

# Uso de Estruturas Competitiva de Redes Neurais Auto Associativas na Classificação de Tipos de Vinho

Luiz Henrique P. Assunção<sup>1</sup> e Paulo Normando<sup>2</sup>

<sup>1 2</sup>Faculdade de Engenharia Elétrica e Biomédica, Universidade Federal do Pará,  
Av. Augusto Correa 01, Belém, Pará 66075-090, Brasil

Autor Correspondente<sup>1</sup>: luiz.heinrich@live.com

Autor Correspondente<sup>2</sup>: paulonormando@gmail.com

## Resumo

Nós estudamos duas arquiteturas de Redes Neurais Artificiais para um problema de classificação de três tipos de vinhos, com a finalidade de comparar a acurácia das duas redes no problema de classificação proposto. A primeira arquitetura estudada é uma rede mais simples, a Perceptron de Múltiplas Camadas (MPL), e já a segunda é uma Estrutura Competitiva de MPL Auto Associativa. O banco de dados é composto de 178 instâncias de 13 parâmetros das 3 classes de vinho. Primeiramente, nós normalizamos as entradas do banco de dados e implementamos os algoritmos das duas arquiteturas no software MATLAB. Como resultado, podemos identificar através do estudo do erro que a arquitetura de Competição Auto Associativa obteve um melhor desempenho para a classificação do que uma rede Perceptron de Múltiplas Camadas.

**Palavras-chave:** Redes Neurais Artificiais. Redes Auto Associativas. Vinho. MATLAB.

## 1 INTRODUÇÃO

As Redes Neurais Artificiais (RNA) são modelos matemáticos-computacionais que visam simular o comportamento e arquitetura de um neurônio biológico. Essa característica confere a uma RNA a capacidade de reconhecer e classificar padrões a partir de um modelo de aprendizagem baseado no aprendizado humano.

O presente artigo trata do problema de classificação de Vinho. E este, é um conjunto de dados multivariado introduzido pelo estatístico e biólogo britânico *Ronald Fisher* em seu artigo de 1936.

O conjunto de dados consiste em 50 amostras de cada uma das três espécies de *Iris*, a saber: **Iris Setosa**, **Iris Virginica** e **Iris Versicolor**. Quatro características foram medidas a partir de cada amostra: o comprimento e a largura das sépalas e pétalas, em centímetros. Com base na combinação dessas quatro características, Fisher desenvolveu um modelo discriminante linear para distinguir as espécies umas das outras.

Estes dados são os resultados de uma análise química de vinhos cultivados na mesma região na Itália, mas derivados de três diferentes cultivares. A análise determinou as quantidades de 13 constituintes encontrados em cada um dos três tipos de vinhos.

### 1.1 Metodologia

Para o fim proposto, foi usado o Software Matlab (R2018B), com o uso da toolbox de redes neurais.

### 1.2 Objetivos

Como objetivo geral, este trabalho implementa duas arquiteturas de Redes Neurais Artificiais para a classificação de três classes de vinho a partir dos 13 parâmetros de entrada. A primeira arquitetura é uma RNA de Múltiplas Camadas (MPL) e a segunda, a uma MPL com estrutura Competitiva Autoassociativa.

Enquanto que o objetivo específico é averiguar e comparar a melhor arquitetura de rede para o problema de classificação proposto.

### 1.3 Organização do Trabalho

Este artigo está organizado como se segue. No capítulo 2 é apresentado a arquitetura de rede e por quais metodologias este trabalho se orienta. Os resultados são apresentados no capítulo 3. No capítulo 4, as considerações finais desde trabalho.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Aenean placerat. In vulputate urna eu arcu. Aliquam erat volutpat. Suspendisse potenti. Morbi mattis felis at nunc. Duis viverra diam non justo. In nisl. Nullam sit amet magna in magna gravida vehicula. Mauris tincidunt sem sed arcu. Nunc posuere. Nullam lectus justo, vulputate eget, mollis sed, tempor sed, magna. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Etiam neque. Curabitur ligula sapien, pulvinar a, vestibulum quis, facilisis vel, sapien. Nullam eget nisl. Donec vitae arcu.

Morbi a metus. Phasellus enim erat, vestibulum vel, aliquam a, posuere eu, velit. Nullam sapien sem, ornare ac, nonummy non, lobortis a, enim. Nunc tincidunt ante vitae massa. Duis ante orci, molestie vitae, vehicula venenatis, tincidunt ac, pede. Nulla accumsan, elit sit amet varius semper, nulla mauris mollis quam, tempor suscipit diam nulla vel leo. Etiam commodo dui eget wisi. Donec iaculis gravida nulla. Donec quis nibh at felis congue commodo. Etiam bibendum elit eget erat.

## 2.1 Perceptrom de Multiplas Camadas

Maecenas ipsum velit, consectetur eu, lobortis ut, dictum at, dui. In rutrum. Sed ac dolor sit amet purus malesuada congue. In laoreet, magna id viverra tincidunt, sem odio bibendum justo, vel imperdiet sapien wisi sed libero. Suspendisse sagittis ultrices augue. Mauris metus. Nunc dapibus tortor vel mi dapibus sollicitudin. Etiam posuere lacus quis dolor. Praesent id justo in neque elementum ultrices. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos hymenaeos. In convallis. Fusce suscipit libero eget elit. Praesent vitae arcu tempor neque lacinia pretium. Morbi imperdiet, mauris ac auctor dictum, nisl ligula egestas nulla, et sollicitudin sem purus in lacus.

Morbi a metus. Phasellus enim erat, vestibulum vel, aliquam a, posuere eu, velit. Nullam sapien sem, ornare ac, nonummy non, lobortis a, enim. Nunc tincidunt ante vitae massa. Duis ante orci, molestie vitae, vehicula venenatis, tincidunt ac, pede. Nulla accumsan, elit sit amet varius semper, nulla mauris mollis quam, tempor suscipit diam nulla vel leo. Etiam commodo dui eget wisi. Donec iaculis gravida nulla. Donec quis nibh at felis congue commodo. Etiam bibendum elit eget erat.

## 2.2 Algoritmo Backpropagation

Nam quis nulla. Integer malesuada. In in enim a arcu imperdiet malesuada. Sed vel lectus. Donec odio urna, tempus molestie, porttitor ut, iaculis quis, sem. Phasellus rhoncus. Aenean id metus id velit ullamcorper pulvinar. Vestibulum fermentum tortor id mi. Pellentesque ipsum. Nulla non arcu lacinia neque faucibus fringilla. Nulla non lectus sed nisl molestie malesuada. Proin in tellus sit amet nibh dignissim sagittis. Vivamus luctus egestas leo. Maecenas sollicitudin. Nullam rhoncus aliquam metus. Etiam egestas wisi a erat.

Maecenas ipsum velit, consectetur eu, lobortis ut, dictum at, dui. In rutrum. Sed ac dolor sit amet purus malesuada congue. In laoreet, magna id viverra tincidunt, sem odio bibendum justo, vel imperdiet sapien wisi sed libero. Suspendisse sagittis ultrices augue. Mauris metus. Nunc dapibus tortor vel mi dapibus sollicitudin. Etiam posuere lacus quis dolor. Praesent id justo in neque elementum ultrices. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos hymenaeos. In convallis. Fusce suscipit libero eget elit. Praesent vitae arcu tempor neque lacinia pretium. Morbi imperdiet, mauris ac auctor dictum, nisl ligula egestas nulla, et sollicitudin sem purus in lacus.

Aenean placerat. In vulputate urna eu arcu. Aliquam erat volutpat. Suspendisse potenti. Morbi mattis felis at nunc. Duis viverra diam non justo. In nisl. Nullam sit amet magna in magna gravida vehicula. Mauris tincidunt sem sed arcu. Nunc posuere. Nullam lectus justo, vulputate eget, mollis sed, tempor sed, magna. Cum sociis natoque

penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Etiam neque. Curabitur ligula sapien, pulvinar a, vestibulum quis, facilisis vel, sapien. Nullam eget nisl. Donec vitae arcu.

Maecenas ipsum velit, consectetur eu, lobortis ut, dictum at, dui. In rutrum. Sed ac dolor sit amet purus malesuada congue. In laoreet, magna id viverra tincidunt, sem odio bibendum justo, vel imperdiet sapien wisi sed libero. Suspendisse sagittis ultrices augue. Mauris metus. Nunc dapibus tortor vel mi dapibus sollicitudin. Etiam posuere lacus quis dolor. Praesent id justo in neque elementum ultrices. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos hymenaeos. In convallis. Fusce suscipit libero eget elit. Praesent vitae arcu tempor neque lacinia pretium. Morbi imperdiet, mauris ac auctor dictum, nisl ligula egestas nulla, et sollicitudin sem purus in lacus.

Aenean placerat. In vulputate urna eu arcu. Aliquam erat volutpat. Suspendisse potenti. Morbi mattis felis at nunc. Duis viverra diam non justo. In nisl. Nullam sit amet magna in magna gravida vehicula. Mauris tincidunt sem sed arcu. Nunc posuere. Nullam lectus justo, vulputate eget, mollis sed, tempor sed, magna. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Etiam neque. Curabitur ligula sapien, pulvinar a, vestibulum quis, facilisis vel, sapien. Nullam eget nisl. Donec vitae arcu.

Morbi a metus. Phasellus enim erat, vestibulum vel, aliquam a, posuere eu, velit. Nullam sapien sem, ornare ac, nonummy non, lobortis a, enim. Nunc tincidunt ante vitae massa. Duis ante orci, molestie vitae, vehicula venenatis, tincidunt ac, pede. Nulla accumsan, elit sit amet varius semper, nulla mauris mollis quam, tempor suscipit diam nulla vel leo. Etiam commodo dui eget wisi. Donec iaculis gravida nulla. Donec quis nibh at felis congue commodo. Etiam bibendum elit eget erat.

Nam quis nulla. Integer malesuada. In in enim a arcu imperdiet malesuada. Sed vel lectus. Donec odio urna, tempus molestie, porttitor ut, iaculis quis, sem. Phasellus rhoncus. Aenean id metus id velit ullamcorper pulvinar. Vestibulum fermentum tortor id mi. Pellentesque ipsum. Nulla non arcu lacinia neque faucibus fringilla. Nulla non lectus sed nisl molestie malesuada. Proin in tellus sit amet nibh dignissim sagittis. Vivamus luctus egestas leo. Maecenas sollicitudin. Nullam rhoncus aliquam metus. Etiam egestas wisi a erat.

## 3 DESENVOLVIMENTO DA APLICAÇÃO

Maecenas ipsum velit, consectetur eu, lobortis ut, dictum at, dui. In rutrum. Sed ac dolor sit amet purus malesuada congue. In laoreet, magna id viverra tincidunt, sem odio bibendum justo, vel imperdiet sapien wisi sed libero. Suspendisse sagittis ultrices augue. Mauris metus. Nunc dapibus tortor vel mi dapibus sollicitudin. Etiam posuere lacus quis dolor. Praesent id justo in neque elementum ultrices. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos hymenaeos. In convallis. Fusce suscipit libero eget elit. Praesent vitae arcu tempor neque lacinia pretium. Morbi imperdiet, mauris ac auctor dictum, nisl ligula egestas nulla, et sollicitudin sem purus in lacus.

### 3.1 Ambiente da Aplicação

Aenean placerat. In vulputate urna eu arcu. Aliquam erat volutpat. Suspendisse potenti. Morbi mattis felis at

nunc. Duis viverra diam non justo. In nisl. Nullam sit amet magna in magna gravida vehicula. Mauris tincidunt sem sed arcu. Nunc posuere. Nullam lectus justo, vulputate eget, mollis sed, tempor sed, magna. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Etiam neque. Curabitur ligula sapien, pulvinar a, vestibulum quis, facilisis vel, sapien. Nullam eget nisl. Donec vitae arcu.

### 3.2 Base de Dados

Nam quis nulla. Integer malesuada. In in enim a arcu imperdiet malesuada. Sed vel lectus. Donec odio urna, tempus molestie, porttitor ut, iaculis quis, sem. Phasellus rhoncus. Aenean id metus id velit ullamcorper pulvinar. Vestibulum fermentum tortor id mi. Pellentesque ipsum. Nulla non arcu lacinia neque faucibus fringilla. Nulla non lectus sed nisl molestie malesuada. Proin in tellus sit amet nibh dignissim sagittis. Vivamus luctus egestas leo. Maecenas sollicitudin. Nullam rhoncus aliquam metus. Etiam egestas wisi a erat.

### 3.3 Parâmetros de Classificação

Aenean placerat. In vulputate urna eu arcu. Aliquam erat volutpat. Suspendisse potenti. Morbi mattis felis at nunc. Duis viverra diam non justo. In nisl. Nullam sit amet magna in magna gravida vehicula. Mauris tincidunt sem sed arcu. Nunc posuere. Nullam lectus justo, vulputate eget, mollis sed, tempor sed, magna. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Etiam neque. Curabitur ligula sapien, pulvinar a, vestibulum quis, facilisis vel, sapien. Nullam eget nisl. Donec vitae arcu.

## 4 RESULTADOS

Pulvinar nullam felis vitae habitasse egestas aliquam senectus lobortis aptent, venenatis felis suspendisse aliquam torquent per sed leo donec, lobortis leo blandit leo aliquam nostra justo quis. leo praesent cras ultrices gravida velit ac suspendisse pharetra, hac scelerisque felis aliquet mattis velit placerat leo nibh, purus ad leo lacus eu sociosqu proin. ad ante felis hac lorem interdum tellus integer cursus ipsum pharetra torquent, per donec aenean sodales potenti fringilla arcu ultricies et. mattis tempus tempor sem primis ultricies curae, urna metus dictumst lectus tempor, lobortis aliquam netus egestas dictum.

Varius erat fames feugiat pellentesque eros laoreet lacinia integer condimentum sed vulputate, integer condimentum eleifend maecenas dapibus viverra nunc rhoncus eros. volutpat consectetur dictum purus etiam augue ipsum litora consectetur commodo mi, commodo est cursus sem ac cubilia conubia in at. ligula fermentum nisl erat sed posuere ac fusce sociosqu, porttitor vulputate tellus platea duis tristique tellus. vehicula varius pellentesque nam sapien aptent, et vivamus eget turpis ac, sit bibendum eros varius. venenatis ultrices dui sollicitudin aliquam pellentesque sagittis elit sociosqu ut, lorem consectetur adipiscing eu elementum ipsum nullam eros, egestas ligula dapibus congue est ornare vitae hendrerit.

### 4.1 Resultados

Pulvinar nullam felis vitae habitasse egestas aliquam senectus lobortis aptent, venenatis felis suspendisse aliquam torquent per sed leo donec, lobortis leo blandit

leo aliquam nostra justo quis. leo praesent cras ultrices gravida velit ac suspendisse pharetra, hac scelerisque felis aliquet mattis velit placerat leo nibh, purus ad leo lacus eu sociosqu proin. ad ante felis hac lorem interdum tellus integer cursus ipsum pharetra torquent, per donec aenean sodales potenti fringilla arcu ultricies et. mattis tempus tempor sem primis ultricies curae, urna metus dictumst lectus tempor, lobortis aliquam netus egestas dictum.

Varius erat fames feugiat pellentesque eros laoreet lacinia integer condimentum sed vulputate, integer condimentum eleifend maecenas dapibus viverra nunc rhoncus eros. volutpat consectetur dictum purus etiam augue ipsum litora consectetur commodo mi, commodo est cursus sem ac cubilia conubia in at. ligula fermentum nisl erat sed posuere ac fusce sociosqu, porttitor vulputate tellus platea duis tristique tellus. vehicula varius pellentesque nam sapien aptent, et vivamus eget turpis ac, sit bibendum eros varius. venenatis ultrices dui sollicitudin aliquam pellentesque sagittis elit sociosqu ut, lorem consectetur adipiscing eu elementum ipsum nullam eros, egestas ligula dapibus congue est ornare vitae hendrerit.

### 4.2 Resultados

Pulvinar nullam felis vitae habitasse egestas aliquam senectus lobortis aptent, venenatis felis suspendisse aliquam torquent per sed leo donec, lobortis leo blandit leo aliquam nostra justo quis. leo praesent cras ultrices gravida velit ac suspendisse pharetra, hac scelerisque felis aliquet mattis velit placerat leo nibh, purus ad leo lacus eu sociosqu proin. ad ante felis hac lorem interdum tellus integer cursus ipsum pharetra torquent, per donec aenean sodales potenti fringilla arcu ultricies et. mattis tempus tempor sem primis ultricies curae, urna metus dictumst lectus tempor, lobortis aliquam netus egestas dictum.

Varius erat fames feugiat pellentesque eros laoreet lacinia integer condimentum sed vulputate, integer condimentum eleifend maecenas dapibus viverra nunc rhoncus eros. volutpat consectetur dictum purus etiam augue ipsum litora consectetur commodo mi, commodo est cursus sem ac cubilia conubia in at. ligula fermentum nisl erat sed posuere ac fusce sociosqu, porttitor vulputate tellus platea duis tristique tellus. vehicula varius pellentesque nam sapien aptent, et vivamus eget turpis ac, sit bibendum eros varius. venenatis ultrices dui sollicitudin aliquam pellentesque sagittis elit sociosqu ut, lorem consectetur adipiscing eu elementum ipsum nullam eros, egestas ligula dapibus congue est ornare vitae hendrerit.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

### 5.1 Discussão

Interpretação dos resultados

Odio lobortis egestas senectus risus mattis consequat auctor, porta primis massa vel nibh consectetur inceptos, ut aliquam dapibus phasellus eu dolor. urna lectus pulvinar ultricies pellentesque vitae augue potenti, aliquet libero morbi aliquam tellus dictumst litora tincidunt, rhoncus phasellus nostra justo metus massa. lectus malesuada sagittis non nibh porttitor habitasse lacus maecenas mattis, volutpat cubilia risus imperdiet scelerisque praesent dictum lorem habitasse, aptent vel nam egestas euismod massa fringilla ultricies. a at platea dui mollis varius in aenean volutpat fusce mi, suscipit justo nullam bibendum placerat molestie inceptos vulputate. aliquam nisl conubia

pharetra porttitor feugiat nam at mi augue, egestas ut fames tempus mollis sit aliquam cras.

Pulvinar nullam felis vitae habitasse egestas aliquam senectus lobortis aptent, venenatis felis suspendisse aliquam torquent per sed leo donec, lobortis leo blandit leo aliquam nostra justo quis. leo praesent cras ultrices gravida velit ac suspendisse pharetra, hac scelerisque felis aliquet mattis velit placerat leo nibh, purus ad leo lacus eu sociosqu proin. ad ante felis hac lorem interdum tellus integer cursus ipsum pharetra torquent, per donec aenean sodales potenti fringilla arcu ultricies et. mattis tempus tempor sem primis ultrices curae, urna metus dictumst lectus tempor, lobortis aliquam netus egestas dictum.

Varius erat fames feugiat pellentesque eros laoreet lacinia integer condimentum sed vulputate, integer condimentum eleifend maecenas dapibus viverra nunc rhoncus eros. volutpat consectetur dictum purus etiam augue ipsum litora consectetur commodo mi, commodo est cursus sem ac cubilia conubia in at. ligula fermentum nisl erat sed posuere ac fusce sociosqu, porttitor vulputate tellus platea dui tristique tellus. vehicula varius pellentesque nam sapien aptent, et vivamus eget turpis ac, sit bibendum eros varius. venenatis ultrices dui sollicitudin aliquam pellentesque sagittis elit sociosqu ut, lorem consectetur adipiscing eu elementum ipsum nullam eros, egestas ligula dapibus congue est ornare vitae hendrerit.

## 5.2 Conclusão

Dapibus gravida tristique sodales purus condimentum porttitor, aliquam vulputate condimentum donec sapien justo praesent, sociosqu pellentesque dictum eros auctor. odio amet sem pretium eros facilisis curabitur velit tempus sapien, sodales praesent rutrum interdum tincidunt habitant euismod augue, tristique vehicula tempus molestie at quisque erat potenti. lacinia pulvinar class dictumst suspendisse eget etiam, molestie lectus class aenean purus eros primis, quam purus lectus viverra est. ante eget pretium lacus torquent cras ullamcorper neque, elit platea diam nulla potenti class auctor lectus, tempor dapibus a justo aptent rhoncus. praesent aliquet purus felis nostra pellentesque odio quisque praesent porttitor, curae maecenas placerat nostra maecenas erat ac tristique, iaculis porttitor habitant aptent suscipit posuere accumsan curabitur.

Himenaeros rutrum augue nec nunc vulputate senectus vel aptent blandit, curae pulvinar gravida enim condimentum pretium ante posuere vehicula, pellentesque ut dolor amet ante cras cubilia neque. laoreet aliquet rutrum eros mattis torquent curae habitasse, pulvinar turpis nulla convallis molestie netus tincidunt, habitant et ut integer inceptos massa. sapien etiam sed posuere viverra ullamcorper rutrum euismod, platea netus imperdiet ultrices feugiat lectus sit, cursus rutrum tincidunt mollis risus ligula. dui quisque sapien tellus curabitur proin lacus proin lorem, magna aliquam adipiscing dictum leo consequat nisl orci, etiam vitae mi eros augue mauris imperdiet.

## 5.3 Trabalhos Atuais e Sugestões Para Trabalhos Futuros

Dapibus gravida tristique sodales purus condimentum porttitor, aliquam vulputate condimentum donec sapien justo praesent, sociosqu pellentesque dictum eros auctor. odio amet sem pretium eros facilisis curabitur velit tempus sapien, sodales praesent rutrum interdum tincidunt habitant euismod augue, tristique vehicula tempus molestie

at quisque erat potenti. lacinia pulvinar class dictumst suspendisse eget etiam, molestie lectus class aenean purus eros primis, quam purus lectus viverra est. ante eget pretium lacus torquent cras ullamcorper neque, elit platea diam nulla potenti class auctor lectus, tempor dapibus a justo aptent rhoncus. praesent aliquet purus felis nostra pellentesque odio quisque praesent porttitor, curae maecenas placerat nostra maecenas erat ac tristique, iaculis porttitor habitant aptent suscipit posuere accumsan curabitur.

## ACKNOWLEDGMENT

### 6 PROOF OF THE FIRST ZONKLAR EQUATION

Appendix one text goes here.

### 7

Appendix two text goes here.

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS