

UNICAMP

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE
CAMPINAS

Instituto de Matemática, Estatística e
Computação Científica

HUMBERTO TOMÉ DA SILVA

***Fast* ART-p :**
A norma-p numa rede neural do tipo *Fast* ART

Campinas

2019

Humberto Tomé da Silva

Fast ART-p :
A norma-p numa rede neural do tipo *Fast ART*

Dissertação apresentada ao Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de Mestre em Matemática Aplicada e Computacional.

Orientadora: Ângela Leite Moreno

Coorientador: João Eloir Strapasson

Este exemplar corresponde à versão final da Dissertação defendida pelo aluno Humberto Tomé da Silva e orientada pela Profa. Dra. Ângela Leite Moreno.

Campinas

2019

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca do Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica
Ana Regina Machado - CRB 8/5467

Si38f Silva, Humberto Tomé da, 1992-
Fast ART-p : a norma-p numa rede neural do tipo Fast ART / Humberto Tomé da Silva. – Campinas, SP : [s.n.], 2019.

Orientador: Ângela Leite Moreno.
Coorientador: João Eloir Strapasson.
Dissertação (mestrado profissional) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica.

1. Aprendizado de máquina. 2. Redes neurais (Computação). 3. Teoria da ressonância adaptativa. 4. Mamas - Câncer - Diagnóstico. I. Moreno, Ângela Leite. II. Strapasson, João Eloir, 1979-. III. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica. IV. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: Fast ART-p : the p-norm in a Fast ART neural network

Palavras-chave em inglês:

Machine learning

Neural networks (Computer science)

Adaptive resonance theory

Breast - Cancer - Diagnosis

Área de concentração: Matemática Aplicada e Computacional

Titulação: Mestre em Matemática Aplicada e Computacional

Banca examinadora:

Ângela Leite Moreno [Orientador]

Carlos Roberto Minussi

Washington Alves de Oliveira

Data de defesa: 19-06-2019

Programa de Pós-Graduação: Matemática Aplicada e Computacional

Identificação e informações acadêmicas do(a) aluno(a)

- ORCID do autor: <https://orcid.org/0000-0003-4292-5397>

- Currículo Lattes do autor: <http://lattes.cnpq.br/8997198737246228>

Dissertação de Mestrado Profissional defendida em 19 de junho de 2019 e aprovada pela banca examinadora composta pelos Profs. Drs.

Prof(a). Dr(a). ÂNGELA LEITE MORENO

Prof(a). Dr(a). WASHINGTON ALVES DE OLIVEIRA

Prof(a). Dr(a). CARLOS ROBERTO MINUSSI

A Ata da Defesa, assinada pelos membros da Comissão Examinadora, consta no SIGA/Sistema de Fluxo de Dissertação/Tese e na Secretaria de Pós-Graduação do Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica.

*Este trabalho é dedicado a todas as pessoas que vivem o câncer,
e à memória de
Francisco Humberto da Silva,
Felipe Vieira Ribeiro,
Daniel Daltoso,
Ana Carolina de Assis Lopes Machado
e José Carlos Martins.*

Agradecimentos

À Deus por toda luz, força e apoio para continuar lutando.

Ao Programa de Pós-Graduação em Matemática Aplicada e Computacional pela oportunidade concedida.

À todas as escolas que frequentei, estagiei e trabalhei, e em especial à Escola Professor Caio Albuquerque, que fez parte de todas as etapas da minha vida e que me propiciou excelente formação pessoal e estímulo a seguir a carreira, além de muito apoio para durante as disciplinas.

À minha família que me deu todo apoio, incentivo, carinho e amor. Vocês são a base da minha vida. Aos meus pais Luiza e Francisco (em memória) que fizeram o possível e me deram o mais importante que precisei: amor, educação e exemplo. Aos meus irmãos: Leiva, Paulo, Lílian e Isabela, que me ensinaram muito e aos quais amarei por mais tempo nesta vida. Aos meus sobrinhos: Luiz, Luan, Arthur, Maria, Raquel e Daniel que me trazem muito amor, alegria e crescimento emocional.

Aos amigos que fiz e mantive em Campinas: Rejiane, Lili, Wellington, Sirius e Adhemar, aos quais serei grato pelo resto da vida, pois além cederem a hospedagem tornaram amigos importantes.

À minha turma de mestrado que dividiram alegrias e dificuldades durante a jornada e, em especial, à Lívia e ao Roger que estiveram e sempre estarão ao meu lado em momentos felizes e difícil.

Aos meus orientadores João Strapasson e Angela Moreno pela formação, disponibilidade, paciência e compreensão e, em especial, à Angela que aceitou continuar orientando e trabalhando numa parceria que vem dando muito certo e pelos infinitos momentos de amizade e aconselhamento.

À todos os meus alunos e ex-alunos e, em especial àqueles que não me deram trabalho.

Aos meus amigos que suportaram e entenderam meus momentos de ausência para alcançar um objetivo muito quisto. Às meninas de Nova Resende por manter esta amizade tão bonita que resiste à distância e tempo sem se abalar. À Bruna que me apoiou, entendeu e manteve ligações energéticas que evitaram e amenizaram muitas vezes momentos de ansiedade e possibilitaram um caminhar mais leve. À Lígia, que me ajudou de diversas formas a ser uma pessoa melhor, crescer e enfrentar todos os desafios que surgiam. À Joelson e Nathália, meus anjos, que serei eternamente gratos por os terem em minha vida, e que são os maiores presentes que a Matemática me trouxe.

Resumo

As redes neurais baseadas na Teoria da Ressonância Adaptativa, abreviadamente ART, *Adaptive Resonance Theory*, são algoritmos inspirados no funcionamento de neurônios biológicos, cujo algoritmo de treinamento é baseado em soluções de equações diferenciais. Essas redes, em especial, utilizam algoritmos de *clustering*, sendo que um algoritmo de *clustering* tem como objetivo classificar padrões em *clusters* quanto à similaridade. Assim, padrões similares pertencem a um mesmo *cluster* enquanto que padrões discrepantes formam *clusters* diferentes. A rede *Fuzzy ART* utiliza um classificador *fuzzy*, baseado no operador mínimo, enquanto que a rede ART Euclidiana emprega a distância euclidiana. Mas são apenas essas as possibilidades de distâncias que podem ser utilizadas nos classificadores? Neste trabalho é apresentada uma nova Rede Neural ART baseada na rede *Fast ART* Euclidiana com a substituição da norma Euclidiana pela norma p . Para validação dessa nova rede neural ela é aplicada ao problema do câncer de mama. Os dados utilizados para o treinamento e análise da rede neural encontram-se no repositório *UC Irvine Machine Learning Repository* (UCI) da Universidade da Califórnia. Esses dados possuem 10 parâmetros, sendo espessura, uniformidade do tamanho celular, uniformidade do formato celular, adesão marginal, tamanho de células epiteliais individuais, núcleos nus, cromatina branda, núcleos normais, mitoses e, como décimo parâmetro, a informação se o nódulo é maligno ou benigno. Para as simulações os dados foram separados e selecionados pseudo-aleatoriamente em dois conjuntos, para o primeiro conjunto constitui uma partição 50-50, com 50% dos dados usados no treinamento e 50% para análise, do mesmo modo foi feita a partição 75-25. Os resultados obtidos com a nova rede foram satisfatórios: para a partição 50-50 a acurácia atingiu 98,83% enquanto que para a partição 75-25 houve uma taxa de 100% de acertos.

Palavras-chave: Aprendizado da Máquina. Redes Neurais Artificiais. Teoria da Ressonância Adaptativa. Mamas - Câncer - Diagnóstico.

Abstract

The neural networks based on the Adaptive Resonance Theory, abbreviated ART, are algorithms inspired by the functioning of biological neurons, whose training algorithm is based on the solutions of different equations. Those networks, in particular, use algorithm of clustering, knowing that an algorithm of clustering has as a goal to classify standards in clusters as for similarity. Therefore, similar standards belong to a same cluster whereas discrepant ones form different clusters. The Fuzzy ART network uses a fuzzy classifier, based on the minimum operator, whereas the ART Euclidean network uses the Euclidean distance. But are those the only possibilities of distance that can be used in the classifiers? This paper presents a new Neural Network ART based on the Euclidean Fast ART with the substitution of the Euclidean norm for the p-norm. For the validation of that new neural network, it was applied to the breast cancer issue. The data used for the training and analysis of the neural network are at the UC Irvine Machine Learning Repository (UCI) of the university of California. Those data own 10 parameters, being thickness, uniformity of the cell size, uniformity of the cell formats, marginal adherence, size of the individual epithelial cells, bare nuclei, soft chromatin, normal nuclei, mythos and as the tenth parameter, the information if whether the nodule is malign or benign. Because of the simulations, the data were pseudo randomly separated and selected in two sets. The first set constitutes of 50-50, with 50% of the data used in training and 50% in the analysis. In the same way the partition of 75-25 was done. The results obtained with the new network were satisfactory: for the partition 50-50 the accuracy reached 98,83% whereas the partition 75-25 reached 100% of the hits.

Keywords: Machine Learning. Artificial Neural Networks. Adaptive Resonance Theory. Breasts - Cancer - Diagnosis.

Lista de tabelas

Tabela 1 – Classificação Benigno - Maligno	17
Tabela 2 – Modelo de Matriz de Confusão	33
Tabela 3 – Alguns resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART Euclidiana	35
Tabela 4 – Alguns resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART-4	36
Tabela 5 – Alguns resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART-8	37
Tabela 6 – Alguns resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART-16	37
Tabela 7 – Alguns resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART-32	38
Tabela 8 – Análise dos desempenhos das Redes na Partição 50-50	38
Tabela 9 – Matriz de Confusão para a Partição 75-25	38
Tabela 10 – Alguns resultados da Rede Neural ART Euclidiana	39
Tabela 11 – Alguns resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART-4	39
Tabela 12 – Alguns resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART-8	39
Tabela 13 – Alguns resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART-16	40
Tabela 14 – Alguns resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART-32	40
Tabela 15 – Tempo de Execução da Rede <i>Fast</i> ART Euclidiana na partição 50-50	41
Tabela 16 – Tempo de Execução da Rede <i>Fast</i> ART-4 para a partição 50-50	42
Tabela 17 – Tempo de Execução da Rede <i>Fast</i> ART-8 para a partição 50-50	42
Tabela 18 – Tempo de Execução da Rede <i>Fast</i> ART-16 para a partição 50-50	43
Tabela 19 – Tempo de Execução da Rede <i>Fast</i> ART-32 para a partição 50-50	43
Tabela 20 – Média dos Tempos de treinamento e análise em milésimos de segundo	43
Tabela 21 – Tempo de Execução da Rede <i>Fast</i> ART Euclidiana para a partição 75-25	44
Tabela 22 – Tempo de Execução da Rede <i>Fast</i> ART-4 para a partição 75-25	44
Tabela 23 – Tempo de Execução da Rede <i>Fast</i> ART-8 para a partição 75-25	45
Tabela 24 – Tempo de Execução da Rede <i>Fast</i> ART-16 para a partição 75-25	45
Tabela 25 – Tempo de Execução da Rede <i>Fast</i> ART-32 em milésimos de segundo para a partição 75-25	46
Tabela 26 – Média dos Tempos de treinamento e análise em milésimos de segundo	46
Tabela 27 – Matriz de Confusão da rede <i>Fast</i> ART- p nas duas partições	47
Tabela 28 – Desempenho da rede <i>Fast</i> ART- p nas Partições 50-50 e 75-25	47
Tabela 29 – Tabela de Comparação	48
Tabela 30 – Tabela de Comparação 50-50	48
Tabela 31 – Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART Euclidiana com $\beta = 0.10$	60
Tabela 32 – Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART Euclidiana com $\beta = 0.15$	61
Tabela 33 – Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART Euclidiana com $\beta = 0.20$	61
Tabela 34 – Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART Euclidiana com $\beta = 0.25$	62
Tabela 35 – Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART Euclidiana com $\beta = 0.30$	62

Tabela 36 – Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART Euclidiana com $\beta = 0.30$	63
Tabela 37 – Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART-4 com $\beta = 0.10$	63
Tabela 38 – Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART-4 com $\beta = 0.15$	63
Tabela 39 – Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART-4 com $\beta = 0.15$	64
Tabela 40 – Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART-4 com $\beta = 0.20$	64
Tabela 41 – Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART-4 com $\beta = 0.20$	65
Tabela 42 – Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART-4 com $\beta = 0.25$	65
Tabela 43 – Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART-4 com $\beta = 0.30$	66
Tabela 44 – Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART-8 com $\beta = 0.10$	66
Tabela 45 – Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART-8 com $\beta = 0.10$	67
Tabela 46 – Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART-8 com $\beta = 0.15$	67
Tabela 47 – Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART-8 com $\beta = 0.20$	68
Tabela 48 – Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART-8 com $\beta = 0.25$	68
Tabela 49 – Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART-8 com $\beta = 0.25$	69
Tabela 50 – Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART-8 com $\beta = 0.30$	69
Tabela 51 – Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART-16 com $\beta = 0.10$	70
Tabela 52 – Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART-16 com $\beta = 0.15$	70
Tabela 53 – Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART-16 com $\beta = 0.20$	71
Tabela 54 – Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART-16 com $\beta = 0.25$	71
Tabela 55 – Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART-16 com $\beta = 0.25$	72
Tabela 56 – Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART-16 com $\beta = 0.30$	72
Tabela 57 – Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART-32 com $\beta = 0.10$	73
Tabela 58 – Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART-32 com $\beta = 0.15$	73
Tabela 59 – Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART-32 com $\beta = 0.15$	74
Tabela 60 – Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART-32 com $\beta = 0.20$	74
Tabela 61 – Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART-32 com $\beta = 0,25$	75
Tabela 62 – Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART-32 com $\beta = 0.30$	75
Tabela 63 – Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART-32 com $\beta = 0.30$	76
Tabela 64 – Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART Euclidiana com $\beta = 0.10$	76
Tabela 65 – Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART Euclidiana com $\beta = 0.10$	77
Tabela 66 – Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART Euclidiana com $\beta = 0.10$	78
Tabela 67 – Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART Euclidiana com $\beta = 0.50$	79
Tabela 68 – Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART Euclidiana com $\beta = 0.50$	80
Tabela 69 – Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART Euclidiana com $\beta = 0.50$	81
Tabela 70 – Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART Euclidiana com $\beta = 0.80$	81
Tabela 71 – Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART Euclidiana com $\beta = 0.80$	82
Tabela 72 – Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART Euclidiana com $\beta = 0.80$	83
Tabela 73 – Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART Euclidiana com $\beta = 0.80$	84
Tabela 74 – Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART-4 com $\beta = 0.10$	84

Tabela 75 – Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART-4 com $\beta = 0.10$	85
Tabela 76 – Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART-4 com $\beta = 0.10$	86
Tabela 77 – Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART-4 com $\beta = 0.10$	87
Tabela 78 – Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART-4 com $\beta = 0.50$	87
Tabela 79 – Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART-4 com $\beta = 0.50$	88
Tabela 80 – Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART-4 com $\beta = 0.50$	89
Tabela 81 – Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART-4 com $\beta = 0.50$	90
Tabela 82 – Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART-4 com $\beta = 0.50$	90
Tabela 83 – Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART-4 com $\beta = 0.80$	91
Tabela 84 – Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART-4 com $\beta = 0.80$	92
Tabela 85 – Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART-4 com $\beta = 0.80$	93
Tabela 86 – Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART-8 com $\beta = 0.10$	94
Tabela 87 – Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART-8 com $\beta = 0.10$	95
Tabela 88 – Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART-8 com $\beta = 0.10$	96
Tabela 89 – Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART-8 com $\beta = 0.15$	96
Tabela 90 – Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART-8 com $\beta = 0.15$	97
Tabela 91 – Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART-8 com $\beta = 0.15$	98
Tabela 92 – Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART-8 com $\beta = 0.15$	99
Tabela 93 – Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART-8 com $\beta = 0,50$	99
Tabela 94 – Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART-8 com $\beta = 0,50$	100
Tabela 95 – Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART-8 com $\beta = 0,50$	101
Tabela 96 – Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART-8 com $\beta = 0,50$	102
Tabela 97 – Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART-8 com $\beta = 0,80$	102
Tabela 98 – Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART-8 com $\beta = 0,80$	103
Tabela 99 – Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART-8 com $\beta = 0,80$	104
Tabela 100 – Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART-8 com $\beta = 0,80$	105
Tabela 101 – Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART-16 com $\beta = 0.10$	105
Tabela 102 – Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART-16 com $\beta = 0.10$	106
Tabela 103 – Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART-16 com $\beta = 0.10$	107
Tabela 104 – Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART-16 com $\beta = 0.10$	108
Tabela 105 – Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART-16 com $\beta = 0.50$	108
Tabela 106 – Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART-16 com $\beta = 0.50$	109
Tabela 107 – Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART-16 com $\beta = 0.50$	110
Tabela 108 – Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART-16 com $\beta = 0.80$	110
Tabela 109 – Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART-16 com $\beta = 0.80$	111
Tabela 110 – Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART-16 com $\beta = 0.80$	112
Tabela 111 – Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART-32 com $\beta = 0,10$	112
Tabela 112 – Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART-32 com $\beta = 0,10$	113
Tabela 113 – Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART-32 com $\beta = 0,10$	114

Tabela 114–Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART-32 com $\beta = 0,10$	115
Tabela 115–Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART-32 com $\beta = 0,15$	116
Tabela 116–Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART-32 com $\beta = 0,15$	117
Tabela 117–Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART-32 com $\beta = 0,15$	118
Tabela 118–Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART-32 com $\beta = 0,50$	118
Tabela 119–Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART-32 com $\beta = 0,50$	119
Tabela 120–Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART-32 com $\beta = 0,50$	120
Tabela 121–Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART-32 com $\beta = 0,80$	120
Tabela 122–Resultados da Rede Neural <i>Fast</i> ART-32 com $\beta = 0,80$	121

Sumário

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	Câncer de Mama	15
1.2	Base de dados	17
1.3	Organização deste trabalho	18
2	TEORIA DA RESSONÂNCIA ADAPTATIVA	19
2.1	Dilema Plasticidade-Estabilidade	19
2.1.1	Parâmetros de uma rede ART	20
2.2	Rede Neural ART Euclidiana	21
2.2.1	Rede Neural <i>Fast</i> ART Euclidiana	24
3	REDE NEURAL <i>FAST</i> ART- <i>P</i>	26
3.1	Rede <i>Fast</i> ART- <i>p</i>	26
4	METODOLOGIA	33
4.1	Métricas de Avaliação	33
5	APLICAÇÃO	35
5.1	Resultados computacionais para a partição 50-50	35
5.2	Partição 75-25	38
5.3	Tempo de Processamento	41
5.4	Comparação dos resultados com a literatura	46
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	49
6.1	Trabalhos Futuros	49
	REFERÊNCIAS	51
	APÊNDICE A – MÉTRICAS	54
	APÊNDICE B – RESULTADOS COMPUTACIONAIS	60
B.1	Partição 50-50	60
B.2	Partição 75-25	76

1 Introdução

As Redes Neurais, baseadas na Teoria da Ressonância Adaptativa, abreviadamente ART (Adaptive Resonance Theory) são modelos inspirados no funcionamento do cérebro humano e inovam ao resolver o dilema da *estabilidade-plasticidade* muito comum em redes neurais com a implementação de um mecanismo de vigilância. Mas qual é esse dilema? No reconhecimento de padrões quando uma entrada se mostra inadequada aos padrões já conhecidos, um novo padrão para a referida entrada é criado. As redes ART combinam a aprendizagem competitiva com uma rede auto-organizável mantendo o reconhecimento e aprendizado estáveis durante a leitura dos dados.

O surgimento das redes ART se deu por meio de redes não supervisionadas quando, em 1987, os pesquisadores de Massachusetts, Carpenter e Grossberg, apresentaram a rede ART1 para trabalhar valores binários (CARPENTER; GROSSBERG, 1987b), e a rede ART2 para sequências randômicas analógicas (CARPENTER; GROSSBERG, 1987a). A rede ART3 dos mesmos autores, surgiu em 1990 utilizando sistemas *feedback* não lineares (CARPENTER; GROSSBERG, 1990).

Contudo, a rede ART2 apresentava uma dificuldade em selecionar parâmetros, necessida,de que foi sanada via a utilização da Fuzzy ART de autoria dos mesmos pesquisadores com parceria de Rosen. em 1991 (CARPENTER; GROSSBERG; ROSEN, 1991b). Eles também propuseram a rede ART2-A, trabalhando uma arquitetura paralela com foco em dados multidimensionais reais (CARPENTER; GROSSBERG; ROSEN, 1991a).

Em 1995, os pesquisadores da Universidade Nacional Ciao Tung de Taiwan, Hang e Ling, propuseram uma rede com as mesmas funcionalidades da ART1 mas com maior convergência, a rede AHN, *Adaptive Hamming Net* (HUNG; LIN, 1995), e tendo como versão supervisionada a *supervised-AHN*, ou SAHN (HUNG; LIN, 1997), para trabalhar com problemas de classificação. Estas redes deram origem, em 1999, às redes *Fuzzy Adaptive System ART* (FAHN), que utilizava a lógica difusa, e *Supervised Fuzzy AHN* (SFAHN), trabalhando com módulos supervisionados (HUNG; LIN, 1999).

As redes com agrupamento hierárquico surgiram em 1996, sendo adotada a união (*joining*) proposta por Bartfai em *Hierarchical ART* (hART-J) (BARTFAI, 1996) na Victoria Universidade de Wellington na Nova Zelândia. E em parceria com White, em 1997 surgiu a *hART-S* (BARTFAI; WHITE, 1997) que adotava a divisão (*splitting*) .

Outra variação da rede ART1, surgiu em 2004, com a denominação *Analog-ART1* (RAJASEKARAN; RAJ, 2004), que reconhece entradas analógicas, proposta por Rajasekaran e Raj do PSG College of Technology, Índia.

Em 2008, Kenaya, da Universidade Tecnológica de Lawrence-Michigan, propõe a rede ART Euclidiana (EART) que adota a métrica euclidiana (KENAYA; CHEOK, 2008).

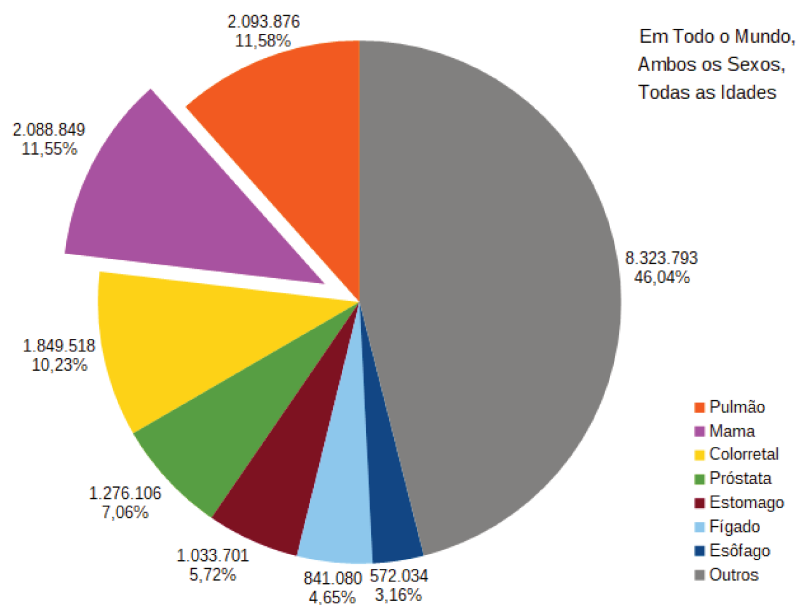
Em 2006 Dagher aborda a utilização de novas geometrias em uma rede (DAGHER, 2006).

Moreno, em 2010, propõe as redes ART Fuzzy Modificada e ART Euclidiana Modificada, ambas com treinamento continuado (MORENO, 2010). Deste modo, este trabalho apresenta uma nova estrutura de rede neural: a rede *Fast ART-p*, baseada na rede neural ART Euclidiana Modificada, entretanto utilizando as métricas p para o cálculo das distâncias. Para a validação da rede e justificativa de sua relevância, foram utilizados o problema de classificação do câncer de mama, que serão discutidos na próxima seção.

1.1 Câncer de Mama

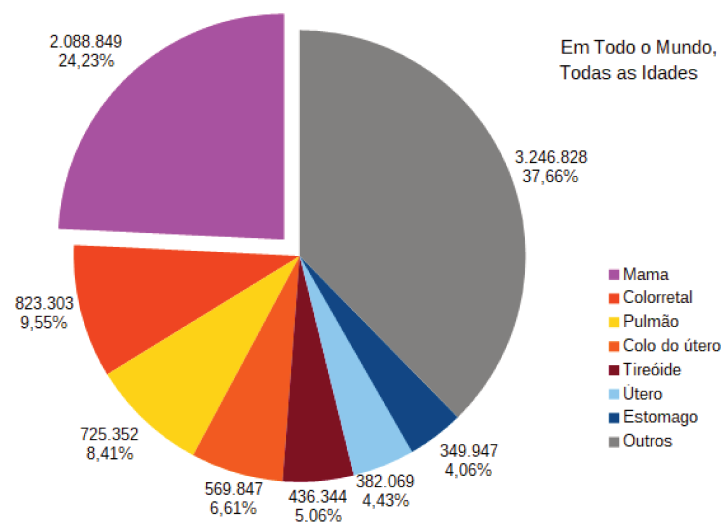
Estima-se que em 2018, 11,6% dos novos casos de câncer no mundo foram de câncer de mama, ou seja, cerca de 2 088 849. Trata-se do segundo câncer mais incidente, perdendo apenas para o câncer de pulmão com 2 093 876 casos, como pode ser observado na Figura 1.

Figura 1 – Gráfico de Estimativa de Novos Casos Câncer em 2018



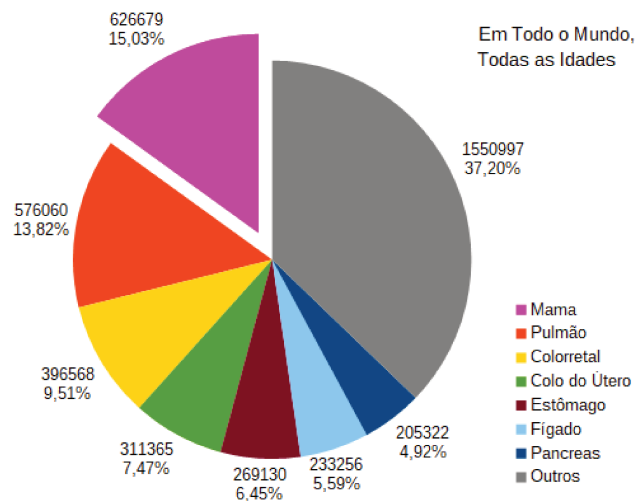
Entre as mulheres, este tipo de câncer é o mais incidente representando aproximadamente 24,2% dos casos, Figura 2.

Figura 2 – Gráfico de Estimativa de Novos Casos de Câncer em Mulheres em 2018



Sendo o câncer que mais mata mulheres. Estima-se que este foi responsável, em 2018, por 626 679 mortes em decorrência de câncer de acordo com a OMS (Organização Mundial de Saúde)(WHO, 2010), Figura 3.

Figura 3 – Gráfico da Estimativa da Mortalidade Feminina em Decorrência do Cancer de Mama em 2018



Os números de casos só aumentam. A OPAS (Organização Pan-Americana de Saúde) (OPAS, 1986) estima que haverá um crescimento de 46% dos casos até 2030, considerando dados de 2012.

Como o diagnóstico precoce é caro, os países mais abastados financeiramente tem-se um maior índice de diagnóstico preciso e precoce, o que acarreta em resultados mais positivos ao tratamento e, conseqüentemente, em maior sobrevivência das pacientes. A mamografia é um recurso importante de auxílio ao especialista para o diagnóstico de

neoplasias mamárias.

A mamografia consiste em exames de raio-X de baixa frequência e, embora não seja barata, reduz em 20% a mortalidade em ambientes com altos recursos (WHO, 2010). Mas ainda se faz necessária o diagnóstico por meio da mamografia pelo profissional da saúde que também pode conter erros médicos, já que se trata de análise humana. Desta forma, se fazem necessárias ferramentas que possam auxiliar o médico no diagnóstico da doença afim de diminuir esses problemas, aumentando a taxa de sucesso no diagnóstico da doença.

Além disso, quando a paciente é diagnosticada com um tumor, são necessários exames adicionais para classificá-lo em benigno ou maligno. As principais características para a classificação do tumor são apresentadas na tabela Tabela 1.

Tabela 1 – Classificação Benigno - Maligno.

Característica	Benigno	Maligno
Tamanho	< 2 cm	> 2 cm
Consistência	Macio	Rígido
Mobilidade	Fixo	Móvel
Crescimento	Lento	Rápido
Limite	Circunscrito	Irregular
Metástase	Ausente	Frequentemente presente

O trabalho com dados de câncer tem comoção e o fato de se trabalhar com dados reais torna a pesquisa mais assertiva do ponto de vista prático, além disso, avanços no diagnósticos de câncer podem contribuir na diminuição de mortalidades e em uma melhor qualidade de vida para as pessoas com câncer de mama.

1.2 Base de dados

A base de dados utilizada neste estudo foi colhida pelo Dr William H. Wolberg (WOLBERG; MANGASARIAN, 1990), médico nos Hospitais da Universidade de Wisconsin, em Madison, Wisconsin, EUA. A base de dados possui 699 instâncias, entretanto 16 dessas estavam com alguns parâmetros não identificados, assim restando 683 padrões, sendo 444 casos benignos e 239 como malignos. Essa base de dados está disponível no repositório da Universidade da Califórnia (DUA; GRAFF, 2017).

Foram utilizados, para a simulação da rede, nove dos dez parâmetros do banco de dados: espessura, uniformidade do tamanho celular, uniformidade do formato celular, adesão marginal, tamanho de células epiteliais individuais, núcleos nus, cromatina branda, núcleos normais, mitoses. Sendo que o décimo atributo do banco de dados é a classificação do tumor em benigno ou maligno.

1.3 Organização deste trabalho

Este capítulo foi dedicado a introduzir o tema de pesquisa, apresentando seus objetivos, contextualizando historicamente esta proposta bem como descrevendo de modo geral o que se pretende fazer neste trabalho. Além de discutir sobre o Câncer de Mama, a relevância se estudar métodos que auxiliem o médico no diagnóstico precoce e quais são as consequências deste na saúde do paciente.

No Capítulo 2 são discutidas as Redes ART, seu funcionamento e as principais características, e em especial a Rede *Fast ART* Euclidiana.

No Capítulo 3 é apresentada, detalhadamente, a Rede Neural *Fast ART-p* com suas alterações propostas em relação à Rede *Fast ART* Euclidiana.

No Capítulo 4 são apresentadas as metodologias adotadas e as métricas de avaliação utilizadas neste trabalho.

No Capítulo 5 são apresentados os principais resultados obtidos além das discussões provenientes desses resultados, também são comparados os resultados obtidos pelas redes apresentadas neste trabalho com os da literatura para o problema de detecção de câncer de mama.

O Capítulo 6 é dedicado às Considerações Finais.

No Apêndice A são apresentadas a definição de métrica, além das métricas utilizadas neste trabalho, bem como as demonstrações de que estas funções são de fato uma métrica.

No Apêndice B são apresentados os resultados detalhados das simulações obtidas em cada um dos tipos de rede discutidos neste trabalho.

2 Teoria da Ressonância Adaptativa

As Redes Neurais Artificiais são modelos biologicamente inspirados no funcionamento do cérebro humano que identificam padrões dos dados e replicam esta análise quando um novo dado é lançado, sem preocupação das causas ou critérios de similaridade dos dados. Através destas análises os dados são agrupados em categorias, ou seja, em *clusters*, e cada categoria recebe uma classificação.

O instrumento de estudo deste trabalho são as redes baseadas na Teoria da Ressonância Adaptativa, Redes ART. As redes neurais do tipo ART são inspiradas na neurobiologia, sendo que seu algoritmo de treinamento é baseado em equações diferenciais detalhadas como neurônios biológicos (MORENO, 2010).

Estas redes utilizam algoritmos de *clustering*. Um algoritmo de *clustering* tem por objetivo tornar os padrões dentro em um mesmo *cluster* cada vez mais similares, aumentando as diferenças entre *clusters* distintos.

Num processo de *clustering*, um novo *cluster* é criado quando o padrão de entrada não é similar a nenhum *cluster* pré-existente. Entretanto, a criação desenfreada de novos *clusters* acarreta a perda de estabilidade da rede. Este problema é chamado de dilema Plasticidade-Estabilidade. As redes baseadas na Teoria da Ressonância Adaptativa surgiram para resolver esse problema presentes em modelos anteriores (CARPENTER; GROSSBERG, 1987b).

2.1 Dilema Plasticidade-Estabilidade

Primeiramente, precisa-se definir o que é plasticidade e estabilidade: plasticidade é a capacidade da rede de se adaptar ou criar novos padrões enquanto estabilidade é a necessidade da rede de manter alguns padrões do *cluster*. Assim, o problema da plasticidade-estabilidade é o dilema de que são necessárias novas classes quando um padrão não se enquadra em nenhum *cluster* enquanto a criação desenfreada de novos *clusters* pode causar um mal desempenho da rede. O parâmetro de vigilância controla a criação de novos padrões de modo que o conhecimento construído pela rede não se perca.

Em uma rede ART, o parâmetro de vigilância controla a criação de novas classes (*clusters*) quando o padrão analisado não ressoa com nenhuma classe existente, resolvendo o problema da plasticidade-elasticidade.

Uma rede ART tradicional possui três etapas:

F_0 **Etapas de codificação:** faz a leitura e codificação dos vetores de entrada. Entretanto

a codificação é necessária apenas nas redes *Fuzzy* e faz com que todos os dados tenham a mesma influência na rede.

F_1 Etapa de reconhecimento: nesta etapa o padrão de entrada é confrontado com todos os centros de *clusters* para reconhecimento de qual *cluster* é mais similar (próxima fase). Assim cada *cluster* recebe um rótulo que indica o quão similar é em relação ao padrão de entrada. Esta é a segunda fase do processo de treinamento.

F_2 Etapa de Comparação: aqui é analisado qual *cluster* é mais similar ao padrão de entrada, para que o vencedor possa agregar as informações do padrão de entrada. Caso nenhum dos *clusters* seja similar o suficiente, um novo *cluster* é criado. Desta forma, a busca determina o padrão representativo da classe.

Dentre os modelos de rede ART mais utilizados estão ART-1 (CARPENTER; GROSSBERG, 1987b), ART-2 (CARPENTER; GROSSBERG, 1987a), ART-3 (CARPENTER; GROSSBERG, 1990), ARTMAP (CARPENTER; REYNOLDS, 1991), ART *Fuzzy* (CARPENTER; GROSSBERG; ROSEN, 1991b) e ARTMAP *Fuzzy* (FUZZY...,).

As redes ART-1, ART-2, ART-3 e *Fuzzy* ART são dotadas de treinamento não supervisionado. Sendo que a primeira utiliza dados binários e a segunda, embora também consiga trabalhar com dados binários, é capaz de processar dados contínuos. A rede ART-3 se baseia em neurotransmissores para propagação dos dados da rede enquanto a rede *Fuzzy* ART baseia-se na lógica nebulosa para processar dados *Fuzzy*.

Já as redes ARTMAP e ARTMAP *Fuzzy* são baseadas no treinamento supervisionado. Essas redes combinam dois módulos ART sendo eles ART a e ART b , que são responsáveis por organizar os *clusters* com os dados de entrada e saída, respectivamente. Estas redes possuem um módulo de *casamento* para verificar a compatibilidade entre cada entrada e sua saída correspondente. Esse módulo é chamado de Módulo InterART. O módulo InterART é empregado quando o treinamento é supervisionado. As diferenças entre esses dois tipos de redes está no tipo de dados com os quais trabalham: enquanto que a primeira só trabalha com dados binários, a segunda trabalha tanto com dados binários quanto com dados analógicos.

2.1.1 Parâmetros de uma rede ART

Antes da descrição dos passos de inicialização e do algoritmo de uma rede ART, a seguir é apresentada uma lista contendo os parâmetros utilizados no algoritmo de treinamento de uma rede ART (CARPENTER; GROSSBERG, 1987b; CARPENTER; GROSSBERG, 1987a), bem como seus respectivos papéis no modelo.

M : números da entradas;

N : quantidade de *clusters*;

β : taxa de treinamento, onde $0 \leq \beta \leq 1$. Seu valor baixo indica treinamento lento, enquanto um valor alto indica treinamento rápido;

α : taxa de aprendizagem, com $\alpha > 0$. Indica o quanto novos padrões vão influenciar o *cluster* na atualização dos pesos no próximo ciclo de treinamento.;

ρ : parâmetro de vigilância, com $0 < \rho < 1$. Dita a partir de qual grau de similaridade um novo *cluster* será criado.

Em redes da família ART, os dados são representados por linhas em virtude das par facilitar a implementação e facilitar visualização, além de simplificar a manipulação das equações envolvidas, o que normalmente não ocorre em outras redes neurais (CARPENTER; GROSSBERG, 1987b).

2.2 Rede Neural ART Euclidiana

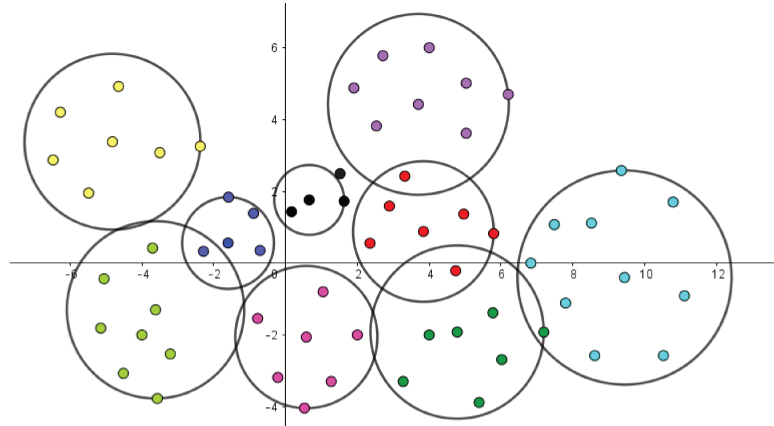
A Rede Neural ART Euclidiana utiliza a distância euclidiana tanto ao verificar a similaridade entre os padrões de um *cluster* como para comparar quão diferente um cluster é de outro. Assim, o parâmetro α não é utilizado nesse tipo de rede.

As inovações da rede ART Euclidiana em relação às redes ART e ART *Fuzzy* são:

- não necessita de normalização;
- não requer codificação e, com isso, reduz o gasto computacional;
- o operador lógico é substituído pela distância euclidiana, adotando hipersferas centradas no centro das classes, no lugar de hiper-retângulos;
- As funções de ativação e *Match* são dadas pela distância euclidiana e não mais por conectores lógicos.

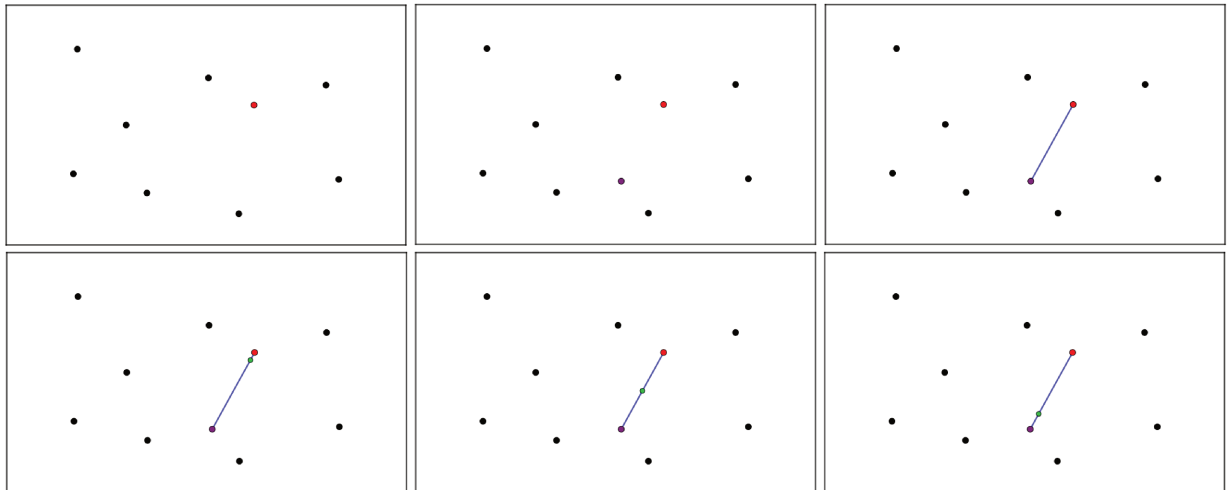
Na Figura 4, ilustra-se como são os *clusters* quando se utiliza a métrica euclidiana:

O parâmetro de treinamento β trata da ressonância da rede neural e atua na mudança do centro de *cluster* a medida que novos dados são inseridos neste. Tal parâmetro assume valores reais no intervalo $[0, 1]$, onde 0 seria a permanência do centro de *cluster* onde ele estava inicialmente e 1 seria a adoção do novo padrão como novo centro de *cluster* e, quando $\beta = 0.5$ adotaria o ponto médio entre o centro de *cluster* e o novo dado inserido como novo centro de *cluster*.

Figura 4 – *Clusters* - Rede ARTEuclidiana. Imagem criada com o Geogebra

Na Figura 5, ilustra-se o passo a passo de um novo centro de *cluster* com diferentes valores de β . Observamos em vermelho um centro de *cluster* no primeiro retângulo, então surge um novo dado da classe no segundo retângulo representado por um ponto em roxo. Vemos no terceiro retângulo um segmento de reta ligando o centro e o novo dado do *cluster*. Os próximos retângulos representam, em sequência, o novo centro de *cluster* caso β seja respectivamente 0, 1, 0, 5 e 0, 8.

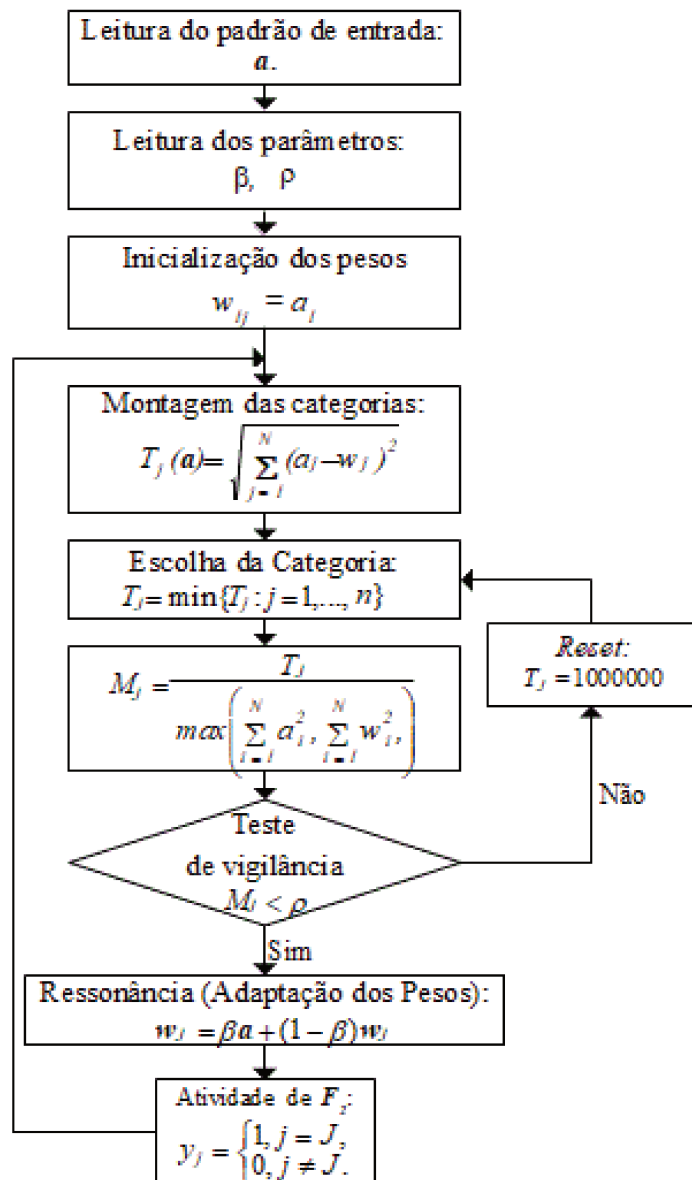
Figura 5 – Imagens criadas no Geogebra



Enquanto que o parâmetro de vigilância, representado por ρ , controla o grau de similaridade do mínimo entre o centro do *cluster* e do dado de entrada. Se o *cluster* for suficientemente similar ao dado de entrada ρ então esse dado é associado a esse *cluster* e então ocorre a ressonância, caso isso não ocorra, esse *cluster* é excluído do processo de busca e a rede continua à procura de um *cluster* similar ao dado de entrada. Nas redes neurais ART tradicionais o êxito desse processo é garantido ao se iniciar a rede com o número de *clusters* igual ao número de padrões a serem treinados.

Como a adoção da distância euclidiana faz mais sentido que a categoria escolhida seja a com menor distância ao centro do *cluster* que está sendo analisado. Um parâmetro de vigilância menor indica assim maior rigidez na análise dos padrões. Na Figura 6 podemos ver um fluxograma de uma rede ART Euclidiana.

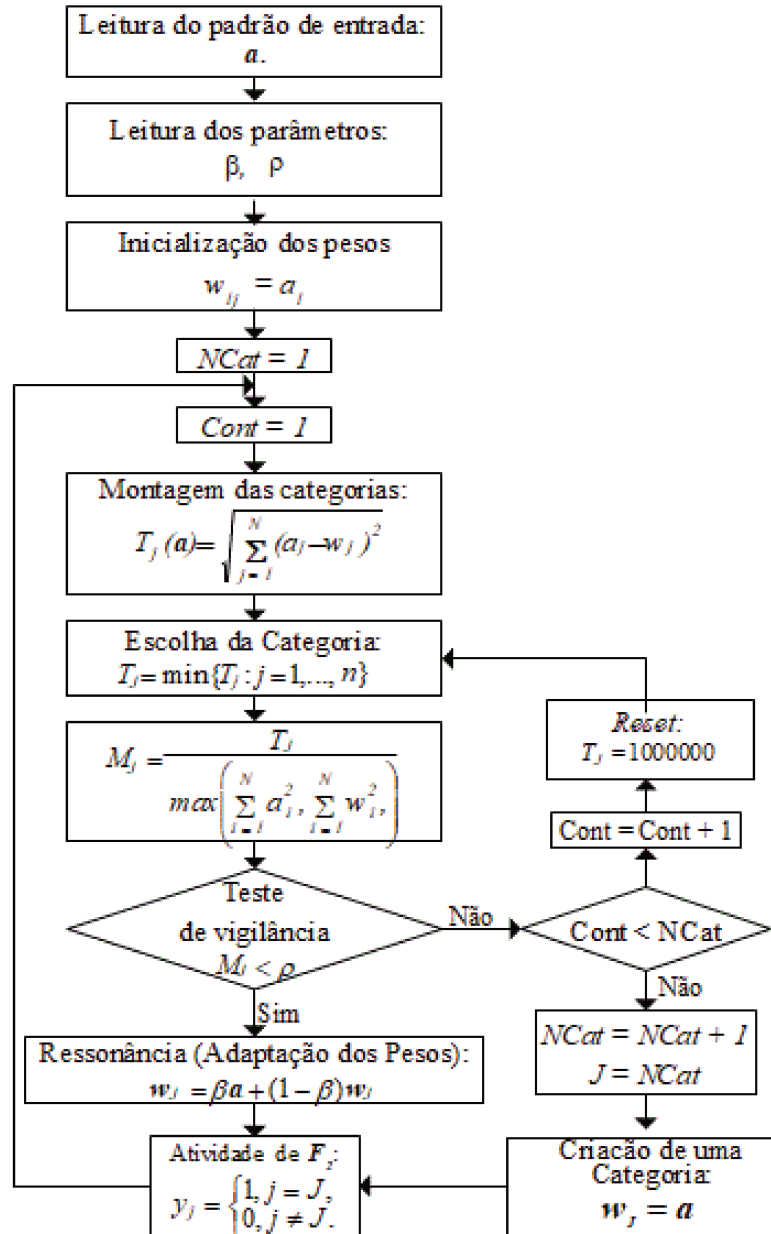
Figura 6 – Rede ART Euclidiana



2.2.1 Rede Neural *Fast* ART Euclidiana

A Rede Neural *Fast* ART é autoexpansível pois utiliza contadores (MORENO, 2010). Com contadores, o treinamento inicia-se com a primeira classe ativada pelo primeiro padrão de entrada e vai se expandindo de acordo com a necessidade de criação de novos *clusters*, ao contrário da rede ART Euclidiana que a cada entrada de padrão verifica a similaridade com todos os *clusters* pré-existentes, mesmo que esses estejam inativos. Com essa alteração a rede ganha rapidez, além de diminuir o gasto computacional para o treinamento, o que justifica a adoção do termo *Fast*. Além disso, a inicialização do *cluster* ocorre com a adoção do padrão de entrada como seu centro, e não com a ressonância entre esse padrão e um *cluster* vazio. A criação de novos *clusters* é controlado pelo parâmetro ρ .

Na Figura 7 é apresentado o fluxograma da rede *Fast* ART Euclidiana.

Figura 7 – Rede *Fast* ART Euclidiana.

3 Rede Neural *Fast ART-p*

Neste capítulo são descritas as redes neurais *Fast ART-p*. A inspiração para essa nova rede foi a norma p , descrita no Apêndice A, que é uma forma de se medir distâncias diferente da comumente adotada métrica euclidiana. A seguir são apresentadas as principais discussões acerca desta rede.

3.1 Rede *Fast ART-p*

Como já dito anteriormente, a rede *Fast ART-p* tem funcionamento parecido com a rede *Fast ART* Euclidiana, entretanto com a utilização da norma p . Mas o que a norma p representa? A norma p , nada mais é do que a forma de se calcular a distância entre dois pontos.

Definição 1. Sendo x e $y \in \mathbb{R}^n$, com $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ e $y = (y_1, y_2, \dots, y_n)$, tem-se que a norma- p é dada por:

$$d_p(x, y) = \sqrt[p]{|x_1 - y_1|^p + |x_2 - y_2|^p + \dots + |x_n - y_n|^p}$$

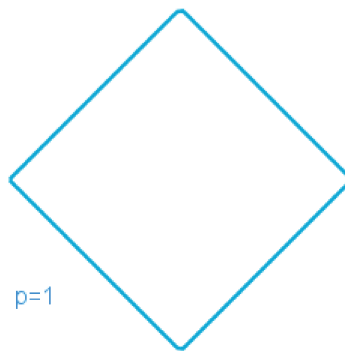
Para visualizar a Norma- p como distância, será considerado o plano $\mathbb{R}^2$.

Para o caso em que $p = 1$ tem-se

$$d_1(x, y) = |x_1 - y_1| + |x_2 - y_2|$$

cujas bola definida por esta distância está ilustrada na Figura 8.

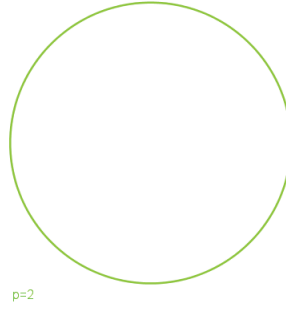
Figura 8 – Bola na Norma-1



Para o caso em que $p = 2$ tem-se a métrica Euclidiana, isto é,

$$d_2(x, y) = \sqrt{|x_1 - y_1|^2 + |x_2 - y_2|^2}$$

Figura 9 – Bola na Norma-2 (norma Euclidiana)



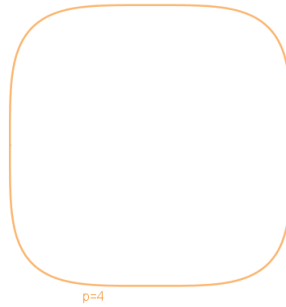
cuja bola definida por esta distância está ilustrada na Figura 9.

Já no caso em que $p = 4$ tem-se que

$$d_4(x, y) = \sqrt[4]{|x_1 - y_1|^4 + |x_2 - y_2|^4}$$

em que a bola definida por esta distância está ilustrada na Figura 10.

Figura 10 – Bola na Norma-4.

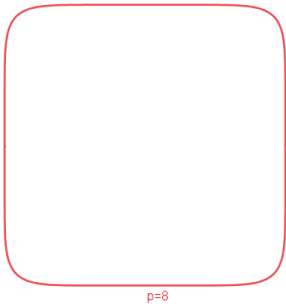


Quando $p = 8$ tem-se

$$d_8(x, y) = \sqrt[8]{|x_1 - y_1|^8 + |x_2 - y_2|^8}$$

em que a bola definida por esta distância está ilustrada na Figura 11.

Figura 11 – Bola na Norma-8.

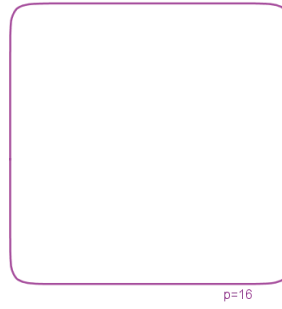


E, no caso em que $p = 16$ segue que

$$d_{16}(x, y) = \sqrt[16]{|x_1 - y_1|^{16} + |x_2 - y_2|^{16}}$$

em que a bola definida por esta distância está ilustrada na Figura 12.

Figura 12 – Bola na Norma-16.

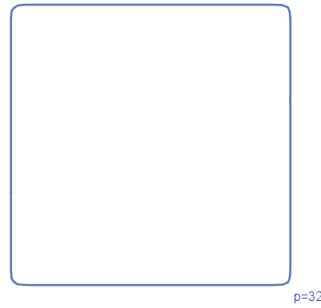


Finalmente, no caso em que $p = 32$, teremos, a distância dada por

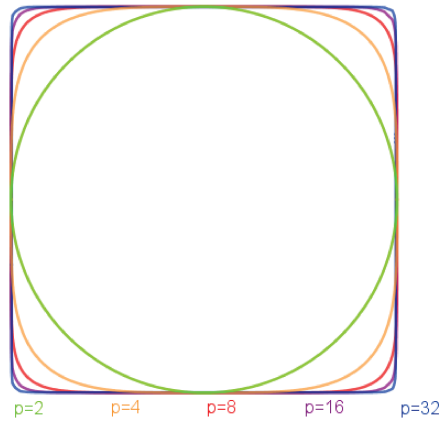
$$d(x, y) = \sqrt[32]{|x_1 - y_1|^{32} + |x_2 - y_2|^{32}}$$

em que a bola definida por esta distância está ilustrada na Figura 13.

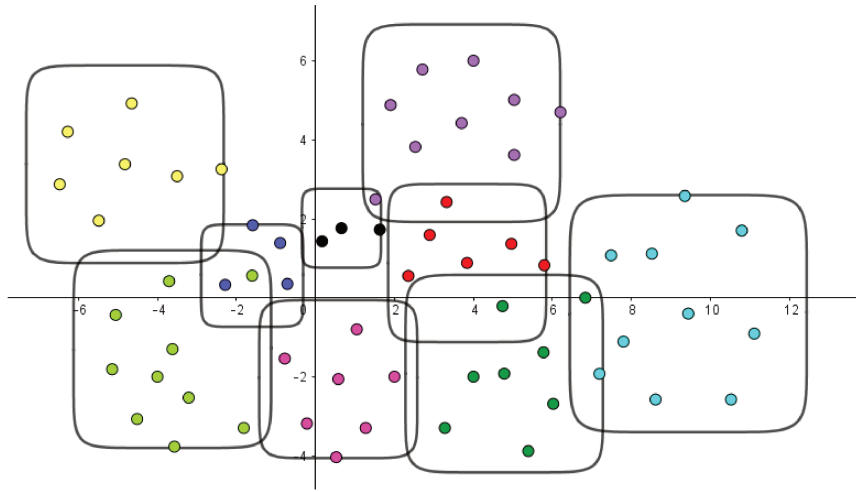
Figura 13 – Bola com a Norma-32



Note que, a medida que o valor de p aumenta a partir de $p = 2$, a bola definida pela distância se assemelha a um quadrado. Como pode ser observado na Figura 14.

Figura 14 – Bola com raio fixo em métricas p .

Como a rede *Fast ART- p* é inspirada na rede *Fast ART* Euclidiana, com a substituição da métrica utilizada, esta rede também não requer nem a normalização nem

Figura 15 – *Clusters* com a Rede Fast ART-8.

a codificação dos dados, então seu gasto computacional também é reduzido. A Figura 15 ilustra *clusters* formados com a norma-8.

Como a distância utilizada depende da escolha de p , na fase de pré-processamento também acontece a escolha da métrica a ser utilizada pela rede. A seguir apresenta-se o algoritmo da Rede Neural Fast ART- p :

Temos a seguir o algoritmo da Rede Neural Fast ART- p .

Pré-processamento:

Passo 1: Escolha da Norma: Escolha do valor de p para a Norma- p .

Passo 2: Leitura dos dados da primeira entrada: Os dados de entrada são denotados pelo vetor m -dimensional:

$$\mathbf{a} = [a_1 \ a_2 \ \dots \ a_M].$$

Passo 3: Parâmetros da Rede: Os parâmetros utilizados no processamento da Rede Neural Fast ART- p são:

- Taxa de Treinamento: $\beta \in [0, 1]$;
- Parâmetro de Vigilância: $\rho \in (0, 1)$;

Passo 4: Inicialização do *Cluster*:

Ao contrário da rede ART Euclediana, esta rede possui, inicialmente, apenas uma categoria com o primeiro dado de entrada:

$$w_{11} = a_1, \quad w_{12} = a_2, \quad \dots \quad w_{1m} = a_m, \quad (3.1)$$

A medida em que é realizado o treinamento o número de *clusters* vai aumentando, assim se faz necessária a inclusão de um contador de *clusters*:

$$ContW = 1. \quad (3.2)$$

Início do Treinamento: Para cada um dos dados de entrada é necessário realizar o treinamento a seguir:

Passo 5: Inicialização Contador para Criação de um *Cluster*

$$Cont = 1. \quad (3.3)$$

Passo 6: Cálculo da distância entre a entrada e o centro de cada *cluster* já existente em um vetor do tipo:

$$T_j = \sqrt[p]{\sum_{i=1}^m |a_i - w_{ji}|^p}, \quad (3.4)$$

Passo 7: Busca da Categoria Vencedora:

$$T_J = \min \{T_j : j = 1, 2, \dots, ContW\}. \quad (3.5)$$

J armazena a coordenada da categoria vencedora:

$$J = \arg \min \{T_j : j = 1, 2, \dots, ContW\}. \quad (3.6)$$

Passo 8: Calculo de Similaridade: Por tratar-se de uma rede neural da família ART- p , há a necessidade de se calcular a similaridade entre a entrada e a categoria vencedora segundo a norma p , esta similaridade é dada por:

$$M_j = \frac{T_j}{\max \left(\sum_{i=1}^m |a_i|^p, \sum_{i=1}^m |w_{ji}|^p \right)}. \quad (3.7)$$

Passo 9: Critério de Vigilância: Se o critério de vigilância:

$$M_j < \rho \quad (3.8)$$

for satisfeito (Sim) passa-se ao *Passo 11*. Caso contrário (Não) passa-se para o *Passo 10* que verifica se a rede já analisou a similaridade com todos os padrões existentes. se foi analisado, é criado um novo *cluster*, caso contrário, o contador é atualizado

$$Cont^{novo} = Cont^{velho} + 1.$$

Passo 10: Criação de um *Cluster*:

Aqui a similaridade não passou pelo critério de vigilância, então é analisado se já foram verificados todos os clusters.

Se $Cont < ContW$ ainda não foram analisados todos os clusters e assim e ocorre o *Reset*, isto é, a categoria vencedora é excluída do processo de busca através da equação: $T_J = 1000000000$ que atribui a categoria um valor muito grande para que

na escolha pela menor distância ele seja desconsiderado já que não atende ao critério de vigilância. Assim, retona-se ao *Passo 7*.

Caso $Cont = ContW$, nenhuma categoria existente é similar ao padrão o suficiente para incorporá-lo, assim é necessária a criação de um novo *cluster*.

$$ContW^{novo} = ContW^{velho} + 1.$$

O *cluster* criado é declarado vencedor e o padrão toma o lugar do centro da categoria:

$$J = ContW^{novo}$$

$$W_J = a$$

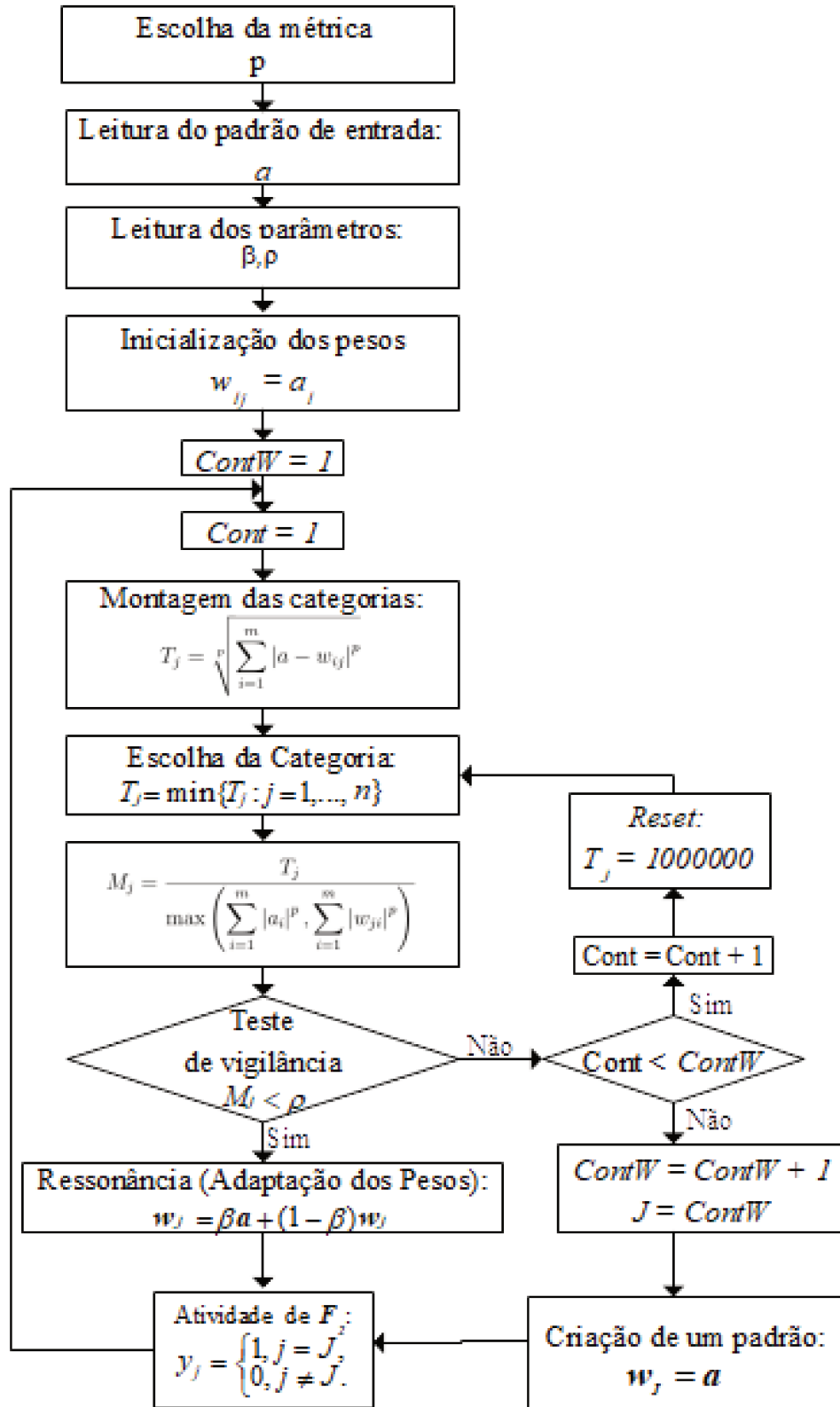
Retorna-se ao *Passo 5* para um novo dado de entrada.

Passo 11: Ressonância: Aqui os dados do centro do *cluster* vencedor são atualizados com a influência do padrão recém incluído no cluster:

$$\mathbf{w}_J^{novo} = \beta \mathbf{a} + (1 - \beta) \mathbf{w}_J^{velho}, \quad (3.9)$$

então, retorna-se ao *Passo 4* para um novo dado de entrada.

Apresenta-se na Figura 16 o fluxograma relativo a rede neural Fast ARTp.

Figura 16 – Fluxograma de uma rede FastART- p - Imagem criada com LibreOffice Draw

4 Metodologia

As Redes *Fast ART-p* e *Fast Euclidiana* foram implementadas no software livre SCILAB, em sua versão 6.0.1. Foram utilizados também os software livres Geogebra e DRAW, do pacote *LibreOffice*, para elaboração de Imagens e Fluxogramas, respectivamente.

Para análise de desempenho foram analisadas as redes com p e β , respectivamente parâmetros de norma e treinamento, diferentes nos dois contextos de partições, com a variação do parâmetro ρ , parâmetro de vigilância. Para avaliar a melhoria da rede em relação à troca de métrica foi também analisado o desempenho da Rede *Fast ART Euclidiana*.

Na Partição 50-50, além da Rede *Fast Euclidiana*, foi comparado o desempenho das Redes *Fast ART-p* para os valores de p : 4, 8, 16 e 32. Com $\beta = 0,10, 0,15, 0,20, 0,25$ e $0,30$ e ρ variando de $0,15$ a $0,85$ com incremento de $0,001$.

Já na Partição 75-25 a Rede *Fast Euclidiana* foi comparada às Redes *Fast ART-4*, *Fast ART-8*, *Fast ART-16* e *Fast ART-32*, com $\beta = 0,10, 0,50$ e $0,80$ e intervalos discretos de ρ abrangendo os valores $0,15$ a $0,85$ com incremento de $0,001$. Sendo que a análise do tempo de processamento também considerou as Redes *Fast ART-4* e *Fast ART-16*.

Para comparação dos Tempos de Treinamentos e Análise das Redes foram selecionados intervalos com bons desempenhos nas classificações dos dados com um mesmo β para as diferentes Redes.

4.1 Métricas de Avaliação

Utilizaremos como métrica de avaliação a matriz de confusão (PROVOST; KOHAVI, 1998) para análise da classificação correta de dados nas duas classificações: casos benignos para as classificações negativas e casos malignos para classificações positivas. A diagonal principal representa os dados classificados corretamente, sendo verdadeiros positivos e verdadeiros negativos, a diagonal secundária representa os dados classificados de maneira errônea, sendo falsos casos positivos e falsos negativos. Como mostra a Tabela 2.

Tabela 2 – Modelo de Matriz de Confusão

	Positivos Esperados	Negativos Esperados
Classificados Positivos	Verdadeiros Positivos	Falsos Positivos
Classificados Negativos	Falsos Negativos	Verdadeiros Negativos

É importante salientar que pela natureza dos dados é preferível ter falsos positivos a falsos negativos, pois ao se tratar de células cancerígenas, é melhor tratar pessoas que não possuam casos malignos a liberar do tratamento pacientes que necessitam deste.

Serão analisados três parâmetros estatísticos dos resultados: Acurácia, Sensibilidade e Especificidade.

Acurácia é relativa a porcentagem de dados analisados corretamente em relação ao total de dados analisados.

Sensibilidade é composta pela porcentagem de dados verdadeiramente positivos em relação do total de dados realmente positivos.

Especificidade é a porcentagem de dados classificados corretamente como negativos dentre todos os dados verdadeiramente negativos.

Tais parâmetros são calculados através das equações a seguir.

$$\text{Acurácia} = \frac{VP + VN}{VP + FP + FN + VN} \times 100 \quad (4.1)$$

$$\text{Sensibilidade} = \frac{VP}{VP + FN} \times 100 \quad (4.2)$$

$$\text{Especificidade} = \frac{VN}{VN + FP} \times 100 \quad (4.3)$$

sendo

VP = Verdadeiro Positivo

FP = Falso Positivo

VN = Verdadeiro Negativo

FN = Falso Negativo

5 Aplicação

Para análise da rede neural investigou-se seu comportamento variando os parâmetros β e ρ , comparando os resultados obtidos com as diferentes métricas. Fixando cada a taxa de treinamento (β) variou-se o parâmetro de escolha (ρ) no intervalo de 0,1 a 0,85, com incremento de 0.001. No Apêndice B são apresentados os resultados obtidos nessas simulações. Este capítulo será reservado às discussões sobre as consequências desses resultados.

Além disso, foram estudadas duas partições de dados, uma com 50% dos dados reservados para treinamento e 50% para análise, a qual chamaremos de **50-50**, e outra com 75% reservados para treinamento e analisando os 25% restante dos dados, chamada de **75-25**. Deste modo, na partição 50 – 50 tem-se 342 dados reservados para treinamento e 341 para análise, já a partição 75 – 25 tem-se 478 dados destinados para o treinamento e 205 dados para a análise. O uso de duas partições foi proposto para analisar o quanto a proporção reservada para treinamento influi no desempenho da rede.

5.1 Resultados computacionais para a partição 50-50

Na partição 50-50 dos dados reservados para a análise, 81 eram casos malignos e 260 benignos. Para melhor avaliar o desempenho da rede proposta utilizou-se taxa de vigilância (ρ) variando de 0,1 até 0,85 com incrementos de 0,001 e a taxa de treinamento (β) num intervalo de 0,10 a 0,30 com incremento de 0,05.

Na [Tabela 3](#) são apresentados os melhores desempenhos obtidos pela rede *Fast ART* Euclidiana.

Tabela 3 – Alguns resultados da Rede Neural *Fast ART* Euclidiana

β	ρ	Categorias	Acurácia	Sensibilidade
0,10	0,640 - 0,650	4	98,53%	97,53%
0,15	0,520 - 0,624	3	98,53%	96,29%
0,15	0,645 - 0,673	3	98,53%	96,29%
0,15	0,674 - 0,793	2	98,53%	96,29%
0,20	0,629 - 0,647	4	98,82%	96,29%
0,25	0,535 - 0,624	3	98,82%	96,29%
0,25	0,639 - 0,647	4	98,82%	96,29%
0,25	0,648 - 0,668	3	98,82%	96,29%
0,30	0,650 - 0,668	3	98,82%	96,29%

Assim, as métricas de avaliação dos melhores resultados obtidos na rede *Fast* ART Euclidiana são:

$$\text{Acurácia} = 98,83\%$$

$$\text{Sensibilidade} = 96,81\%$$

$$\text{Especificidade} = 99,62\%$$

Já a [Tabela 4](#) são apresentados os melhores desempenhos obtidos pela rede *Fast* ART-4.

Tabela 4 – Alguns resultados da Rede Neural *Fast* ART-4

β	ρ	Categorias	Acurácia	Sensibilidade
0,10	0,771 - 0,817	2	98,82%	97,53%
0,15	0,781 - 0,802	2	98,82%	97,53%
0,20	0,484 - 0,491	9	98,24%	97,53%
0,20	0,500 - 0,534	8	98,24%	97,53%
0,20	0,535 - 0,545	7	98,24%	97,53%
0,20	0,546 - 0,548	8	98,24%	97,53%
0,20	0,546 - 0,598	8	98,24%	97,53%
0,20	0,599 - 0,657	7	98,24%	97,53%
0,20	0,658 - 0,724	8	98,24%	97,53%
0,20	0,725 - 0,741	6	98,24%	97,53%
0,20	0,742 - 0,797	5	98,24%	97,53%
0,25	0,816 - 0,818	2	98,82%	97,53%
0,30	0,453 - 0,472	10	98,24%	97,53%
0,30	0,473 - 0,479	9	98,24%	97,53%
0,30	0,585 - 0,588	7	98,24%	97,53%
0,30	0,589 - 0,634	8	98,24%	97,53%
0,30	0,635 - 0,649	7	98,24%	97,53%
0,30	0,650 - 0,652	8	98,24%	97,53%
0,30	0,653 - 0,689	7	98,24%	97,53%
0,30	0,690 - 0,743	6	98,24%	97,53%
0,30	0,744 - 0,748	5	98,24%	97,53%
0,30	0,770 - 0,771	5	98,24%	97,53%
0,30	0,797 - 0,800	4	98,24%	97,53%

Assim, as métricas de avaliação dos melhores resultados obtidos na rede *Fast* ART-4 são:

$$\text{Acurácia} = 98,83\%$$

$$\text{Sensibilidade} = 97,53\%$$

$$\text{Especificidade} = 99,23\%$$

Na [Tabela 5](#) são apresentados os melhores desempenhos obtidos pela rede *Fast* ART-8.

Tabela 5 – Alguns resultados da Rede Neural *Fast* ART-8

β	ρ	Categorias	Acurácia	Sensibilidade
0,10	0,801 - 0,851	2	98,53%	97,53%
0,15	0,801 - 0,851	2	98,53%	97,53%
0,20	0,801	3	98,82%	97,53%
0,20	0,802 - 0,851	2	98,82%	97,53%
0,25	0,828 - 0,858	2	98,82%	97,53%
0,30	0,464 - 0,468	10	98,24%	97,53%
0,30	0,670 - 0,674	8	98,24%	97,53%
0,30	0,694 - 0,729	6	98,24%	97,53%
0,30	0,745 - 0,798	6	98,24%	97,53%
0,30	0,801 - 0,807	5	98,24%	97,53%
0,30	0,808 - 0,823	4	98,24%	97,53%

Assim, as métricas de avaliação dos melhores resultados obtidos na rede *Fast* ART-8 são:

$$\text{Acurácia} = 98,83\% \quad \text{Sensibilidade} = 97,53\% \quad \text{Especificidade} = 99,23\%$$

Os melhores desempenhos obtidos pela rede *Fast* ART-16. são apresentados na [Tabela 6](#).

Tabela 6 – Alguns resultados da Rede Neural *Fast* ART-16

β	ρ	Categorias	Acurácia	Sensibilidade
0,10	0,801 - 0,815	3	98,53%	97,53%
0,15	0,801 - 0,817	3	98,82%	97,53%
0,20	0,810 - 0,818	3	98,82%	97,53%
0,20	0,831 - 0,881	2	98,82%	97,53%
0,25	0,854 - 0,876	2	98,82%	97,53%
0,30	0,869 - 0,881	2	98,82%	97,53%

Assim, as métricas de avaliação dos melhores resultados obtidos na rede *Fast* ART-16 são:

$$\text{Acurácia} = 98,83\% \quad \text{Sensibilidade} = 97,53\% \quad \text{Especificidade} = 99,23\%$$

Na [Tabela 7](#) são apresentados os melhores desempenhos obtidos pela rede *Fast* ART-32.

Tabela 7 – Alguns resultados da Rede Neural *Fast* ART-32.

β	ρ	Categorias	Acurácia	Sensibilidade
0,10	0,762 - 0,801	5	98,24%	97,53%
0,10	0,802 - 0,804	4	98,24%	97,53%
0,10	0,805 - 0,824	5	98,24%	97,53%
0,10	0,825 - 0,832	4	98,24%	97,53%
0,10	0,833 - 0,854	3	98,24%	97,53%
0,10	0,855 - 0,888	2	98,24%	97,53%
0,15	0,832 - 0,856	3	98,82%	97,53%
0,20	0,858 - 0,888	2	98,53%	97,53%
0,25	0,861- 0,888	2	98,82%	97,53%
0,30	0,876 - 0,888	2	98,82%	97,53%

Assim, as métricas de avaliação dos melhores resultados obtidos na rede *Fast* ART-32 são

Acurácia = 98,83%

Sensibilidade = 97,53%

Especificidade = 99,23%

Reunindo todos os resultados obtidos em uma única tabela temos que

Tabela 8 – Análise dos desempenhos das Redes na Partição 50-50

Rede Neural	Acurácia	Sensibilidade	Especificidade
<i>Fast</i> ART Euclidiana	98,83%	96,81%	99,62%
<i>Fast</i> ART-4	98,83%	97,53%	99,23%
<i>Fast</i> ART-8	98,83%	97,53%	99,23%
<i>Fast</i> ART-16	98,83%	97,53%	99,23%
<i>Fast</i> ART-32	98,83%	97,53%	99,23%

Analisando os resultados da [Tabela 8](#) temos uma leve melhora na métrica sensibilidade obtida por todas as redes *Fast* ART- p em relação a rede *Fast* ART Euclidiana.

5.2 Partição 75-25

Na partição 75-25 separou-se 75% dos dados para a etapa de treinamento e 25% para a etapa de análise, ou seja, 512 dados foram reservados para treinamento e 171 para análise, dos quais 38 eram casos malignos (positivos) e 133 benignos (negativos). No melhor resultado, foram analisados corretamente 171 dados dos 171 analisados, divididos em 38 verdadeiros positivos, 133 verdadeiros negativos e nenhum falso positivo ou falso negativo, como mostra a [Tabela 9](#).

Tabela 9 – Matriz de Confusão para a Partição 75-25

	Positivos Esperados	Negativos Esperados
Classificados Positivos	38	0
Classificados Negativos	0	133

Os testes realizados com a partição 75 – 25 foram extremamente satisfatórios, como podemos observar em [Tabela 10](#), [Tabela 11](#), [Tabela 12](#), [Tabela 13](#), [Tabela 14](#), que apresentam os resultados obtidos pelas redes *Fast ART* Euclidiana, *Fast ART-4*, *Fast ART-8*, *Fast ART-16*, *Fast ART-32*, respectivamente.

Tabela 10 – Alguns resultados da Rede Neural ART Euclidiana

β	ρ	Categorias	Acurácia	Sensibilidade
0,10	0,480 - 0,488	8	100%	100%
0,10	0,514 - 0,517	7	100%	100%
0,10	0,595 - 0,613	5	100%	100%
0,10	0,614 - 0,695	4	100%	100%
0,10	0,696 - 0,711	3	100%	100%
0,10	0,712 - 0,811	2	100%	100%
0,50	0,749 - 0,758	3	100%	100%
0,50	0,783	5	100%	100%
0,50	0,784 - 0,793	3	100%	100%
0,50	0,797 - 0,809	5	100%	100%
0,80	0,763 - 0,774	5	100%	100%

Tabela 11 – Alguns resultados da Rede Neural *Fast ART-4*

β	ρ	Categorias	Acurácia	Sensibilidade
0,10	0,713 - 0,732	3	99,41%	100%
0,10	0,733 - 0,741	4	99,41%	100%
0,10	0,742 - 0,803	3	99,41%	100%
0,10	0,804 - 0,854	2	100%	100%
0,50	0,829 - 0,854	4	100%	100%
0,50	0,855 - 0,878	2	99,41%	97,36%
0,80	0,881 - 0,885	2	99,41%	97,36%

Tabela 12 – Alguns resultados da Rede Neural *Fast ART-8*

β	ρ	Categorias	Acurácia	Sensibilidade
0,10	0,784 - 0,789	3	100%	100%
0,10	0,846 - 0,893	2	100%	100%
0,15	0,793 - 0,813	3	100%	100%
0,15	0,875 - 0,893	2	100%	100%
0,50	0,879 - 0,893	2	100%	100%
0,80	0,822 - 0,823	4	100%	100%
0,80	0,834 - 0,874	5	100%	100%
0,80	0,875 - 0,890	4	100%	100%

Tabela 13 – Alguns resultados da Rede Neural *Fast* ART-16

β	ρ	Categorias	Acurácia	Sensibilidade
0,10	0,760 - 0,783	5	99,41%	100%
0,10	0,784 - 0,785	4	99,41%	100%
0,10	0,786 - 0,823	3	100%	100%
0,10	0,844 - 0,899	2	100%	100%
0,50	0,809 - 0,821	6	99,41%	100%
0,50	0,864 - 0,877	4	100%	100%
0,50	0,878 - 0,899	2	100%	100%
0,80	0,866 - 0,885	4	100%	100%
0,80	0,874	5	100%	100%

Tabela 14 – Alguns resultados da Rede Neural *Fast* ART-32

β	ρ	Categorias	Acurácia	Sensibilidade
0,10	0.786 - 0.814	3	100%	100%
0,10	0.815 - 0.844	2	100%	100%
0,10	0.845 - 0.897	2	100%	100%
0,15	0.839 - 0.872	3	100%	100%
0,15	0.873 - 0.899	2	100%	100%
0,50	0.871 - 0.877	3	100%	100%
0,50	0.891 - 0.897	3	100%	100%
0,50	0.898 - 0.899	2	100%	100%
0,80	0.877 - 0.878	6	100%	100%

A Rede Neural *Fast* Art, com alguns parâmetros específicos, teve todas as análises coincidindo com as classificações prévias do banco de dados. Resultando numa precisão de 100% e, conseqüentemente, Sensibilidade e Especificidade de 100%.

Pode-se observar nas tabelas deste capítulo que apresentam os resultados obtidos com as diferentes normas p , com diferentes valores para o parâmetro β , com o ρ variando de 0,1 a 0,9 que os resultados obtidos por cada rede dependem da métrica utilizada, sendo que para cada métrica o melhor valor para os parâmetros β e ρ variam. Além disso, independente da métrica utilizada, a taxa de acerto de uma rede não é função contínua desses parâmetros, sendo necessária a realização de testes computacionais para determinar os melhores parâmetros. Cabe ressaltar que, uma leve mudança na taxa de escolha ρ faz com que os resultados se alterem completamente, por exemplo, rede *Fast* ART-4 com taxa de aprendizado $\beta = 0,1$, para a partição 50-50, temos que ao alterar o ρ de 0,817 para 0,818 o resultado se torna totalmente discrepante, sendo que o número de acertos passa de 337 padrões para 81, pois esta alteração fez com que a rede se tornasse extremamente inclusiva, no sentido de incluir todos os padrões em uma única classe e,

com isso, classificou todos os padrões como sendo positivos (com tumor maligno). Outro ponto a ressaltar é o fato de que para este problema quando a rede possui um único *cluster* tende a classificar todos como positivos.

Embora hajam resultados com um mesmo desempenho e quantidades de categorias diferentes, a maioria dos resultados com 337 acertos, ou 98,8 de precisão tinham apenas 2 categorias, sendo obviamente uma de padrões benignos e uma de padrões malignos. Os resultados que não se enquadravam aqui possuíam apenas 3 categorias. O que indica que a quantidade de categorias é muito importante para um bom desempenho da rede neste tipo de problema.

As Redes *Fast ART* Euclidiana e *Fast ART-p* tiveram resultados próximos, apresentando o melhor desempenho em ambas as redes nas duas partições. As vantagens da Rede *Fast ART-p* em relação à *Fast* Euclidiana são em relação ao gasto computacional. As redes *Fast ART-p* apresentaram menor execução e análise em relação à rede *Fast ART* Euclidiana. Além disso embora a Rede *Fast ART* Euclidiana tenha apresentado alto desempenho, seus resultados foram mais instáveis em relação ao parâmetro ρ , tendo em vista que valores de ρ muito próximos frequentemente apresentam desempenhos diferentes.

5.3 Tempo de Processamento

Para comparação do tempo de processamento das redes foi pego um intervalo de onze iterações da rede com ρ diferentes e um mesmo β , que apresentaram bom desempenho na classificação dos dados, e analisados o tempo de treinamento e análise de cada um delas.

Apresenta-se na Tabela 15 representa os tempos em milésimos de segundos da Rede *Fast ART* Euclidiana para a partição 50-50 com $\beta = 0,25$.

Tabela 15 – Tempo de Execução da Rede *Fast ART* Euclidiana na partição 50-50

ρ	Acurácia	Sensibilidade	Tempo de Treinamento	Tempo de Análise
0,650	98,82%	96,29%	375	109
0,651	98,82%	96,29%	393	109
0,652	98,82%	96,29%	699	125
0,653	98,82%	96,29%	547	143
0,654	98,82%	96,29%	426	109
0,655	98,82%	96,29%	375	109
0,656	98,82%	96,29%	406	94
0,657	98,82%	96,29%	359	125
0,658	98,82%	96,29%	344	114
0,659	98,82%	96,29%	375	125
0,660	98,82%	96,29%	380	110

A Tabela 16 representa os tempos em milésimos de segundos da Rede *Fast* ART-4, com $\beta = 0, 10$, em intervalos com bom desempenho de análise de dados.

Tabela 16 – Tempo de Execução da Rede *Fast* ART-4 para a partição 50-50

ρ	Acurácia	Sensibilidade	Tempo de Treinamento	Tempo de Análise
0,810	23,75%	100%	687	203
0,811	23,75%	100%	410	125
0,812	23,75%	100%	609	109
0,813	23,75%	100%	360	109
0,814	23,75%	100%	344	125
0,815	23,75%	100%	375	125
0,816	98,82%	97,53%	250	94
0,817	98,82%	97,53%	406	79
0,818	98,82%	97,53%	234	62
0,819	23,75%	100%	235	78

A Tabela 17 representa os tempos em milésimos de segundos da Rede *Fast* ART-8, com $\beta = 0, 10$, em intervalos com bom desempenho de análise de dados.

Tabela 17 – Tempo de Execução da Rede *Fast* ART-8 para a partição 50-50

ρ	Acurácia	Sensibilidade	Tempo de Treinamento	Tempo de Análise
0,840	98,82%	97,53%	328	63
0,841	98,82%	97,53%	275	93
0,842	98,82%	97,53%	402	203
0,843	98,82%	97,53%	343	79
0,844	98,82%	97,53%	294	78
0,845	98,82%	97,53%	265	94
0,846	98,82%	97,53%	266	62
0,847	98,82%	97,53%	295	78
0,848	98,82%	97,53%	266	78
0,849	98,82%	97,53%	265	63
0,850	98,82%	97,53%	256	78

A Tabela 18 representa os tempos em milésimos de segundos da Rede *Fast* ART-4, com $\beta = 0, 10$, em intervalos com bom desempenho de análise de dados.

Tabela 18 – Tempo de Execução da Rede *Fast* ART-16 para a partição 50-50

ρ	Acurácia	Sensibilidade	Tempo de Treinamento	Tempo de Análise
0,860	98,82%	97,53%	344	78
0,861	98,82%	97,53%	299	94
0,862	98,82%	97,53%	437	172
0,863	98,82%	97,53%	313	93
0,864	98,82%	97,53%	313	94
0,865	98,82%	97,53%	390	78
0,866	98,82%	97,53%	266	78
0,867	98,82%	97,53%	328	62
0,868	98,82%	97,53%	250	78
0,869	98,82%	97,53%	250	78
0,870	98,82%	97,53%	250	78

A Tabela 19 representa os tempos em milésimos de segundos da Rede *Fast* ART-32, com $\beta = 0, 10$, em intervalos com bom desempenho de análise de dados.

Tabela 19 – Tempo de Execução da Rede *Fast* ART-32 para a partição 50-50

ρ	Acurácia	Sensibilidade	Tempo de Treinamento	Tempo de Análise
0,860	97,94%	97,53%	406	125
0,861	98,82%	97,53%	287	78
0,862	98,82%	97,53%	397	199
0,863	98,82%	97,53%	469	62
0,864	98,82%	97,53%	370	125
0,865	98,82%	97,53%	328	62
0,866	98,82%	97,53%	266	86
0,867	98,82%	97,53%	250	78
0,868	98,82%	97,53%	250	78
0,869	98,82%	97,53%	287	78
0,870	98,82%	97,53%	266	78

Na Tabela 20 comparam-se as diferentes médias dos tempos de treinamentos e análise de cada rede para a partição 50-50. Observando os dados pode-se ver o quanto a Rede *Fast* Art- p é mais rápida em relação à rede *Fast* ART Euclidiana, em especial a Rede *Fast* Art-8.

Tabela 20 – Média dos Tempos de treinamento e análise em milésimos de segundo

Rede	ρ	Média de Treinamento	Média de Análise
<i>Fast</i> ART Euclidiana	0,650 – 0,660	425	115
<i>Fast</i> ART-4	0,810 – 0,819	391	110
<i>Fast</i> ART-8	0,840 – 0,850	295	88
<i>Fast</i> ART-16	0,860 – 0,870	312	89
<i>Fast</i> ART-32	0,860 – 0,870	325	95

Já para a partição 75-25 os resultados foram um pouco diferentes. A Tabela 21 representa os tempos das Redes *Fast* ART Euclidiana em milésimos de segundos, com $\beta = 0, 10$.

Tabela 21 – Tempo de Execução da Rede *Fast* ART Euclidiana para a partição 75-25

ρ	Acurácia	Sensibilidade	Tempo de Treinamento	Tempo de Análise
0,790	100%	100%	625	31
0,791	100%	100%	401	47
0,792	100%	100%	781	62
0,793	100%	100%	532	47
0,794	100%	100%	531	31
0,795	100%	100%	453	31
0,796	100%	100%	407	31
0,797	100%	100%	460	47
0,798	100%	100%	500	47
0,799	100%	100%	515	31
0,800	100%	100%	454	31

A Tabela 22 representa os tempos das Redes *Fast* ART-4 em milésimos de segundos, com $\beta = 0, 10$.

Tabela 22 – Tempo de Execução da Rede *Fast* ART-4 para a partição 75-25

ρ	Acurácia	Sensibilidade	Tempo de Treinamento	Tempo de Análise
0.810	100%	100%	485	31
0.811	100%	100%	483	32
0.812	100%	100%	578	47
0.813	100%	100%	422	47
0.814	100%	100%	424	31
0.815	100%	100%	625	47
0.816	100%	100%	422	31
0.817	100%	100%	375	47
0.818	100%	100%	391	31
0.819	100%	100%	422	47
0.820	100%	100%	407	31

A Tabela 23 representa os tempos das Redes *Fast* ART-8 em milésimos de segundos, com $\beta = 0, 10$.

Tabela 23 – Tempo de Execução da Rede *Fast* ART-8 para a partição 75-25

ρ	Acurácia	Sensibilidade	Tempo de Treinamento	Tempo de Análise
0,850	100%	100%	531	31
0,851	100%	100%	410	32
0,852	100%	100%	658	31
0,853	100%	100%	422	32
0,854	100%	100%	391	47
0,855	100%	100%	547	47
0,856	100%	100%	422	31
0,857	100%	100%	407	46
0,858	100%	100%	391	31
0,859	100%	100%	391	31
0,860	100%	100%	517	47

A Tabela 24 representa os tempos das Redes *Fast* ART-16 em milésimos de segundos, com $\beta = 0, 10$.

Tabela 24 – Tempo de Execução da Rede *Fast* ART-16 para a partição 75-25

ρ	Acurácia	Sensibilidade	Tempo de Treinamento	Tempo de Análise
0.810	100%	100%	953	63
0.811	100%	100%	699	109
0.812	100%	100%	672	63
0.813	100%	100%	594	78
0.814	100%	100%	778	63
0.815	100%	100%	609	47
0.816	100%	100%	665	93
0.817	100%	100%	610	62
0.818	100%	100%	640	63
0.819	100%	100%	640	63
0.820	100%	100%	660	50

A Tabela 25 representa os tempos das Redes *Fast* ART-32 com $\beta = 0, 10$.

Tabela 25 – Tempo de Execução da Rede *Fast* ART-32 em milésimos de segundo para a partição 75-25

ρ	Acurácia	Sensibilidade	Tempo de Treinamento	Tempo de Análise
0,850	100%	100%	500	63
0,851	100%	100%	421	31
0,852	100%	100%	688	32
0,853	100%	100%	391	46
0,854	100%	100%	500	78
0,855	100%	100%	601	47
0,856	100%	100%	391	31
0,857	100%	100%	439	31
0,858	100%	100%	422	47
0,859	100%	100%	422	31
0,860	100%	100%	406	32

Na [Tabela 26](#) compara as diferentes médias dos tempos de treinamentos e análise de cada rede dos tempos apresentados anteriormente.

Tabela 26 – Média dos Tempos de treinamento e análise em milésimos de segundo

Rede	ρ	Média de Treinamento	Média de Análise
<i>Fast</i> ART Euclidiana	0,650 – 0,660	514	36
<i>Fast</i> ART-4	0,810 – 0,820	457	38
<i>Fast</i> ART-8	0,840 – 0,850	462	36
<i>Fast</i> ART-16	0,840 – 0,850	683	68
<i>Fast</i> ART-32	0,810 – 0,820	471	42

Podemos perceber que o tempo de Treinamento foi menor nas Redes *Fast* ART- p em relação à Rede *Fast* ART Euclidiana e embora o tempo de análise não tenha sido menor, considerando-se o tempo total, a Rede *Fast* ART- p foi melhor.

5.4 Comparação dos resultados com a literatura

Antes de comparar os resultados obtidos por essa rede neural com outros da literatura, é necessário explicitar os resultados obtidos pela rede proposta utilizando o banco de dados particionado em 50-50 e 75-25. Observando a matriz de confusão apresentada na [Tabela 27](#) pode-se notar que quanto mais dados reservados para treinamento, melhor o desempenho da rede, ou seja, a partição que utiliza mais dados para treinamento, 75-25, apresenta um melhor desempenho em relação a uma que utiliza menos, 50-50, pois uma maior partição de treinamento fornece mais recursos para que a rede consiga classificar melhor os padrões.

Tabela 27 – Matriz de Confusão da rede *Fast ART-p* nas duas partições

Real	Classificado Benigno	Classificado Maligno	Partição
Benigno	258	2	50-50
Malignos	2	79	
Benigno	133	0	75-25
Malignos	0	38	

Com base nos dados da [Tabela 27](#) tem-se as métricas de avaliação para o problema abordado apresentadas na [Tabela 28](#)

Tabela 28 – Desempenho da rede *Fast ART-p* nas Partições 50-50 e 75-25

Parâmetro	Partição 50-50	Partição 75-25
Acurácia(%)	98,8	100
Sensibilidade(%)	97,53	100
Especificidade(%)	99,23	100

Na [Tabela 29](#) são apresentados os dados obtidos neste estudo juntamente com os resultados nos trabalhos ([AKAY, 2009](#)), ([MAYSANJAYA; PUTRAMA, 2018](#)), ([Júnior, 2018](#)), ([SHI-YA et al., 2018](#)), ([ABDEL-ZAHER; ELDEIB, 2016](#)), ([XIAO et al., 2018](#)), ([LIU; LI; CHEN, 2018](#)).

Tabela 29 – Tabela de Comparação

Autor	Método	Partição	Precisão
Akay (2008)	F-score + SVM	50-50	98,53%
		70-30	99,02%
		80-20	99,51%
Ahmed et al. (2016)	RIW-BPNN	61-39	98,86
		55-45	99,03%
	DBN-NN	64-36	99,59%
		55-45	99,68 %
Maysanjaya et al (2017)	Wrapper + Naïve Bayes	50-50	97,36%
		70-30	98,54%
		80-20	99,27%
Xiao et al (2018)	SAE-SVM	70-30	98,25%
Li e Chen (2018)	DT	70-30	96,3%
	SVM		95,1%
	RF		96,1%
	LR		93,7%
	NN		95,6%
Lima (2018)	Deep CollabNet	75-25	95,7%
Liu et al (2018)	Pnn-Cadaboost	60-40	96,01%
	Pnn-Adaboost		95,11%
Este estudo	<i>Fast ART-p</i>	50-50	98,8%
		75-25	100%

Observe que o desempenho da rede foi superior a muitos outros mesmo se levando em consideração apenas partições próximas a 50-50, Tabela 30, a *Fast ART-p* apresentou desempenho muito próximos aos melhores já registrados. E se considerando outras partições o desempenho da *Fast ART-p* foi superior a outros estudos da literatura.

Tabela 30 – Tabela de Comparação 50-50

Autor	Método	Partição	Precisão
Akay (2009)	F-score + SVM	50-50	98,53%
Ahmed et al. (2016)	RIW-BPNN	55-45	99,03%
	DBN-NN	55-45	99,68%
Maysanjaya et al (2017)	Wrapper + Naïve Bayes	50-50	97,36%
Liu et al (2018)	Pnn-Cadaboost	60-40	96,01%
	Pnn-Adaboost		95,11%
Este estudo	<i>Fast ART-p</i>	50-50	98,8%

6 Considerações Finais

Ao ser aplicada ao problema de diagnóstico do câncer de mama, a Rede *Fast ART-p* apresentou um desempenho satisfatório, o que a valida como método de classificação de dados e que a norma- p é uma métrica satisfatória e alternativa à comumente utilizada métrica Euclidiana apresentando melhora no tempo de execução da Rede.

A rede *Fast ART-p* conseguiu alcançar uma precisão de 98,8% na partição 50-50 e 100% na partição 75-25. Ressaltando que não obtemos apenas um valor específico para ρ , β e p com os melhores resultados, mas sim conjuntos de parâmetros que apresentaram ótimos resultados.

Este trabalho, além de apresentar um método computacional efetivo de auxílio no diagnóstico do câncer de mama, apresenta uma boa experiência de implementação de uma rede neural ao se adotar a Norma- p como alternativa à métrica Euclidiana.

Cabe ressaltar que, o propósito deste trabalho foi apresentar uma nova classe de rede baseadas na Teoria da Ressonância Adaptativa, já que, ao alterarmos a norma, o comportamento da rede se altera. Entretanto, vale lembrar que não existe uma métrica melhor, mas sim uma métrica que melhor descreve um problema específico, ou seja, ao estudar um problema, é necessário testar qual das métricas gera *clusters* que descrevem melhor os dados deste problema. Ao alterar o problema é essencial que seja feita uma nova busca pela métrica. Deste modo, ao apresentar esta rede aumentam-se as possibilidades de se encontrar uma rede que se adeque melhor ao problema estudado, tendo em vista que se tem não apenas uma nova rede, mas nova classe de redes neurais ART.

6.1 Trabalhos Futuros

A partir do presente estudo algumas questões de pesquisa são geradas:

Questão 1: Como a rede *Fast ART-p* atua em outros problemas, em especial no diagnóstico de outras doenças?

Questão 2: Ao utilizar outras métricas, qual é o comportamento da rede?

Questão 3: Como seria a adequação da norma- p em outras redes?

A Rede *Fast ART-p* se mostrou muito adequada ao analisar o banco de dados da Universidade de Wisconsin referente ao Câncer de Mama (WOLBERG; MANGASARIAN, 1990), já que a rede alcançou altos níveis de precisão, sendo 100% na partição 75-25 e

98,8% na partição 50-50 mesmo trabalhando com os dados brutos, ou seja, sem mineração de dados.

Tendo em vista o ótimo desempenho da rede, seria interessante disponibilizar a rede neural *Fast ART-p*, já treinada, em um sítio da internet ou em aplicativo para a comunidade médica, auxiliando assim tanto no diagnóstico do Câncer de Mama quanto na tomada de decisões antes da biópsia de tecidos do nódulo analisado, ou até mesmo ser utilizada para criação de um novo protocolo pela comunidade médica para inserção de dados na rede ou criação de um banco de dados que permita estudos mais profundos sobre o Câncer de Mama.

Referências

ABDEL-ZAHER, A. M.; ELDEIB, A. M. Breast cancer classification using deep belief networks. *Expert Systems with Applications*, v. 46, p. 139 – 144, 2016. ISSN 0957-4174. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957417415007101>>. Citado na página 47.

AKAY, M. F. Support vector machines combined with feature selection for breast cancer diagnosis. *Expert Systems with Applications*, v. 36, n. 2, Part 2, p. 3240 – 3247, 2009. ISSN 0957-4174. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957417408000912>>. Citado na página 47.

ARAÚJO, S. A. de; MORENO, A. L. Estudo de algumas bolas no espaço $\mathbb{R}^n$. *Proceeding Series of the Brazilian Society of Applied and Computational Mathematics*, v. 6, n. 1, 2018. Disponível em: <<https://proceedings.sbmec.org.br/sbmec/article/view/1903/1921>>. Acesso em: 23 jul. 2019. Citado na página 54.

BARTFAI, G. An art-based modular architecture for learning hierarchical clusterings. *Neurocomputing*, v. 13, n. 1, p. 31 – 45, 1996. ISSN 0925-2312. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0925231295000771>>. Citado na página 14.

BARTFAI, G.; WHITE, R. Adaptive resonance theory-based modular networks for incremental learning of hierarchical clusterings. *Connection Science*, Taylor & Francis, v. 9, n. 1, p. 87–112, 1997. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/095400997116757>>. Citado na página 14.

CARPENTER, G. A.; GROSSBERG, S. Art 2: self-organization of stable category recognition codes for analog input patterns. *OSA Publishing*, v. 26, n. 23, p. 4919–4930, 1987. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0734189X87800142>>. Acesso em: 4 dec. 2018. Citado 2 vezes nas páginas 14 e 20.

_____. A massively parallel architecture for a self-organizing neural pattern recognition machine. *Computer Vision, Graphics, and Image Processing*, v. 37, n. 1, p. 54–115, Jan. 1987. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/S0734-189X\(87\)80014-2](https://doi.org/10.1016/S0734-189X(87)80014-2)>. Acesso em: 4 dec. 2018. Citado 4 vezes nas páginas 14, 19, 20 e 21.

_____. Art 3: Self-organization of distributed pattern recognition codes in neural network hierarchies. In: _____. *International Neural Network Conference: July 9–13, 1990 Palais Des Congres — Paris — France*. Dordrecht: Springer Netherlands, 1990. p. 801–804. ISBN 978-94-009-0643-3. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-94-009-0643-3_93>. Citado 2 vezes nas páginas 14 e 20.

CARPENTER, G. A.; GROSSBERG, S.; ROSEN, D. B. Art 2-a: An adaptive resonance algorithm for rapid category learning and recognition. *Neural Networks*, v. 4, n. 4, p. 493 – 504, 1991. ISSN 0893-6080. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0893608091900457>>. Citado na página 14.

_____. Fuzzy art: Fast stable learning and categorization of analog patterns by an adaptive resonance system. *Neural Networks*, v. 4, n. 6, p. 759 – 771, 1991. ISSN 0893-6080. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/089360809190056B>>. Citado 2 vezes nas páginas 14 e 20.

CARPENTER, S. G. G. A.; REYNOLDS, J. H. Artmap: Supervised real-time learning and classification of nonstationary data by a self-organizing neural network. *Neural Networks*, v. 4, n. 5, p. 565 – 588, 1991. ISSN 0893-6080. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/089360809190012T>>. Citado na página 20.

DAGHER, I. L-p fuzzy artmap neural network architecture. *Soft Computing*, v. 10, p. 649–656, 2006. Citado na página 15.

DUA, D.; GRAFF, C. *UCI Machine Learning Repository*. 2017. Disponível em: <<http://archive.ics.uci.edu/ml>>. Citado na página 17.

FUZZY ARTMAP: A neural network architecture for incremental supervised learning of analog multidimensional maps. , *volume* =. Citado na página 20.

HUNG, C.-A.; LIN, S.-F. Adaptive hamming net: A fast-learning art 1 model without searching. *Neural Networks*, v. 8, n. 4, p. 605 – 618, 1995. ISSN 0893-6080. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/089360809400106V>>. Citado na página 14.

_____. Supervised adaptive hamming net for classification of multiple-valued patterns. v. 8, n. 2, p. 181 – 200, 1997. Disponível em: <<https://www.worldscientific.com/doi/10.1142/S0129065797000203>>. Citado na página 14.

_____. An incremental learning neural network for pattern classification. v. 13, n. 6, p. 913 – 928, 1999. Disponível em: <<https://www.worldscientific.com/doi/abs/10.1142/S0218001499000501>>. Citado na página 14.

JÚNIOR, M. L. F. L. *Deep CollabNet*: Rede deep learning colaborativa. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2018. Disponível em: <<https://tede.ufma.br/jspui/handle/tede/tede/2318>>. Citado na página 47.

KENAYA, R.; CHEOK, K. Euclidean art neural networks. *Lecture Notes in Engineering and Computer Science*, v. 2173, 10 2008. Citado na página 15.

LIMA, E. L. *Espaços Métricos*. 2. ed. Rio de Janeiro, 1977. Citado na página 54.

LIU, S.-M.; LI, C.-Y.; CHEN, S.-J. Application of bss algorithms for breast cancer detection. In: . [S.l.: s.n.], 2018. p. 1–4. Citado na página 47.

MAYSANJAYA, I. M. A. P. I. M. D.; PUTRAMA, I. M. Classification of breast cancer using wrapper and naïve bayes algorithms. *Journal of Physics: Conference Series*, IOP Publishing, v. 1040, p. 012017, jun 2018. Citado na página 47.

MORENO, A. L. *Análise da Estabilidade Transitória via Rede Neural ART-ARTMAP Fuzzy Euclidiana Modificada com Treinamento Continuado*. Tese (Doutorado) — Faculdade de Engenharia - Universidade Estadual Paulista 'Júlio de Mesquita Filho', Ilha Solteira, 2010. Citado 3 vezes nas páginas 15, 19 e 24.

OPAS. In search for a paradigm for the discipline of information systems. *Future Computing Systems*, v. 1, n. 1, p. 71–97, 1986. Citado na página 16.

PROVOST, F.; KOHAVI, R. Machine learning. *Springer Netherlands*, v. 30, n. 2,3, p. 271–274, 1998. Citado na página 33.

RAJASEKARAN, S.; RAJ, R. A. Image recognition using analog-art1 architecture augmented with moment-based feature extractor. *Neurocomputing*, v. 56, p. 61 – 77, 2004. ISSN 0925-2312. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925231203003710>>. Citado na página 14.

SHI-YA, L.; ZHAO-HUA, C.; JING, L.; ZHI-FEI, Z. A medical diagnosis model based on pnn-cadaboost algorithm. *2018 11th International Conference on Intelligent Computation Technology and Automation (ICICTA)*, p. 1–4, 2018. Citado na página 47.

WHO. Information. In: BATES, M. J.; MAACK, M. N. (Ed.). *Encyclopedia of Library and Information Sciences*. 3rd. ed. New York: CRC Press, 2010. v. 3, p. 2347–2360. Disponível em: <<http://pages.gseis.ucla.edu/faculty/bates/articles/information.html>>. Acesso em: 24 out. 2011. Citado 2 vezes nas páginas 16 e 17.

WOLBERG, W.; MANGASARIAN, O. Multisurface method of pattern separation for medical diagnosis applied to breast cytology,. In: *Proceedings of the National Academy of Sciences*. [S.l.: s.n.], 1990. p. 9193–9196. Citado 2 vezes nas páginas 17 e 49.

XIAO, Y.; WU, J.; LIN, Z.; ZHAO, X. Breast cancer diagnosis using an unsupervised feature extraction algorithm based on deep learning. In: . [S.l.: s.n.], 2018. p. 9428–9433. Citado na página 47.

APÊNDICE A – Métricas

As Definições e demonstrações deste apêndice são baseadas em (LIMA, 1977) e (ARAÚJO; MORENO, 2018).

Definição 2. Dados $x, y \in \mathbb{R}^n$, a Norma- p é

$$d_p(x, y) = \sqrt[p]{\sum_{i=1}^n |x_i - y_i|^p}$$

Definição 3 (Métrica). Uma Métrica num conjunto M , é uma função $d : M \times M \rightarrow \mathbb{R}^n$, que associa a cada par ordenado (x, y) um valor real $d(x, y)$, chamado distância de x a y , e que satisfaz as seguintes propriedades:

- $d(x, x) = 0$;
- Se $x \neq y$, então $d(x, y) > 0$;
- $d(x, y) = d(y, x)$;
- $d(x, y) \leq d(x, z) + d(z, y)$.

Espaço métrico é um par composto de conjunto não vazio combinado a uma métrica, (M, d) .

Sejam $p, q \in (1, \infty)$ tais que $\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = 1$.

Para $x, y \in \mathbb{R}^n$, com $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ e $y = (y_1, y_2, \dots, y_n)$ definamos a função $\|\cdot\|_p : \mathbb{R}^n \rightarrow [0, \infty)$ dada por

$$\|\cdot\|_p = \left(\sum_{i=1}^n |x_i|^p \right)^{1/p}, \text{ ou } \|\cdot\|_p = \sqrt[p]{x_1^p + x_2^p + \dots + x_n^p}$$

cuja distância induzida pela norma $d_p : \mathbb{R}^n \times \mathbb{R}^n \rightarrow [0, \infty)$ dada por $d_p(x, y) = \|x - y\|_p$.

Definição 4. Uma função é dita convexa quando

$$f(tx + (1-t)y) \leq tf(x) + (1-t)f(y),$$

para todo $t \in (0, 1)$.

Lema 1. $f(x) = e^x$ é convexa.

Demonstração: Se $f(x)$ é duas vezes derivável, então ela é dita convexa se, e somente se $f''(x) > 0$.

Sendo $f(x) = e^x$, temos que $f'(x) = e^x$, e ainda que $f''(x) = e^x$

Como $e^x > 0$, então $f''(x) > 0$ e assim $f(x) = e^x$ é convexa.

Lema 2 (Desigualdade de Young ou Desigualdade Elementar). *Sejam a, b, p e q números reais positivos. Se $\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = 1$ então $ab \leq \frac{a^p}{p} + \frac{b^q}{q}$*

Demonstração:

i Caso $ab = 0$ a desigualdade é imediatamente satisfeita.

ii Se $ab \neq 0$, com $a^p = b^q$, e $\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = 1$ temos que

$$\begin{aligned} ab &= a(b^q)^{\frac{1}{q}} \\ &= a^{\frac{p}{p}} a^{\frac{p}{q}} \\ &= a^{p(\frac{1}{p} + \frac{1}{q})} \\ &= a^p \\ &= a^p \cdot 1 = a^p \left(\frac{1}{p} + \frac{1}{q} \right) \\ &= \frac{a^p}{p} + \frac{a^p}{q} \\ &= \frac{p}{a^p} + \frac{q}{b^q} \\ &= \frac{a^p}{p} + \frac{b^q}{q} \end{aligned}$$

iii Se $ab \neq 0$ com $a^p = b^q$, como $f(x) = e^x$ é convexa em todos os valores de x , então, utilizando

$$f(tx + (1-t)y) \leq tf(x) + (1-t)f(y),$$

com $t = \frac{1}{p}$, $1-t = \frac{1}{q}$, $x = \ln(a^p)$ e $y = \ln(b^q)$ temos

$$\begin{aligned} ab &= e^{\ln ab} \\ &= e^{\ln a + \ln b} \\ &= e^{\ln(a^p)^{\frac{1}{p}} + \ln(b^q)^{\frac{1}{q}}} \\ &= e^{\frac{\ln a^p}{p} + \frac{\ln b^q}{q}} \\ &\leq \frac{e^{\ln a^p}}{p} + \frac{e^{\ln b^q}}{q} \\ &= \frac{a^p}{p} + \frac{b^q}{q} \end{aligned}$$

Lema 3 (Desigualdade de Holder). *Sejam x, y in $\mathbb{R}^n$, então*

$$\sum_{j=1}^n |x_j \cdot y_j| \leq \left(\sum_{j=1}^n |x_j|^p \right)^{1/p} \left(\sum_{j=1}^n |y_j|^q \right)^{1/q}.$$

Demonstração:

1º Caso: $\sum_{j=1}^n |x_j|^p = 1$ e $\sum_{j=1}^n |y_j|^q = 1$.

Sabemos que

$$|x_j \cdot y_j| = |x_j| \cdot |y_j|,$$

daí, pela Desigualdade Elementar, segue que

$$|x_j \cdot y_j| \leq \frac{|x_j|^p}{p} + \frac{|y_j|^q}{q},$$

logo,

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^n |x_j \cdot y_j| &\leq \sum_{j=1}^n \left(\frac{|x_j|^p}{p} + \frac{|y_j|^q}{q} \right) \\ &= \sum_{j=1}^n \frac{|x_j|^p}{p} + \sum_{j=1}^n \frac{|y_j|^q}{q} \\ &= \frac{1}{p} \sum_{j=1}^n |x_j|^p + \frac{1}{q} \sum_{j=1}^n |y_j|^q \\ &= \frac{1}{p} + \frac{1}{q} = 1 \\ &= \left(\sum_{j=1}^n |x_j|^p \right)^{1/p} \cdot \left(\sum_{j=1}^n |y_j|^q \right)^{1/q}. \end{aligned}$$

Caso Geral: $x, y \in \mathbb{R}^n$ Definamos

$$\tilde{x}_j = \frac{x_j}{\left(\sum_{k=1}^n |x_k|^p \right)^{1/p}} \quad \text{e} \quad \tilde{y}_j = \frac{y_j}{\left(\sum_{k=1}^n |y_k|^q \right)^{1/q}}.$$

Notemos que

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^n |\tilde{x}_j|^p &= \sum_{j=1}^n \left| \frac{x_j}{\left(\sum_{k=1}^n |x_k|^p \right)^{1/p}} \right|^p \\ &= \sum_{j=1}^n \frac{1}{\sum_{k=1}^n |x_k|^p} |x_j|^p \\ &= \frac{1}{\sum_{k=1}^n |x_k|^p} \sum_{j=1}^n |x_j|^p \\ &= 1 \end{aligned}$$

e

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^n |\tilde{y}_j|^q &= \sum_{j=1}^n \left| \frac{y_j}{\left(\sum_{k=1}^n |y_k|^q \right)^{1/q}} \right|^q \\ &= \sum_{j=1}^n \frac{1}{\sum_{k=1}^n |y_k|^q} |y_j|^q \\ &= \frac{1}{\sum_{k=1}^n |y_k|^q} \sum_{j=1}^n |y_j|^q \\ &= 1, \end{aligned}$$

assim, pelo 1º caso segue que

$$\sum_{j=1}^n |\tilde{x}_j| |\tilde{y}_j| \leq 1,$$

daí

$$\sum_{j=1}^n \left(\frac{|x_j|}{(\sum_{k=1}^n |x_k|^p)^{1/p}} \right) \cdot \left(\frac{|y_j|}{(\sum_{k=1}^n |y_k|^q)^{1/q}} \right) \leq 1.$$

Multiplicando ambos os lados por $(\sum_{k=1}^n |x_k|^p)^{1/p} (\sum_{k=1}^n |y_k|^q)^{1/q}$ obtemos

$$\sum_{j=1}^n |x_j \cdot y_j| \leq (\sum_{j=1}^n |x_j|^p)^{1/p} \cdot (\sum_{j=1}^n |y_j|^q)^{1/q}.$$

Lema 4 (Desigualdade de Minkowsky). *Sejam x, y in $\mathbb{R}^n$*

$$(\sum_{j=1}^n |x_j + y_j|^p)^{1/p} \leq (\sum_{j=1}^n |x_j|^p)^{1/p} + (\sum_{j=1}^n |y_j|^p)^{1/p}.$$

Demonstração: Seja q tal que $\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = 1$ e, observemos que

$$\sum_{j=1}^n (|x_j + y_j|^{p-1})^q = \sum_{j=1}^n |x_j + y_j|^{(p-1)q} = \sum_{j=1}^n |x_j + y_j|^p < \infty,$$

além disso,

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^n |x_j + y_j|^p &= \sum_{j=1}^n |x_j + y_j| \cdot |x_j + y_j|^{p-1} \\ &\leq \sum_{j=1}^n (|x_j| + |y_j|) \cdot |x_j + y_j|^{p-1} \\ &= \sum_{j=1}^n |x_j| \cdot |x_j + y_j|^{p-1} + \sum_{j=1}^n |y_j| \cdot |x_j + y_j|^{p-1} \\ &\leq (\sum_{j=1}^n |x_j|^p)^{1/p} \cdot (\sum_{j=1}^n (|x_j + y_j|^{p-1})^q)^{1/q} + \\ &\quad + (\sum_{j=1}^n |y_j|^p)^{1/p} \cdot (\sum_{j=1}^n (|x_j + y_j|^{p-1})^q)^{1/q} \end{aligned}$$

daí

$$\sum_{j=1}^n |x_j + y_j|^p = ((\sum_{j=1}^n |x_j|^p)^{1/p} + (\sum_{j=1}^n |y_j|^p)^{1/p}) \cdot (\sum_{j=1}^n |x_j + y_j|^p)^{1/q}.$$

Logo

$$(\sum_{j=1}^n |x_j + y_j|^p)^{1-\frac{1}{q}} \leq (\sum_{j=1}^n |x_j|^p)^{1/p} + (\sum_{j=1}^n |y_j|^p)^{1/p},$$

daí

$$(\sum_{j=1}^n |x_j + y_j|^p)^{1/p} \leq (\sum_{j=1}^n |x_j|^p)^{1/p} + (\sum_{j=1}^n |y_j|^p)^{1/p}.$$

Teorema 1. *Norma- p é um espaço métrico.*

Demonstração: $\mathbb{R}^n \neq 0$ e d_p é uma métrica pois:

Sejam x, y e $z \in \mathbb{R}^n$, com $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$, $y = (y_1, y_2, \dots, y_n)$ e $z = (z_1, z_2, \dots, z_n)$.

i ($\Leftarrow$) Se $x = y$ então $x_i = y_i \forall i \in (1, n)$, logo $x_i - y_i = 0$ e assim $d(x, y) = 0$.

($\Rightarrow$) Seja $d(x, y) = 0$, logo

$$\sqrt[p]{|x_1 - y_1|^p + |x_2 - y_2|^p + \dots + |x_p - y_p|^p} = 0$$

ou

$$|x_1 - y_1|^p + |x_2 - y_2|^p + \dots + |x_p - y_p|^p = 0.$$

Como $|x| \geq 0$, então

$$|x_1 - y_1|^p = |x_2 - y_2|^p = \dots = |x_p - y_p|^p = 0.$$

ou ainda

$$|x_1 - y_1| = |x_2 - y_2| = \dots = |x_p - y_p| = 0$$

donde

$$x_1 - y_1 = x_2 - y_2 = \dots = x_p - y_p.$$

Assim

$$x_1 = y_1, x_2 = y_2, \dots, x_p = y_p$$

e $x = y$.

ii Seja $x, y \in \mathbb{R}^n$ com $x \neq y$. Assim $x_i \neq y_i$ para algum $i \in (1, n)$, e $|x_i - y_i| \geq 0$ e consequentemente

$$|x_1 - y_1|^p + |x_2 - y_2|^p + \dots + |x_p - y_p|^p \geq 0$$

o que resulta em

$$\sqrt[p]{|x_1 - y_1|^p + |x_2 - y_2|^p + \dots + |x_p - y_p|^p} \geq 0$$

iii

$$\begin{aligned} d(x, y) &= \|x - y\|_p \\ &= \sqrt[p]{|x_1 - y_1|^p + |x_2 - y_2|^p + \dots + |x_p - y_p|^p} \\ &= \sqrt[p]{|y_1 - x_1|^p + |y_2 - x_2|^p + \dots + |y_p - x_p|^p} \\ &= \|y - x\|_p \\ &= d(y, x). \end{aligned}$$

iv

$$\begin{aligned}
d(x, z) + d(z, y) &= \sqrt[p]{|x_1 - z_1|^p + \dots + |x_p - z_p|^p} + \sqrt[p]{|z_1 - y_1|^p + \dots + |z_p - y_p|^p} \\
&= (|x_1 - z_1|^p + \dots + |x_p - z_p|^p)^{\frac{1}{p}} + (|z_1 - y_1|^p + \dots + |z_p - y_p|^p)^{\frac{1}{p}} \\
&\geq (|x_1 - z_1 + z_1 - y_1|^p + \dots + |x_p - z_p + z_p - y_p|^p)^{\frac{1}{p}} \quad [\text{Lema 4}] \\
&= (|x_1 - y_1|^p + \dots + |x_p - y_p|^p)^{\frac{1}{p}} \\
&= d(x, y)
\end{aligned}$$

APÊNDICE B – Resultados Computacionais

Nesse apêndice serão apresentados os resultados obtidos com as redes neurais *FastART-p*. Para facilitar a visualização as tabelas apresentam o valor de ρ em intervalos, mas que representam todos os valores do intervalo variando de 0,001 em 0,001, o número de categorias, a quantidade de acertos e a quantidade de positivos classificada corretamente. Nas partições 50-50 os dados foram divididos em 342 para o treinamento e 341 para a análise, destes últimos 81 são tumores malignos. Já nas partições 75-25 os dados foram divididos em 512 para o treinamento e 171 a para análise, destes últimos 38 são tumores malignos. As discussões sobre os resultados das simulações encontram-se no decorrer do texto principal.

B.1 Partição 50-50

A Tabela 31 apresenta os resultados obtidos pela Rede *Fast ART* Euclidiana com $\beta = 0,10$ fixo e ρ variando de 0,100 a 0,859, com incremento de 0,001.

Tabela 31 – Resultados da Rede Neural *Fast ART* Euclidiana com $\beta = 0.10$

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.100 - 0.129	33	33,13%	98,76%	0.313 - 0.314	20	35,77%	100%
0.130 - 0.135	24	65,39%	98,76%	0.315 - 0.325	14	97,94%	97,53%
0.136 - 0.139	24	39,88%	98,76%	0.326 - 0.334	13	97,94%	97,53%
0.140 - 0.151	23	39,88%	98,76%	0.335 - 0.345	12	97,94%	97,53%
0.152 - 0.165	22	53,07%	98,76%	0.346 - 0.371	11	98,24%	97,53%
0.166 - 0.172	22	30,49%	98,76%	0.372 - 0.385	13	50,44%	100%
0.173 - 0.181	20	92,96%	97,53%	0.386 - 0.399	10	97,94%	97,53%
0.182 - 0.208	20	86,21%	100%	0.400 - 0.504	8	97,94%	96,29%
0.209 - 0.237	20	64,80%	100%	0.505 - 0.624	3	98,53%	96,29%
0.238 - 0.282	21	27,85%	100%	0.625 - 0.639	4	98,53%	96,29%
0.283 - 0.296	21	30,20%	97,53%	0.640 - 0.650	4	98,53%	97,53%
0.297 - 0.309	17	71,26%	97,53%	0.651 - 0.808	2	98,53%	96,29%
0.310 - 0.312	18	50,73%	100%	0.809 - 0.859	1	23,75%	100%

A Tabela 32 apresenta os resultados obtidos pela Rede *Fast ART* Euclidiana com $\beta = 0,15$ fixo e ρ variando de 0,100 a 0,948, com incremento de 0,001.

Tabela 32 – Resultados da Rede Neural *Fast ART* Euclidiana com $\beta = 0.15$

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.100 - 0.129	33	33,13%	98,76%	0.327 - 0.328	13	97,94%	97,53%
0.130 - 0.134	24	65,39%	98,76%	0.329 - 0.353	15	31,37%	100%
0.135	32	36,36%	98,76%	0.354 - 0.359	14	31,37%	100%
0.136 - 0.139	32	38,41%	98,76%	0.360 - 0.371	11	98,24%	97,53%
0.140	31	34,01%	98,76%	0.372 - 0.383	13	50,44%	100%
0.141 - 0.151	23	39,88%	98,76%	0.384 - 0.397	10	98,24%	97,53%
0.152 - 0.165	22	53,07%	98,76%	0.398 - 0.418	9	98,24%	97,53%
0.166 - 0.181	22	30,49%	98,76%	0.419 - 0.446	8	97,94%	96,29%
0.182 - 0.183	21	34,60%	97,53%	0.447 - 0.477	7	97,94%	96,29%
0.184 - 0.207	20	86,21%	100%	0.478 - 0.500	6	98,24%	96,29%
0.208 - 0.237	20	29,03%	100%	0.501 - 0.519	7	97,94%	96,29%
0.238 - 0.285	21	27,85%	100%	0.520 - 0.624	3	98,53%	96,29%
0.286	22	30,20%	97,53%	0.625 - 0.644	4	97,94%	96,29%
0.287 - 0.294	21	30,20%	97,53%	0.645 - 0.673	3	98,53%	96,29%
0.295 - 0.296	20	30,20%	97,53%	0.674 - 0.793	2	98,53%	96,29%
0.297 - 0.325	16	31,37%	100%	0.794 - 0.948	1	23,75%	100%
0.326	15	31,37%	100%				

A Tabela 33 apresenta os resultados obtidos pela Rede *Fast ART* Euclidiana com $\beta = 0,20$ fixo e ρ variando de 0,100 a 0,856, com incremento de 0,001.

Tabela 33 – Resultados da Rede Neural *Fast ART* Euclidiana com $\beta = 0.20$

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.100 - 0.129	33	31,37%	98,76%	0.384 - 0.409	10	98,24%	97,53%
0.130 - 0.133	24	63,63%	98,76%	0.410 - 0.430	9	98,24%	97,53%
0.134	33	31,08%	98,76%	0.431 - 0.432	8	97,94%	96,29%
0.135	32	31,08%	98,76%	0.433 - 0.435	9	98,24%	97,53%
0.136 - 0.140	32	32,25%	98,76%	0.436 - 0.449	8	97,94%	96,29%
0.141	31	32,25%	98,76%	0.450 - 0.455	7	97,94%	96,29%
0.142 - 0.146	22	80,35%	98,76%	0.456 - 0.467	6	98,24%	96,29%
0.147 - 0.151	23	38,12%	98,76%	0.468 - 0.478	9	98,24%	97,53%
0.152 - 0.165	22	51,31%	98,76%	0.479 - 0.524	8	97,94%	96,29%
0.166 - 0.181	22	30,49%	98,76%	0.525	7	97,94%	96,29%
0.182 - 0.190	21	34,60%	97,53%	0.526 - 0.624	3	98,53%	96,29%
0.191 - 0.209	20	86,21%	100%	0.625 - 0.628	8	19,64%	82,71%
0.210 - 0.237	20	29,03%	100%	0.629 - 0.647	4	98,82%	96,29%
0.238 - 0.296	21	27,85%	100%	0.648 - 0.669	3	98,53%	96,29%
0.297 - 0.325	16	91,78%	97,53%	0.670 - 0.671	4	97,94%	96,29%
0.326 - 0.359	15	91,78%	97,53%	0.672 - 0.679	3	98,53%	96,29%
0.360 - 0.370	14	91,78%	97,53%	0.680 - 0.779	2	98,53%	96,29%
0.371	14	50,44%	100%	0.780 - 0.784	2	23,75%	100%
0.372 - 0.383	13	50,44%	100%	0.785 - 0.856	1	23,75%	100%

A Tabela 34 apresenta os resultados obtidos pela Rede *Fast ART* Euclidiana com $\beta = 0,25$ fixo e ρ variando de 0,100 a 0,913, com incremento de 0,001.

Tabela 34 – Resultados da Rede Neural *Fast ART* Euclidiana com $\beta = 0.25$

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.100 - 0.129	33	33,13%	98,76%	0.414 - 0.443	9	98,24%	97,53%
0.130 - 0.133	24	65,68%	98,76%	0.444 - 0.459	8	97,94%	96,29%
0.134	33	26,07%	98,76%	0.460 - 0.468	9	98,24%	97,53%
0.135	32	26,07%	98,76%	0.469 - 0.509	7	97,94%	96,29%
0.136 - 0.141	32	38,41%	98,76%	0.510 - 0.534	8	97,94%	96,29%
0.142 - 0.149	22	82,40%	98,76%	0.535 - 0.624	3	98,82%	96,29%
0.150 - 0.151	23	40,17%	98,76%	0.625 - 0.638	6	97,94%	96,29%
0.152 - 0.165	22	53,37%	98,76%	0.639 - 0.647	4	98,82%	96,29%
0.166 - 0.181	22	30,49%	98,76%	0.648 - 0.668	3	98,82%	96,29%
0.182 - 0.188	21	54,83%	97,53%	0.669	8	19,94%	83,95%
0.189 - 0.194	21	34,60%	97,53%	0.670 - 0.672	8	18,18%	76,54%
0.195 - 0.211	20	86,21%	100%	0.673 - 0.686	5	14,95%	62,96%
0.212 - 0.237	20	29,03%	100%	0.687 - 0.699	4	17,59%	74,07%
0.238 - 0.307	21	27,85%	100%	0.700	5	14,07%	58,02%
0.308 - 0.325	16	91,78%	97,53%	0.701 - 0.703	4	98,24%	96,29%
0.326 - 0.368	15	91,78%	97,53%	0.704 - 0.765	2	98,53%	96,29%
0.369 - 0.370	14	91,78%	97,53%	0.766 - 0.796	2	23,75%	100%
0.371 - 0.383	14	50,44%	100%	0.797 - 0.913	1	23,75%	100%
0.384 - 0.413	10	98,24%	97,53%				

A Tabela 35 apresenta os resultados obtidos pela Rede *Fast ART* Euclidiana com $\beta = 0,30$ fixo e ρ variando de 0,100 a 0,578, com incremento de 0,001.

Tabela 35 – Resultados da Rede Neural *Fast ART* Euclidiana com $\beta = 0.30$

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.100 - 0.129	33	0,32%	98,76%	0.301 - 0.306	22	32,25%	98,76%
0.130 - 0.132	24	65,98%	98,76%	0.307 - 0.313	21	28,15%	100%
0.133 - 0.134	33	38,70%	98,76%	0.314 - 0.315	20	28,15%	100%
0.135	32	38,70%	98,76%	0.316 - 0.325	16	91,78%	97,53%
0.136 - 0.141	32	39,58%	98,76%	0.326 - 0.370	15	91,78%	97,53%
0.142 - 0.150	22	82,69%	98,76%	0.371 - 0.374	15	50,44%	100%
0.151	23	40,46%	98,76%	0.375 - 0.384	14	50,44%	100%
0.152 - 0.165	22	53,66%	98,76%	0.385 - 0.391	13	50,44%	100%
0.166 - 0.181	22	30,49%	98,76%	0.392 - 0.415	10	98,24%	97,53%
0.182 - 0.189	21	54,54%	97,53%	0.416 - 0.437	9	98,24%	97,53%
0.190 - 0.196	21	34,31%	97,53%	0.438 - 0.460	8	97,94%	96,29%
0.197 - 0.213	20	86,21%	100%	0.461 - 0.481	9	98,24%	97,53%
0.214 - 0.237	20	29,32%	100%	0.482 - 0.509	8	97,94%	96,29%
0.238 - 0.296	21	28,15%	100%	0.510 - 0.526	7	97,94%	96,29%
0.297 - 0.300	18	91,78%	97,53%	0.527 - 0.578	8	97,94%	96,29%

A Tabela 36 apresenta os resultados obtidos pela Rede *Fast ART* Euclidiana com $\beta = 0,30$ fixo e ρ variando de 0,579 a 0,851, com incremento de 0,001.

Tabela 36 – Resultados da Rede Neural *Fast ART* Euclidiana com $\beta = 0.30$

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.579 - 0.625	7	97,94%	96,29%	0.687 - 0.688	7	18,18%	76,54%
0.626 - 0.634	8	23,16%	95,06%	0.689 - 0.696	5	17,88%	75,30%
0.635 - 0.639	6	97,94%	96,29%	0.697 - 0.719	4	17,59%	74,07%
0.640 - 0.643	7	20,82%	86,41%	0.720 - 0.736	5	14,07%	58,02%
0.644 - 0.646	6	20,52%	85,18%	0.737 - 0.751	2	98,53%	96,29%
0.647 - 0.649	8	19,64%	82,71%	0.752	3	23,75%	100%
0.650 - 0.668	3	98,82%	96,29%	0.753 - 0.759	4	23,75%	100%
0.669 - 0.684	8	19,94%	82,71%	0.760 - 0.769	2	98,53%	96,29%
0.685	7	19,64%	82,71%	0.770 - 0.806	2	23,75%	100%
0.686	7	19,94%	83,95%	0.807 - 0.851	1	23,75%	100%

A Tabela 37 apresenta os resultados obtidos pela Rede *Fast ART-4* com $\beta = 0,10$ fixo e ρ variando de 0,100 a 0,970, com incremento de 0,001.

Tabela 37 – Resultados da Rede Neural *Fast ART-4* com $\beta = 0.10$

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.100 - 0.107	34	42,81%	98,76%	0.282 - 0.285	19	64,80%	100%
0.108 - 0.111	33	42,81%	98,76%	0.286 - 0.321	20	27,27%	100%
0.112 - 0.115	34	30,79%	98,76%	0.322 - 0.337	20	28,15%	100%
0.116 - 0.163	33	31,37%	98,76%	0.338 - 0.356	16	70,96%	97,53%
0.164 - 0.165	31	31,37%	98,76%	0.357 - 0.367	15	70,96%	97,53%
0.166 - 0.186	23	66,86%	100%	0.368 - 0.386	14	70,96%	97,53%
0.187 - 0.195	23	58,06%	100%	0.387 - 0.458	14	50,73%	100%
0.196 - 0.207	24	31,08%	97,53%	0.459 - 0.468	10	98,24%	97,53%
0.208 - 0.227	20	93,25%	97,53%	0.469	9	98,24%	97,53%
0.228	20	86,80%	100%	0.470 - 0.531	8	98,24%	97,53%
0.229 - 0.251	20	30,20%	97,53%	0.532 - 0.616	7	97,94%	97,53%
0.252 - 0.258	20	58,94%	100%	0.617 - 0.684	6	97,94%	97,53%
0.259	19	50,73%	100%	0.685 - 0.770	4	98,24%	97,53%
0.260 - 0.276	21	36,95%	100%	0.771 - 0.817	2	98,82%	97,53%
0.277 - 0.281	20	28,15%	100%	0.818 - 0.970	1	23,75%	100%

A Tabela 38 apresenta os resultados obtidos pela Rede *FastART-4* com $\beta = 0,15$ fixo e ρ variando de 0,080 a 0,158, com incremento de 0,001.

Tabela 38 – Resultados da Rede Neural *Fast ART-4* com $\beta = 0.15$

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.080 - 0.085	34	44,57%	98,76%	0.108 - 0.111	33	42,81%	98,76%
0.086 - 0.097	34	44,86%	98,76%	0.112	34	31,37%	98,76%
0.098 - 0.107	34	42,81%	98,76%	0.113 - 0.158	33	31,37%	98,76%

A Tabela 39 apresenta os resultados obtidos pela Rede *Fast* ART-4 com $\beta = 0,15$ fixo e ρ variando de 0,159 a 0,989, com incremento de 0,001.

Tabela 39 – Resultados da Rede Neural *Fast* ART-4 com $\beta = 0.15$

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.159 - 0.161	33	35,77%	98,76%	0.389 - 0.449	15	50,73%	100%
0.162 - 0.163	33	34,60%	98,76%	0.450 - 0.458	14	50,73%	100%
0.164 - 0.166	32	34,60%	98,76%	0.459 - 0.463	13	50,73%	100%
0.167 - 0.186	23	66,27%	98,76%	0.464 - 0.470	10	98,24%	97,53%
0.187 - 0.190	23	57,77%	98,76%	0.471 - 0.474	9	98,24%	97,53%
0.191 - 0.209	22	45,45%	97,53%	0.475 - 0.539	8	98,24%	97,53%
0.210 - 0.216	24	31,08%	97,53%	0.540 - 0.623	7	98,24%	97,53%
0.217 - 0.227	20	93,25%	97,53%	0.624 - 0.635	8	98,24%	97,53%
0.228 - 0.251	20	86,80%	100%	0.636 - 0.644	7	98,24%	97,53%
0.252 - 0.258	21	48,68%	100%	0.645 - 0.670	6	98,24%	97,53%
0.259 - 0.262	21	58,94%	100%	0.671 - 0.684	5	97,94%	97,53%
0.263 - 0.270	20	58,94%	100%	0.685 - 0.693	6	98,24%	97,53%
0.271 - 0.276	19	50,73%	100%	0.694 - 0.705	5	97,94%	97,53%
0.277 - 0.281	20	28,15%	100%	0.706 - 0.713	6	98,24%	97,53%
0.282 - 0.285	19	64,80%	100%	0.714 - 0.740	5	97,94%	97,53%
0.286 - 0.357	20	27,27%	100%	0.741 - 0.757	4	98,24%	97,53%
0.358 - 0.359	19	27,27%	100%	0.758 - 0.780	3	98,53%	97,53%
0.360 - 0.384	15	70,96%	97,53%	0.781 - 0.802	2	98,82%	97,53%
0.385 - 0.386	14	70,96%	97,53%	0.803 - 0.811	2	23,75%	100%
0.387 - 0.388	14	50,73%	100%	0.812 - 0.989	1	23,75%	100%

A Tabela 40 apresenta os resultados obtidos pela Rede *Fast* ART-4 com $\beta = 0,20$ fixo e ρ variando de 0,100 a 0,534, com incremento de 0,001.

Tabela 40 – Resultados da Rede Neural *Fast* ART-4 com $\beta = 0.20$

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.100 - 0.107	34	42,52%	98,76%	0.276	20	57,77%	100%
0.108 - 0.111	33	42,81%	98,76%	0.277 - 0.281	20	28,44%	100%
0.112 - 0.116	34	31,08%	98,76%	0.282 - 0.285	19	29,03%	100%
0.117 - 0.155	33	31,08%	98,76%	0.286 - 0.357	20	27,27%	100%
0.156 - 0.162	33	29,03%	98,76%	0.358 - 0.366	19	27,27%	100%
0.163	33	31,08%	98,76%	0.367 - 0.386	15	70,96%	97,53%
0.164 - 0.167	32	31,08%	98,76%	0.387 - 0.452	15	50,73%	100%
0.168 - 0.186	23	66,27%	98,76%	0.453 - 0.468	10	98,24%	97,53%
0.187 - 0.189	23	57,77%	98,76%	0.469	13	50,73%	100%
0.190 - 0.218	22	45,45%	97,53%	0.470 - 0.472	12	50,73%	100%
0.219	24	31,08%	97,53%	0.473 - 0.483	15	30,20%	97,53%
0.220 - 0.227	20	92,96%	97,53%	0.484 - 0.491	9	98,24%	97,53%
0.228 - 0.251	20	50,73%	100%	0.492 - 0.498	11	50,73%	100%
0.252 - 0.272	21	48,68%	100%	0.499	10	50,73%	100%
0.273 - 0.275	21	57,77%	100%	0.500 - 0.534	8	98,24%	97,53%

A Tabela 41 apresenta os resultados obtidos pela Rede *Fast* ART-4 com $\beta = 0,20$ fixo e ρ variando de 0,535 a 0,989, com incremento de 0,001.

Tabela 41 – Resultados da Rede Neural *Fast* ART-4 com $\beta = 0.20$

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.535 - 0.545	7	98,24%	97,53%	0.725 - 0.741	5	98,24%	97,53%
0.546 - 0.548	8	98,24%	97,53%	0.742 - 0.797	4	98,24%	97,53%
0.549 - 0.598	7	98,24%	97,53%	0.798 - 0.824	2	23,75%	100%
0.599 - 0.657	8	98,24%	97,53%	0.825 - 0.989	1	23,75%	100%
0.658 - 0.724	6	98,24%	97,53%				

A Tabela 42 apresenta os resultados obtidos pela Rede *Fast* ART-4 com $\beta = 0,25$ fixo e ρ variando de 0,100 a 0,989, com incremento de 0,001.

Tabela 42 – Resultados da Rede Neural *Fast* ART-4 com $\beta = 0.25$

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.100 - 0.107	34	42,81%	98,76%	0.499 - 0.500	8	98,24%	97,53%
0.108 - 0.111	33	43,10%	98,76%	0.501 - 0.502	11	50,73%	100%
0.112 - 0.117	34	31,37%	98,76%	0.503 - 0.507	10	50,73%	100%
0.118 - 0.156	33	31,37%	98,76%	0.508 - 0.510	9	71,26%	97,53%
0.157 - 0.163	33	35,77%	98,76%	0.511 - 0.518	10	50,73%	100%
0.164 - 0.168	32	34,60%	98,76%	0.519 - 0.522	9	71,26%	97,53%
0.169 - 0.186	23	66,27%	98,76%	0.523 - 0.531	8	98,24%	97,53%
0.187 - 0.189	23	57,77%	98,76%	0.532 - 0.533	10	50,73%	100%
0.190 - 0.222	22	45,45%	97,53%	0.534 - 0.542	9	71,26%	97,53%
0.223 - 0.227	20	92,96%	97,53%	0.543 - 0.552	8	98,24%	97,53%
0.228 - 0.238	20	86,21%	100%	0.553 - 0.554	9	71,26%	97,53%
0.239 - 0.251	20	50,73%	100%	0.555 - 0.594	8	98,24%	97,53%
0.252 - 0.276	21	48,68%	100%	0.595 - 0.621	7	98,24%	97,53%
0.277 - 0.280	21	28,44%	100%	0.622 - 0.631	6	98,24%	97,53%
0.281	20	28,44%	100%	0.632 - 0.638	8	98,24%	97,53%
0.282 - 0.285	19	29,03%	100%	0.639 - 0.646	7	98,24%	97,53%
0.286 - 0.321	20	27,27%	100%	0.647 - 0.725	6	98,24%	97,53%
0.322 - 0.323	18	59,23%	100%	0.726 - 0.768	5	98,24%	97,53%
0.324 - 0.330	17	91,78%	97,53%	0.769	6	19,35%	81,48%
0.331 - 0.357	20	27,27%	100%	0.770 - 0.780	5	21,40%	87,65%
0.358 - 0.372	19	27,27%	100%	0.781 - 0.782	5	98,24%	97,53%
0.373 - 0.379	18	28,44%	100%	0.783 - 0.790	6	98,24%	97,53%
0.380 - 0.386	15	70,96%	97,53%	0.791 - 0.796	4	98,24%	97,53%
0.387 - 0.452	15	50,73%	100%	0.797 - 0.802	4	23,75%	100%
0.453 - 0.470	10	98,24%	97,53%	0.803 - 0.815	3	23,75%	100%
0.471	9	98,24%	97,53%	0.816 - 0.818	2	98,82%	97,53%
0.472 - 0.486	12	50,73%	100%	0.819 - 0.834	2	23,75%	100%
0.487 - 0.491	11	50,73%	100%	0.835 - 0.989	1	23,75%	100%
0.492 - 0.498	9	98,24%	97,53%				

A Tabela 43 apresenta os resultados obtidos pela Rede *Fast* ART-4 com $\beta = 0,30$ fixo e ρ variando de 0,100 a 0,947, com incremento de 0,001.

Tabela 43 – Resultados da Rede Neural *Fast* ART-4 com $\beta = 0.30$

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.100 - 0.102	34	39,00%	98,76%	0.473 - 0.479	9	98,24%	97,53%
0.103 - 0.111	33	41,05%	98,76%	0.480 - 0.486	12	50,73%	100%
0.112 - 0.118	34	31,37%	98,76%	0.487 - 0.507	11	50,73%	100%
0.119 - 0.155	33	31,37%	98,76%	0.508 - 0.511	10	71,26%	97,53%
0.156 - 0.163	33	36,65%	98,76%	0.512 - 0.535	11	50,73%	100%
0.164 - 0.168	32	37,24%	98,76%	0.536 - 0.575	10	71,26%	97,53%
0.169 - 0.186	23	66,27%	98,76%	0.576 - 0.578	9	61,29%	100%
0.187 - 0.189	23	57,77%	98,76%	0.579 - 0.584	9	50,73%	100%
0.190 - 0.191	21	89,14%	97,53%	0.585 - 0.588	7	98,24%	97,53%
0.192 - 0.223	22	45,45%	97,53%	0.589 - 0.634	8	98,24%	97,53%
0.224 - 0.227	20	92,96%	97,53%	0.635 - 0.649	7	98,24%	97,53%
0.228 - 0.247	20	86,21%	100%	0.650 - 0.652	8	98,24%	97,53%
0.248 - 0.251	20	50,73%	100%	0.653 - 0.689	7	98,24%	97,53%
0.252 - 0.277	21	48,68%	100%	0.690 - 0.743	6	98,24%	97,53%
0.278 - 0.281	21	28,44%	100%	0.744 - 0.748	5	98,24%	97,53%
0.282	20	29,03%	100%	0.749 - 0.769	7	16,12%	66,66%
0.283 - 0.285	19	29,03%	100%	0.770 - 0.771	5	98,24%	97,53%
0.286 - 0.321	20	27,27%	100%	0.772 - 0.786	5	19,06%	80,24%
0.322 - 0.323	18	59,23%	100%	0.787 - 0.794	4	19,06%	80,24%
0.324 - 0.342	17	91,78%	97,53%	0.795 - 0.796	5	15,83%	66,66%
0.343 - 0.357	20	27,27%	100%	0.797 - 0.800	4	98,24%	97,53%
0.358 - 0.372	19	27,27%	100%	0.801 - 0.810	3	13,48%	54,32%
0.373 - 0.386	18	28,44%	100%	0.811 - 0.832	4	23,75%	100%
0.387 - 0.388	17	28,44%	100%	0.833 - 0.840	2	23,75%	100%
0.389 - 0.452	15	50,73%	100%	0.841 - 0.947	1	23,75%	100%
0.453 - 0.472	10	98,24%	97,53%				

A Tabela 44 apresenta os resultados obtidos pela Rede *Fast* ART-8 com $\beta = 0,10$ fixo e ρ variando de 0,010 a 0,236, com incremento de 0,001.

Tabela 44 – Resultados da Rede Neural *Fast* ART-8 com $\beta = 0.10$

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.010 - 0.083	34	47,80%	98,76%	0.165 - 0.174	33	35,77%	98,76%
0.084 - 0.098	34	44,57%	98,76%	0.175	32	35,77%	98,76%
0.099	34	44,86%	98,76%	0.176 - 0.181	31	31,37%	98,76%
0.100 - 0.108	34	42,81%	98,76%	0.182 - 0.183	32	31,37%	98,76%
0.109 - 0.119	34	31,37%	98,76%	0.184 - 0.198	23	61,87%	100%
0.120 - 0.127	33	31,37%	98,76%	0.199 - 0.205	23	51,31%	100%
0.128	33	30,79%	98,76%	0.206 - 0.224	24	31,08%	97,53%
0.129 - 0.164	33	31,37%	98,76%	0.225 - 0.236	23	29,91%	97,53%

A Tabela 45 apresenta os resultados obtidos pela Rede *Fast* ART-8 com $\beta = 0,10$ fixo e ρ variando de 0,237 a 0,860, com incremento de 0,001.

Tabela 45 – Resultados da Rede Neural *Fast* ART-8 com $\beta = 0.10$

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.237 - 0.244	19	93,54%	97,53%	0.539 - 0.542	10	97,94%	97,53%
0.245 - 0.258	19	87,97%	100%	0.543 - 0.561	9	97,94%	97,53%
0.259 - 0.288	20	57,18%	100%	0.562 - 0.592	8	97,94%	97,53%
0.289 - 0.298	21	57,77%	100%	0.593 - 0.661	7	97,94%	97,53%
0.299 - 0.344	20	27,85%	100%	0.662 - 0.696	6	97,94%	97,53%
0.345 - 0.363	19	29,03%	97,53%	0.697 - 0.701	7	97,94%	97,53%
0.364 - 0.372	16	50,73%	100%	0.702 - 0.708	6	97,94%	97,53%
0.373 - 0.400	15	50,73%	100%	0.709 - 0.722	5	98,24%	97,53%
0.401 - 0.435	14	50,73%	100%	0.723 - 0.800	4	98,24%	97,53%
0.436 - 0.494	13	51,02%	100%	0.801 - 0.851	2	98,53%	97,53%
0.495 - 0.501	12	51,02%	100%	0.852 - 0.860	1	100%	100%
0.502 - 0.538	11	70,96%	97,53%				

A Tabela 46 apresenta os resultados obtidos pela Rede *Fast* ART-8 com $\beta = 0,15$ fixo e ρ variando de 0,01 a 0,989, com incremento de 0,001.

Tabela 46 – Resultados da Rede Neural *Fast* ART-8 com $\beta = 0.15$

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.010 - 0.083	34	47,80%	98,76%	0.290 - 0.298	21	56,30%	100%
0.084 - 0.098	34	44,57%	98,76%	0.299 - 0.361	20	28,15%	100%
0.099	34	44,86%	98,76%	0.362 - 0.363	19	28,15%	100%
0.100 - 0.108	34	42,81%	98,76%	0.364 - 0.366	18	56,30%	100%
0.109 - 0.120	34	31,37%	98,76%	0.367	17	59,82%	100%
0.121 - 0.159	33	31,37%	98,76%	0.368 - 0.372	16	50,73%	100%
0.160 - 0.180	33	35,77%	98,76%	0.373 - 0.400	15	50,73%	100%
0.181	32	34,60%	98,76%	0.401 - 0.435	14	50,73%	100%
0.182 - 0.183	32	31,37%	98,76%	0.436 - 0.500	13	50,73%	100%
0.184 - 0.198	23	64,22%	100%	0.501	12	50,73%	100%
0.199 - 0.201	23	55,42%	100%	0.502 - 0.540	11	71,26%	97,53%
0.202	22	45,74%	97,53%	0.541 - 0.552	10	71,26%	97,53%
0.203 - 0.240	24	31,08%	97,53%	0.553 - 0.563	9	71,26%	97,53%
0.241 - 0.244	23	31,08%	97,53%	0.564 - 0.626	8	97,94%	97,53%
0.245 - 0.246	23	27,85%	100%	0.627 - 0.675	7	97,94%	97,53%
0.247 - 0.249	22	30,49%	98,76%	0.676 - 0.721	6	97,94%	97,53%
0.250 - 0.258	19	86,80%	100%	0.722 - 0.741	5	98,24%	97,53%
0.259 - 0.270	20	48,97%	100%	0.742 - 0.800	4	98,24%	97,53%
0.271 - 0.286	20	56,30%	100%	0.801 - 0.851	2	98,53%	97,53%
0.287 - 0.289	19	50,73%	100%	0.852 - 0.989	1	23,75%	100%

A Tabela 47 apresenta os resultados obtidos pela Rede *Fast* ART-8 com $\beta = 0,20$ fixo e ρ variando de 0,01 a 0,989, com incremento de 0,001.

Tabela 47 – Resultados da Rede Neural *Fast* ART-8 com $\beta = 0.20$

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.100 - 0.108	34	42,52%	98,76%	0.362 - 0.363	19	28,15%	100%
0.109 - 0.120	34	31,08%	98,76%	0.364 - 0.372	18	28,15%	100%
0.121 - 0.158	33	31,08%	98,76%	0.373 - 0.378	17	28,15%	100%
0.159 - 0.181	33	29,03%	98,76%	0.379 - 0.400	15	50,73%	100%
0.182	32	27,27%	98,76%	0.401 - 0.434	14	50,73%	100%
0.183	32	31,08%	98,76%	0.435 - 0.500	13	50,73%	100%
0.184 - 0.198	23	66,86%	100%	0.501	12	50,73%	100%
0.199	23	58,06%	100%	0.502 - 0.538	11	71,26%	97,53%
0.200 - 0.210	22	45,74%	97,53%	0.539 - 0.544	10	98,24%	97,53%
0.211 - 0.244	24	31,08%	97,53%	0.545 - 0.552	11	71,26%	97,53%
0.245 - 0.246	24	27,85%	100%	0.553 - 0.606	9	71,26%	97,53%
0.247 - 0.250	23	36,36%	100%	0.607 - 0.622	8	98,24%	97,53%
0.251 - 0.253	22	36,36%	100%	0.623 - 0.636	7	90,61%	64,19%
0.254 - 0.258	19	86,80%	100%	0.637 - 0.675	7	16,12%	66,66%
0.259 - 0.285	20	48,68%	100%	0.676 - 0.768	5	98,24%	97,53%
0.286 - 0.292	20	58,94%	100%	0.769 - 0.800	4	98,24%	97,53%
0.293 - 0.295	19	50,73%	100%	0.801	3	98,82%	97,53%
0.296 - 0.298	21	26,07%	100%	0.802 - 0.851	2	98,82%	97,53%
0.299 - 0.361	20	27,27%	100%	0.852 - 0.989	1	23,75%	100%

A Tabela 48 apresenta os resultados obtidos pela Rede *Fast* ART-8 com $\beta = 0,25$ fixo e ρ variando de 0,01 a 0,668, com incremento de 0,001.

Tabela 48 – Resultados da Rede Neural *Fast* ART-8 com $\beta = 0.25$

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.010 - 0.083	34	47,80%	98,76%	0.294 - 0.296	20	58,94%	100%
0.084 - 0.098	34	44,57%	98,76%	0.297	19	50,73%	100%
0.099	34	44,86%	98,76%	0.298	21	26,07%	100%
0.100 - 0.108	34	42,81%	98,76%	0.299	20	28,15%	100%
0.109 - 0.120	34	31,37%	98,76%	0.300 - 0.361	20	27,27%	100%
0.121 - 0.157	33	31,37%	98,76%	0.362 - 0.363	19	28,15%	100%
0.158 - 0.181	33	35,77%	98,76%	0.364 - 0.372	18	28,15%	100%
0.182	32	30,79%	98,76%	0.373 - 0.378	17	28,15%	100%
0.183	32	29,61%	98,76%	0.379 - 0.388	16	64,80%	100%
0.184 - 0.198	23	66,56%	98,76%	0.389 - 0.400	15	50,73%	100%
0.199	23	57,77%	98,76%	0.401 - 0.449	14	50,73%	100%
0.200 - 0.214	22	45,74%	97,53%	0.450 - 0.500	13	50,73%	100%
0.215 - 0.244	24	31,08%	97,53%	0.501 - 0.502	15	30,20%	97,53%
0.245 - 0.246	24	27,85%	100%	0.503 - 0.556	11	71,26%	97,53%
0.247 - 0.255	23	36,36%	100%	0.557 - 0.568	10	71,26%	97,53%
0.256	20	86,80%	100%	0.569 - 0.649	9	71,26%	97,53%
0.257 - 0.258	19	86,80%	100%	0.650 - 0.654	9	71,26%	97,53%
0.259 - 0.293	20	48,68%	100%	0.655 - 0.668	8	98,24%	97,53%

A Tabela 49 apresenta os resultados obtidos pela Rede *Fast* ART-8 com $\beta = 0,25$ fixo e ρ variando de 0,669 a 0,989, com incremento de 0,001.

Tabela 49 – Resultados da Rede Neural *Fast* ART-8 com $\beta = 0.25$

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.669 - 0.696	7	91,20%	66,66%	0.787 - 0.820	4	97,94%	97,53%
0.697 - 0.743	5	98,24%	97,53%	0.821 - 0.827	3	98,24%	97,53%
0.744 - 0.770	8	16,71%	69,13%	0.828 - 0.858	2	98,82%	97,53%
0.771 - 0.782	7	16,71%	69,13%	0.859 - 0.863	2	23,75%	100%
0.783 - 0.786	6	98,24%	97,53%	0.864 - 0.989	1	23,75%	100%

A Tabela 50 apresenta os resultados obtidos pela Rede *Fast* ART-8 com $\beta = 0,30$ fixo e ρ variando de 0,010 a 0,859, com incremento de 0,001.

Tabela 50 – Resultados da Rede Neural *Fast* ART-8 com $\beta = 0.30$

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.010 - 0.083	34	48,09%	98,76%	0.373 - 0.378	17	28,15%	100%
0.084 - 0.099	34	44,86%	98,76%	0.379 - 0.395	16	64,80%	100%
0.100 - 0.108	34	39,00%	98,76%	0.396 - 0.400	15	50,73%	100%
0.109 - 0.120	34	31,37%	98,76%	0.401 - 0.463	14	50,73%	100%
0.121 - 0.157	33	31,37%	98,76%	0.464 - 0.468	10	98,24%	97,53%
0.158 - 0.181	33	36,65%	98,76%	0.469 - 0.500	13	50,73%	100%
0.182 - 0.183	32	31,67%	98,76%	0.501 - 0.504	15	30,20%	97,53%
0.184 - 0.198	23	66,2%	98,76%	0.505 - 0.566	11	71,26%	97,53%
0.199	23	57,77%	98,76%	0.567 - 0.630	10	71,26%	97,53%
0.200 - 0.216	22	45,45%	97,53%	0.631 - 0.656	9	71,26%	97,53%
0.217 - 0.244	24	31,67%	97,53%	0.657 - 0.669	10	71,26%	97,53%
0.245 - 0.246	24	27,85%	100%	0.670 - 0.674	8	98,24%	97,53%
0.247 - 0.255	23	36,65%	100%	0.675 - 0.693	7	91,20%	66,66%
0.256 - 0.258	20	86,21%	100%	0.694 - 0.729	6	98,24%	97,53%
0.259 - 0.296	20	48,68%	100%	0.730 - 0.744	5	14,66%	60,49%
0.297 - 0.298	20	57,77%	100%	0.745 - 0.798	6	98,24%	97,53%
0.299	20	28,44%	100%	0.799 - 0.800	7	19,94%	83,95%
0.300 - 0.344	20	27,27%	100%	0.801 - 0.807	5	98,24%	97,53%
0.345 - 0.357	17	%	97,53%	0.808 - 0.823	4	98,24%	97,53%
0.358 - 0.361	20	27,27%	100%	0.824 - 0.852	3	97,94%	97,53%
0.362 - 0.363	19	28,15%	100%	0.853 - 0.859	3	23,75%	100%
0.364 - 0.372	18	28,15%	100%				

A Tabela 51 apresenta os resultados obtidos pela Rede *Fast* ART-16 com $\beta = 0,10$ fixo e ρ variando de 0,010 a 0,974, com incremento de 0,001.

Tabela 51 – Resultados da Rede Neural *Fast* ART-16 com $\beta = 0.10$

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.010 - 0.091	34	47,80%	98,76%	0.352 - 0.367	17	60,99%	98,76%
0.092 - 0.099	34	44,57%	98,76%	0.368 - 0.383	16	51,02%	100%
0.100 - 0.104	34	42,81%	98,76%	0.384 - 0.400	15	51,02%	100%
0.105 - 0.112	34	31,37%	98,76%	0.401 - 0.417	14	51,02%	100%
0.113 - 0.161	33	31,37%	98,76%	0.418 - 0.422	13	70,96%	97,53%
0.162 - 0.174	33	35,77%	98,76%	0.423 - 0.500	13	51,02%	100%
0.175 - 0.183	32	30,79%	98,76%	0.501 - 0.555	11	70,96%	97,53%
0.184 - 0.191	32	31,37%	98,76%	0.556 - 0.572	10	97,94%	97,53%
0.192 - 0.199	23	56,01%	100%	0.573 - 0.592	9	97,94%	97,53%
0.200 - 0.202	22	72,43%	97,53%	0.593 - 0.644	8	97,94%	97,53%
0.203 - 0.223	23	29,61%	97,53%	0.645 - 0.653	7	97,94%	97,53%
0.224 - 0.249	23	27,85%	100%	0.654 - 0.745	6	97,94%	97,53%
0.250 - 0.251	22	31,37%	97,53%	0.746 - 0.795	5	98,24%	97,53%
0.252 - 0.279	19	87,68%	98,76%	0.796 - 0.800	4	98,24%	97,53%
0.280 - 0.299	20	56,30%	100%	0.801 - 0.815	3	98,53%	97,53%
0.300 - 0.348	20	27,85%	100%	0.816 - 0.881	2	98,24%	97,53%
0.349 - 0.351	18	56,59%	100%	0.882 - 0.974	1	100%	100%

A Tabela 52 apresenta os resultados obtidos pela Rede *Fast* ART-16 com $\beta = 0, 15$ fixo e ρ variando de 0,010 a 0,989, com incremento de 0,001.

Tabela 52 – Resultados da Rede Neural *Fast* ART-16 com $\beta = 0.15$

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.010 - 0.091	34	47,80%	98,76%	0.300 - 0.348	20	28,15%	100%
0.092 - 0.099	34	44,57%	98,76%	0.349 - 0.356	18	28,15%	100%
0.100 - 0.104	34	42,81%	98,76%	0.357 - 0.367	17	65,68%	98,76%
0.105 - 0.134	34	31,37%	98,76%	0.368 - 0.383	17	60,70%	98,76%
0.135 - 0.154	33	31,37%	98,76%	0.384 - 0.392	16	60,99%	98,76%
0.155 - 0.174	33	35,77%	98,76%	0.393 - 0.400	15	51,02%	100%
0.175 - 0.188	32	30,79%	98,76%	0.401 - 0.417	14	51,02%	100%
0.189	32	29,91%	98,76%	0.418 - 0.500	13	51,02%	100%
0.190 - 0.191	32	31,37%	98,76%	0.501 - 0.572	11	70,96%	97,53%
0.192 - 0.199	23	64,22%	100%	0.573	9	97,94%	97,53%
0.200 - 0.201	23	55,42%	100%	0.574 - 0.684	8	97,94%	97,53%
0.202 - 0.223	24	31,08%	97,53%	0.685 - 0.705	7	90,61%	65,43%
0.224 - 0.249	23	27,85%	100%	0.706 - 0.727	7	97,94%	97,53%
0.250 - 0.260	22	30,49%	98,76%	0.728 - 0.750	6	97,94%	97,53%
0.261 - 0.265	20	54,54%	98,76%	0.751 - 0.800	5	98,24%	97,53%
0.266 - 0.279	19	87,68%	98,76%	0.801 - 0.817	3	98,82%	97,53%
0.280 - 0.295	20	56,30%	100%	0.818 - 0.881	2	98,24%	97,53%
0.296 - 0.299	21	56,30%	100%	0.882 - 0.989	1	23,75%	100%

A Tabela 53 apresenta os resultados obtidos pela Rede *Fast* ART-16 com $\beta = 0, 20$ fixo e ρ variando de 0,100 a 0,916, com incremento de 0,001.

Tabela 53 – Resultados da Rede Neural *Fast* ART-16 com $\beta = 0.20$

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.100 - 0.104	34	42,81%	98,76%	0.396 - 0.397	17	56,30%	100%
0.105 - 0.116	34	31,08%	98,76%	0.398 - 0.400	16	59,82%	100%
0.117 - 0.152	33	31,08%	98,76%	0.401 - 0.417	14	50,73%	100%
0.153 - 0.174	33	29,91%	98,76%	0.418 - 0.500	13	50,73%	100%
0.175 - 0.190	32	27,27%	98,76%	0.501 - 0.572	11	70,96%	97,53%
0.191	32	31,08%	98,76%	0.573 - 0.575	11	50,73%	100%
0.192 - 0.199	23	64,22%	100%	0.576 - 0.583	11	51,02%	100%
0.200	23	55,42%	100%	0.584	8	97,94%	97,53%
0.201 - 0.202	22	45,74%	97,53%	0.585 - 0.619	9	70,96%	97,53%
0.203 - 0.223	24	31,08%	97,53%	0.620 - 0.668	8	97,94%	97,53%
0.224 - 0.234	24	27,85%	100%	0.669 - 0.674	7	90,61%	65,43%
0.235 - 0.249	23	27,85%	100%	0.675 - 0.701	8	97,94%	97,53%
0.250 - 0.260	22	30,49%	98,76%	0.702 - 0.726	7	90,61%	65,43%
0.261 - 0.270	20	54,54%	98,76%	0.727 - 0.730	7	97,94%	97,53%
0.271 - 0.279	19	86,80%	100%	0.731 - 0.744	6	97,94%	97,53%
0.280 - 0.286	20	48,97%	100%	0.745 - 0.800	5	97,94%	97,53%
0.287 - 0.293	20	56,30%	100%	0.801	5	97,94%	97,53%
0.294 - 0.299	21	56,30%	100%	0.802 - 0.809	4	98,24%	97,53%
0.300 - 0.348	20	28,15%	100%	0.810 - 0.818	3	98,82%	97,53%
0.349 - 0.356	18	28,15%	100%	0.819 - 0.826	3	98,24%	97,53%
0.357 - 0.376	17	64,80%	100%	0.827 - 0.830	3	98,53%	97,53%
0.377 - 0.378	18	56,30%	100%	0.831 - 0.881	2	98,82%	97,53%
0.379 - 0.383	17	59,82%	100%	0.882 - 0.916	1	23,75%	100%
0.384 - 0.395	16	59,82%	100%				

A Tabela 54 apresenta os resultados obtidos pela Rede *Fast* ART-16 com $\beta = 0,25$ fixo e ρ variando de 0,100 a 0,572, com incremento de 0,001.

Tabela 54 – Resultados da Rede Neural *Fast* ART-16 com $\beta = 0.25$

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.100 - 0.104	34	43,10%	98,76%	0.280 - 0.293	20	48,97%	100%
0.105 - 0.116	34	31,37%	98,76%	0.294 - 0.296	20	56,30%	100%
0.117 - 0.152	33	31,37%	98,76%	0.297 - 0.299	21	56,30%	100%
0.153 - 0.174	33	35,77%	98,76%	0.300 - 0.348	20	28,15%	100%
0.175 - 0.191	32	30,79%	98,76%	0.349 - 0.356	18	28,15%	100%
0.192 - 0.199	23	64,22%	100%	0.357 - 0.383	17	64,80%	100%
0.200	23	55,42%	100%	0.384 - 0.386	16	64,80%	100%
0.201 - 0.206	22	45,74%	97,530	0.387 - 0.389	17	56,30%	100%
0.207 - 0.223	24	31,37%	97,530	0.390 - 0.400	16	59,82%	100%
0.224 - 0.240	24	27,85%	100%	0.401 - 0.405	15	59,82%	100%
0.241 - 0.249	23	27,85%	100%	0.406 - 0.426	14	50,73%	100%
0.250 - 0.260	22	30,49%	98,76%	0.427 - 0.500	13	50,73%	100%
0.261 - 0.272	20	54,54%	98,76%	0.501 - 0.503	15	30,20%	97,530
0.273 - 0.279	19	86,80%	100%	0.504 - 0.572	11	70,96%	97,530

A Tabela 55 apresenta os resultados obtidos pela Rede *Fast* ART-16 com $\beta = 0,25$ fixo e ρ variando de 0,573 a 0,876, com incremento de 0,001.

Tabela 55 – Resultados da Rede Neural *Fast* ART-16 com $\beta = 0.25$.

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.573 - 0.591	11	50,73%	100%	0.714 - 0.743	8	16,71%	69,13%
0.592 - 0.611	10	70,96%	97,530	0.744 - 0.797	6	97,94%	97,530
0.612 - 0.659	9	70,96%	97,530	0.798 - 0.820	4	97,94%	97,530
0.660 - 0.661	8	97,94%	97,530	0.821 - 0.844	3	98,24%	97,530
0.662 - 0.687	7	90,90%	66,66%	0.845 - 0.853	3	97,94%	97,530
0.688 - 0.701	7	16,71%	69,13%	0.854 - 0.876	2	98,82%	97,530
0.702 - 0.713	6	93,54%	79,01%				

A Tabela 56 apresenta os resultados obtidos pela Rede *Fast* ART-16 com $\beta = 0,30$ fixo e ρ variando de 0,100 a 0,980, com incremento de 0,001.

Tabela 56 – Resultados da Rede Neural *Fast* ART-16 com $\beta = 0.30$.

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.100 - 0.104	34	39,00%	98,76%	0.393 - 0.400	17	56,30%	100%
0.105 - 0.116	34	31,37%	98,76%	0.401 - 0.407	15	59,82%	100%
0.117 - 0.152	33	31,37%	98,76%	0.408 - 0.435	14	50,73%	100%
0.153 - 0.174	33	36,65%	98,76%	0.436 - 0.500	13	50,73%	100%
0.175 - 0.191	32	31,67%	98,76%	0.501 - 0.505	15	30,49%	98,76%
0.192 - 0.199	23	64,22%	100%	0.506 - 0.596	11	70,96%	97,530
0.200	23	55,42%	100%	0.597 - 0.680	9	70,96%	97,530
0.201 - 0.207	22	45,74%	97,53%	0.681	8	95,30%	85,18%
0.208 - 0.223	24	31,37%	97,53%	0.682 - 0.683	8	97,94%	97,530
0.224 - 0.242	24	27,85%	100%	0.684 - 0.713	7	90,61%	65,43%
0.243 - 0.249	23	27,85%	100%	0.714 - 0.737	7	16,42%	67,90%
0.250 - 0.260	22	36,36%	100%	0.738 - 0.739	10	17,30%	71,60%
0.261 - 0.272	20	52,19%	100%	0.740 - 0.750	6	97,94%	97,530
0.273 - 0.279	19	86,80%	100%	0.751 - 0.759	7	16,42%	67,90%
0.280 - 0.296	20	48,68%	100%	0.760 - 0.807	6	97,94%	97,530
0.297 - 0.298	19	30,20%	97,53%	0.808 - 0.813	5	97,94%	97,530
0.299	21	26,07%	100%	0.814 - 0.821	4	97,94%	97,530
0.300 - 0.348	20	27,85%	100%	0.822 - 0.868	3	97,94%	97,530
0.349 - 0.356	18	28,15%	100%	0.869 - 0.881	2	98,82%	97,530
0.357 - 0.383	17	64,80%	100%	0.882 - 0.980	1	23,75%	100%
0.384 - 0.392	16	64,80%	100%				

A Tabela 57 apresenta os resultados obtidos pela Rede *Fast* ART-32 com $\beta = 0,10$ fixo e ρ variando de 0,100 a 0,949, com incremento de 0,001.

Tabela 57 – Resultados da Rede Neural *Fast* ART-32 com $\beta = 0.10$

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.100 - 0.102	34	43,10%	98,76%	0.364 - 0.366	18	60,41%	97,53%
0.103 - 0.111	34	31,37%	98,76%	0.367 - 0.374	17	60,41%	97,53%
0.112 - 0.139	33	31,37%	98,76%	0.375 - 0.376	18	60,41%	97,53%
0.140	33	30,79%	98,76%	0.377 - 0.379	17	60,41%	97,53%
0.141 - 0.159	33	31,37%	98,76%	0.380 - 0.391	16	51,02%	100%
0.160 - 0.170	33	35,77%	98,76%	0.392 - 0.400	15	51,02%	100%
0.171 - 0.187	32	30,79%	98,76%	0.401 - 0.408	14	51,02%	100%
0.188 - 0.195	32	31,37%	98,76%	0.409 - 0.422	13	70,96%	97,53%
0.196 - 0.199	23	56,89%	100%	0.423 - 0.500	13	51,02%	100%
0.200 - 0.202	22	76,83%	100%	0.501 - 0.555	11	70,96%	97,53%
0.203 - 0.211	23	30,20%	98,76%	0.556 - 0.586	10	97,94%	97,53%
0.212 - 0.249	23	27,56%	98,76%	0.587 - 0.620	9	97,94%	97,53%
0.250	22	32,55%	97,53%	0.621 - 0.669	8	97,94%	97,53%
0.251 - 0.257	20	55,42%	97,53%	0.670 - 0.671	7	97,94%	97,53%
0.258 - 0.289	19	87,09%	97,53%	0.672 - 0.761	6	97,94%	97,53%
0.290 - 0.299	20	58,35%	100%	0.762 - 0.801	5	98,24%	97,53%
0.300 - 0.340	20	26,09%	100%	0.802 - 0.804	4	98,24%	97,53%
0.341 - 0.344	18	26,09%	100%	0.805 - 0.824	5	98,24%	97,53%
0.345 - 0.348	17	65,10%	97,53%	0.825 - 0.832	4	98,24%	97,53%
0.349 - 0.352	17	60,41%	97,53%	0.833 - 0.854	3	98,24%	97,53%
0.353 - 0.355	18	60,41%	97,53%	0.855 - 0.888	2	98,24%	97,53%
0.356 - 0.363	17	60,41%	97,53%	0.889 - 0.949	1	23,75%	100%

A Tabela 58 apresenta os resultados obtidos pela Rede *Fast* ART-32 com $\beta = 0,15$ fixo e ρ variando de 0,100 a 0,396, com incremento de 0,001.

Tabela 58 – Resultados da Rede Neural *Fast* ART-32 com $\beta = 0.15$

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.010 - 0.095	34	48,09%	98,76%	0.250 - 0.254	22	30,49%	98,76%
0.096 - 0.099	34	44,86%	98,76%	0.255 - 0.271	20	55,71%	98,76%
0.100 - 0.102	34	43,10%	98,76%	0.272 - 0.289	19	87,39%	97,53%
0.103 - 0.135	34	31,37%	98,76%	0.290 - 0.297	20	58,06%	98,76%
0.136 - 0.150	33	31,37%	98,76%	0.298 - 0.299	21	58,06%	98,76%
0.151 - 0.170	33	35,77%	98,76%	0.300 - 0.340	20	26,09%	100%
0.171 - 0.192	32	30,79%	98,76%	0.341 - 0.343	18	26,09%	100%
0.193	32	29,91%	98,76%	0.344	18	26,09%	100%
0.194 - 0.195	32	31,37%	98,76%	0.345 - 0.367	17	65,39%	97,53%
0.196 - 0.199	23	56,30%	100%	0.368 - 0.375	17	60,70%	97,53%
0.200 - 0.201	23	50,44%	100%	0.376 - 0.382	18	60,70%	97,53%
0.202 - 0.211	24	31,37%	97,53%	0.383 - 0.390	17	60,70%	97,53%
0.212 - 0.213	24	28,44%	100%	0.391	18	60,70%	97,53%
0.214 - 0.249	23	28,15%	100%	0.392 - 0.396	17	60,70%	97,53%

A Tabela 59 apresenta os resultados obtidos pela Rede *Fast* ART-32 com $\beta = 0,15$ fixo e ρ variando de 0,397 a 0,989, com incremento de 0,001.

Tabela 59 – Resultados da Rede Neural *Fast* ART-32 com $\beta = 0.15$

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.397 - 0.400	16	60,70%	97,53%	0.727 - 0.739	7	90,90%	66,66%
0.401 - 0.408	14	51,02%	100%	0.740 - 0.753	7	97,94%	97,53%
0.409 - 0.411	13	70,96%	97,53%	0.754 - 0.773	6	97,94%	97,53%
0.412 - 0.500	13	51,02%	100%	0.774 - 0.802	5	98,24%	97,53%
0.501 - 0.586	11	70,96%	97,53%	0.803 - 0.831	4	98,24%	97,53%
0.587 - 0.711	8	97,94%	97,53%	0.832 - 0.856	3	98,82%	97,53%
0.712 - 0.720	7	90,90%	66,66%	0.857 - 0.888	2	98,24%	97,53%
0.721 - 0.726	8	97,94%	97,53%	0.889 - 0.989	1	23,75%	100%

A Tabela 60 apresenta os resultados obtidos pela Rede *Fast* ART-32 com $\beta = 0,20$ fixo e ρ variando de 0,010 a 0,989, com incremento de 0,001.

Tabela 60 – Resultados da Rede Neural *Fast* ART-32 com $\beta = 0.20$

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.010 - 0.095	34	38,70%	98,76%	0.381 - 0.387	17	60,99%	98,76%
0.096 - 0.099	34	41,93%	98,76%	0.388 - 0.391	18	56,01%	98,76%
0.100 - 0.102	34	43,10%	98,76%	0.392 - 0.398	17	56,89%	98,76%
0.103 - 0.113	34	31,08%	98,76%	0.399 - 0.400	16	60,99%	98,76%
0.114 - 0.148	33	31,08%	98,76%	0.401 - 0.406	15	60,99%	98,76%
0.149 - 0.170	33	29,91%	98,76%	0.407 - 0.408	16	59,53%	98,76%
0.171 - 0.194	32	27,27%	98,76%	0.409	14	51,02%	100%
0.195	32	26,09%	98,76%	0.410 - 0.500	13	51,02%	100%
0.196 - 0.199	23	64,22%	100%	0.501 - 0.586	11	70,96%	97,53%
0.200	23	55,42%	100%	0.587 - 0.599	11	51,02%	100%
0.201 - 0.211	24	31,37%	97,53%	0.600	10	50,73%	100%
0.212 - 0.225	24	28,44%	100%	0.601 - 0.606	9	50,73%	100%
0.226 - 0.249	23	28,44%	100%	0.607 - 0.620	9	70,96%	97,53%
0.250 - 0.255	22	30,79%	98,76%	0.621 - 0.710	8	97,94%	97,53%
0.256 - 0.277	20	54,54%	98,76%	0.711 - 0.760	7	90,61%	65,43%
0.278 - 0.289	19	86,80%	98,76%	0.761	7	97,94%	97,53%
0.290 - 0.292	20	56,01%	98,76%	0.762 - 0.773	6	97,94%	97,53%
0.293	19	30,20%	98,76%	0.774 - 0.801	5	97,94%	97,53%
0.294 - 0.299	21	56,01%	98,76%	0.802 - 0.834	4	98,24%	97,53%
0.300 - 0.340	20	28,44%	100%	0.835 - 0.857	3	98,24%	97,53%
0.341 - 0.344	18	28,44%	100%	0.858 - 0.888	2	98,53%	97,53%
0.345 - 0.380	17	65,68%	98,76%	0.889 - 0.989	1	23,75%	100%

A Tabela 61 apresenta os resultados obtidos pela Rede *Fast* ART-32 com $\beta = 0,25$ fixo e ρ variando de 0,010 a 0,917, com incremento de 0,001.

Tabela 61 – Resultados da Rede Neural *Fast* ART-32 com $\beta = 0,25$

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.010 - 0.095	34	48,09%	98,76%	0.401 - 0.412	16	56,01%	98,76%
0.096 - 0.099	34	44,86%	98,76%	0.413 - 0.414	15	60,17%	98,76%
0.100 - 0.102	34	43,40%	98,76%	0.415 - 0.426	14	51,02%	100%
0.103 - 0.113	34	31,37%	98,76%	0.427 - 0.500	13	51,02%	100%
0.114 - 0.148	33	31,37%	98,76%	0.501 - 0.503	15	30,20%	98,76%
0.149 - 0.170	33	35,77%	98,76%	0.504 - 0.586	11	70,96%	97,53%
0.171 - 0.195	32	30,79%	98,76%	0.587 - 0.589	11	50,73%	100%
0.196 - 0.199	23	64,51%	100%	0.590 - 0.599	11	51,02%	100%
0.200	23	55,71%	100%	0.600	10	62,46%	100%
0.201	22	45,74%	97,53%	0.601 - 0.614	9	50,73%	100%
0.202 - 0.211	24	31,67%	97,53%	0.615 - 0.666	9	70,96%	97,53%
0.212 - 0.230	24	28,44%	100%	0.667 - 0.685	8	97,94%	97,53%
0.231 - 0.249	23	28,44%	100%	0.686 - 0.696	7	90,90%	66,66%
0.250 - 0.255	22	30,79%	98,76%	0.697 - 0.706	7	16,71%	69,13%
0.256 - 0.278	20	54,54%	98,76%	0.707 - 0.747	6	93,54%	79,01%
0.279 - 0.289	19	86,51%	98,76%	0.748 - 0.752	8	16,71%	69,13%
0.290 - 0.291	20	48,97%	100%	0.753 - 0.767	9	19,94%	83,95%
0.292 - 0.293	19	86,51%	98,76%	0.768 - 0.771	8	16,71%	69,13%
0.294 - 0.296	19	30,20%	98,76%	0.772 - 0.773	7	16,71%	69,13%
0.297 - 0.299	21	56,01%	98,76%	0.774 - 0.779	9	16,71%	69,13%
0.300 - 0.340	20	28,44%	100%	0.780 - 0.802	6	97,94%	97,53%
0.341 - 0.344	18	28,44%	100%	0.803 - 0.844	4	97,94%	97,53%
0.345 - 0.386	17	65,10%	98,76%	0.845 - 0.859	3	98,24%	97,53%
0.387 - 0.390	18	56,01%	98,76%	0.860	3	97,94%	97,53%
0.391	17	60,17%	98,76%	0.861 - 0.888	2	98,82%	97,53%
0.392 - 0.398	16	60,17%	98,76%	0.889 - 0.917	1	100%	100%
0.399 - 0.400	17	56,01%	98,76%				

A Tabela 62 apresenta os resultados obtidos pela Rede *Fast* ART-32 com $\beta = 0,30$ fixo e ρ variando de 0,010 a 0,299, com incremento de 0,001.

Tabela 62 – Resultados da Rede Neural *Fast* ART-32 com $\beta = 0.30$

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.010 - 0.095	34	48,38%	98,76%	0.204 - 0.211	24	31,67%	97,53%
0.096 - 0.099	34	45,16%	98,76%	0.212 - 0.232	24	28,44%	100%
0.100 - 0.102	34	39,29%	98,76%	0.233 - 0.249	23	28,44%	100%
0.103 - 0.147	33	31,37%	98,76%	0.250 - 0.255	22	31,37%	98,76%
0.148	33	36,65%	98,76%	0.256 - 0.279	20	54,54%	98,76%
0.149 - 0.170	33	36,65%	98,76%	0.280 - 0.289	19	86,80%	100%
0.171 - 0.195	32	31,67%	98,76%	0.290 - 0.291	20	48,97%	100%
0.196 - 0.199	23	64,51%	100%	0.292 - 0.297	19	86,80%	100%
0.200	23	55,71%	100%	0.298	19	29,91%	97,53%
0.201 - 0.203	22	45,74%	97,53%	0.299	21	56,30%	100%

A Tabela 63 apresenta os resultados obtidos pela Rede *Fast* ART-32 com $\beta = 0,30$ fixo e ρ variando de 0,300 a 0,892, com incremento de 0,001.

Tabela 63 – Resultados da Rede Neural *Fast* ART-32 com $\beta = 0.30$

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.300 - 0.340	20	28,44%	100%	0.601 - 0.611	9	97,94%	97,53%
0.341 - 0.344	18	28,44%	100%	0.612 - 0.637	10	70,96%	97,53%
0.345 - 0.391	17	64,80%	98,76%	0.638 - 0.681	9	70,96%	97,53%
0.392	16	64,80%	98,76%	0.682 - 0.694	8	97,94%	97,53%
0.393 - 0.400	17	56,01%	98,76%	0.695 - 0.699	7	90,90%	66,66%
0.401	16	56,01%	98,76%	0.700 - 0.767	7	16,71%	69,13%
0.402 - 0.410	15	59,53%	98,76%	0.768 - 0.773	6	97,94%	97,53%
0.411 - 0.417	16	56,01%	98,76%	0.774 - 0.780	9	16,71%	69,13%
0.418 - 0.435	14	50,73%	100%	0.781 - 0.794	6	97,94%	97,53%
0.436 - 0.500	13	51,02%	100%	0.795 - 0.839	5	97,94%	97,53%
0.501 - 0.505	15	30,20%	98,76%	0.840 - 0.860	4	97,94%	97,53%
0.506 - 0.586	11	70,96%	97,53%	0.861 - 0.875	3	97,94%	97,53%
0.587 - 0.591	11	50,73%	100%	0.876 - 0.888	2	98,82%	97,53%
0.592 - 0.599	11	51,02%	100%	0.889 - 0.892	1	100%	100%
0.600	10	60,70%	100%				

B.2 Partição 75-25

A Tabela 64 apresenta os resultados obtidos pela Rede *Fast* ART Euclidiana com $\beta = 0,10$ fixo e ρ variando de 0,100 a 0,144, com incremento de 0,001.

Tabela 64 – Resultados da Rede Neural *Fast* ART Euclidiana com $\beta = 0.10$

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.100	301	29,23%	100%	0.124	262	45,61%	100%
0.101 - 0.102	303	33,33%	100%	0.125	263	45,61%	100%
0.103 - 0.104	299	33,91%	100%	0.126 - 0.127	259	49,12%	100%
0.105 - 0.106	295	30,40%	100%	0.128 - 0.129	258	49,12%	100%
0.107	294	33,33%	100%	0.130 - 0.132	256	49,70%	100%
0.108	294	24,56%	100%	0.133	254	35,67%	100%
0.109 - 0.112	286	34,50%	100%	0.134	253	35,67%	100%
0.113	282	24,56%	100%	0.135	252	35,67%	100%
0.114	278	23,97%	100%	0.136 - 0.137	254	34,50%	100%
0.115 - 0.116	276	28,65%	100%	0.138	251	25,73%	100%
0.117 - 0.118	275	28,65%	100%	0.139	245	26,31%	100%
0.119 - 0.120	273	27,48%	100%	0.140	244	26,31%	100%
0.121	272	27,48%	100%	0.141	243	25,73%	100%
0.122	265	45,61%	100%	0.142	237	32,16%	100%
0.123	263	45,61%	100%	0.143 - 0.144	234	29,82%	100%

A Tabela 65 apresenta os resultados obtidos pela Rede *Fast ART* Euclidiana com $\beta = 0,10$ fixo e ρ variando de 0,145 a 0,271, com incremento de 0,001.

Tabela 65 – Resultados da Rede Neural *Fast ART* Euclidiana com $\beta = 0.10$

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.145	232	29,82%	100%	0.210	145	45,61%	100%
0.146	230	29,82%	100%	0.211	144	45,61%	100%
0.147	230	40,993%	100%	0.212 - 0.213	143	45,61%	100%
0.148	229	40,993%	100%	0.214	142	45,61%	100%
0.149 - 0.150	228	40,993%	100%	0.215	140	90,64%	100%
0.151	227	40,35%	100%	0.216	139	90,64%	100%
0.152 - 0.153	226	40,35%	100%	0.217	137	91,22%	100%
0.154	224	42,10%	100%	0.218	136	91,22%	100%
0.155 - 0.156	222	42,10%	100%	0.219	139	44,44%	100%
0.157 - 0.159	221	42,10%	100%	0.220	136	45,02%	100%
0.160	220	40,35%	100%	0.221 - 0.222	135	45,02%	100%
0.161	219	40,35%	100%	0.223	133	45,02%	100%
0.162	216	39,18%	100%	0.224	131	45,02%	100%
0.163 - 0.164	215	39,18%	100%	0.225	129	45,02%	100%
0.165	210	41,52%	100%	0.226	128	45,61%	100%
0.166	209	41,52%	100%	0.227	127	45,61%	100%
0.167	208	41,52%	100%	0.228	126	45,61%	100%
0.168	207	32,74%	100%	0.229	125	45,61%	100%
0.169 - 0.170	203	32,16%	100%	0.230	128	23,97%	100%
0.171 - 0.173	209	22,22%	100%	0.231	120	25,14%	100%
0.174	207	22,22%	100%	0.232 - 0.235	119	25,14%	100%
0.175	203	22,22%	100%	0.236	118	25,14%	100%
0.176 - 0.177	202	22,22%	100%	0.237	117	25,14%	100%
0.178	200	22,22%	100%	0.238 - 0.240	115	25,14%	100%
0.179	198	22,22%	100%	0.241	113	25,73%	100%
0.180	196	24,56%	100%	0.242 - 0.243	111	45,61%	100%
0.181 - 0.182	195	24,56%	100%	0.244	109	45,61%	100%
0.183	191	23,97%	100%	0.245 - 0.248	108	45,61%	100%
0.184 - 0.186	185	53,21%	100%	0.249 - 0.250	108	27,48%	100%
0.187	182	53,80%	100%	0.251	107	27,48%	100%
0.188	173	42,69%	100%	0.252 - 0.254	106	28,65%	100%
0.189	164	54,97%	100%	0.255 - 0.256	101	28,65%	100%
0.190	162	54,97%	100%	0.257	100	28,65%	100%
0.191 - 0.192	161	54,97%	100%	0.258	105	26,31%	100%
0.193	160	54,97%	100%	0.259	101	28,07%	100%
0.194 - 0.196	157	45,02%	100%	0.260	99	28,07%	100%
0.197 - 0.198	154	45,02%	100%	0.261 - 0.264	98	28,07%	100%
0.199 - 0.200	153	45,02%	100%	0.265	97	28,07%	100%
0.201	152	45,02%	100%	0.266	93	28,07%	100%
0.202 - 0.204	150	45,61%	100%	0.267 - 0.268	92	26,90%	100%
0.205 - 0.206	151	45,61%	100%	0.269 - 0.270	93	26,90%	100%
0.207 - 0.209	148	45,61%	100%	0.271	90	26,90%	100%

A Tabela 66 apresenta os resultados obtidos pela Rede *Fast ART* Euclidiana com $\beta = 0,10$ fixo e ρ variando de 0,272 a 0,950, com incremento de 0,001.

Tabela 66 – Resultados da Rede Neural *Fast ART* Euclidiana com $\beta = 0.10$

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.272 - 0.273	87	26,90%	100%	0.390 - 0.391	32	22,22%	97,36%
0.274	84	26,90%	100%	0.392	32	42,69%	100%
0.275	83	26,90%	100%	0.393 - 0.394	31	47,36%	100%
0.276 - 0.279	79	26,90%	100%	0.395 - 0.396	23	98,83%	100%
0.280 - 0.283	78	26,90%	100%	0.397 - 0.398	24	95,32%	100%
0.284	78	25,14%	100%	0.399 - 0.402	29	47,36%	100%
0.285	81	34,50%	100%	0.403 - 0.404	23	95,90%	100%
0.286 - 0.290	70	71,92%	100%	0.405	20	47,36%	100%
0.291	71	70,76%	100%	0.406	19	42,10%	76,31%
0.292 - 0.297	82	34,50%	100%	0.407	19	47,36%	100%
0.298 - 0.300	81	34,50%	100%	0.408 - 0.422	17	47,36%	100%
0.301	72	70,76%	100%	0.423 - 0.424	16	47,36%	100%
0.302 - 0.309	69	70,76%	100%	0.425 - 0.428	18	46,78%	100%
0.310 - 0.312	67	70,76%	100%	0.429 - 0.435	13	95,90%	89,47%
0.313	66	70,76%	100%	0.436 - 0.445	13	47,36%	100%
0.314	64	70,76%	100%	0.446 - 0.455	13	95,90%	89,47%
0.315 - 0.316	63	70,76%	100%	0.456 - 0.460	12	98,83%	100%
0.317	61	70,76%	100%	0.461 - 0.465	10	98,24%	100%
0.318	63	70,76%	100%	0.466 - 0.473	12	98,83%	100%
0.319 - 0.322	62	70,76%	100%	0.474 - 0.476	11	98,83%	100%
0.323	60	70,76%	100%	0.477 - 0.479	10	98,83%	100%
0.324	47	70,76%	100%	0.480 - 0.488	8	100%	100%
0.325 - 0.326	48	24,56%	100%	0.489 - 0.495	9	99,41%	100%
0.327 - 0.328	60	70,76%	100%	0.496 - 0.513	9	98,83%	94,73%
0.329 - 0.332	58	92,98%	100%	0.514 - 0.517	7	100%	100%
0.333	57	92,98%	100%	0.518 - 0.530	9	99,41%	100%
0.334 - 0.337	44	70,76%	100%	0.531 - 0.534	9	97,07%	86,84%
0.338 - 0.339	42	70,76%	100%	0.535 - 0.540	11	97,07%	94,73%
0.340 - 0.341	41	69,59%	97,36%	0.541 - 0.542	11	98,24%	100%
0.345 - 0.346	39	69,59%	97,36%	0.543 - 0.594	5	98,83%	100%
0.347 - 0.349	50	126	97,36%	0.595 - 0.613	5	100%	100%
0.342 - 0.344	40	69,59%	97,36%	0.614 - 0.695	4	100%	100%
0.350 - 0.351	39	95,90%	97,36%	0.696 - 0.711	3	100%	100%
0.352 - 0.355	33	95,90%	100%	0.712 - 0.811	2	100%	100%
0.356 - 0.362	36	71,92%	100%	0.812 - 0.821	3	22,22%	100%
0.363 - 0.379	31	95,90%	100%	0.822 - 0.849	2	22,22%	100%
0.380 - 0.389	29	49,12%	100%	0.850 - 0.950	1	77,77%	0%

A Tabela 67 apresenta os resultados obtidos pela Rede *Fast ART* Euclidiana com $\beta = 0,50$ fixo e ρ variando de 0,100 a 0,228, com incremento de 0,001.

Tabela 67 – Resultados da Rede Neural *Fast ART* Euclidiana com $\beta = 0.50$

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.100	299	25,14%	100%	0.162	215	32,16%	100%
0.101 - 0.102	299	32,16%	100%	0.163 - 0.164	214	32,16%	100%
0.103	295	29,23%	100%	0.165	212	32,16%	100%
0.104	293	30,99%	100%	0.166	211	32,16%	100%
0.105 - 0.106	287	46,78%	100%	0.167 - 0.168	208	46,19%	100%
0.107	283	46,19%	100%	0.169 - 0.170	204	59,64%	100%
0.108	282	41,52%	100%	0.171	211	43,27%	100%
0.109 - 0.110	283	28,65%	100%	0.172 - 0.173	211	22,22%	100%
0.111 - 0.112	282	28,65%	100%	0.174	210	22,22%	100%
0.113	278	29,23%	100%	0.175	203	22,22%	100%
0.114	274	24,56%	100%	0.176 - 0.177	202	22,22%	100%
0.115	271	22,80%	100%	0.178	199	22,22%	100%
0.116	271	36,25%	100%	0.179 - 0.180	197	22,22%	100%
0.117 - 0.118	270	36,25%	100%	0.181 - 0.183	196	22,22%	100%
0.119 - 0.121	267	36,25%	100%	0.184 - 0.186	190	23,39%	100%
0.122	265	36,25%	100%	0.187	187	23,39%	100%
0.123	263	36,25%	100%	0.188	173	23,97%	100%
0.124	262	36,25%	100%	0.189	164	23,97%	100%
0.125	263	36,25%	100%	0.190	162	23,97%	100%
0.126 - 0.127	259	35,67%	100%	0.191 - 0.192	161	23,97%	100%
0.128 - 0.129	258	35,67%	100%	0.193	160	23,97%	100%
0.130 - 0.132	256	51,46%	100%	0.194 - 0.196	158	25,14%	100%
0.133	251	57,30%	100%	0.197 - 0.198	155	25,14%	100%
0.134	250	57,30%	100%	0.199 - 0.200	153	48,53%	100%
0.135	249	57,30%	100%	0.201	152	48,53%	100%
0.136 - 0.137	250	56,72%	100%	0.202	150	48,53%	100%
0.138	249	56,72%	100%	0.203 - 0.204	150	47,36%	100%
0.139	244	39,18%	100%	0.205 - 0.206	151	47,36%	100%
0.140	243	39,18%	100%	0.207 - 0.209	147	47,36%	100%
0.141	242	43,27%	100%	0.210	146	47,36%	100%
0.142	235	50,87%	100%	0.211	144	47,36%	100%
0.143 - 0.144	232	58,47%	100%	0.212 - 0.213	143	47,36%	100%
0.145	230	58,47%	100%	0.214	142	47,36%	100%
0.146	228	58,47%	100%	0.215	139	65,49%	100%
0.147	229	43,27%	100%	0.216	138	90,64%	100%
0.148	228	43,27%	100%	0.217	137	49,12%	100%
0.149 - 0.150	227	43,27%	100%	0.218 - 0.219	136	49,12%	100%
0.151	226	51,46%	100%	0.220 - 0.222	132	65,49%	100%
0.152 - 0.153	225	51,46%	100%	0.223	130	65,49%	100%
0.154	221	59,64%	100%	0.224	128	65,49%	100%
0.155 - 0.156	219	59,64%	100%	0.225	126	92,39%	100%
0.157 - 0.159	218	59,64%	100%	0.226	128	45,61%	100%
0.160	219	59,64%	100%	0.227	127	45,61%	100%
0.161	218	59,64%	100%	0.228	126	45,61%	100%

A Tabela 68 apresenta os resultados obtidos pela Rede *Fast ART* Euclidiana com $\beta = 0,50$ fixo e ρ variando de 0,229 a 0,437, com incremento de 0,001.

Tabela 68 – Resultados da Rede Neural *Fast ART* Euclidiana com $\beta = 0.50$

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.229	118	92,98%	100%	0.312	68	24,56%	100%
0.230	116	46,19%	100%	0.313 - 0.314	67	24,56%	100%
0.231 - 0.234	120	25,14%	100%	0.315	65	24,56%	100%
0.235	119	25,14%	100%	0.316	64	24,56%	100%
0.236	118	25,14%	100%	0.317	66	24,56%	100%
0.237	117	25,14%	100%	0.318	65	24,56%	100%
0.238 - 0.240	115	25,14%	100%	0.319	64	24,56%	100%
0.241 - 0.243	113	25,73%	100%	0.320 - 0.331	60	24,56%	100%
0.244	111	25,73%	100%	0.332 - 0.333	59	24,56%	100%
0.245000- 0.246	110	25,73%	100%	0.334	57	24,56%	100%
0.247 - 0.248	106	47,36%	100%	0.335 - 0.339	44	47,36%	100%
0.249 - 0.250	105	47,36%	100%	0.340 - 0.341	43	24,56%	100%
0.251	106	47,36%	100%	0.342 - 0.344	42	24,56%	100%
0.252 - 0.254	105	47,36%	100%	0.345 - 0.349	53	47,95%	100%
0.255	106	47,95%	100%	0.350 - 0.351	52	48,53%	100%
0.256	102	47,95%	100%	0.352	41	24,56%	100%
0.257 - 0.258	104	23,97%	100%	0.353	40	24,56%	100%
0.259	99	87,13%	100%	0.354 - 0.357	46	46,19%	100%
0.260	97	87,13%	100%	0.358 - 0.359	45	46,19%	100%
0.261 - 0.264	95	87,13%	100%	0.360	37	22,22%	100%
0.265	95	87,13%	100%	0.361	34	93,56%	100%
0.266	91	87,13%	100%	0.362 - 0.367	35	69,59%	100%
0.267 - 0.268	89	24,56%	100%	0.368	44	24,56%	100%
0.269 - 0.270	92	24,56%	100%	0.369 - 0.373	31	42,10%	100%
0.271 - 0.273	91	24,56%	100%	0.374	35	70,76%	100%
0.274	90	24,56%	100%	0.375	41	23,97%	97,36
0.275	86	24,56%	100%	0.376 - 0.380	34	70,76%	100%
0.276 - 0.279	82	25,73%	100%	0.381 - 0.384	33	42,69%	100%
0.280 - 0.281	81	25,73%	100%	0.385 - 0.389	32	42,69%	100%
0.282 - 0.284	79	25,73%	100%	0.390 - 0.398	29	43,85%	100%
0.285	84	24,56%	100%	0.399	31	42,69%	100%
0.286	73	92,98%	100%	0.400 - 0.401	36	42,69%	100%
0.287 - 0.288	72	92,98%	100%	0.402 - 0.403	31	42,69%	100%
0.289 - 0.291	74	24,56%	100%	0.404 - 0.411	35	42,69%	100%
0.292 - 0.297	83	27,48%	100%	0.412	32	41,52%	94,73
0.298 - 0.300	82	27,48%	100%	0.413 - 0.414	29	40,93%	94,73
0.301	73	71,34%	100%	0.415	28	40,93%	94,73
0.302 - 0.304	70	71,34%	100%	0.416 - 0.421	26	40,93%	94,73
0.305 - 0.309	69	24,56%	100%	0.422	25	42,69%	100%
0.310 - 0.311	68	24,56%	100%	0.423 - 0.437	24	42,69%	100%

A Tabela 69 apresenta os resultados obtidos pela Rede *Fast ART* Euclidiana com $\beta = 0,50$ fixo e ρ variando de 0,438 a 0,950, com incremento de 0,001.

Tabela 69 – Resultados da Rede Neural *Fast ART* Euclidiana com $\beta = 0.50$

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.438 - 0.441	19	42,69%	100%	0.575	10	20,46%	92,10%
0.442 - 0.447	21	42,69%	100%	0.576 - 0.605	8	22,22%	100%
0.448	21	22,80%	100%	0.606 - 0.624	6	95,90%	84,21%
0.449 - 0.452	20	42,69%	100%	0.625 - 0.693	6	99,41%	100%
0.453	20	42,69%	100%	0.694 - 0.711	3	99,41%	100%
0.454	19	42,69%	100%	0.712 - 0.715	6	18,71%	84,21%
0.455	20	42,69%	100%	0.716 - 0.717	7	14,03%	63,15%
0.456 - 0.462	19	42,69%	100%	0.718 -	3	99,41%	100%
0.463 - 0.471	18	42,69%	100%	0.749 - 0.758	3	100%	100%
0.472 - 0.476	15	42,69%	100%	0.759	3	99,41%	100%
0.477 - 0.484	15	97,07%	100%	0.760 - 0.764	4	19,29%	84,21%
0.485 - 0.489	13	99,41%	100%	0.765 - 0.782	3	99,41%	100%
0.490 - 0.492	14	42,69%	100%	0.783	5	100%	100%
0.493	13	42,69%	100%	0.784 - 0.793	3	100%	100%
0.494 - 0.495	12	99,41%	100%	0.794 - 0.796	2	99,41%	97,36%
0.496 - 0.502	11	99,41%	100%	0.797 - 0.809	5	100%	100%
0.503 - 0.504	12	99,41%	100%	0.810 - 0.815	6	22,22%	100%
0.505 - 0.520	9	99,41%	100%	0.816 - 0.819	3	99,41%	100%
0.521 - 0.543	8	99,41%	100%	0.820 - 0.823	2	99,41%	97,36%
0.544 - 0.549	12	42,69%	100%	0.824 - 0.837	4	22,22%	100%
0.550 - 0.551	10	99,41%	100%	0.838 - 0.861	3	22,22%	100%
0.552 - 0.561	13	42,69%	100%	0.862 - 0.919	2	22,22%	100%
0.562 - 0.571	12	42,69%	100%	0.920 - 0.950	1	77,77%	0%
0.572 - 0.574	11	98,83%	100%				

A Tabela 70 apresenta os resultados obtidos pela Rede *Fast ART* Euclidiana com $\beta = 0,80$ fixo e ρ variando de 0,100 a 0,127, com incremento de 0,001.

Tabela 70 – Resultados da Rede Neural *Fast ART* Euclidiana com $\beta = 0.80$

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.100	295	44,44%	100%	0.114	273	42,69%	100%
0.101 - 0.102	294	45,61%	100%	0.115 - 0.116	270	40,993%	100%
0.103	290	48,53%	100%	0.117 - 0.118	269	40,993%	100%
0.104	289	40,993%	100%	0.119 - 0.120	267	39,76%	100%
0.105 - 0.106	286	33,33%	100%	0.121	266	39,76%	100%
0.107	282	34,50%	100%	0.122	264	39,76%	100%
0.108 - 0.109	281	34,50%	100%	0.123	264	31,57%	100%
0.110	281	34,50%	100%	0.124	262	31,57%	100%
0.111 - 0.112	280	34,50%	100%	0.125	263	31,57%	100%
0.113	277	43,27%	100%	0.126 - 0.127	259	30,99%	100%

A Tabela 71 apresenta os resultados obtidos pela Rede *Fast ART* Euclidiana com $\beta = 0,80$ fixo e ρ variando de 0,128 a 0,251, com incremento de 0,001.

Tabela 71 – Resultados da Rede Neural *Fast ART* Euclidiana com $\beta = 0.80$

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.128 - 0.129	258	30,99%	100%	0.189	165	46,19%	100%
0.130 - 0.132	257	39,18%	100%	0.190	163	46,19%	100%
0.133	255	42,10%	100%	0.191 - 0.192	162	46,19%	100%
0.134	254	42,10%	100%	0.193	161	46,19%	100%
0.135	253	42,10%	100%	0.194 - 0.196	159	46,78%	100%
0.136 - 0.137	250	40,35%	100%	0.197	156	46,78%	100%
0.138	249	40,35%	100%	0.198	156	45,02%	100%
0.139	249	49,70%	100%	0.199 - 0.200	153	46,78%	100%
0.140	248	49,70%	100%	0.201	152	46,78%	100%
0.141	245	49,12%	100%	0.202 - 0.204	150	65,49%	100%
0.142	239	41,52%	100%	0.205 - 0.206	151	65,49%	100%
0.143 - 0.144	238	41,52%	100%	0.207 - 0.209	148	65,49%	100%
0.145 - 0.146	233	41,52%	100%	0.210	147	65,49%	100%
0.147	231	22,22%	100%	0.211	145	65,49%	100%
0.148	230	22,22%	100%	0.212 - 0.213	144	65,49%	100%
0.149 - 0.150	229	22,22%	100%	0.214	143	65,49%	100%
0.151	228	22,22%	100%	0.215	140	92,98%	100%
0.152	227	22,22%	100%	0.216	138	92,98%	100%
0.153	225	38,01%	100%	0.217	137	93,56%	100%
0.154	223	42,69%	100%	0.218 - 0.219	136	49,12%	100%
0.155 - 0.156	221	42,69%	100%	0.220	133	92,98%	100%
0.157 - 0.159	220	42,69%	100%	0.221 - 0.222	132	92,98%	100%
0.160	218	38,01%	100%	0.223	130	92,98%	100%
0.161	217	38,01%	100%	0.224	128	92,98%	100%
0.162	214	38,01%	100%	0.225	126	92,98%	100%
0.163 - 0.164	213	38,01%	100%	0.226	128	45,61%	100%
0.165	208	47,95%	100%	0.227	127	45,61%	100%
0.166	207	47,95%	100%	0.228	126	45,61%	100%
0.167 - 0.168	208	56,14%	100%	0.229	118	92,98%	100%
0.169 - 0.170	204	59,64%	100%	0.230	116	46,19%	100%
0.171	211	42,69%	100%	0.231 - 0.234	120	25,14%	100%
0.172 - 0.173	211	22,22%	100%	0.235	119	25,14%	100%
0.174	210	22,22%	100%	0.236	118	25,14%	100%
0.175	203	23,39%	100%	0.237	117	25,14%	100%
0.176 - 0.177	202	23,39%	100%	0.238 - 0.240	115	25,14%	100%
0.178	199	23,39%	100%	0.241 - 0.243	113	25,73%	100%
0.179 - 0.180	197	23,39%	100%	0.244	111	25,73%	100%
0.181 - 0.183	196	23,39%	100%	0.245 - 0.246	110	25,73%	100%
0.184 - 0.186	190	24,56%	100%	0.247 - 0.248	106	47,36%	100%
0.187	187	25,14%	100%	0.249 - 0.250	105	47,36%	100%
0.188	174	43,85	100%	0.251	106	47,36%	100%

A Tabela 72 apresenta os resultados obtidos pela Rede *Fast ART* Euclidiana com $\beta = 0,80$ fixo e ρ variando de 0,252 a 0,517, com incremento de 0,001.

Tabela 72 – Resultados da Rede Neural *Fast ART* Euclidiana com $\beta = 0.80$

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.252 - 0.254	105	47,36%	100%	0.352	41	47,36%	100%
0.255	106	25,73%	100%	0.353	40	24,56%	100%
0.256	102	25,73%	100%	0.354 - 0.357	49	46,19%	100%
0.257 - 0.258	101	25,73%	100%	0.358 - 0.360	48	46,19%	100%
0.259	100	25,73%	100%	0.361	44	46,19%	100%
0.260	98	25,73%	100%	0.362 - 0.364	33	94,15%	100%
0.261 - 0.265	96	25,73%	100%	0.365 - 0.366	32	94,15%	100%
0.266	92	25,73%	100%	0.367 - 0.374	31	42,10%	100%
0.267 - 0.268	90	24,56%	100%	0.375	39	71,34%	100%
0.269 - 0.270	93	24,56%	100%	0.376	30	96,49%	100%
0.271 - 0.273	92	24,56%	100%	0.377 - 0.380	29	96,49%	100%
0.274	90	24,56%	100%	0.381	28	96,49%	100%
0.275	86	24,56%	100%	0.382 - 0.384	30	97,66%	97,36%
0.276 - 0.279	85	24,56%	100%	0.385 - 0.389	29	97,66%	97,36%
0.280 - 0.281	84	24,56%	100%	0.390 - 0.398	29	26,31%	100%
0.282 - 0.284	82	24,56%	100%	0.399	31	97,66%	100%
0.285	84	24,56%	100%	0.400 - 0.402	33	97,07%	100%
0.286	73	92,98%	100%	0.403	28	42,10%	97,36%
0.287 - 0.288	72	92,98%	100%	0.404 - 0.412	32	42,10%	97,36%
0.289 - 0.291	73	71,34%	100%	0.413 - 0.414	26	95,32	94,73%
0.292 - 0.297	84	27,48%	100%	0.415	28	23,39%	94,73%
0.298 - 0.299	83	27,48%	100%	0.416 - 0.421	26	23,39%	94,73%
0.300	82	27,48%	100%	0.422	25	25,14%	100%
0.301	73	71,34%	100%	0.423 - 0.437	24	25,14%	100%
0.302	68	24,56%	100%	0.438 - 0.441	19	42,69%	100%
0.303 - 0.309	69	24,56%	100%	0.442 - 0.447	22	42,69%	100%
0.310 - 0.312	68	24,56%	100%	0.448	21	22,80%	100%
0.313 - 0.314	67	24,56%	100%	0.449 - 0.460	20	42,69%	100%
0.315	65	24,56%	100%	0.461 - 0.462	19	42,69%	100%
0.316	64	24,56%	100%	0.463 - 0.471	18	42,69%	100%
0.317	66	24,56%	100%	0.472 - 0.476	15	42,69%	100%
0.318	65	24,56%	100%	0.477 - 0.487	14	99,41%	100%
0.319	64	24,56%	100%	0.488 - 0.492	14	42,69%	100%
0.320 - 0.331	59	24,56%	100%	0.493	13	42,69%	100%
0.332 - 0.333	58	24,56%	100%	0.494 - 0.495	12	99,41%	100%
0.334	56	24,56%	100%	0.496 - 0.500	12	97,07%	89,47%
0.335 - 0.339	44	46,78%	100%	0.501	12	97,07%	86,84%
0.340 - 0.341	43	47,36%	100%	0.502 - 0.503	11	97,07%	86,84%
0.342 - 0.344	42	47,36%	100%	0.504 - 0.507	22	42,10%	100%
0.345 - 0.349	53	47,36%	100%	0.508 - 0.515	21	42,10%	100%
0.350 - 0.351	52	47,36%	100%	0.516 - 0.517	20	42,10%	100%

A Tabela 73 apresenta os resultados obtidos pela Rede *Fast ART* Euclidiana com $\beta = 0,80$ fixo e ρ variando de 0,518 a 0,950, com incremento de 0,001.

Tabela 73 – Resultados da Rede Neural *Fast ART* Euclidiana com $\beta = 0.80$

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.518 - 0.520	10	99,41%	100%	0.724 - 0.743	7	99,41%	100%
0.521 - 0.532	11	22,22%	100%	0.744	10	22,22%	100%
0.533 - 0.543	13	42,69%	100%	0.745 - 0.754	9	22,22%	100%
0.544 - 0.549	12	42,69%	100%	0.755 - 0.758	8	22,22%	100%
0.550 - 0.554	10	99,41%	100%	0.759 - 0.760	8	16,37%	73,68%
0.555	9	99,41%	100%	0.761 - 0.762	6	99,41%	100%
0.556 - 0.572	7	95,90%	84,21%	0.763 - 0.774	5	100%	100%
0.573 - 0.582	11	98,83%	100%	0.775 - 0.800	5	17,54%	30%
0.583 - 0.594	14	24,56%	100%	0.801 - 0.804	3	91,81%	63,15%
0.595 - 0.597	13	24,56%	100%	0.805 - 0.816	5	22,22%	100%
0.598	11	17,54%	78,94%	0.817 - 0.821	6	22,22%	100%
0.599 - 0.604	9	38,01%	78,94%	0.822 - 0.832	5	22,22%	100%
0.605 - 0.623	6	95,90%	84,21%	0.833 - 0.835	4	22,22%	100%
0.624 - 0.693	6	99,41%	100%	0.836 - 0.844	3	14,03%	63,15%
0.694 - 0.702	8	42,69%	100%	0.845 - 0.846	2	99,41%	97,36%
0.703 - 0.711	8	16,37%	73,68%	0.847 - 0.849	4	22,22%	100%
0.712 - 0.721	7	15,20%	68,42%	0.850 - 0.872	3	8,18%	36,84%
0.722 - 0.723	10	99,41%	100%	0.873 - 0.950	1	77,77%	0%

A Tabela 74 apresenta os resultados obtidos pela Rede *Fast ART-4* com $\beta = 0,10$ fixo e ρ variando de 0,100 a 0,150, com incremento de 0,001.

Tabela 74 – Resultados da Rede Neural *Fast ART-4* com $\beta = 0.10$

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.100	319	27,48%	100%	0.123 - 0.125	291	30,40%	100%
0.101	318	26,90%	100%	0.126 - 0.131	288	25,14%	100%
0.102	317	26,90%	100%	0.132 - 0.133	286	25,73%	100%
0.103	318	26,90%	100%	0.134 - 0.136	285	25,73%	100%
0.104	313	30,40%	100%	0.137 - 0.140	284	25,73%	100%
0.105 - 0.107	312	30,40%	100%	0.141	284	25,14%	100%
0.108	310	30,99%	100%	0.142	287	27,48%	100%
0.109 - 0.113	309	38,01%	100%	0.143	287	27,48%	100%
0.114	308	38,01%	100%	0.144	279	23,97%	100%
0.115	299	32,16%	100%	0.145	273	23,97%	100%
0.116	298	32,16%	100%	0.146 - 0.147	267	28,07%	100%
0.117 - 0.121	297	32,16%	100%	0.148 - 0.149	266	28,07%	100%
0.122	292	32,16%	100%	0.150	265	28,07%	100%

A Tabela 75 apresenta os resultados obtidos pela Rede *Fast* ART-4 com $\beta = 0,10$ fixo e ρ variando de 0,151 a 0,284, com incremento de 0,001.

Tabela 75 – Resultados da Rede Neural *Fast* ART-4 com $\beta = 0.10$

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.151	266	28,07%	100%	0.203	188	66,66%	100%
0.152 - 0.153	269	34,50%	100%	0.204 - 0.205	187	66,66%	100%
0.154	267	35,08%	100%	0.206	184	69,00%	100%
0.155 - 0.156	259	31,57%	100%	0.207	183	69,00%	100%
0.157 - 0.158	259	29,23%	100%	0.208	182	69,00%	100%
0.159	258	29,23%	100%	0.209	181	69,00%	100%
0.160	255	29,23%	100%	0.210	180	69,00%	100%
0.161	254	29,23%	100%	0.211 - 0.212	178	69,00%	100%
0.162	252	29,23%	100%	0.213	176	69,00%	100%
0.163	248	24,56%	100%	0.214	175	45,61%	100%
0.164	247	24,56%	100%	0.215	174	45,61%	100%
0.165	251	22,22%	100%	0.216 - 0.218	169	45,61%	100%
0.166	249	31,57%	100%	0.219	167	45,61%	100%
0.167	248	31,57%	100%	0.220	161	45,02%	100%
0.168	247	31,57%	100%	0.221 - 0.223	160	45,02%	100%
0.169 - 0.170	241	31,57%	100%	0.224 - 0.226	153	55,55%	100%
0.171	242	34,50%	100%	0.227	152	55,55%	100%
0.172	239	34,50%	100%	0.228	151	55,55%	100%
0.173 - 0.174	238	40,993%	100%	0.229 - 0.233	149	56,14%	100%
0.175	233	29,23%	100%	0.234	146	56,14%	100%
0.176	230	29,23%	100%	0.235	146	56,14%	100%
0.177	227	29,23%	100%	0.236	145	56,14%	100%
0.178	226	29,82%	100%	0.237	142	91,22%	100%
0.179 - 0.180	228	29,82%	100%	0.238 - 0.244	141	63,15%	100%
0.181 - 0.182	227	28,07%	100%	0.245	140	63,15%	100%
0.183	225	28,07%	100%	0.246 - 0.248	142	70,76%	100%
0.184	224	28,07%	100%	0.249 - 0.250	141	70,76%	100%
0.185	223	28,07%	100%	0.251	135	47,95%	100%
0.186	221	28,07%	100%	0.252	134	47,95%	100%
0.187	219	28,07%	100%	0.253 - 0.257	128	27,48%	100%
0.188 - 0.189	218	28,07%	100%	0.258	127	28,65%	100%
0.190	217	28,07%	100%	0.259 - 0.262	124	28,07%	100%
0.191	216	25,14%	100%	0.263	123	28,07%	100%
0.192 - 0.193	212	28,65%	100%	0.264 - 0.268	122	28,07%	100%
0.194	209	28,65%	100%	0.269 - 0.271	120	28,07%	100%
0.195	204	28,65%	100%	0.272 - 0.273	122	26,90%	100%
0.196	203	28,65%	100%	0.274 - 0.278	121	26,90%	100%
0.197 - 0.198	198	29,82%	100%	0.279	120	26,90%	100%
0.199	197	29,82%	100%	0.280 - 0.281	118	26,90%	100%
0.200	193	47,95%	100%	0.282 - 0.283	111	73,09%	100%
0.201 - 0.202	191	71,92%	100%	0.284	109	73,09%	100%

A Tabela 76 apresenta os resultados obtidos pela Rede *Fast* ART-4 com $\beta = 0,10$ fixo e ρ variando de 0,285 a 0,442, com incremento de 0,001.

Tabela 76 – Resultados da Rede Neural *Fast* ART-4 com $\beta = 0.10$

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.285	110	73,09%	100%	0.351	68	45,02%	100%
0.286	108	73,09%	100%	0.352 - 0.354	66	45,02%	100%
0.287	105	73,09%	100%	0.355 - 0.356	67	45,02%	100%
0.288	104	73,09%	100%	0.357 - 0.361	62	49,12%	100%
0.289	110	26,90%	100%	0.362	61	49,12%	100%
0.290 - 0.293	107	26,31%	100%	0.363 - 0.367	60	49,12%	100%
0.294	106	26,31%	100%	0.368 - 0.370	46	70,76%	100%
0.295 - 0.296	107	36,84%	100%	0.371	51	71,34%	100%
0.297	105	36,84%	100%	0.372	53	94,73%	100%
0.298	105	36,84%	100%	0.373 - 0.379	49	97,07%	97,36%
0.299	104	36,84%	100%	0.380 - 0.386	48	97,07%	97,36%
0.300	102	36,25%	100%	0.387	43	49,12%	100%
0.301	101	36,25%	100%	0.388 - 0.392	51	97,07%	100%
0.302 - 0.305	100	37,42%	100%	0.393	50	97,07%	100%
0.306	100	39,18%	100%	0.394	49	97,07%	100%
0.307 - 0.308	99	39,18%	100%	0.395 - 0.397	48	97,07%	100%
0.309	100	39,18%	100%	0.398	44	97,07%	100%
0.310 - 0.313	99	39,18%	100%	0.399 - 0.400	48	97,07%	100%
0.314	98	39,18%	100%	0.401 - 0.402	47	97,07%	100%
0.315	89	45,61%	100%	0.403 - 0.405	36	49,12%	100%
0.316	88	45,61%	100%	0.406 - 0.407	35	49,12%	100%
0.317	87	45,61%	100%	0.408 - 0.411	43	46,19%	97,36%
0.318 - 0.321	86	45,61%	100%	0.412	39	45,61%	94,73%
0.322	85	45,61%	100%	0.413	46	42,10%	97,36%
0.323	83	45,61%	100%	0.414 - 0.415	45	69,59%	100%
0.324	83	45,61%	100%	0.416 - 0.418	47	42,10%	97,36%
0.325	82	45,61%	100%	0.419	46	42,69%	100%
0.326	80	45,61%	100%	0.420	45	44,44%	100%
0.327	79	45,61%	100%	0.421 - 0.424	44	44,44%	97,36%
0.328	77	45,61%	100%	0.425	38	45,61%	92,10%
0.329 - 0.332	76	45,61%	100%	0.426	36	45,02%	89,47%
0.333	74	45,61%	100%	0.427	39	69,59%	100%
0.334	79	45,61%	100%	0.428	41	69,59%	100%
0.335	78	45,61%	100%	0.429	42	44,44%	100%
0.336	76	45,61%	100%	0.430 - 0.431	42	43,85%	100%
0.337 - 0.338	75	45,61%	100%	0.432	39	44,44%	100%
0.339 - 0.340	74	44,44%	100%	0.433	42	44,44%	100%
0.341 - 0.342	74	45,02%	100%	0.434	36	24,56%	100%
0.343	73	45,02%	100%	0.435 - 0.436	38	24,56%	100%
0.344 - 0.348	71	45,02%	100%	0.437 - 0.441	37	69,59%	100%
0.349 - 0.350	69	45,02%	100%	0.442	36	24,56%	100%

A Tabela 77 apresenta os resultados obtidos pela Rede *Fast* ART-4 com $\beta = 0,10$ fixo e ρ variando de 0,443 a 0,989, com incremento de 0,001.

Tabela 77 – Resultados da Rede Neural *Fast* ART-4 com $\beta = 0.10$

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.443 - 0.444	37	24,56%	100%	0.523	18	45,61%	89,47%
0.445	36	24,56%	100%	0.524 - 0.532	17	45,02%	86,84%
0.446 - 0.453	35	25,14%	100%	0.533 - 0.536	16	50,29%	100%
0.454 - 0.459	34	22,22%	100%	0.537 - 0.538	14	97,66%	100%
0.460	32	22,22%	100%	0.539 - 0.548	16	46,78%	100%
0.461	29	47,36%	100%	0.549 - 0.554	13	47,95%	100%
0.462 - 0.474	27	47,36%	100%	0.555 - 0.570	16	50,29%	100%
0.475 - 0.484	25	47,36%	100%	0.571 - 0.574	15	50,87%	100%
0.485 - 0.492	21	47,36%	100%	0.575 - 0.577	13	96,49%	100%
0.493	22	47,36%	100%	0.578 - 0.579	11	97,66%	100%
0.494 - 0.498	21	47,36%	100%	0.580 - 0.614	8	49,12%	100%
0.499 - 0.501	26	46,78%	100%	0.615 - 0.621	10	47,95%	100%
0.502	25	24,56%	100%	0.622 - 0.639	9	48,53%	100%
0.503 - 0.505	21	25,14%	100%	0.640 - 0.646	8	98,83%	100%
0.506 - 0.510	18	46,78%	100%	0.647 - 0.674	9	48,53%	100%
0.511 - 0.515	19	96,49%	100%	0.675 - 0.712	6	98,83%	100%
0.516	23	21,63%	94,73%	0.713 - 0.732	3	99,41%	100%
0.517	18	46,19%	97,36%	0.733 - 0.741	4	99,41%	100%
0.518 - 0.519	20	46,78%	100%	0.742 - 0.803	3	99,41%	100%
0.520	17	46,78%	100%	0.804 - 0.854	2	100%	100%
0.521	19	46,19%	97,36%	0.855 - 0.989	1	77,77%	0%
0.522	19	46,19%	97,36%				

A Tabela 78 apresenta os resultados obtidos pela Rede *Fast* ART-4 com $\beta = 0,50$ fixo e ρ variando de 0,100 a 0,153, com incremento de 0,001.

Tabela 78 – Resultados da Rede Neural *Fast* ART-4 com $\beta = 0.50$

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.100	317	30,40%	100%	0.132 - 0.133	286	31,57%	100%
0.101 - 0.103	316	30,40%	100%	0.134 - 0.136	284	42,10%	100%
0.104 - 0.107	311	34,50%	100%	0.137 - 0.141	283	42,10%	100%
0.108	309	35,67%	100%	0.142	282	42,10%	100%
0.109 - 0.112	308	31,57%	100%	0.143	281	42,10%	100%
0.113	303	32,16%	100%	0.144	278	23,97%	100%
0.114	302	39,18%	100%	0.145	277	23,97%	100%
0.115 - 0.116	293	41,52%	100%	0.146 - 0.147	269	23,97%	100%
0.117 - 0.122	292	41,52%	100%	0.148	268	23,97%	100%
0.123 - 0.125	292	39,76%	100%	0.149 - 0.151	267	23,97%	100%
0.126 - 0.131	291	42,10%	100%	0.152 - 0.153	265	33,91%	100%

A Tabela 79 apresenta os resultados obtidos pela Rede *Fast* ART-4 com $\beta = 0,50$ fixo e ρ variando de 0,154 a 0,263, com incremento de 0,001.

Tabela 79 – Resultados da Rede Neural *Fast* ART-4 com $\beta = 0.50$

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.154	263	33,91%	100%	0.203	188	33,91%	100%
0.155 - 0.156	262	34,50%	100%	0.204	187	33,91%	100%
0.157 - 0.158	261	35,08%	100%	0.205	187	36,25%	100%
0.159	259	39,18%	100%	0.206	186	36,25%	100%
0.160	256	39,18%	100%	0.207	184	36,25%	100%
0.161	255	39,18%	100%	0.208	183	36,25%	100%
0.162	253	39,18%	100%	0.209	182	36,25%	100%
0.163	248	42,69%	100%	0.210	181	36,25%	100%
0.164	247	42,69%	100%	0.211 - 0.212	179	36,25%	100%
0.165	250	45,61%	100%	0.213	177	36,25%	100%
0.166 - 0.167	248	37,42%	100%	0.214	173	50,29%	100%
0.168	247	43,27%	100%	0.215	172	75,43%	100%
0.169	236	40,35%	100%	0.216 - 0.218	169	75,43%	100%
0.170	236	40,35%	100%	0.219	169	48,53%	100%
0.171	234	40,35%	100%	0.220	163	46,19%	100%
0.172	231	40,35%	100%	0.221	162	46,19%	100%
0.173 - 0.174	236	23,97%	100%	0.222 - 0.223	160	43,85%	100%
0.175	235	23,97%	100%	0.224 - 0.226	153	83,04%	100%
0.176	232	23,97%	100%	0.227	152	83,04%	100%
0.177	229	23,97%	100%	0.228	151	83,04%	100%
0.178	226	29,23%	100%	0.229	149	83,04%	100%
0.179 - 0.180	228	29,23%	100%	0.230 - 0.232	149	83,04%	100%
0.181 - 0.182	227	52,63%	100%	0.233	148	83,04%	100%
0.183	225	50,87%	100%	0.234 - 0.235	145	83,04%	100%
0.184	224	49,12%	100%	0.236	144	83,04%	100%
0.185	223	49,12%	100%	0.237	141	91,81%	100%
0.186	220	40,35%	100%	0.238 - 0.244	140	91,81%	100%
0.187	221	43,85%	100%	0.245	139	91,81%	100%
0.188 - 0.189	220	43,85%	100%	0.246 - 0.247	141	86,54%	100%
0.190 - 0.191	219	46,19%	100%	0.248	139	45,61%	100%
0.192	218	46,19%	100%	0.249 - 0.250	140	83,04%	100%
0.193	214	39,18%	100%	0.251	137	84,79%	100%
0.194	211	39,18%	100%	0.252	136	84,79%	100%
0.195	206	42,69%	100%	0.253	134	46,19%	100%
0.196	205	33,91%	100%	0.254	132	46,19%	100%
0.197	193	33,91%	100%	0.255	132	46,19%	100%
0.198	198	22,22%	100%	0.256	131	46,19%	100%
0.199	197	22,22%	100%	0.257	129	27,48%	100%
0.200	193	33,33%	100%	0.258	128	27,48%	100%
0.201	192	33,33%	100%	0.259 - 0.260	125	27,48%	100%
0.202	191	56,14%	100%	0.261 - 0.263	125	27,48%	100%

A Tabela 80 apresenta os resultados obtidos pela Rede *Fast* ART-4 com $\beta = 0,50$ fixo e ρ variando de 0,264 a 0,493, com incremento de 0,001.

Tabela 80 – Resultados da Rede Neural *Fast* ART-4 com $\beta = 0.50$

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.264	124	27,48%	100%	0.342	71	46,19%	100%
0.265 - 0.268	123	27,48%	100%	0.343	70	46,19%	100%
0.269 - 0.271	121	27,48%	100%	0.344 - 0.348	69	46,19%	100%
0.272 - 0.273	123	26,31%	100%	0.349 - 0.350	68	46,19%	100%
0.274 - 0.279	121	26,31%	100%	0.351 - 0.354	67	46,19%	100%
0.280	120	26,31%	100%	0.355 - 0.356	66	46,19%	100%
0.281	119	26,31%	100%	0.357	65	46,19%	100%
0.282 - 0.283	112	47,95%	100%	0.358 - 0.365	60	71,92%	100%
0.284 - 0.285	110	47,95%	100%	0.366 - 0.369	59	71,92%	100%
0.286	108	47,95%	100%	0.370	53	48,53%	100%
0.287	107	47,95%	100%	0.371 - 0.372	52	48,53%	100%
0.288	105	47,95%	100%	0.373	51	94,73%	100%
0.289	109	26,31%	100%	0.374 - 0.377	54	73,68%	100%
0.290 - 0.293	108	26,31%	100%	0.378	53	72,51%	100%
0.294	107	26,31%	100%	0.379 - 0.381	52	72,51%	100%
0.295 - 0.296	108	36,84%	100%	0.382 - 0.386	50	50,87%	100%
0.297 - 0.298	106	36,84%	100%	0.387 - 0.390	49	50,87%	100%
0.299	105	36,84%	100%	0.391 - 0.393	40	44,44%	100%
0.300	103	36,84%	100%	0.394 - 0.396	39	42,10%	100%
0.301	102	36,84%	100%	0.397 - 0.402	39	38,01%	81,57%
0.302 - 0.303	101	27,48%	100%	0.403 - 0.404	35	41,52%	97,36%
0.304 - 0.305	99	27,48%	100%	0.405 - 0.411	36	41,52%	97,36%
0.306 - 0.309	98	27,48%	100%	0.412	35	40,35%	92,10%
0.310 - 0.313	97	27,48%	100%	0.413 - 0.416	34	40,35%	92,10%
0.314 - 0.315	96	27,48%	100%	0.417 - 0.419	33	40,35%	92,10%
0.316	95	27,48%	100%	0.420 - 0.423	32	40,35%	92,10%
0.317	93	27,48%	100%	0.424 - 0.427	32	92,98%	92,10%
0.318 - 0.321	90	25,73%	100%	0.428 - 0.437	33	92,98%	92,10%
0.322	89	25,73%	100%	0.438 - 0.447	33	40,35%	92,10%
0.323 - 0.324	81	72,51%	100%	0.448 - 0.451	37	44,44%	92,10%
0.325	80	72,51%	100%	0.452	38	24,56%	100%
0.326 - 0.328	77	72,51%	100%	0.453	37	24,56%	100%
0.329 - 0.330	76	72,51%	100%	0.454	36	24,56%	100%
0.331	76	47,36%	100%	0.455 - 0.456	35	24,56%	100%
0.332 - 0.333	71	70,76%	100%	0.457 - 0.472	34	24,56%	100%
0.334	72	92,39%	100%	0.473 - 0.480	28	42,69%	100%
0.335	71	70,76%	100%	0.481 - 0.486	27	42,69%	100%
0.336	70	70,76%	100%	0.487 - 0.489	26	41,52%	92,10%
0.337 - 0.338	69	70,76%	100%	0.490	25	38,59%	89,47%
0.339 - 0.340	71	46,19%	100%	0.491	24	38,59%	84,21%
0.341	69	46,19%	100%	0.492 - 0.493	28	23,97%	97,36%

A Tabela 81 apresenta os resultados obtidos pela Rede *Fast* ART-4 com $\beta = 0,50$ fixo e ρ variando de 0,494 a 0,899, com incremento de 0,001.

Tabela 81 – Resultados da Rede Neural *Fast* ART-4 com $\beta = 0.50$

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.494	30	24,56%	100%	0.594 - 0.626	12	39,76%	84,21%
0.495 - 0.498	29	23,97%	97,36%	0.627 - 0.651	10	18,71%	84,21%
0.499 - 0.501	28	21,05%	84,21%	0.652 - 0.657	9	16,37%	73,68%
0.502 - 0.504	27	21,05%	84,21%	0.658 - 0.674	7	95,32%	84,21%
0.505	26	71,34%	84,21%	0.675 - 0.683	6	98,24%	100%
0.506 - 0.518	26	42,69%	84,21%	0.684 - 0.693	6	98,83%	100%
0.519	25	42,69%	84,21%	0.694 - 0.706	9	22,22%	100%
0.520 - 0.533	20	38,01%	81,57%	0.707 - 0.721	8	19,29%	86,84%
0.534 - 0.549	18	44,44%	100%	0.722 - 0.742	7	19,29%	86,84%
0.550 - 0.562	19	44,44%	100%	0.743 - 0.750	7	15,78%	65,78%
0.563 - 0.565	18	40,93%	94,73%	0.751 - 0.756	9	18,71%	84,21%
0.566 - 0.569	18	42,69%	100%	0.757 - 0.819	5	92,39%	71,05%
0.570 - 0.578	17	42,10%	100%	0.820 - 0.828	9	22,22%	100%
0.579	16	42,10%	100%	0.829 - 0.854	4	100%	100%
0.580 - 0.588	15	42,10%	100%	0.855 - 0.878	2	99,41%	97,36%
0.589 - 0.591	20	46,19%	100%	0.879 - 0.899	1	77,77%	0%
0.592 - 0.593	11	18,71%	84,21%				

A Tabela 82 apresenta os resultados obtidos pela Rede *Fast* ART-4 com $\beta = 0,80$ fixo e ρ variando de 0,100 a 0,131, com incremento de 0,001.

Tabela 82 – Resultados da Rede Neural *Fast* ART-4 com $\beta = 0.50$

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.100	318	29,82%	100%	0.116	293	36,25%	100%
0.101	317	29,82%	100%	0.117	292	36,25%	100%
0.102	317	29,82%	100%	0.118	292	36,25%	100%
0.103	314	32,16%	100%	0.119	292	36,25%	100%
0.104	313	32,16%	100%	0.120	292	36,25%	100%
0.105	312	32,16%	100%	0.121	292	36,25%	100%
0.106	312	32,16%	100%	0.122	292	36,25%	100%
0.107	312	32,16%	100%	0.123	292	36,25%	100%
0.108	311	32,16%	100%	0.124	292	36,25%	100%
0.109	310	32,16%	100%	0.125	292	36,25%	100%
0.110	310	32,16%	100%	0.126	291	32,16%	100%
0.111	312	25,73%	100%	0.127	291	32,16%	100%
0.112	312	25,73%	100%	0.128	291	32,16%	100%
0.113	307	25,73%	100%	0.129	291	32,16%	100%
0.114	302	32,16%	100%	0.130	291	32,16%	100%
0.115	294	36,25%	100%	0.131	291	32,16%	100%

A Tabela 83 apresenta os resultados obtidos pela Rede *Fast* ART-4 com $\beta = 0,80$ fixo e ρ variando de 0,132 a 0,218, com incremento de 0,001.

Tabela 83 – Resultados da Rede Neural *Fast* ART-4 com $\beta = 0.80$

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.132	288	34,50%	100%	0.173 - 0.174	242	22,22%	100%
0.133	288	34,50%	100%	0.175	235	22,22%	100%
0.134	286	38,01%	100%	0.176	232	22,22%	100%
0.135	286	38,01%	100%	0.177	229	22,22%	100%
0.136	286	38,01%	100%	0.178	226	22,22%	100%
0.137	285	38,01%	100%	0.179 - 0.180	228	22,22%	100%
0.138	285	38,01%	100%	0.181	227	30,40%	100%
0.139	285	38,01%	100%	0.182	227	30,40%	100%
0.140	285	38,01%	100%	0.183	225	42,69%	100%
0.141	285	38,01%	100%	0.184	224	43,85%	100%
0.142	284	40,35%	100%	0.185	223	43,85%	100%
0.143	283	40,35%	100%	0.186	220	62,57%	100%
0.144	277	24,56%	100%	0.187	221	52,04%	100%
0.145	276	24,56%	100%	0.188	220	52,04%	100%
0.146	269	24,56%	100%	0.189	220	52,04%	100%
0.147	269	24,56%	100%	0.190	219	52,04%	100%
0.148	268	24,56%	100%	0.191	219	52,04%	100%
0.149	267	24,56%	100%	0.192	218	46,19%	100%
0.150	267	24,56%	100%	0.193	214	29,23%	100%
0.151	267	24,56%	100%	0.194	211	29,23%	100%
0.152	265	35,67%	100%	0.195	206	23,39%	100%
0.153	265	35,67%	100%	0.196	205	47,36%	100%
0.154	263	36,25%	100%	0.197	193	42,10%	100%
0.155	259	30,40%	100%	0.198	198	22,22%	100%
0.156	259	30,40%	100%	0.199	197	22,22%	100%
0.157	258	34,50%	100%	0.200	191	56,14%	100%
0.158	258	34,50%	100%	0.201	190	56,14%	100%
0.159	259	35,08%	100%	0.202	190	56,14%	100%
0.160	256	35,08%	100%	0.203	188	22,22%	100%
0.161	255	35,08%	100%	0.204 - 0.205	187	22,22%	100%
0.162	253	35,08%	100%	0.206 - 0.207	185	22,22%	100%
0.163	248	49,70%	100%	0.208	184	22,22%	100%
0.164	247	49,70%	100%	0.209	183	22,22%	100%
0.165	255	30,99%	100%	0.210	178	47,95%	100%
0.166	253	29,82%	100%	0.211 - 0.212	176	47,95%	100%
0.167	252	41,52%	100%	0.213	174	47,95%	100%
0.168	247	46,19%	100%	0.214	170	64,32%	100%
0.169	245	41,52%	100%	0.215	170	64,32%	100%
0.170	245	41,52%	100%	0.216	167	64,32%	100%
0.171	243	41,52%	100%	0.217	166	64,32%	100%
0.172	240	41,52%	100%	0.218	166	64,32%	100%

A Tabela 84 apresenta os resultados obtidos pela Rede *Fast* ART-4 com $\beta = 0,80$ fixo e ρ variando de 0,219 a 0,369, com incremento de 0,001.

Tabela 84 – Resultados da Rede Neural *Fast* ART-4 com $\beta = 0.80$

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.219	166	44,44%	100%	0.288	103	93,56%	100%
0.220	160	83,04%	100%	0.289	110	23,97%	100%
0.221	159	83,04%	100%	0.290 - 0.291	109	23,97%	100%
0.222	159	83,04%	100%	0.292 - 0.293	106	45,61%	100%
0.223	161	42,69%	100%	0.294	105	45,61%	100%
0.224 - 0.226	155	61,40%	100%	0.295 - 0.296	106	25,73%	100%
0.227	154	61,40%	100%	0.297 - 0.298	104	25,73%	100%
0.228	153	61,40%	100%	0.299	103	25,73%	100%
0.229	149	61,40%	100%	0.300	101	25,73%	100%
0.230	150	61,40%	100%	0.301 - 0.303	100	25,73%	100%
0.231 - 0.233	150	61,40%	100%	0.304 - 0.305	99	25,73%	100%
0.234 - 0.235	147	61,40%	100%	0.306 - 0.309	98	25,73%	100%
0.236	146	61,40%	100%	0.310 - 0.311	97	25,73%	100%
0.237	143	88,30%	100%	0.312 - 0.313	96	25,73%	100%
0.238 - 0.244	140	60,23%	100%	0.314 - 0.315	94	25,73%	100%
0.245	139	60,23%	100%	0.316	93	25,73%	100%
0.246 - 0.247	141	59,64%	100%	0.317	91	25,73%	100%
0.248	139	45,61%	100%	0.318 - 0.321	90	25,73%	100%
0.249	143	43,85%	100%	0.322	89	25,73%	100%
0.250	143	43,85%	100%	0.323 - 0.324	81	72,51%	100%
0.251	137	46,19%	100%	0.325	80	72,51%	100%
0.252	136	46,19%	100%	0.326 - 0.328	77	72,51%	100%
0.253	134	46,19%	100%	0.329 - 0.330	76	72,51%	100%
0.254	132	46,19%	100%	0.331 - 0.332	72	72,51%	100%
0.255	132	46,19%	100%	0.333	71	92,39%	100%
0.256	131	46,19%	100%	0.334	72	92,39%	100%
0.257	130	46,19%	100%	0.335	71	92,39%	100%
0.258	126	47,95%	100%	0.336	70	92,39%	100%
0.259 - 0.260	123	47,95%	100%	0.337 - 0.338	69	92,39%	100%
0.261 - 0.263	123	47,95%	100%	0.339 - 0.340	71	46,19%	100%
0.264	122	47,95%	100%	0.341	69	46,19%	100%
0.265 - 0.268	121	47,95%	100%	0.342	71	23,39%	100%
0.269 - 0.271	119	47,95%	100%	0.343	70	23,39%	100%
0.272 - 0.273	121	26,31%	100%	0.344 - 0.348	69	23,39%	100%
0.274 - 0.279	119	26,31%	100%	0.349 - 0.350	68	23,39%	100%
0.280	118	26,31%	100%	0.351 - 0.353	67	23,39%	100%
0.281	117	26,31%	100%	0.354	63	70,76%	100%
0.282 - 0.283	110	93,56%	100%	0.355 - 0.356	62	70,76%	100%
0.284 - 0.285	108	93,56%	100%	0.357 - 0.361	61	70,76%	100%
0.286	106	93,56%	100%	0.362 - 0.365	60	70,76%	100%
0.287	105	93,56%	100%	0.366 - 0.369	59	70,76%	100%

A Tabela 85 apresenta os resultados obtidos pela Rede *Fast* ART-4 com $\beta = 0,80$ fixo e ρ variando de 0,370 a 0,899, com incremento de 0,001.

Tabela 85 – Resultados da Rede Neural *Fast* ART-4 com $\beta = 0.80$

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.370	52	48,53%	100%	0.563 - 0.564	18	40,93%	94,73%
0.371	51	48,53%	100%	0.565 - 0.566	18	42,69%	100%
0.372	51	48,53%	100%	0.567 - 0.574	17	39,18%	86,84%
0.373	50	97,07%	100%	0.575 - 0.578	16	42,10%	100%
0.374 - 0.378	53	73,68%	100%	0.579 - 0.588	15	42,10%	100%
0.379 - 0.381	52	73,68%	100%	0.589 - 0.592	20	46,19%	100%
0.382 - 0.386	50	50,87%	100%	0.593 - 0.612	11	18,71%	84,21%
0.387 - 0.390	49	50,87%	100%	0.613 - 0.631	12	39,76%	84,21%
0.391 - 0.393	40	40,93%	84,21%	0.632 - 0.640	13	98,24%	100%
0.394 - 0.396	39	38,59%	84,21%	0.641 - 0.658	11	78,36%	100%
0.397 - 0.402	38	38,01%	81,57%	0.659 - 0.663	16	97,66%	100%
0.403 - 0.404	37	24,56%	100%	0.664 - 0.674	11	77,77%	100%
0.405 - 0.411	36	24,56%	100%	0.675 - 0.678	11	22,22%	100%
0.412 - 0.413	34	22,80%	92,10%	0.679 - 0.681	1	22,22%	100%
0.414 - 0.416	35	92,98%	92,10%	0.682 - 0.687	12	22,22%	100%
0.417 - 0.420	33	92,98%	92,10%	0.688 - 0.703	14	22,22%	100%
0.421 - 0.427	32	92,98%	92,10%	0.704 - 0.705	13	22,22%	100%
0.428 - 0.432	33	92,98%	92,10%	0.706 - 0.721	10	19,29%	86,84%
0.433 - 0.438	32	92,98%	92,10%	0.722 - 0.745	10	77,77%	100%
0.439 - 0.443	33	44,44%	100%	0.746 - 0.753	9	15,20%	65,78%
0.444 - 0.447	33	22,80%	92,10%	0.754 - 0.765	8	98,83%	100%
0.448 - 0.451	37	44,44%	92,10%	0.766 - 0.779	9	22,22%	100%
0.452	38	24,56%	100%	0.780 - 0.786	8	98,83%	100%
0.453	37	24,56%	100%	0.787 - 0.792	7	98,83%	100%
0.454	36	24,56%	100%	0.793 - 0.801	8	22,22%	100%
0.455 - 0.456	35	24,56%	100%	0.802 - 0.820	7	22,22%	100%
0.457 - 0.472	34	24,56%	100%	0.821 - 0.830	4	100%	100%
0.473 - 0.480	28	42,69%	100%	0.831 - 0.838	7	22,22%	100%
0.481 - 0.486	27	42,69%	100%	0.839	9	22,22%	100%
0.487 - 0.489	26	40,93%	89,47%	0.840 - 0.844	8	22,22%	100%
0.490 - 0.491	25	39,76%	89,47%	0.845 - 0.854	5	96,49	89,47%
0.492 - 0.498	29	23,97%	97,36%	0.855 - 0.856	6	18,12%	76,31%
0.499 - 0.501	28	21,05%	84,21%	0.857 - 0.862	5	12,86%	57,89%
0.502 - 0.504	27	21,05%	84,21%	0.863 - 0.875	3	83,04%	23,68%
0.505	26	88,88%	84,21%	0.876	5	19,88%	89,47%
0.506 - 0.518	26	42,69%	84,21%	0.877 - 0.880	4	15,20	63,15%
0.519	28	18,71%	81,57%	0.881 - 0.885	2	99,41%	97,36%
0.520 - 0.533	20	38,01%	81,57%	0.886 - 0.887	2	0,58%	2,63%
0.534 - 0.549	18	44,44%	100%	0.888 - 0.899	1	77,77%	0%
0.550 - 0.562	19	44,44%	100%				

A Tabela 86 apresenta os resultados obtidos pela Rede *Fast* ART-8 com $\beta = 0,10$ fixo e ρ variando de 0,200 a 0,257, com incremento de 0,001.

Tabela 86 – Resultados da Rede Neural *Fast* ART-8 com $\beta = 0.10$

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.200 - 0.201	203	28,65%	100%	0.230 - 0.233	178	22,80%	100%
0.202	202	28,65%	100%	0.234 - 0.235	176	22,80%	100%
0.203 - 0.204	200	28,65%	100%	0.236	175	22,80%	100%
0.205	199	28,65%	100%	0.237 - 0.238	173	22,80%	100%
0.206 - 0.207	195	28,65%	100%	0.239	170	23,97%	100%
0.208	193	28,65%	100%	0.240 - 0.241	169	23,97%	100%
0.209 - 0.210	191	28,65%	100%	0.242 - 0.243	168	23,97%	100%
0.211	190	29,82%	100%	0.244	167	23,97%	100%
0.212	188	29,82%	100%	0.245	167	23,39%	100%
0.213	187	29,82%	100%	0.246	165	40,93%	100%
0.214 - 0.215	186	29,82%	100%	0.247	163	40,93%	100%
0.216	185	29,82%	100%	0.248 - 0.250	162	40,93%	100%
0.217	183	29,82%	100%	0.251 - 0.252	158	47,95%	100%
0.218	182	29,82%	100%	0.253	156	47,95%	100%
0.219 - 0.223	180	30,99%	100%	0.254 - 0.256	153	69,00%	100%
0.224 - 0.229	177	32,74%	100%	0.257	152	69,00%	100%

A Tabela 87 apresenta os resultados obtidos pela Rede *Fast* ART-8 com $\beta = 0,10$ fixo e ρ variando de 0,258 a 0,420, com incremento de 0,001.

Tabela 87 – Resultados da Rede Neural *Fast* ART-8 com $\beta = 0.10$

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.258	151	69,00%	100%	0.344	96	45,02%	100%
0.259	150	43,27%	100%	0.345 - 0.346	84	50,87%	100%
0.260	147	70,17%	100%	0.347	83	94,73%	100%
0.261	145	70,17%	100%	0.348	82	94,73%	100%
0.262 - 0.264	144	71,92%	100%	0.349 - 0.350	81	94,73%	100%
0.265	142	71,92%	100%	0.351 - 0.352	77	94,73%	100%
0.266 - 0.268	140	71,92%	100%	0.353 - 0.354	76	94,73%	100%
0.269 - 0.271	138	71,92%	100%	0.355 - 0.357	76	50,87%	100%
0.272	137	71,92%	100%	0.358	74	50,87%	100%
0.273	136	71,92%	100%	0.359 - 0.361	82	46,19%	100%
0.274	135	71,92%	100%	0.362	72	94,15%	100%
0.275	136	63,74%	100%	0.363	71	94,15%	100%
0.276	130	28,65%	100%	0.364 - 0.365	70	94,73%	100%
0.277	128	28,65%	100%	0.366 - 0.367	70	94,73%	100%
0.278 - 0.279	127	28,65%	100%	0.368	69	94,73%	100%
0.280 - 0.281	126	27,48%	100%	0.369	67	94,73%	100%
0.282	124	27,48%	100%	0.370 - 0.371	66	94,73%	100%
0.283	123	27,48%	100%	0.372 - 0.375	67	74,26%	100%
0.284	122	27,48%	100%	0.376	67	48,53%	100%
0.285	121	27,48%	100%	0.377	68	48,53%	100%
0.286 - 0.291	120	27,48%	100%	0.378	67	48,53%	100%
0.292 - 0.293	119	27,48%	100%	0.379 - 0.380	66	51,46%	100%
0.294 - 0.296	118	27,48%	100%	0.381 - 0.382	65	51,46%	100%
0.297 - 0.298	118	26,31%	100%	0.383	64	27,48%	100%
0.299	117	26,31%	100%	0.384 - 0.385	64	50,29%	100%
0.300 - 0.301	116	26,31%	100%	0.386	62	94,15%	100%
0.302 - 0.305	114	26,31%	100%	0.387	63	94,15%	100%
0.306 - 0.308	110	91,81%	100%	0.388 - 0.397	65	47,36%	100%
0.309 - 0.310	109	91,81%	100%	0.398	63	46,19%	100%
0.311	108	91,81%	100%	0.399	62	46,19%	100%
0.312 - 0.314	112	46,19%	100%	0.400	63	46,19%	100%
0.315 - 0.316	111	46,19%	100%	0.401 - 0.404	60	44,44%	100%
0.317	110	46,19%	100%	0.405 - 0.407	59	44,44%	100%
0.318 - 0.320	108	48,53%	100%	0.408 - 0.409	59	23,97%	100%
0.321 - 0.326	107	48,53%	100%	0.410	58	24,56%	100%
0.327	106	48,53%	100%	0.411 - 0.412	55	24,56%	100%
0.328 - 0.330	106	43,27%	100%	0.413	49	24,56%	100%
0.331 - 0.333	105	43,27%	100%	0.414	51	23,97%	100%
0.334 - 0.335	102	43,27%	100%	0.415 - 0.416	55	22,22%	100%
0.336 - 0.341	100	43,27%	100%	0.417	55	23,97%	100%
0.342	98	43,27%	100%	0.418 - 0.419	56	22,22%	100%
0.343	97	43,27%	100%	0.420	55	22,22%	100%

A Tabela 88 apresenta os resultados obtidos pela Rede *Fast* ART-8 com $\beta = 0,10$ fixo e ρ variando de 0,421 a 0,909, com incremento de 0,001.

Tabela 88 – Resultados da Rede Neural *Fast* ART-8 com $\beta = 0.10$

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.421	54	22,22%	100%	0.548 - 0.556	20	97,07%	100%
0.422 - 0.423	49	46,78%	100%	0.557 - 0.558	19	97,07%	100%
0.424	48	46,78%	100%	0.559 - 0.566	22	97,07%	100%
0.425 - 0.428	47	46,78%	100%	0.567 - 0.576	17	50,87%	100%
0.429	45	45,61%	94,73%	0.577 - 0.582	22	97,07%	100%
0.430 - 0.434	42	49,12%	100%	0.583 - 0.585	20	97,07%	100%
0.435 - 0.438	41	46,78%	86,84%	0.586	23	44,44%	92,10%
0.439 - 0.443	43	48,53%	100%	0.587 - 0.588	18	24,56%	94,73%
0.444 - 0.447	44	48,53%	100%	0.589 - 0.590	17	23,97%	92,10%
0.448 - 0.454	41	49,12%	100%	0.591	19	50,87%	100%
0.455	40	48,53%	100%	0.592 - 0.595	18	50,87%	100%
0.456 - 0.460	39	49,12%	100%	0.596 - 0.597	17	97,07%	100%
0.461 - 0.462	38	49,12%	100%	0.598 - 0.600	15	22,80%	100%
0.463 - 0.469	39	45,02%	86,84%	0.601 - 0.605	14	49,70%	100%
0.470	34	46,19%	94,73%	0.606 - 0.609	17	47,36%	100%
0.471 - 0.473	34	49,70%	100%	0.610 - 0.615	16	47,95%	100%
0.474	33	49,12%	100%	0.616 - 0.620	15	47,95%	100%
0.475 - 0.481	31	47,36%	100%	0.621	13	49,12%	100%
0.482	33	46,78%	100%	0.622 - 0.629	12	49,70%	100%
0.483 - 0.486	34	47,36%	100%	0.630 - 0.658	11	49,70%	100%
0.487 - 0.488	29	22,80%	100%	0.659 - 0.674	10	49,70%	100%
0.489	27	72,51%	100%	0.675 - 0.686	10	50,29%	100%
0.490 - 0.491	26	72,51%	100%	0.687 - 0.693	9	50,87%	100%
0.492 - 0.497	28	47,36%	100%	0.694 - 0.701	9	97,66%	100%
0.498 - 0.500	28	97,07%	100%	0.702 - 0.718	7	50,87%	100%
0.501	27	97,07%	100%	0.719 - 0.722	6	98,24%	100%
0.502 - 0.513	26	97,66%	100%	0.723 - 0.738	5	98,83%	100%
0.514 - 0.517	24	97,66%	100%	0.739 - 0.783	5	71,34%	100%
0.518 - 0.527	23	97,66%	100%	0.784 - 0.789	3	100%	100%
0.528 - 0.540	22	71,92%	100%	0.790 - 0.845	3	97,07%	100%
0.541 - 0.542	21	71,92%	100%	0.846 - 0.893	2	100%	100%
0.543 - 0.547	19	97,66%	100%	0.894 - 0.909	1	77,77%	0%

A Tabela 89 apresenta os resultados obtidos pela Rede *Fast* ART-8 com $\beta = 0,15$ fixo e ρ variando de 0,100 a 0,104, com incremento de 0,001.

Tabela 89 – Resultados da Rede Neural *Fast* ART-8 com $\beta = 0.15$

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.100 - 0.101	325	26,90%	100%	0.103	321	28,07%	100%
0.102	323	26,90%	100%	0.104	318	27,48%	100%

A Tabela 90 apresenta os resultados obtidos pela Rede *Fast* ART-8 com $\beta = 0,15$ fixo e ρ variando de 0,105 a 0,261, com incremento de 0,001.

Tabela 90 – Resultados da Rede Neural *Fast* ART-8 com $\beta = 0.15$

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.105	316	28,65%	100%	0.196	219	30,40%	100%
0.106 - 0.107	315	27,48%	100%	0.197	218	30,40%	100%
0.108	310	27,48%	100%	0.198	214	25,14%	100%
0.109 - 0.110	305	32,16%	100%	0.199	213	29,23%	100%
0.111	304	32,16%	100%	0.200 - 0.201	204	25,14%	100%
0.112	303	32,16%	100%	0.202	203	25,14%	100%
0.113 - 0.114	295	32,74%	100%	0.203 - 0.204	201	25,14%	100%
0.115 - 0.120	289	26,31%	100%	0.205	200	25,14%	100%
0.121 - 0.122	288	26,31%	100%	0.206 - 0.207	196	25,14%	100%
0.123 - 0.134	287	26,31%	100%	0.208	194	25,14%	100%
0.135 - 0.141	287	28,65%	100%	0.209 - 0.210	192	25,14%	100%
0.142	286	28,65%	100%	0.211	191	40,93%	100%
0.143 - 0.149	284	22,22%	100%	0.212	189	40,93%	100%
0.150 - 0.152	282	23,97%	100%	0.213	188	40,93%	100%
0.153 - 0.155	281	25,73%	100%	0.214 - 0.215	187	40,93%	100%
0.156 - 0.158	280	25,73%	100%	0.216	186	40,93%	100%
0.159 - 0.164	279	25,73%	100%	0.217	184	40,93%	100%
0.165 - 0.166	278	25,73%	100%	0.218	183	40,93%	100%
0.167 - 0.168	277	25,73%	100%	0.219 - 0.223	182	40,35%	100%
0.169	273	25,73%	100%	0.224 - 0.227	179	40,35%	100%
0.170 - 0.171	271	25,73%	100%	0.228	179	39,76%	100%
0.172	266	43,85%	100%	0.229 - 0.233	178	47,95%	100%
0.173	264	33,33%	100%	0.234 - 0.235	176	47,95%	100%
0.174	263	42,10%	100%	0.236	175	47,95%	100%
0.175	260	42,10%	100%	0.237 - 0.238	173	47,95%	100%
0.176	261	42,10%	100%	0.239	170	57,89%	100%
0.177	259	42,10%	100%	0.240 - 0.241	169	57,89%	100%
0.178	258	42,10%	100%	0.242 - 0.243	168	57,89%	100%
0.179	254	26,90%	100%	0.244	167	57,89%	100%
0.180	253	35,67%	100%	0.245	167	40,35%	100%
0.181	252	35,67%	100%	0.246	165	40,93%	100%
0.182	245	47,36%	100%	0.247	163	40,93%	100%
0.183	244	47,36%	100%	0.248 - 0.249	162	40,93%	100%
0.184 - 0.186	240	39,76%	100%	0.250	161	40,93%	100%
0.187	234	39,76%	100%	0.251 - 0.252	161	42,69%	100%
0.188	233	39,76%	100%	0.253 - 0.254	156	45,02%	100%
0.189	232	39,76%	100%	0.255 - 0.256	155	45,02%	100%
0.190	230	31,57%	100%	0.257	154	70,76%	100%
0.191	226	22,80%	100%	0.258	153	70,76%	100%
0.192	223	22,80%	100%	0.259	152	70,17%	100%
0.193	222	22,80%	100%	0.260	150	70,17%	100%
0.194 - 0.195	224	39,76%	100%	0.261	148	70,17%	100%

A Tabela 91 apresenta os resultados obtidos pela Rede *Fast* ART-8 com $\beta = 0,15$ fixo e ρ variando de 0,262 a 0,440, com incremento de 0,001.

Tabela 91 – Resultados da Rede Neural *Fast* ART-8 com $\beta = 0.15$

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.262 - 0.263	150	44,44%	100%	0.347 - 0.348	88	45,02%	100%
0.264	149	44,44%	100%	0.349	87	45,02%	100%
0.265	143	45,02%	100%	0.350	86	45,02%	100%
0.266 - 0.267	141	45,02%	100%	0.351 - 0.352	83	45,02%	100%
0.268 - 0.269	139	45,02%	100%	0.353 - 0.354	81	45,02%	100%
0.270 - 0.271	138	62,57%	100%	0.355 - 0.357	78	49,70%	100%
0.272	137	62,57%	100%	0.358	77	49,70%	100%
0.273	136	62,57%	100%	0.359 - 0.362	76	49,70%	100%
0.274	135	62,57%	100%	0.363	76	45,02%	100%
0.275	131	27,48%	100%	0.364 - 0.366	76	45,61%	100%
0.276	130	28,65%	100%	0.367	75	45,61%	100%
0.277	128	28,65%	100%	0.368 - 0.370	72	45,61%	100%
0.278 - 0.279	127	28,65%	100%	0.371	68	51,46%	100%
0.280 - 0.281	126	28,07%	100%	0.372 - 0.376	69	51,46%	100%
0.282	124	28,07%	100%	0.377	69	27,48%	100%
0.283	123	28,07%	100%	0.378 - 0.380	68	27,48%	100%
0.284 - 0.285	122	28,07%	100%	0.381	67	27,48%	100%
0.286	121	28,07%	100%	0.382	66	49,70%	100%
0.287 - 0.291	120	28,07%	100%	0.383	65	49,70%	100%
0.292 - 0.293	119	28,07%	100%	0.384 - 0.386	65	47,95%	100%
0.294 - 0.298	118	26,90%	100%	0.387 - 0.389	66	25,73%	100%
0.299	117	26,90%	100%	0.390	67	44,44%	100%
0.300 - 0.301	116	26,90%	100%	0.391 - 0.394	66	44,44%	100%
0.302 - 0.305	114	26,90%	100%	0.395 - 0.399	65	25,73%	100%
0.306	113	72,51%	100%	0.400	65	44,44%	100%
0.307 - 0.308	112	72,51%	100%	0.401 - 0.403	62	46,19%	100%
0.309 - 0.310	111	72,51%	100%	0.404 - 0.405	60	25,14%	100%
0.311	110	72,51%	100%	0.406	59	25,14%	100%
0.312 - 0.314	112	46,78%	100%	0.407	60	46,19%	100%
0.315 - 0.316	111	46,78%	100%	0.408 - 0.411	57	24,56%	100%
0.317	110	46,78%	100%	0.412 - 0.413	58	24,56%	100%
0.318 - 0.320	108	49,12%	100%	0.414	48	24,56%	100%
0.321 - 0.327	107	48,53%	100%	0.415 - 0.420	54	46,19%	100%
0.328 - 0.330	103	48,53%	100%	0.421	53	46,19%	100%
0.331 - 0.333	102	48,53%	100%	0.422 - 0.423	52	46,19%	100%
0.334	99	57,30%	100%	0.424 - 0.425	53	22,22%	100%
0.335 - 0.336	98	57,30%	100%	0.426	51	22,22%	100%
0.337 - 0.341	97	57,30%	100%	0.427 - 0.431	50	23,97%	100%
0.342	95	57,30%	100%	0.432 - 0.434	49	24,56%	100%
0.343	94	57,30%	100%	0.435	48	22,22%	100%
0.344	95	25,73%	100%	0.436 - 0.438	47	22,22%	100%
0.345 - 0.346	85	49,70%	100%	0.439 - 0.440	46	24,56%	100%

A Tabela 92 apresenta os resultados obtidos pela Rede *Fast* ART-8 com $\beta = 0,15$ fixo e ρ variando de 0,441 a 0,949, com incremento de 0,001.

Tabela 92 – Resultados da Rede Neural *Fast* ART-8 com $\beta = 0.15$

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.441 - 0.442	45	24,56%	97,36%	0.550 - 0.560	27	71,34%	100%
0.443 - 0.446	44	24,56%	97,36%	0.561 - 0.566	22	49,70%	100%
0.447	43	24,56%	97,36%	0.567 - 0.574	27	71,34%	100%
0.448	41	49,12%	100%	0.575 - 0.584	22	97,07%	100%
0.449 - 0.450	42	49,12%	100%	0.585 - 0.586	21	97,07%	100%
0.451	43	24,56%	97,36%	0.587 - 0.589	20	97,07%	100%
0.452 - 0.453	43	49,12%	100%	0.590 - 0.592	19	97,07%	100%
0.454 - 0.456	43	46,19%	97,36%	0.593 - 0.595	19	49,12%	100%
0.457 - 0.458	42	49,12%	100%	0.596 - 0.600	19	46,78%	100%
0.459	41	49,12%	100%	0.601 - 0.605	21	20,46%	89,47%
0.460	39	46,19%	94,73%	0.606 - 0.612	18	47,36%	100%
0.461	39	48,53%	100%	0.613 - 0.615	17	46,19%	94,73%
0.462 - 0.464	38	48,53%	100%	0.616	15	70,76%	94,73%
0.465 - 0.470	37	24,56%	100%	0.617 - 0.620	14	71,92%	97,36%
0.471 - 0.472	33	46,78%	100%	0.621 - 0.631	13	97,66%	100%
0.473 - 0.479	32	46,78%	100%	0.632 - 0.651	10	47,95%	100%
0.480 - 0.481	35	46,78%	100%	0.652 - 0.658	9	49,70%	100%
0.482 - 0.489	35	24,56%	100%	0.659 - 0.676	11	25,73%	100%
0.490 - 0.500	32	46,78%	100%	0.677 - 0.686	11	71,34%	100%
0.501 - 0.502	31	46,78%	100%	0.687 - 0.688	9	47,36%	100%
0.503 - 0.509	28	46,78%	100%	0.689 - 0.691	9	49,70%	100%
0.510	28	46,19%	89,47%	0.692 - 0.704	7	98,24%	100%
0.511	27	46,19%	89,47%	0.705 - 0.711	8	97,66%	100%
0.512	28	46,78%	100%	0.712 - 0.729	6	98,24%	100%
0.513 - 0.519	26	46,78%	100%	0.730 - 0.792	5	98,83%	100%
0.520 - 0.529	28	46,78%	100%	0.793 - 0.813	3	100%	100%
0.530 - 0.532	26	21,05%	94,73%	0.814 - 0.874	3	98,24%	100%
0.533 - 0.535	25	21,05%	94,73%	0.875 - 0.893	2	100%	100%
0.536 - 0.545	23	24,56%	100%	0.894 - 0.949	1	77,77%	0%
0.546 - 0.549	24	49,70%	100%				

A Tabela 93 apresenta os resultados obtidos pela Rede *Fast* ART-8 com $\beta = 0,50$ fixo e ρ variando de 0,100 a 0,107, com incremento de 0,001.

Tabela 93 – Resultados da Rede Neural *Fast* ART-8 com $\beta = 0,50$

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.100	329	32,16%	100%	0.104	321	30,40%	100%
0.101	328	29,23%	100%	0.105	320	30,40%	100%
0.102	326	29,23%	100%	0.106	319	30,40%	100%
0.103	324	30,40%	100%	0.107	313	35,08%	100%

A Tabela 94 apresenta os resultados obtidos pela Rede *Fast* ART-8 com $\beta = 0,50$ fixo e ρ variando de 0,108 a 0,269, com incremento de 0,001.

Tabela 94 – Resultados da Rede Neural *Fast* ART-8 com $\beta = 0,50$

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.108	308	35,67%	100%	0.201	203	24,56%	100%
0.109 - 0.110	305	30,40%	100%	0.202	202	24,56%	100%
0.111	304	33,33%	100%	0.203 - 0.204	200	24,56%	100%
0.112	303	33,33%	100%	0.205	199	24,56%	100%
0.113 - 0.114	295	33,33%	100%	0.206 - 0.207	195	24,56%	100%
0.115 - 0.120	292	39,18%	100%	0.208	193	24,56%	100%
0.121 - 0.122	291	35,08%	100%	0.209 - 0.210	191	24,56%	100%
0.123 - 0.134	290	35,08%	100%	0.211	191	47,95%	100%
0.135 - 0.142	287	31,57%	100%	0.212	189	47,95%	100%
0.143 - 0.149	284	42,10%	100%	0.213	188	47,95%	100%
0.150 - 0.155	284	41,52%	100%	0.214 - 0.215	187	47,95%	100%
0.156 - 0.158	280	26,90%	100%	0.216	186	47,95%	100%
0.159 - 0.166	279	26,90%	100%	0.217	184	36,25%	100%
0.167 - 0.168	278	26,90%	100%	0.218 - 0.219	183	36,25%	100%
0.169	274	27,48%	100%	0.220 - 0.223	183	36,25%	100%
0.170 - 0.171	272	27,48%	100%	0.224 - 0.233	178	71,34%	100%
0.172	265	46,19%	100%	0.234 - 0.235	176	71,34%	100%
0.173	263	30,99%	100%	0.236	175	71,34%	100%
0.174	261	35,67%	100%	0.237 - 0.238	173	71,34%	100%
0.175 - 0.176	258	35,67%	100%	0.239	170	72,51%	100%
0.177	257	35,67%	100%	0.240 - 0.241	169	72,51%	100%
0.178	256	35,67%	100%	0.242 - 0.243	168	72,51%	100%
0.179	255	22,80%	100%	0.244	167	72,51%	100%
0.180	254	41,52%	100%	0.245	168	43,27%	100%
0.181	253	42,69%	100%	0.246	166	43,27%	100%
0.182	246	41,52%	100%	0.247	164	43,27%	100%
0.183	245	41,52%	100%	0.248 - 0.249	163	43,27%	100%
0.184 - 0.186	241	42,69%	100%	0.250 - 0.252	162	43,27%	100%
0.187	234	42,69%	100%	0.253 - 0.254	157	40,35%	100%
0.188	233	42,69%	100%	0.255 - 0.256	156	40,35%	100%
0.189	232	42,69%	100%	0.257	153	89,47%	100%
0.190	230	52,04%	100%	0.258	152	89,47%	100%
0.191	226	50,87%	100%	0.259	151	89,47%	100%
0.192	223	50,87%	100%	0.260	149	89,47%	100%
0.193	221	44,44%	100%	0.261	147	89,47%	100%
0.194 - 0.195	223	43,27%	100%	0.262 - 0.263	147	91,22%	100%
0.196	222	40,35%	100%	0.264	146	91,22%	100%
0.197	217	47,95%	100%	0.265	146	39,18%	100%
0.198	214	49,12%	100%	0.266	140	77,77%	100%
0.199	213	38,59%	100%	0.267	138	77,77%	100%
0.200	204	22,80%	100%	0.268 - 0.269	142	39,18%	100%

A Tabela 95 apresenta os resultados obtidos pela Rede *Fast* ART-8 com $\beta = 0,50$ fixo e ρ variando de 0,270 a 0,458, com incremento de 0,001.

Tabela 95 – Resultados da Rede Neural *Fast* ART-8 com $\beta = 0,50$

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.270 - 0.271	137	87,71%	100%	0.351 - 0.352	83	47,36%	100%
0.272	136	87,71%	100%	0.353 - 0.354	81	47,36%	100%
0.273	135	87,71%	100%	0.355 - 0.358	80	47,36%	100%
0.274	134	87,71%	100%	0.359 - 0.361	84	46,19%	100%
0.275	132	27,48%	100%	0.362	79	47,36%	100%
0.276	131	27,48%	100%	0.363	75	47,36%	100%
0.277	129	27,48%	100%	0.364 - 0.365	76	47,36%	100%
0.278 - 0.279	128	27,48%	100%	0.366	75	47,36%	100%
0.280 - 0.281	127	27,48%	100%	0.367	74	47,36%	100%
0.282	125	27,48%	100%	0.368 - 0.374	72	47,36%	100%
0.283 - 0.285	124	27,48%	100%	0.375	71	47,36%	100%
0.286	123	27,48%	100%	0.376 - 0.377	70	47,36%	100%
0.287 - 0.290	122	27,48%	100%	0.378	69	47,36%	100%
0.291 - 0.292	121	25,73%	100%	0.379 - 0.380	69	45,61%	100%
0.293	120	25,73%	100%	0.381 - 0.382	68	45,61%	100%
0.294	119	25,73%	100%	0.383	64	72,51%	100%
0.295 - 0.297	121	25,73%	100%	0.384 - 0.390	64	91,81%	100%
0.298	120	25,73%	100%	0.391 - 0.394	63	91,81%	100%
0.299	119	25,73%	100%	0.395 - 0.399	62	91,81%	100%
0.300 - 0.301	116	25,73%	100%	0.400	60	91,81%	100%
0.302 - 0.305	114	25,73%	100%	0.401 - 0.403	59	70,76%	100%
0.306	115	45,02%	100%	0.404 - 0.407	62	46,19%	100%
0.307 - 0.308	114	45,02%	100%	0.408	60	47,95%	100%
0.309 - 0.310	113	45,02%	100%	0.409 - 0.410	61	22,22%	100%
0.311	112	45,02%	100%	0.411	60	22,22%	100%
0.312 - 0.316	112	45,61%	100%	0.412 - 0.413	53	24,56%	100%
0.317	111	45,61%	100%	0.414 - 0.416	50	48,53%	100%
0.318 - 0.320	109	22,80%	100%	0.417 - 0.420	49	48,53%	100%
0.321 - 0.327	108	22,80%	100%	0.421	49	67,83%	97,36%
0.328 - 0.330	104	22,80%	100%	0.422 - 0.424	47	67,83%	97,36%
0.331 - 0.333	103	22,80%	100%	0.425	48	24,56%	100%
0.334	100	22,80%	100%	0.426	47	24,56%	100%
0.335 - 0.336	101	45,02%	100%	0.427 - 0.431	45	22,22%	97,36%
0.337 - 0.341	100	45,02%	100%	0.432 - 0.433	47	21,05%	94,73%
0.342	98	45,02%	100%	0.434 - 0.435	46	21,05%	94,73%
0.343	97	45,02%	100%	0.436	45	46,19%	100%
0.344	95	46,19%	100%	0.437 - 0.438	44	48,53%	100%
0.345	83	49,70%	100%	0.439 - 0.446	43	48,53%	100%
0.346	89	47,36%	100%	0.447 - 0.451	42	48,53%	100%
0.347 - 0.348	87	47,36%	100%	0.452 - 0.453	39	74,85%	100%
0.349 - 0.350	86	47,36%	100%	0.454 - 0.458	40	48,53%	100%

A Tabela 96 apresenta os resultados obtidos pela Rede *Fast* ART-8 com $\beta = 0,50$ fixo e ρ variando de 0,459 a 0,949, com incremento de 0,001.

Tabela 96 – Resultados da Rede Neural *Fast* ART-8 com $\beta = 0,50$

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.459	39	48,53%	100%	0.636 - 0.638	14	43,85%	84,21%
0.460	36	74,85%	100%	0.639	15	47,36%	100%
0.461 - 0.470	37	48,53%	100%	0.640 - 0.662	14	47,36%	100%
0.471 - 0.475	35	74,85%	100%	0.663 - 0.669	13	47,36%	100%
0.476 - 0.477	34	74,85%	100%	0.670 - 0.679	12	47,36%	100%
0.478 - 0.494	33	74,85%	100%	0.680 - 0.681	15	73,09%	100%
0.495 - 0.499	32	74,85%	100%	0.682 - 0.684	11	18,71%	84,21%
0.500 - 0.502	31	42,10%	100%	0.685 - 0.687	11	94,73%	84,21%
0.503 - 0.507	31	40,93%	94,73%	0.688 - 0.698	11	98,83%	100%
0.508	30	42,10%	100%	0.699 - 0.700	11	98,24%	100%
0.509 - 0.513	27	39,76%	89,47%	0.701 - 0.704	10	71,34%	92,10%
0.514 - 0.530	26	39,76%	89,47%	0.705 - 0.726	9	96,49%	92,10%
0.531 - 0.545	25	39,76%	89,47%	0.727 - 0.752	9	95,32%	86,84%
0.546 - 0.549	24	38,59%	84,21%	0.753 - 0.755	8	94,15%	81,57%
0.550 - 0.556	27	66,08%	84,21%	0.756 - 0.765	10	22,22%	100%
0.557 - 0.579	27	71,34%	100%	0.766 - 0.767	8	22,22%	100%
0.580 - 0.587	28	36,84%	100%	0.768 - 0.809	8	18,71%	84,21%
0.588 - 0.589	25	48,53%	100%	0.810 - 0.815	9	18,71%	84,21%
0.590 - 0.600	24	48,53%	100%	0.816 - 0.821	4	91,22%	63,15%
0.601 - 0.605	23	42,10%	100%	0.822 - 0.826	10	18,71%	84,21%
0.606 - 0.610	22	41,52%	94,73%	0.827 - 0.857	8	18,71%	84,21%
0.611 - 0.617	22	94,15%	94,73%	0.858 - 0.866	7	18,71%	84,21%
0.618	21	96,49%	94,73%	0.867 - 0.877	4	91,22%	63,15%
0.619 - 0.620	19	40,93%	89,47%	0.878	3	98,24%	100%
0.621 - 0.623	19	40,35%	92,10%	0.879 - 0.893	2	100%	100%
0.624 - 0.630	18	40,35%	92,10%	0.894 - 0.949	1	77,77%	0%
0.631 - 0.635	15	45,61%	92,10%				

A Tabela 97 apresenta os resultados obtidos pela Rede *Fast* ART-8 com $\beta = 0,80$ fixo e ρ variando de 0,100 a 0,122, com incremento de 0,001.

Tabela 97 – Resultados da Rede Neural *Fast* ART-8 com $\beta = 0,80$

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.100	328	29,23%	100%	0.108	310	27,48%	100%
0.101	327	28,65%	100%	0.109 - 0.110	306	25,14%	100%
0.102	325	28,65%	100%	0.111	303	32,16%	100%
0.103	323	29,82%	100%	0.112	302	32,16%	100%
0.104	320	29,82%	100%	0.113 - 0.114	294	32,16%	100%
0.105 - 0.106	319	30,40%	100%	0.115 - 0.120	292	26,31%	100%
0.107	315	30,40%	100%	0.121 - 0.122	291	30,40%	100%

A Tabela 98 apresenta os resultados obtidos pela Rede *Fast* ART-8 com $\beta = 0,80$ fixo e ρ variando de 0,123 a 0,281, com incremento de 0,001.

Tabela 98 – Resultados da Rede Neural *Fast* ART-8 com $\beta = 0,80$

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.123 - 0.134	290	30,40%	100%	0.213	184	54,97%	100%
0.135 - 0.142	289	34,50%	100%	0.214 - 0.215	183	54,97%	100%
0.143 - 0.155	284	40,35%	100%	0.216	182	54,97%	100%
0.156 - 0.158	280	29,82%	100%	0.217	180	54,97%	100%
0.159 - 0.166	279	29,82%	100%	0.218 - 0.223	179	54,97%	100%
0.167 - 0.168	278	29,82%	100%	0.224 - 0.233	178	43,27%	100%
0.169	274	30,40%	100%	0.234 - 0.235	176	43,27%	100%
0.170 - 0.171	272	30,40%	100%	0.236	175	43,27%	100%
0.172	265	22,80%	100%	0.237 - 0.238	173	43,27%	100%
0.173	263	23,39%	100%	0.239	170	43,27%	100%
0.174	261	23,97%	100%	0.240 - 0.241	169	42,69%	100%
0.175 - 0.176	258	23,39%	100%	0.242 - 0.243	169	47,95%	100%
0.177	257	23,39%	100%	0.244	168	47,95%	100%
0.178	256	23,39%	100%	0.245	168	48,53%	100%
0.179	255	23,39%	100%	0.246	166	48,53%	100%
0.180	254	35,08%	100%	0.247	164	48,53%	100%
0.181	253	35,08%	100%	0.248 - 0.250	163	48,53%	100%
0.182	246	49,12%	100%	0.251 - 0.252	157	85,96%	100%
0.183	245	49,12%	100%	0.253	155	85,96%	100%
0.184 - 0.186	241	47,95%	100%	0.254 - 0.256	156	65,49%	100%
0.187	234	49,12%	100%	0.257	155	65,49%	100%
0.188	233	49,12%	100%	0.258	154	65,49%	100%
0.189	232	49,12%	100%	0.259	154	45,02%	100%
0.190	230	50,29%	100%	0.260	149	84,79%	100%
0.191	226	47,36%	100%	0.261	147	84,79%	100%
0.192	223	47,36%	100%	0.262 - 0.263	145	84,79%	100%
0.193	221	24,56%	100%	0.264	145	84,79%	100%
0.194 - 0.195	223	25,14%	100%	0.265	141	60,23%	100%
0.196	222	22,22%	100%	0.266	139	60,23%	100%
0.197	217	46,19%	100%	0.267	137	60,23%	100%
0.198	214	22,80%	100%	0.268	137	60,23%	100%
0.199	213	22,80%	100%	0.269	137	60,23%	100%
0.200	204	95.	100%	0.270	137	60,23%	100%
0.201	203	44,44%	100%	0.271	134	85,96%	100%
0.202	202	44,44%	100%	0.272	136	60,23%	100%
0.203 - 0.204	200	44,44%	100%	0.273	135	60,23%	100%
0.205	199	44,44%	100%	0.274	134	60,23%	100%
0.206 - 0.207	195	44,44%	100%	0.275	133	46,19%	100%
0.208	193	44,44%	100%	0.276	129	47,95%	100%
0.209 - 0.210	191	44,44%	100%	0.277	127	47,95%	100%
0.211	190	42,10%	100%	0.278 - 0.279	125	47,95%	100%
0.212	188	42,10%	100%	0.280 - 0.281	124	47,95%	100%

A Tabela 99 apresenta os resultados obtidos pela Rede *Fast* ART-8 com $\beta = 0,80$ fixo e ρ variando de 0,282 a 0,513, com incremento de 0,001.

Tabela 99 – Resultados da Rede Neural *Fast* ART-8 com $\beta = 0,80$

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.282	123	47,95%	100%	0.369 - 0.374	71	47,36%	100%
0.283 - 0.285	122	47,95%	100%	0.375	70	47,36%	100%
0.286	121	47,95%	100%	0.376 - 0.378	69	47,36%	100%
0.287 - 0.292	121	25,73%	100%	0.379 - 0.380	69	45,61%	100%
0.293	120	25,73%	100%	0.381 - 0.382	68	45,61%	100%
0.294	119	25,73%	100%	0.383	67	47,36%	100%
0.295 - 0.297	121	25,73%	100%	0.384 - 0.386	64	91,81%	100%
0.298	120	25,73%	100%	0.387 - 0.390	63	91,81%	100%
0.299	119	25,73%	100%	0.391 - 0.399	62	91,81%	100%
0.300 - 0.301	116	25,73%	100%	0.400	60	91,81%	100%
0.302 - 0.305	114	25,73%	100%	0.401 - 0.407	62	46,19%	100%
0.306	117	48,53%	100%	0.408 - 0.411	63	23,97%	100%
0.307 - 0.308	116	48,53%	100%	0.412 - 0.413	52	48,53%	100%
0.309 - 0.310	115	48,53%	100%	0.414 - 0.416	50	48,53%	100%
0.311	114	48,53%	100%	0.417 - 0.420	49	48,53%	100%
0.312 - 0.316	112	45,61%	100%	0.421	48	48,53%	100%
0.317	111	45,61%	100%	0.422	46	48,53%	100%
0.318 - 0.320	109	22,80%	100%	0.423 - 0.426	47	69,00%	97,36%
0.321 - 0.327	108	22,80%	100%	0.427	46	22,22%	97,36%
0.328 - 0.330	104	22,80%	100%	0.428 - 0.431	45	22,22%	97,36%
0.331 - 0.333	103	22,80%	100%	0.432 - 0.433	47	21,05%	94,73%
0.334	100	22,80%	100%	0.434 - 0.435	46	21,05%	94,73%
0.335 - 0.336	101	45,02%	100%	0.436	45	46,19%	100%
0.337 - 0.341	100	45,02%	100%	0.437 - 0.438	44	48,53%	100%
0.342	98	45,02%	100%	0.439	43	24,56%	100%
0.343	97	45,02%	100%	0.440	42	24,56%	100%
0.344	95	46,19%	100%	0.441 - 0.447	43	24,56%	100%
0.345	83	49,70%	100%	0.448 - 0.451	42	24,56%	100%
0.346	89	47,36%	100%	0.452 - 0.453	42	46,19%	100%
0.347 - 0.348	87	47,36%	100%	0.454 - 0.458	40	24,56%	100%
0.349 - 0.350	86	47,36%	100%	0.459	39	24,56%	100%
0.351 - 0.352	83	47,36%	100%	0.460	36	46,19%	100%
0.353 - 0.354	81	47,36%	100%	0.461 - 0.470	37	24,56%	100%
0.355 - 0.358	80	47,36%	100%	0.471 - 0.475	35	46,19%	100%
0.359 - 0.361	84	46,19%	100%	0.476 - 0.477	34	46,19%	100%
0.362	79	47,36%	100%	0.478 - 0.494	33	46,19%	100%
0.363	75	47,36%	100%	0.495 - 0.499	32	46,19%	100%
0.364 - 0.365	76	47,36%	100%	0.500 - 0.502	31	42,10%	100%
0.366	75	47,36%	100%	0.503 - 0.507	31	40,93%	94,73%
0.367	74	47,36%	100%	0.508	30	39,76%	89,47%
0.368	72	47,36%	100%	0.509 - 0.513	27	39,76%	89,47%

A Tabela 100 apresenta os resultados obtidos pela Rede *Fast* ART-8 com $\beta = 0,80$ fixo e ρ variando de 0,514 a 0,949, com incremento de 0,001.

Tabela 100 – Resultados da Rede Neural *Fast* ART-8 com $\beta = 0,80$

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.514 - 0.530	26	39,76%	89,47%	0.699	9	98,24%	100%
0.531 - 0.545	25	39,76%	89,47%	0.700 - 0.704	12	98,24%	100%
0.546 - 0.549	24	38,59%	84,21%	0.705 - 0.709	10	98,24%	100%
0.550 - 0.552	27	67,25%	84,21%	0.710 - 0.740	9	98,24%	100%
0.553 - 0.587	29	63,15%	94,73%	0.741 - 0.745	10	94,73%	84,21%
0.588 - 0.589	31	20,46%	89,47%	0.746 - 0.749	8	98,24%	100%
0.590 - 0.600	30	20,46%	89,47%	0.750 - 0.752	8	95,90%	81,57%
0.601 - 0.607	20	40,93%	94,73%	0.753 - 0.756	10	98,24%	100%
0.608 - 0.610	22	41,52%	94,73%	0.757	9	98,24%	100%
0.611 - 0.617	22	94,15%	94,73%	0.758 - 0.798	9	22,22%	100%
0.618	21	96,49%	94,73%	0.799 - 0.811	8	18,71%	84,21%
0.619 - 0.620	19	40,93%	89,47%	0.812 - 0.821	9	18,71%	84,21%
0.621 - 0.623	19	40,35%	92,10%	0.822 - 0.823	4	100%	100%
0.624 - 0.630	18	40,35%	92,10%	0.824 - 0.826	10	22,22%	100%
0.631 - 0.639	15	40,93%	92,10%	0.827	9	17,54%	78,94%
0.640 - 0.655	14	39,18%	84,21%	0.828 - 0.833	7	18,71%	84,21%
0.656 - 0.666	13	43,27%	100%	0.834 - 0.874	5	100%	100%
0.667 - 0.668	13	39,18%	84,21%	0.875 - 0.890	4	100%	100%
0.669	13	42,69%	100%	0.891 - 0.893	4	19,88%	89,47%
0.670 - 0.688	10	18,71%	84,21%	0.894 - 0.898	3	22,22%	100%
0.689 - 0.696	9	98,24%	100%	0.899 - 0.949	1	77,77%	0%
0.697 - 0.698	11	18,71%	84,21%				

A Tabela 101 apresenta os resultados obtidos pela Rede *Fast* ART-16 com $\beta = 0,10$ fixo e ρ variando de 0,100 a 0,184, com incremento de 0,001.

Tabela 101 – Resultados da Rede Neural *Fast* ART-16 com $\beta = 0.10$

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.100 - 0.101	325	25,14%	100%	0.118 - 0.124	288	25,14%	100%
0.102	322	25,14%	100%	0.125 - 0.133	287	25,14%	100%
0.103	320	25,14%	100%	0.134 - 0.142	286	25,73%	100%
0.104	317	25,73%	100%	0.143 - 0.148	284	22,22%	100%
0.105	310	27,48%	100%	0.149	281	22,22%	100%
0.106	309	27,48%	100%	0.150 - 0.157	280	22,22%	100%
0.107	304	27,48%	100%	0.158 - 0.159	279	22,22%	100%
0.108	297	28,65%	100%	0.160 - 0.166	280	22,22%	100%
0.109	295	28,65%	100%	0.167 - 0.171	279	22,22%	100%
0.110	290	28,65%	100%	0.172 - 0.178	278	28,07%	100%
0.111	289	28,65%	100%	0.179 - 0.183	276	32,74%	100%
0.112 - 0.117	289	25,14%	100%	0.184	271	32,16%	100%

A Tabela 102 apresenta os resultados obtidos pela Rede *Fast* ART-16 com $\beta = 0,10$ fixo e ρ variando de 0,185 a 0,380, com incremento de 0,001.

Tabela 102 – Resultados da Rede Neural *Fast* ART-16 com $\beta = 0.10$

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.185 - 0.186	269	32,16%	100%	0.285	139	54,38%	100%
0.187 - 0.188	258	38,01%	100%	0.286	137	54,38%	100%
0.189 - 0.190	253	38,01%	100%	0.287	138	68,42%	100%
0.191	256	35,08%	100%	0.288 - 0.291	129	64,32%	100%
0.192 - 0.193	244	36,84%	100%	0.292	126	63,15%	100%
0.194	242	36,84%	100%	0.293	124	63,15%	100%
0.195	234	36,84%	100%	0.294 - 0.295	123	52,04%	100%
0.196	228	31,57%	100%	0.296	121	52,04%	100%
0.197 - 0.198	225	31,57%	100%	0.297 - 0.298	120	26,90%	100%
0.199	219	40,93%	100%	0.299	119	26,90%	100%
0.200	203	35,67%	100%	0.300	116	24,56%	100%
0.201 - 0.202	201	36,84%	100%	0.301 - 0.304	114	24,56%	100%
0.203	199	36,84%	100%	0.305 - 0.308	113	24,56%	100%
0.204	197	36,84%	100%	0.309	112	24,56%	100%
0.205	192	36,84%	100%	0.310 - 0.312	111	24,56%	100%
0.206	190	42,69%	100%	0.313	110	27,48%	100%
0.207 - 0.208	189	42,69%	100%	0.314 - 0.317	107	47,95%	100%
0.209	184	32,74%	100%	0.318 - 0.321	112	25,73%	100%
0.210	185	29,82%	100%	0.322 - 0.330	111	25,14%	100%
0.211 - 0.213	183	29,82%	100%	0.331 - 0.332	110	25,14%	100%
0.214 - 0.218	180	32,74%	100%	0.333 - 0.346	109	25,14%	100%
0.219 - 0.220	179	32,74%	100%	0.347 - 0.353	108	23,97%	100%
0.221	178	32,74%	100%	0.354	106	23,97%	100%
0.222 - 0.231	177	32,74%	100%	0.355	105	23,97%	100%
0.232 - 0.235	176	32,74%	100%	0.356	104	56,72%	100%
0.236 - 0.239	175	30,99%	100%	0.357	103	56,72%	100%
0.240 - 0.245	174	30,99%	100%	0.358 - 0.361	101	35,67%	100%
0.246 - 0.248	175	48,53%	100%	0.362	99	23,97%	100%
0.249 - 0.257	174	70,17%	100%	0.363 - 0.365	100	35,67%	100%
0.258 - 0.263	173	70,17%	100%	0.366	97	23,97%	100%
0.264 - 0.265	171	70,17%	100%	0.367	97	35,67%	100%
0.266 - 0.267	169	70,17%	100%	0.368	88	47,95%	100%
0.268	166	61,98%	100%	0.369	92	23,97%	100%
0.269 - 0.271	165	61,98%	100%	0.370 - 0.371	90	23,97%	100%
0.272 - 0.274	160	45,02%	100%	0.372	89	23,97%	100%
0.275	154	53,80%	100%	0.373	86	25,73%	100%
0.276 - 0.278	152	53,80%	100%	0.374	80	25,73%	100%
0.279	151	53,80%	100%	0.375	80	25,73%	100%
0.280	144	53,80%	100%	0.376 - 0.378	79	25,73%	100%
0.281 - 0.283	140	52,04%	100%	0.379	80	25,73%	100%
0.284	139	52,04%	100%	0.380	79	25,73%	100%

A Tabela 103 apresenta os resultados obtidos pela Rede *Fast* ART-16 com $\beta = 0,10$ fixo e ρ variando de 0,381 a 0,698, com incremento de 0,001.

Tabela 103 – Resultados da Rede Neural *Fast* ART-16 com $\beta = 0.10$

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.381	76	25,73%	100%	0.467	41	46,19%	100%
0.382 - 0.383	74	25,14%	100%	0.468 - 0.472	40	46,19%	100%
0.384	70	23,97%	92,10%	0.473 - 0.478	36	94,73%	100%
0.385 - 0.390	72	23,97%	100%	0.479 - 0.480	39	49,12%	100%
0.391	69	43,85%	100%	0.481	37	49,12%	100%
0.392	68	25,73%	100%	0.482 - 0.487	35	49,12%	100%
0.393 - 0.394	69	43,85%	100%	0.488	34	46,78%	100%
0.395	68	45,61%	100%	0.489 - 0.497	32	71,92%	100%
0.396 - 0.398	68	47,36%	100%	0.498 - 0.501	31	71,92%	100%
0.399	66	45,61%	100%	0.502 - 0.517	30	71,92%	100%
0.400	65	45,61%	100%	0.518 - 0.519	30	70,76%	94,47%
0.401	64	22,22%	100%	0.520 - 0.525	29	97,07%	100%
0.402	61	65,49%	100%	0.526	28	97,07%	100%
0.403 - 0.405	62	47,36%	100%	0.527 - 0.531	27	97,07%	100%
0.406 - 0.408	61	47,36%	100%	0.532 - 0.536	26	97,07%	100%
0.409	59	44,44%	100%	0.537	25	95,90%	94,47%
0.410 - 0.412	59	23,97%	100%	0.538 - 0.540	27	71,92%	100%
0.413 - 0.416	52	50,29%	100%	0.541 - 0.542	25	46,78%	94,47%
0.417	52	46,19%	100%	0.543	23	95,90%	94,47%
0.418 - 0.421	52	50,29%	100%	0.544	26	71,34%	100%
0.422 - 0.423	51	50,29%	100%	0.545 - 0.550	25	21,05%	94,47%
0.424	51	46,19%	100%	0.551 - 0.563	23	97,07%	100%
0.425 - 0.429	51	50,29%	100%	0.564 - 0.565	24	97,07%	100%
0.430	51	46,19%	100%	0.566 - 0.574	24	21,05%	94,47%
0.431 - 0.434	51	50,29%	100%	0.575	22	21,05%	94,47%
0.435 - 0.439	52	24,56%	100%	0.576 - 0.597	21	21,05%	94,47%
0.440	53	25,14%	100%	0.598 - 0.601	21	69,59%	100%
0.441 - 0.443	55	46,19%	100%	0.602	19	68,42%	94,47%
0.444 - 0.445	53	25,14%	100%	0.603 - 0.610	20	50,29%	100%
0.446 - 0.447	50	68,42%	100%	0.611 - 0.617	17	68,42%	94,47%
0.448 - 0.451	47	68,42%	100%	0.618	18	68,42%	100%
0.452	46	25,14%	100%	0.619 - 0.634	15	69,00%	100%
0.453 - 0.455	43	48,53%	100%	0.635 - 0.647	14	69,00%	100%
0.456	43	50,87%	100%	0.648 - 0.652	13	50,87%	100%
0.457	43	48,53%	100%	0.653 - 0.660	11	53,80%	100%
0.458	43	50,87%	100%	0.661 - 0.682	10	53,80%	100%
0.459	43	48,53%	100%	0.683 - 0.687	8	53,80%	100%
0.460	43	50,87%	100%	0.688 - 0.689	9	53,80%	100%
0.461 - 0.462	43	48,53%	100%	0.690 - 0.694	7	97,66%	100%
0.463	43	50,87%	100%	0.695 - 0.698	10	53,80%	100%
0.464 - 0.466	43	48,53%	100%				

A Tabela 104 apresenta os resultados obtidos pela Rede *Fast* ART-16 com $\beta = 0,10$ fixo e ρ variando de 0,699 a 0,899, com incremento de 0,001.

Tabela 104 – Resultados da Rede Neural *Fast* ART-16 com $\beta = 0.10$

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.699 - 0.718	9	53,80%	100%	0.784 - 0.785	4	99,41%	100%
0.719 - 0.733	8	98,24%	100%	0.786 - 0.823	3	100%	100%
0.734 - 0.759	7	53,80%	100%	0.824 - 0.843	3	96,49%	100%
0.760 - 0.783	5	99,41%	100%	0.844 - 0.899	2	100%	100%

A Tabela 105 apresenta os resultados obtidos pela Rede *Fast* ART-16 com $\beta = 0,50$ fixo e ρ variando de 0,100 a 0,279, com incremento de 0,001.

Tabela 105 – Resultados da Rede Neural *Fast* ART-16 com $\beta = 0.50$

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.100	329	32,16%	100%	0.196	228	51,46%	100%
0.101	329	32,16%	100%	0.197 - 0.199	225	51,46%	100%
0.102	325	30,40%	100%	0.200	207	24,56%	100%
0.103	323	30,40%	100%	0.201 - 0.202	204	37,42%	100%
0.104	321	30,40%	100%	0.203	201	37,42%	100%
0.105 - 0.106	310	25,73%	100%	0.204	197	24,56%	100%
0.107	306	26,31%	100%	0.205	192	24,56%	100%
0.108	295	30,99%	100%	0.206	190	34,50%	100%
0.109	293	30,99%	100%	0.207 - 0.208	189	34,50%	100%
0.110 - 0.111	292	31,57%	100%	0.209	185	34,50%	100%
0.112 - 0.117	292	39,18%	100%	0.210	184	38,59%	100%
0.118 - 0.124	291	39,18%	100%	0.211 - 0.213	182	38,59%	100%
0.125 - 0.130	290	35,08%	100%	0.214 - 0.218	179	37,42%	100%
0.131 - 0.142	287	31,57%	100%	0.219 - 0.220	181	43,85%	100%
0.143 - 0.148	284	42,10%	100%	0.221	179	56,14%	100%
0.149	284	41,52%	100%	0.222 - 0.230	178	36,25%	100%
0.150 - 0.157	280	26,90%	100%	0.231 - 0.232	180	57,89%	100%
0.158 - 0.159	279	26,90%	100%	0.233 - 0.238	179	57,89%	100%
0.160 - 0.166	282	41,52%	100%	0.239	175	71,34%	100%
0.167 - 0.174	280	48,53%	100%	0.240 - 0.248	174	71,34%	100%
0.175 - 0.178	279	45,02%	100%	0.249 - 0.257	173	72,51%	100%
0.179 - 0.183	278	45,02%	100%	0.258 - 0.263	172	72,51%	100%
0.184	273	43,27%	100%	0.264 - 0.265	170	72,51%	100%
0.185 - 0.186	271	43,27%	100%	0.266 - 0.267	168	72,51%	100%
0.187 - 0.188	259	22,80%	100%	0.268 - 0.271	164	87,13%	100%
0.189 - 0.190	254	22,80%	100%	0.272 - 0.273	160	45,61%	100%
0.191	259	22,80%	100%	0.274	159	43,85%	100%
0.192 - 0.193	244	41,52%	100%	0.275	157	22,22%	100%
0.194	242	41,52%	100%	0.276 - 0.278	155	65,49%	100%
0.195	234	41,52%	100%	0.279	154	25,73%	100%

A Tabela 106 apresenta os resultados obtidos pela Rede *Fast* ART-16 com $\beta = 0,50$ fixo e ρ variando de 0,280 a 0,680, com incremento de 0,001.

Tabela 106 – Resultados da Rede Neural *Fast* ART-16 com $\beta = 0.50$

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.280	146	25,73%	100%	0.399	64	91,81%	100%
0.281 - 0.283	145	23,97%	100%	0.400	60	91,81%	100%
0.284	142	23,97%	100%	0.401 - 0.407	58	47,95%	100%
0.285	137	61,40%	100%	0.408 - 0.412	62	23,97%	100%
0.286	136	61,40%	100%	0.413 - 0.416	61	23,97%	100%
0.287	135	85,96%	100%	0.417	60	23,97%	100%
0.288 - 0.291	128	85,96%	100%	0.418 - 0.425	57	48,53%	100%
0.292	126	85,96%	100%	0.426 - 0.446	55	48,53%	100%
0.293	123	85,96%	100%	0.447	54	48,53%	100%
0.294 - 0.295	122	27,48%	100%	0.448	50	48,53%	100%
0.296 - 0.298	120	27,48%	100%	0.449 - 0.458	47	48,53%	100%
0.299	119	27,48%	100%	0.459 - 0.464	44	48,53%	100%
0.300	116	26,31%	100%	0.465	45	67,83%	97,36%
0.301 - 0.304	114	26,31%	100%	0.466	45	45,02%	94,73%
0.305 - 0.309	113	26,31%	100%	0.467	43	48,53%	100%
0.310 - 0.312	111	26,31%	100%	0.468 - 0.478	42	48,53%	100%
0.313	110	29,23%	100%	0.479 - 0.480	38	48,53%	100%
0.314 - 0.317	107	29,23%	100%	0.481 - 0.489	35	74,85%	100%
0.318 - 0.326	106	29,23%	100%	0.490 - 0.499	34	74,85%	100%
0.327	106	29,23%	100%	0.500 - 0.511	32	42,10%	100%
0.328 - 0.329	106	46,78%	100%	0.512 - 0.535	31	42,10%	100%
0.330	106	44,44%	100%	0.536 - 0.550	30	42,10%	100%
0.331 - 0.332	105	44,44%	100%	0.551	28	44,44%	89,47%
0.333 - 0.351	102	46,78%	100%	0.552 - 0.558	26	44,44%	89,47%
0.352 - 0.353	101	46,78%	100%	0.559 - 0.562	25	46,19%	97,36%
0.354	99	46,78%	100%	0.563 - 0.574	24	46,19%	97,36%
0.355 - 0.356	98	46,78%	100%	0.575	28	35,08%	97,36%
0.357 - 0.361	97	46,78%	100%	0.576 - 0.596	27	35,67%	100%
0.362 - 0.365	94	46,78%	100%	0.597 - 0.598	26	69,59%	100%
0.366	92	46,78%	100%	0.599 - 0.617	25	69,59%	100%
0.367	91	46,78%	100%	0.618 - 0.621	24	46,19%	100%
0.368 - 0.370	90	46,78%	100%	0.622	22	72,51%	100%
0.371	89	46,78%	100%	0.623	22	72,51%	100%
0.372	88	46,78%	100%	0.624 - 0.644	20	46,78%	100%
0.373	85	70,76%	100%	0.645 - 0.647	20	97,07%	100%
0.374 - 0.380	81	87,71%	100%	0.648 - 0.652	19	46,78%	100%
0.381 - 0.382	80	87,71%	100%	0.653	18	47,36%	100%
0.383	77	87,71%	100%	0.654 - 0.658	17	47,36%	100%
0.384 - 0.390	72	87,71%	100%	0.659 - 0.666	16	47,95%	100%
0.391 - 0.394	68	46,19%	100%	0.667 - 0.670	15	45,61%	86,84%
0.395 - 0.398	67	46,19%	100%	0.671 - 0.680	15	46,19%	89,47%

A Tabela 107 apresenta os resultados obtidos pela Rede *Fast* ART-16 com $\beta = 0,50$ fixo e ρ variando de 0,681 a 0,899, com incremento de 0,001.

Tabela 107 – Resultados da Rede Neural *Fast* ART-16 com $\beta = 0.50$

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.681	15	45,61%	34	0.739 - 0.808	7	98,24%	100%
0.682 - 0.683	16	71,34%	94,73%	0.809 - 0.821	6	99,41%	100%
0.684 - 0.691	16	72,51%	100%	0.822 - 0.825	9	22,22%	100%
0.692 - 0.698	15	73,09%	100%	0.826 - 0.829	9	15,78%	27
0.699 - 0.700	11	47,95%	100%	0.830 - 0.855	7	22,22%	100%
0.701 - 0.705	12	72,51%	100%	0.856 - 0.857	8	22,22%	100%
0.706 - 0.710	12	73,09%	100%	0.858 - 0.860	5	22,22%	100%
0.711	11	33	86,84%	0.861 - 0.863	6	22,22%	100%
0.712 - 0.722	12	73,09%	100%	0.864 - 0.877	4	100%	100%
0.723 - 0.732	11	22,22%	100%	0.878 - 0.899	2	100%	100%
0.733 - 0.738	9	19,29%	86.84%				

A Tabela 108 apresenta os resultados obtidos pela Rede *Fast* ART-16 com $\beta = 0,80$ fixo e ρ variando de 0,100 a 0,257, com incremento de 0,001.

Tabela 108 – Resultados da Rede Neural *Fast* ART-16 com $\beta = 0.80$

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.100 - 0.101	328	29,23%	100%	0.185 - 0.186	271	39,76%	100%
0.102	324	29,82%	100%	0.187 - 0.188	259	23,39%	100%
0.103	323	29,82%	100%	0.189 - 0.190	254	23,39%	100%
0.104	321	30,40%	100%	0.191	259	22,22%	100%
0.105 - 0.106	311	25,14%	100%	0.192 - 0.193	244	41,52%	100%
0.107	307	25,14%	100%	0.194	242	41,52%	100%
0.108	296	38,59%	100%	0.195	234	39,76%	100%
0.109	294	38,59%	100%	0.196	228	54,38%	100%
0.110	293	27,48%	100%	0.197 - 0.199	225	53,80%	100%
0.111	292	30,40%	100%	0.200	207	40,35%	100%
0.112 - 0.117	292	26,31%	100%	0.201 - 0.202	204	44,44%	100%
0.118 - 0.124	291	26,31%	100%	0.203	201	44,44%	100%
0.125 - 0.130	290	30,40%	100%	0.204	197	44,44%	100%
0.131 - 0.142	289	34,50%	100%	0.205	192	44,44%	100%
0.143 - 0.148	286	40,35%	100%	0.206	190	50,87%	100%
0.149	284	40,35%	100%	0.207 - 0.208	189	50,87%	100%
0.150 - 0.157	280	29,82%	100%	0.209 - 0.210	182	49,70%	100%
0.158 - 0.159	279	29,82%	100%	0.211 - 0.218	180	49,70%	100%
0.160 - 0.166	282	40,35%	100%	0.219 - 0.220	182	60,81%	100%
0.167 - 0.174	280	45,02%	100%	0.221	178	54,97%	100%
0.175 - 0.178	279	41,52%	100%	0.222 - 0.238	177	54,97%	100%
0.179 - 0.183	278	41,52%	100%	0.239 - 0.248	175	62,57%	100%
0.184	273	39,76%	100%	0.249 - 0.257	174	64,32%	100%

A Tabela 109 apresenta os resultados obtidos pela Rede *Fast* ART-16 com $\beta = 0,80$ fixo e ρ variando de 0,258 a 0,658, com incremento de 0,001.

Tabela 109 – Resultados da Rede Neural *Fast* ART-16 com $\beta = 0.80$

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.258 - 0.263	173	64,32%	100%	0.383	76	87,13%	100%
0.264 - 0.265	171	64,32%	100%	0.384 - 0.390	72	87,13%	100%
0.266 - 0.267	169	64,32%	100%	0.391	70	87,13%	100%
0.268 - 0.271	168	24,56%	100%	0.392	65	72,51%	100%
0.272 - 0.274	159	26,31%	100%	0.393 - 0.398	64	72,51%	100%
0.275	154	81,87%	100%	0.400	60	91,81%	100%
0.276 - 0.278	152	87,71%	100%	0.401 - 0.407	58	47,95%	100%
0.279	151	87,71%	100%	0.408 - 0.412	57	47,95%	100%
0.280	144	45,61%	100%	0.413 - 0.416	61	23,97%	100%
0.281 - 0.283	143	45,61%	100%	0.417	60	23,97%	100%
0.284	140	45,61%	100%	0.418 - 0.426	57	47,95%	100%
0.285	139	66,08%	100%	0.427 - 0.446	55	47,95%	100%
0.286	138	66,08%	100%	0.447	54	47,95%	100%
0.287	135	67,25%	100%	0.448	50	48,53%	100%
0.288 - 0.291	128	67,25%	100%	0.449 - 0.458	47	48,53%	100%
0.292	126	67,25%	100%	0.459 - 0.465	44	48,53%	100%
0.293	123	67,25%	100%	0.466	45	45,02%	94,73%
0.294 - 0.295	122	25,73%	100%	0.467	43	24,56%	100%
0.296 - 0.298	120	25,73%	100%	0.468 - 0.478	42	24,56%	100%
0.299	121	25,73%	100%	0.479 - 0.480	38	24,56%	100%
0.300	116	25,73%	100%	0.481 - 0.489	35	46,19%	100%
0.301 - 0.309	114	25,73%	100%	0.490 - 0.499	34	46,19%	100%
0.310 - 0.312	112	25,73%	100%	0.500 - 0.511	32	42,10%	100%
0.313	111	22,80%	100%	0.512 - 0.535	31	42,10%	100%
0.314 - 0.317	108	22,80%	100%	0.536 - 0.550	30	42,10%	100%
0.318 - 0.327	107	22,80%	100%	0.551	28	39,76%	89,47%
0.328 - 0.330	106	27,48%	100%	0.552	26	39,76%	89,47%
0.331 - 0.333	105	27,48%	100%	0.553 - 0.559	26	44,44%	100%
0.334 - 0.351	104	59,64%	100%	0.560 - 0.574	25	44,44%	100%
0.352 - 0.354	103	58,47%	100%	0.575 - 0.588	28	72,51%	100%
0.355 - 0.356	102	58,47%	100%	0.589 - 0.598	27	93,56%	100%
0.357 - 0.361	101	58,47%	100%	0.599 - 0.613	26	48,53%	100%
0.362	98	58,47%	100%	0.614 - 0.618	27	73,09%	100%
0.363 - 0.365	99	58,47%	100%	0.619 - 0.621	26	73,09%	100%
0.366	97	58,47%	100%	0.622 - 0.623	23	48,53%	100%
0.367	96	80,11%	100%	0.624 - 0.641	22	77,19%	100%
0.368 - 0.370	89	72,51%	100%	0.642 - 0.651	20	42,10%	100%
0.371	88	72,51%	100%	0.652	22	44,44%	92,10%
0.372	87	72,51%	100%	0.653	19	95,32%	92,10%
0.373	88	46,78%	100%	0.654 - 0.658	18	40,35%	92,10%
0.374 - 0.382	80	87,13%	100%				

A Tabela 110 apresenta os resultados obtidos pela Rede *Fast* ART-16 com $\beta = 0,80$ fixo e ρ variando de 0,659 a 0,899, com incremento de 0,001.

Tabela 110 – Resultados da Rede Neural *Fast* ART-16 com $\beta = 0.80$

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.659 - 0.670	15	40,93%	92,10%	0.821 - 0.824	10	18,71%	84,21%
0.671	14	39,18%	84,21%	0.825	9	20,46%	92,10%
0.672 - 0.681	14	42,69%	100%	0.826 - 0.830	8	20,46%	92,10%
0.682 - 0.683	13	97,66%	100%	0.831 - 0.832	9	20,46%	92,10%
0.684 - 0.695	13	42,69%	100%	0.833 - 0.844	7	19,88%	89,47%
0.696 - 0.700	12	45,61%	86,84%	0.845 - 0.859	7	18,71%	84,21%
0.701 - 0.713	11	47,95%	100%	0.860 - 0.865	6	22,22%	100%
0.714 - 0.749	9	98,24%	100%	0.866 - 0.873	4	100%	100%
0.750 - 0.771	10	98,24%	100%	0.874	5	100%	100%
0.772 - 0.790	9	98,24%	100%	0.875 - 0.897	4	84,79%	31,57%
0.791 - 0.797	8	98,24%	100%	0.898 - 0.899	5	14,61%	65,78%
0.798 - 0.820	9	22,22%	100%				

A Tabela 111 apresenta os resultados obtidos pela Rede *Fast* ART-32 com $\beta = 0,10$ fixo e ρ variando de 0,050 a 0,142, com incremento de 0,001.

Tabela 111 – Resultados da Rede Neural *Fast* ART-32 com $\beta = 0,10$

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.050 - 0.088	365	24,56%	100%	0.104	321	24,56%	100%
0.089 - 0.090	363	25,73%	100%	0.105	316	25,73%	100%
0.091	358	25,73%	100%	0.106	314	27,48%	100%
0.092	355	22,22%	100%	0.107	313	27,48%	100%
0.093	352	22,22%	100%	0.108 - 0.110	305	30,99%	100%
0.094 - 0.096	349	22,80%	100%	0.111	299	29,82%	100%
0.097	346	22,80%	100%	0.112	295	25,14%	100%
0.098	342	22,80%	100%	0.113 - 0.114	294	25,14%	100%
0.099	335	24,56%	100%	0.115 - 0.122	288	25,14%	100%
0.100 - 0.101	326	25,14%	100%	0.123 - 0.137	287	25,14%	100%
0.102	324	25,14%	100%	0.138	287	25,73%	100%
0.103	323	25,14%	100%	0.139 - 0.142	286	25,73%	100%

A Tabela 112 apresenta os resultados obtidos pela Rede *Fast* ART-32 com $\beta = 0,10$ fixo e ρ variando de 0,143 a 0,327, com incremento de 0,001.

Tabela 112 – Resultados da Rede Neural *Fast* ART-32 com $\beta = 0,10$

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.143 - 0.149	284	22,22%	100%	0.238 - 0.243	175	22,80%	100%
0.150 - 0.152	281	22,22%	100%	0.244	174	23,97%	100%
0.153 - 0.166	280	22,22%	100%	0.245 - 0.246	172	41,52%	100%
0.167	277	29,23%	100%	0.247	171	41,52%	100%
0.168 - 0.170	276	29,23%	100%	0.248 - 0.249	170	41,52%	100%
0.171 - 0.173	277	27,48%	100%	0.250	168	41,52%	100%
0.174	276	27,48%	100%	0.251 - 0.254	167	41,52%	100%
0.175	272	28,07%	100%	0.255	166	41,52%	100%
0.176 - 0.177	270	28,07%	100%	0.256	160	51,46%	100%
0.178	263	23,97%	100%	0.257 - 0.259	158	51,46%	100%
0.179	262	23,97%	100%	0.260	157	22,80%	100%
0.180 - 0.181	260	24,56%	100%	0.261	156	47,95%	100%
0.182	258	24,56%	100%	0.262 - 0.264	153	69,00%	100%
0.183	255	24,56%	100%	0.265 - 0.266	152	69,00%	100%
0.184	254	24,56%	100%	0.267	150	43,27%	100%
0.185	252	32,16%	100%	0.268 - 0.269	144	70,17%	100%
0.186	250	36,84%	100%	0.270	141	43,27%	100%
0.187	245	39,76%	100%	0.271 - 0.272	140	43,27%	100%
0.188 - 0.189	240	39,76%	100%	0.273 - 0.274	139	43,27%	100%
0.190 - 0.192	231	39,76%	100%	0.275	138	43,27%	100%
0.193	228	43,85%	100%	0.276 - 0.277	136	43,27%	100%
0.194 - 0.195	225	43,85%	100%	0.278 - 0.279	133	43,27%	100%
0.196 - 0.197	223	43,85%	100%	0.280	132	62,57%	100%
0.198	218	33,33%	100%	0.281 - 0.282	127	28,65%	100%
0.199	212	52,63%	100%	0.283	127	28,65%	100%
0.200	205	29,23%	100%	0.284 - 0.285	126	27,48%	100%
0.201	203	28,65%	100%	0.286	125	27,48%	100%
0.202 - 0.203	202	28,65%	100%	0.287	123	27,48%	100%
0.204	201	28,65%	100%	0.288 - 0.293	120	27,48%	100%
0.205	197	28,65%	100%	0.294 - 0.295	119	27,48%	100%
0.206	195	28,65%	100%	0.296 - 0.298	118	27,48%	100%
0.207	193	28,65%	100%	0.299	117	26,31%	100%
0.208	191	28,65%	100%	0.300	116	26,31%	100%
0.209	190	29,82%	100%	0.301 - 0.305	114	26,31%	100%
0.210 - 0.211	189	29,82%	100%	0.306	116	43,85%	100%
0.212 - 0.213	187	29,82%	100%	0.307	114	26,31%	100%
0.214	184	29,82%	100%	0.308 - 0.310	113	26,31%	100%
0.215 - 0.216	182	29,82%	100%	0.311	112	26,31%	100%
0.217 - 0.220	181	29,82%	100%	0.312 - 0.316	111	26,31%	100%
0.221 - 0.229	178	33,33%	100%	0.317 - 0.321	111	45,02%	100%
0.230 - 0.234	177	22,80%	100%	0.322 - 0.324	112	26,31%	100%
0.235 - 0.237	176	22,80%	100%	0.325 - 0.327	111	26,31%	100%

A Tabela 113 apresenta os resultados obtidos pela Rede *FastART-32* com $\beta = 0,10$ fixo e ρ variando de 0,328 a 0,531, com incremento de 0,001.

Tabela 113 – Resultados da Rede Neural *Fast ART-32* com $\beta = 0,10$

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.328	110	26,31%	100%	0.400	60	50,29%	100%
0.329 - 0.330	109	45,02%	100%	0.401	61	44,44%	100%
0.331 - 0.332	108	45,02%	100%	0.402 - 0.404	61	22,80%	100%
0.333 - 0.336	107	45,02%	100%	0.405	59	46,19%	100%
0.337	106	45,02%	100%	0.406	58	46,19%	100%
0.338 - 0.340	105	45,02%	100%	0.407	60	25,73%	100%
0.341 - 0.342	104	45,02%	100%	0.408	58	46,19%	100%
0.343	103	45,02%	100%	0.409	60	23,97%	100%
0.344	101	45,02%	100%	0.410 - 0.412	59	23,97%	100%
0.345	102	45,02%	100%	0.413 - 0.414	58	23,97%	100%
0.346	101	45,02%	100%	0.415 - 0.419	58	43,27%	100%
0.347 - 0.351	99	45,02%	100%	0.420	58	23,97%	100%
0.352 - 0.353	96	46,19%	100%	0.421 - 0.424	57	23,97%	100%
0.354 - 0.355	95	46,19%	100%	0.425	56	23,97%	100%
0.356 - 0.357	83	50,29%	100%	0.426 - 0.429	45	47,36%	100%
0.358	80	94,15%	100%	0.430	44	47,36%	100%
0.359	78	94,15%	100%	0.431	48	49,70%	100%
0.360 - 0.361	76	94,15%	100%	0.432 - 0.433	45	49,70%	100%
0.362	76	50,29%	100%	0.434 - 0.435	44	49,70%	100%
0.363 - 0.364	83	46,19%	100%	0.436 - 0.438	42	47,36%	100%
0.365	82	46,78%	100%	0.439 - 0.445	44	46,78%	97,36%
0.366	81	46,78%	100%	0.446 - 0.448	43	49,12%	100%
0.367 - 0.368	75	71,34%	100%	0.449 - 0.453	42	49,12%	100%
0.369 - 0.370	74	71,34%	100%	0.454 - 0.462	41	24,56%	100%
0.371 - 0.372	76	70,76%	100%	0.463 - 0.465	39	49,12%	100%
0.373	75	71,92%	100%	0.466 - 0.472	37	46,78%	100%
0.374	74	70,17%	100%	0.473 - 0.474	35	49,12%	100%
0.375	70	45,61%	100%	0.475	36	46,78%	100%
0.376	68	93,56%	100%	0.476 - 0.480	34	49,12%	100%
0.377	67	93,56%	100%	0.481 - 0.484	34	46,78%	100%
0.378 - 0.379	68	93,56%	100%	0.485 - 0.490	33	46,78%	97,36%
0.380 - 0.382	67	48,53%	100%	0.491	31	96,49%	97,36%
0.383 - 0.384	64	28,65%	100%	0.492	34	46,78%	97,36%
0.385	63	28,65%	100%	0.493 - 0.495	32	96,49%	97,36%
0.386	65	49,12%	100%	0.496 - 0.499	32	46,78%	97,36%
0.387	64	49,12%	100%	0.500 - 0.502	28	46,19%	94,73%
0.388 - 0.391	66	43,85%	100%	0.503 - 0.512	28	95,90%	94,73%
0.392	66	45,61%	100%	0.513 - 0.514	25	95,90%	94,73%
0.393	63	27,48%	100%	0.515 - 0.520	27	97,07%	100%
0.394	62	27,48%	100%	0.521 - 0.522	26	48,53%	100%
0.395 - 0.398	65	45,61%	100%	0.523	25	48,53%	100%
0.399	64	46,19%	100%	0.524 - 0.531	24	72,51%	100%

A Tabela 114 apresenta os resultados obtidos pela Rede *Fast* ART-32 com $\beta = 0,10$ fixo e ρ variando de 0,532 a 0,949, com incremento de 0,001.

Tabela 114 – Resultados da Rede Neural *Fast* ART-32 com $\beta = 0,10$

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.532	23	72,51%	100%	0.620 - 0.631	14	97,66%	100%
0.533 - 0.545	22	71,92%	100%	0.632 - 0.641	13	47,95%	100%
0.546 - 0.551	23	97,07%	100%	0.642 - 0.643	13	49,70%	100%
0.552 - 0.553	22	97,07%	100%	0.644 - 0.665	10	97,66%	100%
0.554	20	97,07%	100%	0.666 - 0.693	11	50,87%	100%
0.555 - 0.561	19	97,07%	100%	0.694 - 0.698	10	50,87%	100%
0.562 - 0.565	21	47,95%	100%	0.699	8	51,46%	100%
0.566 - 0.579	23	97,07%	100%	0.700	9	50,87%	100%
0.580 - 0.582	21	69,59%	100%	0.701 - 0.710	8	51,46%	100%
0.583 - 0.584	23	97,07%	100%	0.711 - 0.734	7	51,46%	100%
0.585 - 0.589	20	97,07%	100%	0.735 - 0.747	6	71,34%	100%
0.590 - 0.591	19	97,07%	100%	0.748 - 0.760	5	72,51%	100%
0.592 - 0.594	20	68,42%	94,73%	0.761 - 0.772	5	49,12%	100%
0.595 - 0.596	20	21,63%	97,36%	0.773 - 0.782	4	49,70%	100%
0.597 - 0.600	16	47,36%	100%	0.783 - 0.785	4	72,51%	100%
0.601 - 0.605	15	47,95%	100%	0.786 - 0.814	3	100%	100%
0.606 - 0.609	15	52,04%	100%	0.815 - 0.844	2	100%	100%
0.610	16	69,00%	89,47%	0.845 - 0.897	2	100%	100%
0.611 - 0.619	15	47,95%	100%	0.898 - 0.949	1	77,77%	0%

A Tabela 115 apresenta os resultados obtidos pela Rede *Fast* ART-32 com $\beta = 0,15$ fixo e ρ variando de 0,1 a 0,206, com incremento de 0,001.

Tabela 115 – Resultados da Rede Neural *Fast* ART-32 com $\beta = 0,15$

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.100 - 0.101	325	26,90%	100%	0.188 - 0.189	278	29,82%	100%
0.102	318	28,65%	100%	0.190 - 0.191	277	29,82%	100%
0.103	312	28,65%	100%	0.192	272	29,82%	100%
0.104	298	29,23%	100%	0.193	270	29,82%	100%
0.105 - 0.108	292	29,82%	100%	0.194	257	24,56%	100%
0.109 - 0.110	291	29,82%	100%	0.195	252	26,90%	100%
0.111	290	26,31%	100%	0.196	243	29,82%	100%
0.112 - 0.114	289	26,31%	100%	0.197	241	29,82%	100%
0.115 - 0.124	288	26,31%	100%	0.198	234	29,82%	100%
0.125 - 0.129	287	26,31%	100%	0.199	231	29,82%	100%
0.130 - 0.142	286	26,31%	100%	0.200	204	25,73%	100%
0.143 - 0.145	284	22,22%	100%	0.201	202	32,16%	100%
0.146 - 0.150	280	22,22%	100%	0.202	197	40,93%	100%
0.151	279	22,22%	100%	0.203	190	41,52%	100%
0.152 - 0.166	280	22,22%	100%	0.204	189	41,52%	100%
0.167 - 0.172	279	22,22%	100%	0.205	185	35,08%	100%
0.173 - 0.187	279	23,97%	100%	0.206	183	35,08%	100%

A Tabela 116 apresenta os resultados obtidos pela Rede *Fast* ART-32 com $\beta = 0,15$ fixo e ρ variando de 0,207 a 0,569, com incremento de 0,001.

Tabela 116 – Resultados da Rede Neural *Fast* ART-32 com $\beta = 0,15$

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.207 - 0.208	180	25,73%	100%	0.393	72	24,56%	100%
0.209 - 0.210	179	25,14%	100%	0.394	70	24,56%	100%
0.211 - 0.217	178	25,14%	100%	0.395 - 0.399	66	47,36%	100%
0.218 - 0.222	178	49,70%	100%	0.400	64	46,78%	100%
0.223 - 0.227	177	49,70%	100%	0.401 - 0.403	63	45,61%	97,36%
0.228 - 0.229	176	26,31%	100%	0.404	62	45,61%	97,36%
0.230 - 0.244	175	41,52%	100%	0.405 - 0.406	63	43,85%	100%
0.245 - 0.249	175	39,76%	100%	0.407 - 0.408	62	43,85%	100%
0.250 - 0.255	174	66,08%	100%	0.409 - 0.428	58	46,78%	100%
0.256 - 0.258	173	66,08%	100%	0.429 - 0.430	57	46,78%	100%
0.259 - 0.281	172	62,57%	100%	0.431 - 0.447	56	46,78%	100%
0.282	170	62,57%	100%	0.448 - 0.450	55	26,31%	100%
0.283	168	62,57%	100%	0.451 - 0.472	54	26,31%	100%
0.284 - 0.285	164	53,80%	100%	0.473 - 0.476	49	65,49%	100%
0.286 - 0.287	156	70,76%	100%	0.477 - 0.478	49	67,83%	100%
0.288 - 0.289	150	73,68	100%	0.479 - 0.481	45	67,25%	100%
0.290 - 0.291	139	88,88%	100%	0.482	42	48,53%	100%
0.292	137	88,88%	100%	0.483	44	22,80%	89,47%
0.293	136	88,88%	100%	0.484 - 0.485	42	22,22%	89,47%
0.294 - 0.295	132	47,36%	100%	0.486	41	22,22%	89,47%
0.296	130	47,36%	100%	0.487	37	91,81%	86,84%
0.297 - 0.299	126	46,78%	100%	0.488	38	70,76%	97,36%
0.300	115	26,90%	100%	0.489	38	94,73%	100%
0.301 - 0.306	113	26,90%	100%	0.490	36	46,19%	86,84%
0.307 - 0.310	107	45,02%	100%	0.491 - 0.493	39	46,78%	86,84%
0.311	112	25,73%	100%	0.494 - 0.497	39	49,70%	100%
0.312 - 0.333	111	25,73%	100%	0.498	35	49,12%	100%
0.334 - 0.344	109	25,73%	100%	0.499	33	97,07%	100%
0.345 - 0.352	104	25,73%	100%	0.500	33	71,92%	100%
0.353 - 0.374	103	25,73%	100%	0.501 - 0.504	31	71,92%	100%
0.375 - 0.376	102	25,73%	100%	0.505 - 0.513	30	71,92%	100%
0.377 - 0.378	100	25,73%	100%	0.514 - 0.521	31	71,92%	100%
0.379 - 0.380	98	25,73%	100%	0.522 - 0.533	29	71,92%	100%
0.381 - 0.382	97	25,73%	100%	0.534	28	97,07%	100%
0.383	96	25,73%	100%	0.535 - 0.545	29	97,07%	100%
0.384	93	26,90%	100%	0.546 - 0.556	28	97,07%	100%
0.385	92	26,90%	100%	0.557 - 0.558	29	97,07%	100%
0.386	90	23,97%	100%	0.559	30	97,07%	100%
0.387 - 0.388	79	27,48%	100%	0.560 - 0.566	28	97,07%	100%
0.389 - 0.391	78	27,48%	100%	0.567 - 0.568	28	71,92%	100%
0.392	73	28,07%	100%	0.569	28	70,17%	92,10%

A Tabela 117 apresenta os resultados obtidos pela Rede *Fast* ART-32 com $\beta = 0,15$ fixo e ρ variando de 0,570 a 0,989, com incremento de 0,001.

Tabela 117 – Resultados da Rede Neural *Fast* ART-32 com $\beta = 0,15$

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.570	28	70,17%	92,10%	0.672 - 0.674	13	69,00%	100%
0.571	27	70,17%	92,10%	0.675 - 0.683	13	64,91%	81,57%
0.572 - 0.575	26	70,17%	92,10%	0.684 - 0.689	12	66,08%	89,47%
0.576 - 0.579	26	70,76%	94,73%	0.690 - 0.703	12	67,25%	94,73%
0.580 - 0.587	24	70,17%	94,73%	0.704	11	69,00%	100%
0.588 - 0.590	23	70,17%	94,73%	0.705 - 0.730	10	66,66%	100%
0.591 - 0.599	22	45,02%	86,84%	0.731 - 0.741	10	49,12%	100%
0.600	21	71,34%	100%	0.742 - 0.745	9	49,12%	100%
0.601 - 0.624	22	22,80%	100%	0.746 - 0.766	8	53,80%	100%
0.625 - 0.631	21	22,80%	100%	0.767 - 0.779	7	98,24%	100%
0.632 - 0.639	20	22,80%	100%	0.780 - 0.797	8	53,21%	100%
0.640 - 0.642	19	70,76%	100%	0.798 - 0.801	7	97,66%	100%
0.643 - 0.644	18	97,66%	100%	0.802 - 0.816	6	97,66%	100%
0.645 - 0.652	18	96,49%	92,10%	0.817 - 0.818	5	98,83%	100%
0.653 - 0.659	18	46,19%	92,10%	0.819 - 0.838	4	98,24%	100%
0.660 - 0.664	16	46,78%	92,10%	0.839 - 0.872	3	100%	100%
0.665 - 0.670	15	52,04%	100%	0.873 - 0.899	2	100%	100%
0.671	13	67,83%	94,73%	0.900 - 0.989	1	77,77%	0%

A Tabela 118 apresenta os resultados obtidos pela Rede *Fast* ART-32 com $\beta = 0,50$ fixo e ρ variando de 0,100 a 0,204, com incremento de 0,001.

Tabela 118 – Resultados da Rede Neural *Fast* ART-32 com $\beta = 0,50$

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.100	329	32,16%	100%	0.153 - 0.166	282	41,52%	100%
0.101	329	32,16%	100%	0.167 - 0.170	280	48,53%	100%
0.102	322	30,40%	100%	0.171 - 0.189	279	45,02%	100%
0.103	312	25,73%	100%	0.190 - 0.191	278	45,02%	100%
0.104	298	25,73%	100%	0.192	273	43,27%	100%
0.105 - 0.110	293	30,99%	100%	0.193	271	43,27%	100%
0.111	291	31,57%	100%	0.194	259	22,80%	100%
0.112 - 0.113	292	39,18%	100%	0.195	254	22,80%	100%
0.114	292	39,18%	100%	0.196	244	41,52%	100%
0.115 - 0.124	291	39,18%	100%	0.197	242	41,52%	100%
0.125 - 0.127	290	35,08%	100%	0.198	234	41,52%	100%
0.128 - 0.142	287	31,57%	100%	0.199	231	41,52%	100%
0.143 - 0.145	284	42,10%	100%	0.200 - 0.201	204	37,42%	100%
0.146 - 0.150	280	26,90%	100%	0.202	199	37,42%	100%
0.151	279	26,90%	100%	0.203	190	34,50%	100%
0.152	282	41,52%	100%	0.204	189	34,50%	100%

A Tabela 119 apresenta os resultados obtidos pela Rede *Fast* ART-32 com $\beta = 0,50$ fixo e ρ variando de 0,205 a 0,782, com incremento de 0,001.

Tabela 119 – Resultados da Rede Neural *Fast* ART-32 com $\beta = 0,50$

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.205	185	34,50%	100%	0.392 - 0.394	72	87,71%	100%
0.206	183	34,50%	100%	0.395 - 0.399	68	46,19%	100%
0.207 - 0.208	180	54,38%	100%	0.400	64	23,97%	100%
0.209 - 0.210	182	26,31%	100%	0.401 - 0.403	58	48,53%	100%
0.211 - 0.217	181	26,31%	100%	0.404 - 0.406	57	48,53%	100%
0.218 - 0.222	181	67,25%	100%	0.407 - 0.408	56	48,53%	100%
0.223 - 0.226	178	36,25%	100%	0.409 - 0.472	57	48,53%	100%
0.227	180	57,89%	100%	0.473 - 0.478	49	48,53%	100%
0.228 - 0.244	179	57,89%	100%	0.479 - 0.482	46	48,53%	100%
0.245 - 0.249	174	71,34%	100%	0.483	44	23,39%	94,73%
0.250 - 0.255	173	72,51%	100%	0.484 - 0.488	42	23,97%	97,36%
0.256 - 0.258	172	72,51%	100%	0.489	41	46,78%	100%
0.259 - 0.266	171	87,13%	100%	0.490 - 0.493	34	46,78%	100%
0.267 - 0.281	175	54,38%	100%	0.494 - 0.498	34	45,61%	94,73%
0.282	173	54,38%	100%	0.499	33	45,61%	94,73%
0.283	171	54,38%	100%	0.500 - 0.506	32	45,61%	94,73%
0.284 - 0.285	167	22,80%	100%	0.507 - 0.567	31	45,61%	94,73%
0.286 - 0.287	158	23,39%	100%	0.568 - 0.574	30	45,61%	94,73%
0.288	153	23,39%	100%	0.575 - 0.578	28	49,12%	100%
0.289	153	23,39%	100%	0.579	27	46,78%	97,36%
0.290 - 0.291	140	66,66%	100%	0.580	26	46,78%	97,36%
0.292 - 0.293	137	25,14%	100%	0.581 - 0.587	25	46,78%	97,36%
0.294 - 0.295	129	85,96%	100%	0.588 - 0.599	27	52,04%	100%
0.296	128	85,96%	100%	0.600 - 0.612	26	69,00%	100%
0.297 - 0.299	123	85,96%	100%	0.613	25	69,00%	100%
0.300	115	26,31%	100%	0.614 - 0.615	24	69,00%	100%
0.301 - 0.306	113	26,31%	100%	0.616 - 0.624	23	46,78%	100%
0.307 - 0.310	107	29,23%	100%	0.625 - 0.665	20	47,95%	100%
0.311 - 0.313	106	29,23%	100%	0.666 - 0.670	20	21,05%	94,73%
0.314 - 0.333	106	46,78%	100%	0.671 - 0.676	19	19,29%	81,57%
0.334 - 0.344	102	46,78%	100%	0.677 - 0.684	18	45,61%	86,84%
0.345 - 0.350	101	46,78%	100%	0.685	15	17,54%	78,94%
0.351 - 0.374	100	46,78%	100%	0.686 - 0.691	15	21,63%	89,47%
0.375 - 0.376	99	46,78%	100%	0.692 - 0.697	16	68,42%	84,21%
0.377 - 0.378	97	46,78%	100%	0.698 - 0.699	12	21,05%	86,84%
0.379 - 0.380	96	46,78%	100%	0.700 - 0.749	12	95,32%	89,47%
0.381 - 0.382	94	46,78%	100%	0.750 - 0.758	12	97,66%	100%
0.383	92	46,78%	100%	0.759 - 0.760	12	22,22%	100%
0.384 - 0.386	90	46,78%	100%	0.761 - 0.763	11	22,22%	100%
0.387	80	23,97%	100%	0.764 - 0.771	10	22,22%	100%
0.388 - 0.391	81	87,71%	100%	0.772 - 0.782	11	47,95%	100%

A Tabela 120 apresenta os resultados obtidos pela Rede *Fast* ART-32 com $\beta = 0,50$ fixo e ρ variando de 0,783 a 0,989, com incremento de 0,001.

Tabela 120 – Resultados da Rede Neural *Fast* ART-32 com $\beta = 0,50$

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.783 - 0.799	10	22,22%	100%	0.868	7	22,22%	100%
0.800 - 0.832	10	21,05%	94,73%	0.869	4	99,41%	100%
0.833	9	19,29%	86,84%	0.870	5	15,78%	71,05%
0.834 - 0.842	8	72,51%	100%	0.871 - 0.877	3	100%	100%
0.843 - 0.848	7	98,24%	100%	0.878 - 0.890	5	22,22%	100%
0.849 - 0.857	9	22,22%	100%	0.891 - 0.897	3	100%	100%
0.858	8	22,22%	100%	0.898 - 0.899	2	100%	100%
0.859 - 0.866	7	22,22%	100%	0.900 - 0.989	1	77,77%	0%
0.867	6	22,22%	100%				

A Tabela 121 apresenta os resultados obtidos pela Rede *Fast* ART-32 com $\beta = 0,80$ fixo e ρ variando de 0,100 a 0,285, com incremento de 0,001.

Tabela 121 – Resultados da Rede Neural *Fast* ART-32 com $\beta = 0,80$

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.100 - 0.101	328	29,23%	100%	0.198	234	39,76%	100%
0.102	322	30,40%	100%	0.199	231	39,76%	100%
0.103	313	25,14%	100%	0.200	207	40,35%	100%
0.104	299	37,42%	100%	0.201	204	44,44%	100%
0.105 - 0.110	294	38,59%	100%	0.202	199	44,44%	100%
0.111	292	27,48%	100%	0.203	190	50,87%	100%
0.112 - 0.114	292	26,31%	100%	0.204	189	50,87%	100%
0.115 - 0.124	291	26,31%	100%	0.205	182	22,80%	100%
0.125 - 0.127	290	30,40%	100%	0.206	180	22,80%	100%
0.128 - 0.142	289	34,50%	100%	0.207	180	22,80%	100%
0.143 - 0.145	286	40,35%	100%	0.208	180	22,80%	100%
0.146 - 0.150	280	29,82%	100%	0.209	182	49,70%	100%
0.151	279	29,82%	100%	0.210	182	49,70%	100%
0.152 - 0.166	282	40,35%	100%	0.211 - 0.217	181	49,70%	100%
0.167 - 0.170	280	45,02%	100%	0.218 - 0.222	181	61,40%	100%
0.171 - 0.189	279	41,52%	100%	0.223 - 0.244	177	54,97%	100%
0.190 - 0.191	278	41,52%	100%	0.245 - 0.249	175	62,57%	100%
0.192	273	39,76%	100%	0.250 - 0.255	174	64,32%	100%
0.193	271	39,76%	100%	0.256 - 0.258	173	64,32%	100%
0.194	259	23,39%	100%	0.259 - 0.281	174	47,95%	100%
0.195	254	23,39%	100%	0.282	172	47,95%	100%
0.196	244	41,52%	100%	0.283	170	47,95%	100%
0.197	242	41,52%	100%	0.284 - 0.285	166	47,95%	100%

A Tabela 122 apresenta os resultados obtidos pela Rede *Fast* ART-32 com $\beta = 0,50$ fixo e ρ variando de 0,286 a 0,949, com incremento de 0,001.

Tabela 122 – Resultados da Rede Neural *Fast* ART-32 com $\beta = 0,80$

ρ	Cat.	Acu.	Sens.	ρ	Cat.	Acu.	Sens.
0.286 - 0.287	158	64,32%	100%	0.500 - 0.506	32	46,78%	100%
0.288 - 0.289	153	64,91%	100%	0.507 - 0.567	31	46,78%	100%
0.290 - 0.291	143	46,19%	100%	0.568 - 0.574	30	46,78%	100%
0.292 - 0.293	139	46,19%	100%	0.575 - 0.579	26	49,12%	100%
0.294 - 0.296	129	45,02%	100%	0.580 - 0.587	24	46,19%	97,36%
0.297 - 0.299	124	45,02%	100%	0.588	26	70,76%	100%
0.300	114	46,78%	100%	0.589 - 0.599	27	35,67%	100%
0.301 - 0.306	112	46,78%	100%	0.600 - 0.601	24	95,90%	100%
0.307 - 0.310	106	45,02%	100%	0.602 - 0.624	25	73,09%	100%
0.311 - 0.313	105	45,02%	100%	0.625 - 0.670	22	97,07%	100%
0.314 - 0.333	105	49,70%	100%	0.671 - 0.675	20	46,78%	100%
0.334 - 0.344	102	47,36%	100%	0.676	19	46,78%	100%
0.345 - 0.374	101	47,36%	100%	0.677 - 0.682	14	45,61%	92,10%
0.375 - 0.376	100	47,36%	100%	0.683 - 0.684	14	47,95%	100%
0.377 - 0.378	98	47,36%	100%	0.685 - 0.691	13	47,95%	100%
0.379 - 0.380	97	47,36%	100%	0.692 - 0.699	13	47,36%	100%
0.381 - 0.382	94	47,36%	100%	0.700 - 0.749	11	47,36%	100%
0.383	92	47,36%	100%	0.750 - 0.756	12	47,36%	100%
0.384 - 0.386	90	47,36%	100%	0.757 - 0.772	11	47,36%	100%
0.387 - 0.391	81	85,96%	100%	0.773 - 0.777	10	98,24%	100%
0.392 - 0.394	72	85,96%	100%	0.778 - 0.799	10	19,29%	86,84%
0.395 - 0.399	69	85,96%	100%	0.800 - 0.833	10	22,22%	100%
0.400	60	91,81%	100%	0.834 - 0.845	9	22,22%	100%
0.401 - 0.403	58	93,56%	100%	0.846 - 0.855	8	22,22%	100%
0.404 - 0.406	57	93,56%	100%	0.856 - 0.861	7	94,73%	76,31%
0.407 - 0.408	56	93,56%	100%	0.862 - 0.874	7	19,88%	89,47%
0.409 - 0.428	57	47,95%	100%	0.875 - 0.876	6	97,66%	89,47%
0.429 - 0.472	55	93,56%	100%	0.877 - 0.878	6	100%	100%
0.473 - 0.478	47	94,15%	100%	0.879 - 0.880	6	16,95%	76,31%
0.479 - 0.482	44	94,15%	100%	0.881	4	92,98%	68,42
0.483	44	46,78%	100%	0.882 - 0.895	3	88,88%	50%
0.484 - 0.489	42	46,78%	100%	0.896 - 0.897	4	12,28%	55,26%
0.490 - 0.498	35	46,19%	100%	0.898 - 0.899	3	88,88%	50%
0.499	34	46,19%	100%	0.900 - 0.949	1	77,77%	0%