede-se:

**Q1.** Estimar a matriz de covariância GLOBAL (i.e. sem considerar os rótulos das classes) para o referido conjunto de dados usando os Métodos 1 a 4 descritos nos slides. Comparar com o resultado produzido pelo comando COV nativo do Octave/Matlab ou de outra linguagem de programação de sua preferência. Para a comparação, calcular a norma da matriz de diferenças  $E = C_{my} - C_{ref}$ , em que  $C_{my}$  é a matriz de covariância estimada pelos métodos implementados e  $C_{ref}$  é a matriz de covariância de referência estimada pela função nativa da linguagem de programação escolhida.

**Atenção!** Em geral, as funções nativas de diferentes linguagens de programação dividem por  $(N-1)$  na estimação da matriz de covariância. Use algum *flag* para permitir a divisão por  $N$ .

**Q2.** Comparar (de modo cientificamente correto!) os métodos implementados no Item 1 com o comando COV nativo do Octave/Matlab ou de outra linguagem de programação que melhor lhe convier em termos de tempo médio de execução. No Matlab/Octave usar os comandos tic/toc. Para isso, execute cada método por 100 rodadas, guardando o tempo de execução de cada método em cada rodada. Ao final das 100 rodadas, compare os gráficos do histograma e do *violin plot*<sup>1</sup> do tempo de execução de cada método. Compare-os também numericamente em termos de tempo de execução médio e desvio-padrão. Comente os resultados obtidos.

**Q3.** Escolher o método mais rápido no Item 1 e estimar as matrizes de covariância de cada classe, avaliando suas invertibilidades comparando com a invertibilidade da matriz de covariância global através do posto e do número de condicionamento. No Matlab/Octave usar comandos `rank` e `rcond`. As matrizes em questão são invertíveis e numericamente bem-condicionadas?

**Q4.** Inverter as matrizes de covariância global e de cada classe individualmente. OBS: Se houver problema de inversão destas matrizes, use alguma técnica de regularização discutidas em sala de aula.

**Boa sorte!**

**OBS:** Valor de cada questão: 2,5 pontos

<sup>1</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/Violin\\_plot](https://en.wikipedia.org/wiki/Violin_plot)