

Reconhecimento Automático de Placas de Veículos
Automotores

Bruno Clemente Guingo

Universidade Federal do Rio de Janeiro
Curso de Mestrado

Orientador: Antonio Carlos Gay Thomé
Ph.D

Rio de Janeiro
2003

Reconhecimento Automático de Placas de Veículos Automotores

Bruno Clemente Guingo

Dissertação submetida ao corpo docente do DCC/IM e NCE/UFRJ, Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre.

Aprovada por:

Prof. _____ - Orientador

Antonio Carlos Gay Thomé – Ph.D

Prof. _____

Adriano Joaquim de Oliveira Cruz – Ph.D

Prof. _____

Marley Maria Bernardes Rebuszi Vellasco – Ph.D

Prof. _____

Adilson Marques da Cunha – D.Sc

Rio de Janeiro

2003

Guingo, Bruno Clemente

Reconhecimento Automático de Placas de Veículos
Automotores / Bruno Clemente Guingo. Rio de Janeiro:
UFRJ/IM-NCE, 2003.

XXII, n p.143; il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio de
Janeiro, IM/NCE, 2003.

1. Reconhecimento de Placas – Tese. 2. Redes Neurais –
Tese. I. Título. II. Tese (Mestr. – UFRJ/IM-NCE). III.
Autor.

A Vanessa, minha amada e querida esposa, pelo estímulo, apoio e carinho que sempre dedicou a mim e por entender, compreender e enfrentar os momentos turbulentos e difíceis que tivemos nesta jornada, e por ter ajudado a tornar realidade mais este sonho.

Aos meus pais, que desde o início de meus estudos sempre me ajudaram no que foi preciso e nunca mediram esforços para que eu pudesse atingir minhas metas.

Aos meus irmão, parentes e amigos que nunca deixaram de me incentivar para alcançar este objetivo.

AGRADECIMENTOS

Ao Núcleo de Computação Eletrônica (NCE) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) pelo fomento à pesquisa científica que me forneceu e pela oportunidade de desenvolver e aumentar meus conhecimentos na área de informática.

Ao Prof. Thomé, pela confiança, credibilidade, apoio e disponibilidade de tempo que sempre dispensou a minha pessoa. Agradeço ainda, pelos conhecimentos que me foram transmitidos, e principalmente, pela maneira sensata e coerente empregada na condução de todo o desenvolvimento deste trabalho.

Aos Professores do Programa de Pós-Graduação que tiveram uma parcela de contribuição em minha formação acadêmica.

Aos colegas de mestrado Allemão, Roberto “Cracky”, Anderson, pelo apoio prestado, e um agradecimento em especial, ao Eugenio, pelas diversas vezes que por mim foi solicitado, ter sempre respondido prontamente e ainda, por ter me transmitido as suas experiências adquiridas durante a pesquisa de sua dissertação de mestrado.

Ao Jorge, ex-aluno de graduação (hoje aluno de mestrado) pelo auxílio nas questões de implementação e refinamento de algumas rotinas desenvolvidas ao longo deste curso.

Aos colegas participantes e ex-participantes do Projeto DETRAN-RJ, Letícia, Suelaine, Guilherme, José Augusto “Guto”, Thiago, Nelson, Moacyr e Takano, que tiveram uma parcela de contribuição no 3º estudo de caso – DETRAN-RJ, desenvolvido nesta dissertação.

A todos os alunos de doutorado, mestrado e graduação, que de uma maneira ou de outra contribuíram para o andamento e conclusão deste trabalho.

As secretárias da Área de Ensino e Pesquisa e do Curso de Mestrado, Lina, Adriana e Amélia; “Tia Deise”, “Zezé” e Regina, que nunca deixaram de prestar seu valioso auxílio nas questões administrativas.

RESUMO

GUINGO, Bruno Clemente. **Reconhecimento Automático de Placas de Veículos Automotores**. Orientador: Antonio Carlos Gay Thomé. Rio de Janeiro: UFRJ/DCC-NCE, 2003. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação).

A rapidez em se conseguir informações precisas sobre as placas de automóveis vem se tornando uma necessidade da Engenharia de Tráfego e outras instituições como por exemplo as ligadas à segurança pública, seguradoras de veículos e planejamento urbano. Neste trabalho propõe-se um sistema que possa fazer o reconhecimento automático das placas dos automóveis através da aplicação das técnicas de processamento de imagens e de inteligência computacional. A estratégia adotada para a concepção e desenvolvimento do sistema é modular, dividida em seis fases, que cobrem desde a tomada da imagem até o reconhecimento de cada um dos caracteres que compõem a placa. Também são apresentados os aspectos teóricos envolvidos na concepção de um modelo e a análise de alguns aspectos relevantes de casos estudados.

ABSTRACT

GUINGO, Bruno Clemente. **Reconhecimento Automático de Placas de Veículos Automotores**. Orientador: Antonio Carlos Gay Thomé. Rio de Janeiro: UFRJ/DCC-NCE, 2003. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação).

Fast acquisition of necessary information about vehicles' plates is becoming a necessity to traffic engineering and other institutions. In this work we propose a system that is capable to perform the automatic recognition of vehicles' plates through the application of the techniques of computational intelligence and image processing. The strategy adopted for the conception and development of is system is modular, divided into six phases, which covers from the image capturing process up to the recognition of each one of the characters on the plate. Also, a presentation of the theoretical aspects involved with the conception of the model and the analysis of relevant aspects related with some case studies are performed.

GLOSSÁRIO

<i>Abordagem</i>	<i>Maneira de tratar um problema ou dificuldade.</i>
<i>Avaliação</i>	<i>Ato de estimar alguma atividade.</i>
<i>Backpropagation</i>	<i>Algoritmo utilizado para o treinamento da rede neural.</i>
<i>Camada de Saída</i>	<i>onde o resultado final é concluído e apresentado.</i>
<i>Camada Escondida</i>	<i>Onde é feita a maior parte do processamento da rede neural.</i>
<i>Concepção</i>	<i>Ato de gerar alguma atividade.</i>
<i>Estágio</i>	<i>Fase a ser realizada.</i>
<i>Estratégia “The Winner Takes All”</i>	<i>Estratégia de interpretação da saída da rede neural, onde o maior valor é modificado para 1 e os demais para 0.</i>
<i>Estratégia de Saída</i>	<i>Modo de avaliação da saída da rede.</i>
<i>Extração de Características</i>	<i>Ato de extrair informações de um caractere.</i>
<i>Função de Propagação</i>	<i>Função utilizada para propagar os valores dos neurônios para as próximas camadas.</i>
<i>Função Logística Sigmoidal</i>	<i>Função matemática utilizada para realizar a propagação dos valores na rede. Assume valores entre 0 e 1.</i>
<i>Grau de Confiança</i>	<i>Valor atribuído a saída da rede.</i>
<i>Inteligência Computacional</i>	<i>Compreende uma série de tecnologias que são utilizadas no desenvolvimento de sistemas inteligentes.</i>
<i>Localização da Placa</i>	<i>Encontrar na imagem a região da placa do veículo.</i>

<i>Lógica Nebulosa</i>	<i>Visa modelar a habilidade humana de tomar decisões racionais em um ambiente de incerteza e imprecisão.</i>
<i>Matriz de Confusão</i>	<i>Apresenta as confusões obtidas entre os caracteres no teste de uma rede neural.</i>
<i>Metodologia</i>	<i>É um conjunto de regras estabelecido para a resolução de um problema ou dificuldade.</i>
<i>Módulo</i>	<i>É uma parte separada do corpo principal.</i>
<i>Multi-Layer Perceptron</i>	<i>É uma classe de rede neural, que tipicamente consiste numa camada de entrada, uma ou mais camadas ocultas e uma camada de saída. O sinal de entrada é propagado para frente através da rede, camada por camada.</i>
<i>Patamar Mínimo</i>	<i>Menor valor estimando para uma comparação.</i>
<i>Processamento de Imagens</i>	<i>Compreende uma série de tecnologias utilizadas para melhoria da informação visual para a interpretação humana e o processamento de dados de cenas para percepção automática através de máquinas.</i>
<i>Processo</i>	<i>Ato de executar uma ação pré-determinada.</i>
<i>Rede Neural</i>	<i>É um processador maciçamente paralelamente distribuído constituído de unidades de processamento simples, que têm a propensão natural para armazenar conhecimento experimental e torná-lo disponível para o uso.</i>
<i>Rejeitado</i>	<i>Valor não aceito em uma comparação.</i>
<i>Segmentação dos Caracteres</i>	<i>Ato de separar os caracteres da placa (um a um).</i>
<i>Técnica de PCA</i>	<i>Ato de reduzir o tamanho de um conjunto de dados.</i>
<i>Teste da Rede</i>	<i>Ato de medir o aprendizado de uma rede neural</i>
<i>Treinamento da Rede</i>	<i>Ato de aprendizado de uma rede neural.</i>
<i>Vetor de Características</i>	<i>Conjunto de informações extraídas de um caractere.</i>

LISTA DE SIGLAS

DCC	- <i>Departamento de Ciência da Computação.</i>
IM	- <i>Instituto de Matemática.</i>
NCE	- <i>Núcleo de Computação Eletrônica.</i>
UFRJ	- <i>Universidade Federal do Rio de Janeiro.</i>
DETRAN-RJ	- <i>Departamento de Trânsito do Estado do Rio de Janeiro.</i>
OCR	- <i>Reconhecimento de Caractere Óptico.</i>
LABIC	- <i>Laboratório de Inteligência Computacional.</i>
DER-RJ	- <i>Departamento de Estrada e Rodagem do Estado do Rio de Janeiro.</i>
CETRIO	- <i>Companhia de Engenharia de Tráfego do Município do Rio de Janeiro.</i>
SIAV	- <i>Sistema de Identificação Automática de Veículos.</i>
SIVEM	- <i>Sistema de Identificação de Veículos em Movimento.</i>
CONTRAN	- <i>Código de Trânsito Brasileiro.</i>
MLP	- <i>Multi-Layer Perceptron.</i>
PCA	- <i>Análise dos Componentes Principais.</i>
MB	- <i>Mapa de Bits.</i>
PV	- <i>Projeção Vertical.</i>
PH	- <i>Projeção Horizontal.</i>
WTA	- <i>Winner Takes All.</i>
Quad	- <i>Quadrado.</i>
Quad Rot	- <i>Quadrado Rotacionado.</i>
Hex	- <i>Hexágono.</i>

LISTA DAS FIGURAS

<i>Figura II.1: Estrutura de Um Sistema de Reconhecimento.....</i>	<i>31</i>
<i>Figura II.2: Sistema de Captura.....</i>	<i>32</i>
<i>Figura II.3: Exemplo de Uma Placa.....</i>	<i>36</i>
<i>Figura II.4: Forma e Dimensões das Placas Traseira e Dianteira.....</i>	<i>37</i>
<i>Figura III.1: Esquema Funcional do Sistema.....</i>	<i>39</i>
<i>Figura III.2: Foto DER-RJ Entrelaçada.....</i>	<i>41</i>
<i>Figura III.3: Imagem Desentrelaçada - DER-RJ.....</i>	<i>41</i>
<i>Figura III.4: Foto CETRIO.....</i>	<i>43</i>
<i>Figura III.5: Foto DETRAN-RJ.....</i>	<i>44</i>
<i>Figura III.6: Programa de Localização da Região da Placa.....</i>	<i>45</i>
<i>Figura III.7: Localização com Sucesso.....</i>	<i>45</i>
<i>Figura III.8: Localização com Insucesso.....</i>	<i>46</i>
<i>Figura III.9: Extração da Região da Placa.....</i>	<i>47</i>
<i>Figura III.10: Imagem Inicial.....</i>	<i>48</i>
<i>Figura III.11: Imagem Segmentada.....</i>	<i>48</i>
<i>Figura III.12: Variâncias do Método de Projeção Poligonal e Métodos de Extração de Características.....</i>	<i>49</i>
<i>Figura III.13: Reconhecimento Neural.....</i>	<i>49</i>
<i>Figura IV.1: Foto Traseira - DER-RJ.....</i>	<i>51</i>
<i>Figura IV.2: Foto Dianteira - DER-RJ.....</i>	<i>51</i>
<i>Figura IV.3: Imagem Exemplo 1 – CETRIO (Em Via Expressa).....</i>	<i>52</i>
<i>Figura IV.4: Imagem Exemplo 2 – CETRIO (Dentro de um Túnel).....</i>	<i>52</i>
<i>Figura IV.5: Distribuição das Imagens em Relação à Luminosidade.....</i>	<i>53</i>
<i>Figura IV.6: Imagem Exemplo 1 – DETRAN-RJ.....</i>	<i>54</i>
<i>Figura IV.7: Imagem Exemplo 2 – DETRAN-RJ.....</i>	<i>54</i>
<i>Figura IV.8: Foto Dianteira em Dia com Chuva - DER-RJ.....</i>	<i>54</i>
<i>Figura IV.9: Foto Traseira em Dia com Chuva - DER-RJ.....</i>	<i>54</i>
<i>Figura IV.10: Foto Dianteira Luminosidade Excessiva - DER-RJ.....</i>	<i>55</i>
<i>Figura IV.11: Foto Traseira Luminosidade Excessiva - DER-RJ.....</i>	<i>55</i>

<i>Figura IV.12: Foto Dianteira Luminosidade Fraca - DER-RJ.....</i>	<i>55</i>
<i>Figura IV.13: Foto Traseira Luminosidade Fraca - DER-RJ.....</i>	<i>55</i>
<i>Figura IV.14: Exemplos de Placas da Base de Dados do DER-RJ.....</i>	<i>56</i>
<i>Figura IV.15: Imagem com 2 Vias – CETRIO.....</i>	<i>57</i>
<i>Figura IV.16: Imagem com 3 Vias – CETRIO.....</i>	<i>57</i>
<i>Figura IV.17: Exemplos de Placas da Base de Dados da CETRIO.....</i>	<i>58</i>
<i>Figura IV.18: Imagem Parcialmente Obstruída.....</i>	<i>59</i>
<i>Figura IV.19: Luminosidade Excessiva.....</i>	<i>59</i>
<i>Figura IV.20: Posição de Entrada A Direita.....</i>	<i>60</i>
<i>Figura IV.21: Estado de Conservação da Placa.....</i>	<i>60</i>
<i>Figura IV.22: Sombra Na Imagem.....</i>	<i>60</i>
<i>Figura IV.23: Imagem com Chuva.....</i>	<i>60</i>
<i>Figura IV.24: Exemplos de Placas da Base de Dados do DETRAN-RJ.....</i>	<i>60</i>
<i>Figura IV.25: Imagem Placa e Caractere Segmentado.....</i>	<i>61</i>
<i>Figura IV.26: Segmentação dos Caracteres da Placa - DER-RJ.....</i>	<i>61</i>
<i>Figura IV.27: Placa com Brilho.....</i>	<i>62</i>
<i>Figura IV.28: Placa Parcialmente Encoberta.....</i>	<i>63</i>
<i>Figura IV.29: Placa Suja com Lama.....</i>	<i>64</i>
<i>Figura IV.30: Segmentação dos Caracteres da Placa – DETRAN-RJ.....</i>	<i>64</i>
<i>Figura IV.31: Círculo Circunscrito à Imagem.....</i>	<i>65</i>
<i>Figura IV.32: Polígono Circunscrito ao Círculo.....</i>	<i>65</i>
<i>Figura IV.33: Programa Extrator de Características.....</i>	<i>66</i>
<i>Figura IV.34: Detalhe de uma Linha do Arquivo de Características.....</i>	<i>67</i>
<i>Figura IV.35: Seqüência de Procedimentos de Projeção para o Quadrado.....</i>	<i>67</i>
<i>Figura IV.36: Seqüência de Procedimentos de Projeção para o Hexágono.....</i>	<i>68</i>
<i>Figura IV.37: Seqüência de Procedimentos de Projeção para o Quadrado Rotacionado.....</i>	<i>69</i>
<i>Figura IV.38: Mapa de Bits (16 X 16 Pixels).....</i>	<i>69</i>
<i>Figura IV.39: Projeção Horizontal.....</i>	<i>69</i>
<i>Figura IV.40: Projeção Vertical.....</i>	<i>70</i>
<i>Figura V.1: Representação do Fator de Normalização.....</i>	<i>72</i>
<i>Figura V.2: Representação do Fator de Normalização para o Quadrado.....</i>	<i>72</i>

<i>Figura V.3: Representação do Fator de Normalização para o Hexágono.....</i>	<i>72</i>
<i>Figura V.4: Exemplo de Imagem do Conjunto do DER-RJ.....</i>	<i>76</i>
<i>Figura V.5: Exemplo de Imagem do Conjunto de Placas do DER-RJ.....</i>	<i>76</i>
<i>Figura V.6: Segmentação e Extração de Características do Número 7 - DER-RJ.....</i>	<i>77</i>
<i>Figura V.7: Layout Para Entendimento da Matriz de Confusão.....</i>	<i>78</i>
<i>Figura V.8: Estratégia Utilizada nos Dígitos DER-RJ.....</i>	<i>78</i>
<i>Figura V.9: Imagem da Segmentação nos Dígitos “0” e “8” - DER-RJ.....</i>	<i>79</i>
<i>Figura V.10: Estratégia Utilizada nas Letras – DER-RJ.....</i>	<i>81</i>
<i>Figura V.11: Estratégia Utilizada nos Dígitos CETRIO.....</i>	<i>84</i>
<i>Figura V.12: Estratégia com dois Módulos Neurais utilizados nos Dígitos CETRIO.....</i>	<i>87</i>
<i>Figura V.13: Estratégia Utilizada nas Letras CETRIO.....</i>	<i>89</i>
<i>Figura V.14: Mapa de Bits 256 Dígitos (“Alfa & Beta”) – DETRAN-RJ.....</i>	<i>97</i>
<i>Figura V.15 Concatenação MB + PV + PH 288 (“Alfa & Beta”) nos Dígitos – DETRAN-RJ.....</i>	<i>98</i>
<i>Figura V.16: Concatenação MB + PV + PH 288 (WTA) nos Dígitos – DETRAN-RJ.....</i>	<i>100</i>
<i>Figura V.17: Concatenação MB + PV + PH 288 (WTA) nos Dígitos – DETRAN-RJ.....</i>	<i>106</i>
<i>Figura V.18: MB + PV + PH 288 Utilizado nas Letras (“Alfa & Beta”) – DETRAN-RJ.....</i>	<i>112</i>
<i>Figura V.19: Concatenação MB + PV + PH 288 (WTA) nas Letras – DETRAN-RJ.....</i>	<i>114</i>
<i>Figura V.20: Modelo da Estratégia de Saída “Comitê” nas Letras – DETRAN-RJ.....</i>	<i>123</i>
<i>Figura VI.1: Módulo de Reconhecimento da Licença da Placa – DETRAN-RJ.....</i>	<i>130</i>
<i>Figura VI.2: Imagem Considerada Boa – DETRAN-RJ.....</i>	<i>132</i>
<i>Figura VI.3: Imagem Considerada Normal – DETRAN-RJ.....</i>	<i>133</i>
<i>Figura VI.4: Imagem Considerada Ruim – DETRAN-RJ.....</i>	<i>133</i>
<i>Figura VI.5: Taxa de Reconhecimento dos Sistemas Comparados.....</i>	<i>134</i>

LISTA DAS TABELAS

<i>Tabela II.1: Base Instalada Em Jul 2000.....</i>	<i>30</i>
<i>Tabela II.2: Dimensões da Placa.....</i>	<i>37</i>
<i>Tabela II.3: Dimensões dos Caracteres Alfanuméricos e Numéricos das Placas.....</i>	<i>37</i>
<i>Tabela II.4: Padronização das Placas.....</i>	<i>38</i>
<i>Tabela IV.1: Distribuição das Placas em Relação as Pistas de Tráfego.....</i>	<i>57</i>
<i>Tabela IV.2: Conjunto de Placas em Relação aos Veículos.....</i>	<i>58</i>
<i>Tabela IV.3: Quadro Resumo da Segmentação.....</i>	<i>64</i>
<i>Tabela V.1: Redução da Entrada dos Dados DER-RJ.....</i>	<i>72</i>
<i>Tabela V.2: Redução da Entrada dos Dados CETRIO.....</i>	<i>73</i>
<i>Tabela V.3: Redução da Entrada dos Dados do DETRAN-RJ.....</i>	<i>74</i>
<i>Tabela V.4: Codificação da Saída dos Dígitos.....</i>	<i>75</i>
<i>Tabela V.5: Codificação da Saída das Letras.....</i>	<i>76</i>
<i>Tabela V.6: Distribuição dos Dígitos do DER-RJ em Cada Classe.....</i>	<i>77</i>
<i>Tabela V.7: Matriz de Confusão da Melhor Rede Neural de Dígitos - DER-RJ.....</i>	<i>79</i>
<i>Tabela V.8: Distribuição das Letras do DER-RJ em Cada Classe.....</i>	<i>80</i>
<i>Tabela V.9: Matriz de Confusão da Melhor Rede Neural de Letras - DER-RJ.....</i>	<i>82</i>
<i>Tabela V.10: Distribuição dos Dígitos da CETRIO em Cada Classe.....</i>	<i>83</i>
<i>Tabela V.11 Resultados pela Análise da Variância – Dígitos CETRIO.....</i>	<i>84</i>
<i>Tabela V.12: Resultados Aplicando o PCA – Dígitos CETRIO.....</i>	<i>85</i>
<i>Tabela V.13: Melhores Resultados Aplicando PCA– Dígitos CETRIO.....</i>	<i>85</i>
<i>Tabela V.14: Matriz de Confusão Quadrado 128 – Dígitos CETRIO.....</i>	<i>86</i>
<i>Tabela V.15: Resultado Mapa de Bits 256 (0 e 8) – Dígitos CETRIO.....</i>	<i>86</i>
<i>Tabela V.16: Matriz de Confusão Mapa de Bits 256 (0 e 8) – Dígitos CETRIO.....</i>	<i>86</i>
<i>Tabela V.17: Matriz de Confusão Quadrado 128 + Mapa de Bits 256 (0 e 8) nos Dígitos CETRIO.....</i>	<i>87</i>

<i>Tabela V.18: Distribuição das Letras em Cada Classe – Letras CETRIO.....</i>	<i>88</i>
<i>Tabela V.19: Resultados pela Análise da Variância – Letras CETRIO.....</i>	<i>90</i>
<i>Tabela V.20: Resultados Aplicando o PCA – Letras CETRIO.....</i>	<i>90</i>
<i>Tabela V.21: Melhores Resultados Aplicando PCA – Letras CETRIO.....</i>	<i>90</i>
<i>Tabela V.22: Matriz de Confusão Quadrado 256 – Letras CETRIO.....</i>	<i>91</i>
<i>Tabela V.23: Resultado das Novas Abordagens nas Letras – CETRIO.....</i>	<i>93</i>
<i>Tabela V.24: Matriz de Confusão Mapa de Bits 256 – Letras CETRIO.....</i>	<i>94</i>
<i>Tabela V.25: Distribuição dos Dígitos do Treinamento – DETRAN-RJ.....</i>	<i>95</i>
<i>Tabela V.26: Resultados Estratégia “Alfa & Beta” – Dígitos DETRAN-RJ.....</i>	<i>97</i>
<i>Tabela V.27: Matriz de Confusão: Mapa de Bits 256 nos Dígitos (“Alfa & Beta”) – DETRAN-RJ.....</i>	<i>98</i>
<i>Tabela V.28: Resultados Estratégia “Alfa & Beta” com Entrada Concatenada– Dígitos DETRAN-RJ.....</i>	<i>98</i>
<i>Tabela V.29: Matriz de Confusão: Concatenação MB + PV + PH 288: Nos Dígitos (“Alfa & Beta”) – DETRAN-RJ.....</i>	<i>99</i>
<i>Tabela V.30: Resultado Mapa de Bits 256 (0 e 8) “Alfa & Beta” – Dígitos DETRAN-RJ.....</i>	<i>99</i>
<i>Tabela V.31: Matriz de Confusão Mapa de Bits 256 (0 e 8) “Alfa & Beta” - Dígitos DETRAN-RJ.....</i>	<i>99</i>
<i>Tabela V.32: Resultados Estratégia “WTA” Com Entrada Concatenada– Dígitos DETRAN-RJ.....</i>	<i>100</i>
<i>Tabela V.33: Matriz de Confusão: Concatenação MB + PV + PH 288 (WTA) nos Dígitos – DETRAN-RJ.....</i>	<i>100</i>
<i>Tabela V.34: Resultado Mapa de Bits 256 (0 e 8) “WTA” – Dígitos DETRAN-RJ.....</i>	<i>101</i>
<i>Tabela V.35: Matriz de Confusão Mapa de Bits 256 (0 e 8) “WTA” - Dígitos DETRAN-RJ.....</i>	<i>101</i>
<i>Tabela V.36: Distribuição dos Dígitos dos Testes 1 Ao 5 – DETRAN-RJ.....</i>	<i>101</i>
<i>Tabela V.37: Distribuição dos Dígitos dos Testes 6 Ao 10 – DETRAN-RJ.....</i>	<i>102</i>
<i>Tabela V.38: Resultados dos Testes com Projeção Vertical 16 – Dígitos DETRAN-RJ.....</i>	<i>102</i>
<i>Tabela V.39: Resultados dos Testes com Projeção Horizontal 16– Dígitos DETRAN-RJ.....</i>	<i>103</i>
<i>Tabela V.40: Resultados dos Testes com PV + PH 32 – Dígitos DETRAN-RJ.....</i>	<i>103</i>

<i>Tabela V.41: Resultados dos Testes com Quadrado128 – Dígitos DETRAN-RJ.....</i>	<i>104</i>
<i>Tabela V.42: Resultados dos Testes com Mapa de Bits 256 – Dígitos DETRAN-RJ.....</i>	<i>104</i>
<i>Tabela V.43: Resultados dos Testes com MB + PV + PH 288– Dígitos DETRAN-RJ.....</i>	<i>104</i>
<i>Tabela V.44: Resultados dos Testes– Dígitos DETRAN-RJ.....</i>	<i>105</i>
<i>Tabela V.45: Resultados dos Testes para Solução dos Dígitos - DETRAN-RJ.....</i>	<i>106</i>
<i>Tabela V.46: Matriz de Confusão: (MB+PHPV) + MB256_0e8 nos Dígitos – DETRAN-RJ.....</i>	<i>107</i>
<i>Tabela V.47: Matriz de Confusão: Quad128+MB256_0e8 nos Dígitos – DETRAN-RJ.....</i>	<i>107</i>
<i>Tabela V.48: Resultados dos Testes Com A Rede (MB+PHPV) + MB256_0e8 – Dígitos DETRAN-RJ.....</i>	<i>108</i>
<i>Tabela V.49: Resultados dos Testes Com A Rede Quad128+ MB256_0e8 – Dígitos DETRAN-RJ.....</i>	<i>108</i>
<i>Tabela V.50: Distribuição das Letras do Treinamento – DETRAN-RJ.....</i>	<i>110</i>
<i>Tabela V.51: Resultados Estratégia “Alfa & Beta” – Letras DETRAN-RJ.....</i>	<i>111</i>
<i>Tabela V.52: Matriz de Confusão: MB + PV + PH 288 nas Letras (“Alfa & Beta”) – DETRAN-RJ.....</i>	<i>113</i>
<i>Tabela V.53: Resultados Estratégia “WTA” Com Entrada Concatenada– Letras DETRAN-RJ.....</i>	<i>114</i>
<i>Tabela V.54: Matriz de Confusão: Mapa de Bits 256 (WTA) nas Letras – DETRAN-RJ.....</i>	<i>115</i>
<i>Tabela V.55: Distribuição das Letras dos Testes 1 ao 5 – DETRAN-RJ.....</i>	<i>116</i>
<i>Tabela V.56: Distribuição das Letras dos Testes 6 ao 10 – DETRAN-RJ.....</i>	<i>117</i>
<i>Tabela V.57: Resultados dos Testes com Projeção Vertical 16 – Letras DETRAN-RJ.....</i>	<i>118</i>
<i>Tabela V.58: Resultados dos Testes com Projeção Horizontal 16– Letras DETRAN-RJ.....</i>	<i>118</i>
<i>Tabela V.59: Resultados dos Testes com PV + PH 32 – Letras DETRAN-RJ.....</i>	<i>119</i>

<i>Tabela V.60: Resultados dos Testes com Quadrado128 – Letras DETRAN-RJ.....</i>	<i>119</i>
<i>Tabela V.61: Resultados dos Testes com MB + PV + PH 288– Letras DETRAN-RJ.....</i>	<i>119</i>
<i>Tabela V.62: Resultados dos Testes com Mapa de Bits 256 - Letras DETRAN-RJ.....</i>	<i>120</i>
<i>Tabela V.63: Resultados dos Testes– Letras DETRAN-RJ.....</i>	<i>120</i>
<i>Tabela V.64: Conjunto de Regras.....</i>	<i>122</i>
<i>Tabela V.65: Matriz de Confusão da Estratégia de Saída “Comitê” nas Letras – DETRAN-RJ.....</i>	<i>124</i>
<i>Tabela V.66: Resultados dos Testes Na Estratégia “Comitê”– Letras DETRAN-RJ.....</i>	<i>125</i>
<i>Tabela VI.1: Valores por Padrão da Melhor Rede Treinada nos Dígitos - DER-RJ.....</i>	<i>127</i>
<i>Tabela VI.2: Valores por Padrão da Melhor Rede Treinada nas Letras - DER-RJ.....</i>	<i>127</i>
<i>Tabela VI.3: Valores por Padrão da Melhor Rede Treinada nos Dígitos – CETRIO.....</i>	<i>128</i>
<i>Tabela VI.4: Valores por Padrão da Melhor Rede Treinada nas Letras – CETRIO.....</i>	<i>128</i>
<i>Tabela VI.5: Valores por Padrão da Melhor Rede Treinada nos Dígitos – DETRAN-RJ.....</i>	<i>129</i>
<i>Tabela VI.6: Valores por Padrão da Melhor Rede Treinada nas Letras – DETRAN-RJ.....</i>	<i>130</i>
<i>Tabela VI.7: Resultado da Avaliação do Reconhecimento da Placa nos Três Conjuntos de Imagens - DETRAN-RJ.....</i>	<i>131</i>
<i>Tabela VI.8: Resultado da Comparação entre os Sistemas: DETRAN-RJ, SIAV2.0 e SEECAR.....</i>	<i>132</i>
<i>Tabela VII.1: Quadro Resumo das Conclusões.....</i>	<i>139</i>

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	V
RESUMO	VI
ABSTRACT	VII
GLOSSÁRIO	VIII
LISTA DE SIGLAS	X
LISTA DAS FIGURAS	XI
LISTA DAS TABELAS	XIV
SUMÁRIO	XVIII
1. INTRODUÇÃO	22
1.1. Motivações	25
1.2. Objetivo da Pesquisa	26
1.3. Organização da Dissertação	27
2. RECONHECIMENTO DE PLACAS	29
2.1. Introdução	29
2.2. Esforço de Pesquisa - Estado da Arte	31
2.2.1. No Brasil	32
2.2.2. No Mundo	33
2.3. Sistema brasileiro para licença de veículos	35
3. METODOLOGIA DE RECONHECIMENTO PROPOSTA	39
3.1. Introdução	39
3.2. Obtenção dos dados	40
3.3. Módulo 1 - Obtenção da fotografia do veículo	41

3.4. Módulo 2 - Localização da região da placa.....	44
3.5. Módulo 3 - Seleção e extração dos caracteres da placa.....	46
3.6. Módulo 4 - Segmentação dos caracteres da placa.....	47
3.7. Módulo 5 - Extração das características dos caracteres segmentados	48
3.8. Módulo 6 - Reconhecimento dos caracteres	49
4. LOCALIZAÇÃO, SEGMENTAÇÃO E EXTRAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS	50
4.1. Introdução.....	50
4.2. Estudos de casos	50
4.2.1. DER-RJ.....	50
4.2.2. CETRIO.....	52
4.2.3. DETRAN-RJ.....	53
4.3. Localização da placa	54
4.3.1. DER-RJ.....	54
4.3.2. CETRIO.....	56
4.3.3. DETRAN-RJ.....	59
4.4. Segmentação dos Caracteres.....	61
4.4.1. DER-RJ.....	61
4.4.2. CETRIO.....	62
4.4.3. DETRAN-RJ.....	63
4.5. Extração de Características.....	65
4.5.1. Projeção Poligonal	65
4.5.2. Matriz de Bits.....	69
4.5.3. Projeção Horizontal	69
4.5.4. Projeção Vertical.....	70
5. Reconhecimento dos caracteres	71
5.1. Introdução.....	71
5.2. Pré-processamento dos dados	71
5.2.1. Dados do DER-RJ.....	71

5.2.2. <i>Dados da CET-RIO</i>	72
5.2.3. <i>Dados do DETRAN-RJ</i>	73
5.3. <i>Uso das técnicas de redes neurais</i>	75
5.3.1. <i>Especificações das redes</i>	75
5.4. <i>Estratégias utilizadas nos dados do DER-RJ</i>	76
5.4.1. <i>Dígitos</i>	76
5.4.2. <i>Letras</i>	80
5.5. <i>Estratégias utilizadas nos dados da CETRIO</i>	83
5.5.1. <i>Dígitos</i>	83
5.5.2. <i>Letras</i>	88
5.6. <i>Estratégias utilizadas nos dados do DETRAN-RJ</i>	95
5.6.1. <i>Dígitos</i>	95
5.6.2. <i>Letras</i>	109
6. AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO	126
6.1. <i>Introdução</i>	126
6.2. <i>Caso do DER-RJ</i>	126
6.2.1. <i>Dígitos</i>	126
6.2.2. <i>Letras</i>	127
6.2.3. <i>Placa</i>	127
6.3. <i>Caso da CETRIO</i>	128
6.3.1. <i>Dígitos</i>	128
6.3.2. <i>Letras</i>	128
6.3.3. <i>Placa</i>	129
6.4. <i>Caso do DETRAN-RJ</i>	129
6.4.1. <i>Dígitos</i>	129
6.4.2. <i>Letras</i>	129
6.4.3. <i>Placa</i>	130
6.5. <i>Comparação com os Sistemas SIAV e SEECAR</i>	132

7. CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	135
7.1. Conclusões	135
7.1.1. DER-RJ.....	135
7.1.2. CETRIO.....	136
7.1.3. DETRAN-RJ.....	137
7.2. Trabalhos Futuros.....	139
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	140
9. ANEXOS	143

1. INTRODUÇÃO

O reconhecimento da placa dos veículos automotores é uma aplicação que está inserida no contexto do reconhecimento de padrões, um ramo da ciência que se interessa pela descrição, classificação e também reconhecimento de objetos ou partes de uma imagem digital.

O reconhecimento de padrões lida com técnicas para associar os padrões às suas respectivas classes, de forma automática e com a menor intervenção humana possível (GONZALEZ & THOMASON, 1978).

Historicamente, as duas principais técnicas de abordagem em reconhecimento de padrões são: estatística (ou teoria da decisão) e sintática (ou estrutural). Mais recentemente, o uso de modelos neurais vem surgindo como uma terceira forma de abordagem.

Na abordagem estatística um conjunto de medidas é extraído do objeto de interesse e definido como padrão (assinatura) do mesmo. Estes padrões são posteriormente utilizados como gabaritos para classificar por similaridade, outras instâncias de objetos que sejam apresentadas ao sistema.

A abordagem sintática trabalha com problemas onde os padrões são considerados complexos e o número de características muito elevado. Cada padrão é descrito em termos de subpadrões e assim sucessivamente até chegar a padrões mais simples, chamados de primitivas. A descrição das primitivas pode ser determinística ou probabilística. Da mesma maneira que a gramática de uma linguagem forma frases e sentenças pela concatenação de palavras e estas por letras, este método estrutura os padrões sob forma de várias composições de subpadrões. Esta abordagem é muito utilizada nas áreas de linguagens formais, autômatos e compiladores.

Na abordagem neural, o próprio modelo, através de um processo cíclico de aprendizado, identifica e constrói um mapeamento das características que representam cada um dos padrões de entrada com suas respectivas classes a partir de um conjunto de

amostras usadas como exemplo. As amostras compõem um conjunto chamado de treinamento e devem ser selecionadas de forma a bem representar o fenômeno que se deseja modelar.

O reconhecimento de padrões é empregado em vários campos do conhecimento humano tais como: reconhecimento de imagens, da fala, do locutor, da impressão digital, de caracteres manuscritos e impressos, etc.

O reconhecimento de imagens, tais como objetos, pessoas, palavras, caracteres e assinaturas, quando feito pelo homem parece ser uma tarefa trivial e fácil, porém quando delegado a um sistema computacional mostra-se muito difícil e complexo, apesar de todo desenvolvimento tecnológico já alcançado na área da computação.

Uma outra aplicação de grande potencial é o reconhecimento da fala, onde vários esforços de pesquisa já foram e continuam sendo realizados para o desenvolvimento de sistemas que aceitem comandos através da voz. Estes sistemas visam a interação do usuário com a máquina não mais pelo teclado e sim pela sua voz.

O reconhecimento do locutor é uma aplicação que tem como finalidade principal a identificação da pessoa através das características de sua fala. Os sistemas que fazem uso desta técnica visam criar alternativas para a área de sistemas de segurança, principalmente no que diz respeito ao controle de acesso. Nestes sistemas são extraídas características da voz, compondo um padrão de cada indivíduo e seu reconhecimento, como nas demais aplicações se dá em função da comparação e similaridade das características da locução presente com os padrões constantes da base de dados.

Uma das mais antigas aplicações que empregam as técnicas de reconhecimento de padrões é a do reconhecimento de impressões digitais. No século II, os governantes chineses já usavam a impressão digital para lacrar documentos importantes. Foi a primeira vez na história que impressões digitais identificaram positivamente uma pessoa. Desde então, a técnica de reconhecimento de impressões digitais evoluiu e passou a ser empregada em grande escala, tornando-se o principal método para comprovar, de forma inegável, a identidade de uma pessoa.

Atualmente, o reconhecimento de impressões digitais é basicamente utilizado em sistemas de autenticação de pessoas e está sendo cada vez mais usado em setores que necessitam uma maior segurança na identificação das pessoas. Várias técnicas com diferentes níveis de sofisticação, de custo e de confiabilidade são estudadas e usadas. Os sistemas mais conhecidos incluem técnicas de reconhecimento baseadas em componentes físicos da pessoa, como por exemplo, a íris do olho, a palma da mão, os dedos e no caso de recém nascidos, os pés.

Uma área de aplicação que tem atraído a atenção de pesquisadores há mais de vinte anos, e pode-se dizer que desde o início dos computadores há pesquisas relacionadas, é o reconhecimento de caracteres impressos e manuscritos.

O estudo do reconhecimento de caracteres manuscritos tem como ponto de partida uma análise das maneiras e formas com que os caracteres podem ser escritos. Existe uma diversidade de maneiras e formas, onde pode-se destacar, o tipo de meio empregado para escrever, o papel ou meio utilizado para registro, a habilidade, o estilo, o nível de escolaridade e o estado psicológico da pessoa que escreve.

O reconhecimento de caracteres impressos, que podem ser letras, números ou símbolos, são dispostos de uma forma desconectada, ou seja, nenhum caractere está ligado ao outro como pode acontecer com os textos manuscritos. Ainda assim alguns problemas podem acontecer quando ocorrem fontes diferentes em um mesmo documento ou a imagem digital do documento é de baixa qualidade. A baixa qualidade de uma imagem digital pode ser provocada tanto pelo dispositivo de aquisição (scanner) quanto pela própria impressão do texto no documento original e mesmo a qualidade do material onde o texto está grafado. Estes fatores podem provocar eventuais conexões tanto verticais quanto horizontais entre caracteres do texto. As conexões horizontais acontecem quando os caracteres estão um ao lado do outro e as verticais quando estão em linhas diferentes do texto, imediatamente acima ou abaixo (CASEY & JIH, 1983).

O trabalho de reconhecimento de placas pode parecer uma aplicação de fácil solução, pois o objeto do reconhecimento, a placa, é constituído de caracteres impressos com formas bem definidas. Este fato pode induzir o pensamento de que um sistema de reconhecimento ótico de caractere (OCR) convencional pode facilmente resolver o problema, porém a realidade mostra o contrário. O reconhecimento da placa do veículo

apresenta características próprias advindas, por exemplo, de efeitos diversos introduzidos por fatores como a velocidade de deslocamento do veículo, o ângulo de tomada da imagem, a distância e a qualidade técnica do equipamento de captura, a luminosidade natural ou falta da mesma, sombra, reflexo, diferenças de padrão, estado da placa e outros, que tornam o problema muito mais complexo e difícil de ser tratado.

1.1. MOTIVAÇÕES

A motivação para a pesquisa é acadêmica, porém ela apresenta um grande potencial de aplicação prática, pois através de um sistema automático de reconhecimento da placa de um veículo pode-se auxiliar e aumentar o desempenho de diversos setores que necessitam desta informação para desenvolverem seu trabalho e mesmo ampliar para outros usuários em potencial.

As pesquisas acadêmicas em reconhecer caracteres alfanuméricos de placas de veículos, através do processamento de imagens, tiveram início na década de setenta, quando os primeiros trabalhos foram publicados. Entretanto, somente no início dos anos oitenta que os primeiros sistemas comerciais de reconhecimento de placas de automóveis ficaram disponíveis, embora com muitas limitações e desempenho restrito.

No Brasil, o processamento das multas de trânsito e o reconhecimento da licença dos veículos ainda é feito manualmente, o que demanda tempo e recursos humanos cada vez maiores.

Atualmente, para o reconhecimento dos caracteres das placas aplicam-se técnicas de reconhecimento de padrões, e de inteligência computacional, que estão basicamente inseridas no contexto das redes neurais e da lógica nebulosa.

O estudo das técnicas de processamento de imagens e de inteligência computacional - redes neurais e a sua aplicação na solução de problemas reais, visam superar as limitações e restrições encontradas nos anos oitenta.

Além da motivação prática deste trabalho, cujo foco principal é desenvolver uma nova metodologia para o reconhecimento da licença dos veículos incluindo o estudo, a concepção e avaliação de desempenho de um modelo computacional, existe também interesse pela pesquisa e emprego dos paradigmas da inteligência

computacional, mais precisamente dos modelos neurais, na busca de uma solução para o problema que apresente um desempenho melhor do que os atualmente divulgados na literatura.

1.2. OBJETIVO DA PESQUISA

O objetivo principal deste trabalho inclui o estudo, a concepção e avaliação do desempenho de um modelo computacional para reconhecimento automático do número da licença dos veículos automotores a partir de uma imagem digital (foto ou filmagem) colhida do veículo.

O estudo desenvolvido neste trabalho tem uma parte inserida num projeto que está sendo desenvolvido pelo grupo de pesquisa do Laboratório de Inteligência Computacional (LabIC), pertencente ao Departamento de Ciência da Computação (DCC) e ao Núcleo de Computação Eletrônica (NCE) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). O projeto consiste no desenvolvimento de um sistema computadorizado para reconhecimento automático da licença de veículos com a finalidade de aumentar a segurança no processo de vistoria de veículos realizado anualmente pelo Departamento de Trânsito do Estado do Rio de Janeiro (DETRAN-RJ).

A parte do sistema desenvolvida no contexto deste trabalho é a do módulo de reconhecimento. Entretanto, existem outros módulos que precedem este e que foram avaliados neste trabalho, como os módulos de localização da região da placa, de segmentação dos caracteres da placa e de extração de características dos caracteres segmentados, cujos resultados têm grande influência no sucesso e desempenho do reconhecimento. Com esta avaliação buscou-se identificar os melhores métodos a serem empregados.

Após ter-se realizado a avaliação dos módulos de localização da região da placa, segmentação dos caracteres da placa e de extração de características dos caracteres segmentados, decidiu-se concentrar os esforços no desenvolvimento de estratégias para realizar o reconhecimento das letras e dos dígitos das placas. A avaliação de desempenho das estratégias é realizada através de três estudos de casos: o primeiro envolvendo imagens oriundas do Departamento de Estrada e Rodagem do Estado do Rio de Janeiro (DER-RJ); o segundo com imagens provenientes da

Companhia de Engenharia de Tráfego do Município do Rio de Janeiro (CETRIO); e o terceiro com imagens vindas do sistema em desenvolvimento para o DETRAN-RJ.

Na pesquisa bibliográfica realizada foi constatado que a grande maioria dos grupos de pesquisa que trabalham nesta área utiliza as técnicas de inteligência computacional, desde redes neurais até modelos híbridos, para realizarem o reconhecimento. Neste trabalho, definiu-se que a utilização da técnica de redes neurais para o reconhecimento seria a empregada em virtude de sua potencialidade e também menor complexidade em relação aos modelos híbridos.

1.3. ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

No capítulo 2, são apresentados os conceitos referentes ao reconhecimento de placas, o estado da arte no Brasil e no mundo e o sistema brasileiro adotado para a licença dos veículos.

O capítulo 3, é dedicado à apresentação e à descrição do modelo de reconhecimento proposto. O modelo é descrito de forma genérica e sua aplicação é validada em estudos de casos apresentados nos capítulos seguintes.

O capítulo 4, descreve e discute os resultados alcançados na avaliação dos módulos de localização da região da placa, segmentação dos caracteres da placa e de extração de características dos caracteres segmentados do modelo proposto. Nesta avaliação foram utilizados três conjuntos de dados, um proveniente de imagens do Departamento de Estrada e Rodagem do Estado do Rio de Janeiro – DER-RJ, outro de imagens oriundas da Companhia de Engenharia e Tráfego do Município do Rio de Janeiro - CETRIO e o último de imagens obtidas em um Posto de Vistoria do Detran da Ilha do Governador – DETRAN-RJ.

No capítulo 5, descreve-se as estratégias utilizadas, e o desempenho alcançado no reconhecimento dos caracteres das placas nos três conjuntos de dados.

No capítulo 6, faz-se um resumo da avaliação do desempenho dos dígitos e letras nos estudos de casos 1 e 2. Já no estudo de caso 3, faz-se a avaliação dos dígitos, das letras e da licença do veículo como um todo (placa). Descreve-se uma comparação do sistema proposto com outros dois sistemas comerciais.

No capítulo 7, apresenta-se as conclusões e algumas sugestões para trabalhos futuros.

2. RECONHECIMENTO DE PLACAS

2.1. INTRODUÇÃO

Em virtude do constante crescimento da frota mundial de veículos, surgem problemas cada vez mais complicados de serem rapidamente resolvidos, e que por isso, carecem de soluções criativas e automatizadas. Existe hoje, por exemplo, uma grande necessidade da engenharia de tráfego em conseguir informações rápidas e precisas sobre os veículos em trânsito, não só para efetuar o controle e a monitoração do tráfego, mas também para fins de segurança e planejamento.

O reconhecimento de placas não tem utilização somente no controle e na monitoração do tráfego. Existem outras aplicações que também podem ser beneficiadas, tais como: localização de carros roubados, aplicação de multas, controle de acesso a estacionamentos, coleta de estatísticas de fluxo de entrada e saída de veículos a certos locais ou mesmo geração de subsídios para área de turismo.

Mesmo nas grandes metrópoles brasileiras, a identificação do veículo, a partir das fotografias tiradas pelos inúmeros equipamentos espalhados pelas vias públicas, ainda é feita manualmente e não em tempo real. Com um sistema automatizado o ganho não se restringe tão somente ao tempo de resposta, mas principalmente na imediata disponibilidade da informação para uso em inúmeras outras aplicações, como nas áreas de segurança, planejamento e turismo.

Tendo em vista a concentração de veículos nos grandes centros e, que a maioria das grandes cidades brasileiras já está operando com câmeras (ou está em fase de implantação) para o controle do tráfego ou mesmo para a aplicação de multas, a implantação de um sistema de reconhecimento automático de placas seria um excelente aliado aos órgãos de fiscalização, aos estacionamentos de grande rotatividade, às concessionárias das rodovias privatizadas e a outros setores que possam fazer uso da informação colocada rapidamente à disposição.

Em julho de 2000, segundo a Empresa Perkons S/A (PERKONS, 2000), a base instalada (estimada) dos equipamentos utilizados para o controle e monitoração do tráfego no Brasil era a seguinte:

Tabela II.1: Base Instalada em Jul 2000

Equipamentos	Quantidade utilizada
Radares fixos	400
Lombadas eletrônicas	550
Equipamentos de controle de avanço de sinal	500
Radares móveis	50
TOTAL	1500

Vários grupos hoje em dia dedicam-se ao estudo e desenvolvimento de sistemas para o reconhecimento de placas de veículos. Trata-se de um problema complexo, como será mostrado no decorrer desta dissertação, porém, como ressaltado nos parágrafos anteriores, de elevado interesse, principalmente para os órgãos públicos das áreas de segurança, controle de trânsito e planejamento urbano.

A dificuldade inerente ao reconhecimento dos caracteres que constituem a placa de um veículo deve-se a fatores próprios do problema, tais como: variações da posição relativa da placa, tamanho da placa, inclinação, cor, contraste e a forma e qualidade dos caracteres, além de outros que dificultam sobremaneira a concepção de uma solução única, genérica e invariante aos mesmos.

Para atingir-se bons níveis de reconhecimento, alguns aspectos de grande relevância têm que ser considerados em relação a imagem do veículo. O primeiro mais importante e fundamental é a qualidade da foto capturada, pois é a partir desta que tem início o processo de reconhecimento. Fotos obtidas em condições reais apresentam problemas concretos que precisam ser identificados, analisados e tratados, tais como: neblina; chuva; níveis de luminosidade excessivamente baixos ou excessivamente elevados; qualidade do equipamento de captura, estado de conservação da placa, ângulos de tomada da imagem, reflexos, sombras, obstrução parcial da placa, distâncias

e velocidades diferentes dos veículos no momento da obtenção das imagens, além da diversidade dos tipos de veículo e mesmo de placas.

2.2. ESFORÇO DE PESQUISA - ESTADO DA ARTE

A estrutura de um sistema de reconhecimento de placas de automóveis é basicamente organizada em três módulos com características e desafios tecnológicos bem distintos. O primeiro diz respeito à captura e à digitalização da imagem do veículo, o segundo engloba todo o processamento da imagem e o reconhecimento dos caracteres que compõem a placa e, finalmente, o terceiro constitui-se de um sistema aplicativo, de alto nível, que a partir do número da licença do veículo, realiza as consultas e as operações específicas desejadas pelo usuário.

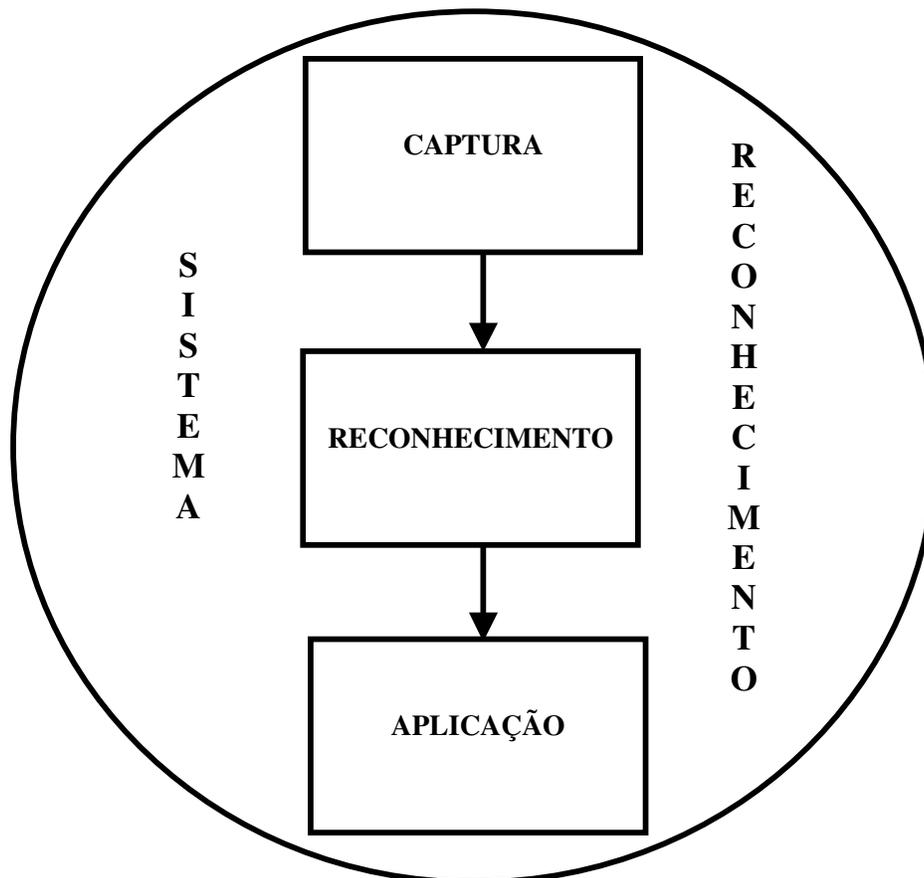


Figura II 1: Estrutura de um sistema de reconhecimento

A figura II.2 abaixo exemplifica um sistema típico de captura em via pública, constituído basicamente de sensores de velocidade, câmeras fotográficas ou de vídeo e equipamentos acessórios.



Figura II 2: Sistema de captura

Hoje em dia, além de grupos de pesquisa ligados a grandes universidades, inúmeras empresas buscam transformar em produto o conhecimento e a tecnologia já desenvolvida.

2.2.1. No Brasil

Atualmente no Brasil o estudo sobre o reconhecimento de placas de veículos está restrito a dois setores: o primeiro dedicado principalmente a pesquisa acadêmica, que são as Universidades, e o segundo mais voltado para a descoberta e comercialização da tecnologia gerada, que são as empresas comerciais.

Em alguns casos, Universidades e Empresas criam um convênio de cooperação entre si e passam a trabalhar juntas na pesquisa e desenvolvimento de soluções para o reconhecimento automático das placas dos veículos.

Um caso deste trabalho cooperativo foi o desenvolvido pela Empresa Automatisa Ltda e a Universidade Federal do Rio Grande do Sul, que criaram um Sistema de Identificação Automática de Veículos - SIAV2.0 (AUTOMATISA, 2002). O sistema pode ser aplicado em controle de estacionamentos, na verificação de veículos roubados, e na segurança. Segundo a empresa a metodologia utilizada para o

reconhecimento da licença do veículo é a de redes neurais. A taxa de acerto da placa do veículo não foi divulgada pela empresa.

A Empresa Ponfac S/A Sistemas de Visão (PONFAC, 2002) desenvolveu um sistema chamado de leitor de placas de veículos, que tem aplicação somente no controle de acesso em estacionamentos, garagens, condomínios e áreas de acesso restrito. Este produto já se encontra em comercialização. As pesquisas e tecnologias desenvolvidas neste produto são provenientes da própria empresa. A metodologia utilizada para o reconhecimento da licença do veículo é a de redes neurais. A taxa de acerto da placa do veículo, segundo a empresa, varia de 85% a 97%.

A Empresa Compuetra (COMPULETRA, 2002) desenvolveu um sistema e o patenteou com o nome de Sistema de Identificação de Veículos em Movimento - SIVEM, cuja finalidade principal é o reconhecimento automático, e em tempo real, dos veículos que trafegam nas vias públicas de trânsito. Este sistema foi desenvolvido através de pesquisa da própria empresa e já existe uma versão comercial no mercado. A metodologia utilizada para o reconhecimento da licença do veículo não foi divulgada pela empresa. A taxa de acerto da placa do veículo, segundo a empresa, é superior a 90%.

2.2.2. No Mundo

Em todo mundo, existem vários sistemas já desenvolvidos e cada um tem uma aplicação específica, que pode variar desde o controle e monitoração do tráfego até a aplicação de multas.

Em virtude de cada país ter o seu padrão para a construção das placas dos veículos, ou seja, não existe uma uniformidade mundial, tem-se placas de diversos tamanhos, formatos e cores. A composição da licença pode ter qualquer combinação de letras e números, pois também não existe um número fixo de letras e dígitos a serem utilizados. Sendo assim, em cada país existe um sistema de reconhecimento construído com base na legislação formulada para o sistema de placa adotado. Em função deste motivo, fica praticamente inviável a realização de uma análise comparativa entre estes sistemas.

Dentre os países que utilizam a tecnologia de reconhecimento de placas, destacam-se:

Os Estados Unidos, que possuem uma grande quantidade de sistemas cuja utilização básica se dá na monitoração do tráfego e na aplicação de multas. Os sistemas com a finalidade de aplicação de multa operam da seguinte forma: detectam a infração de trânsito, reconhecem a placa, acessam um banco de dados com os registros de veículos, e por fim, enviam a multa ao infrator (ATSTRAFFIC, 2002 e TRANSFO, 2002).

No Canadá, a empresa QNX System desenvolveu um sistema de reconhecimento que tem como aplicação final a identificação e a cobrança de veículos em pedágios (QNX, 2000).

Na Inglaterra, os sistemas são utilizados com a finalidade principal de detectar veículos que cometeram infrações às leis de trânsito e veículos roubados que trafegam pelas vias (RACAL, 2002).

A Itália faz uso de sistemas portáteis para aplicação de multas em condutores de veículos infratores (SODI, 2002).

Portugal faz uso destes sistemas para identificação de veículos em pedágios (HTSOL, 2002).

Israel, através da Empresa Htsol, que desenvolveu um sistema de identificação de placas de veículos para Israel e para vários outros países do mundo, dentre eles, o próprio Brasil. Este sistema pode ser usado em pedágios, aplicação de multas e em controle de estacionamentos (HTSOL, 2002).

Singapura oferece um sistema de identificação de placas de veículos para vários países asiáticos. Este sistema foi criado pela empresa Ásia Vision Technology Limited. Ele pode ser usado em pedágios, controle de acesso e em rodovias para o controle de velocidade dos veículos. Outra aplicação interessante que o sistema possibilita é a leitura dos containers em aeroportos (ASIAVISION, 2002).

A Austrália utiliza um sistema com várias câmeras instaladas nas faixas de tráfego e cruzamentos das vias públicas para o monitoramento do trânsito (POLTECH, 2002).

Existem outros países que também possuem seus sistemas de reconhecimento, como a Bélgica (BATS, 2002), Espanha (INODE, 2002), Rússia (PHOTOCOP, 2002) e Alemanha (KENNZEICHENERKENNUNG, 2002).

2.3. SISTEMA BRASILEIRO PARA LICENÇA DE VEÍCULOS

Os veículos, seguindo o artigo 96, seção I, capítulo IX, do Código de Trânsito Brasileiro - Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997 (CONTRAN, 2002), são classificados segundo os critérios abaixo relacionados:

a) Quanto à tração:

- Automotor - elétrico; propulsão humana; tração animal; e reboque ou semi-reboque.

b) Quanto à espécie:

- de passageiros - bicicleta; ciclomotor; motoneta; motocicleta; triciclo; quadriciclo; automóvel; microônibus; ônibus; bonde; reboque ou semi-reboque; ou charrete;
- de carga - motoneta; motocicleta; triciclo; quadriciclo; caminhonete; caminhão; reboque ou semi-reboque; carroça; ou carro-de-mão;
- misto - camioneta; utilitário; outros;
- de competição;
- de tração - caminhão-trator; trator de rodas; trator de esteiras; trator misto;
- especial; e
- de coleção.

c) Quanto à categoria:

- oficial;
- de representação diplomática, de repartições consulares de carreira ou organismos internacionais acreditados junto ao Governo brasileiro;

- particular;
- de aluguel; e
- de aprendizagem.

A resolução nº 45, de 22 de maio de 1998, em seu artigo primeiro estabelece o sistema de placas de identificação de veículos. Esse artigo relata que cada veículo será identificado por placas dianteira e traseira, afixadas em partes integrantes do mesmo, contendo caracteres alfanuméricos individualizados, sendo o primeiro grupo composto por 3 (três) caracteres resultante do arranjo, com repetição, de 26 (vinte e seis) letras, tomadas três a três, e o segundo composto por 4 (quatro) caracteres, resultante do arranjo, com repetição, de 10 (dez) algarismos, tomados quatro a quatro, conforme ilustra a figura II.3.

Além dos caracteres previstos nesse artigo, as placas dianteira e traseira deverão conter, gravado em tarjetas removíveis a elas afixadas, a sigla identificadora da Unidade da Federação e o nome do Município de registro do veículo, exceção feita às placas dos veículos oficiais.



Figura II 3: Exemplo de uma placa

O artigo segundo dessa mesma resolução prevê a dimensão, as cores e demais características das placas. Fixa uma tolerância de até 10% para mais ou para menos, admissíveis tanto para a dimensão da placa como dos caracteres.

Segundo a legislação em vigor, ambas as placas, traseira e dianteira, devem observar as seguintes dimensões em milímetros:

Tabela II.2: Dimensões da placa

Tamanho	Altura	Largura
Máximo	143	440
Ideal	130	400
Mínimo	117	360

Na figura II.4 a seguir, pode-se ver o exemplo de uma placa com tamanho ideal.



Figura II 4: Forma e dimensões das placas traseira e dianteira

A dimensão dos caracteres da placa é de 63 mm de altura para todos os caracteres. A largura, no entanto varia e é definida para cada letra e algarismo conforme mostrado na tabela II.3 (em milímetros).

Tabela II.3: Dimensões dos caracteres alfanuméricos e numéricos das placas

Letras												
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
54	44	44	43	40	40	45	45	10	36	49	40	54
N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
47	45	44	51	46	46	44	45	49	49	49	47	40
Algarismos												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	0			
18	36	37	40	36	36	36	38	36	36			

Observa-se que a menor largura, 10mm, refere-se a letra I e a maior, 54mm, as letras A e M. A largura média das letras é de 44mm.

Na prática, apesar da rigidez da norma, é muito comum encontrar-se veículos trafegando com placas totalmente fora dos padrões.

Para cada veículo existe uma cor específica para o fundo, caracteres e tarjeta da placa, conforme a tabela II.4 abaixo.

Tabela II.4: Padronização das placas

Categoria do Veículo	Cor da Placa e Tarjeta	Cor dos Caracteres
Oficial	Branca	Preta
Particular	Cinza	Preta
Aluguel	Vermelha	Branca
Experiência	Verde	Branca
Aprendizagem	Branca	Vermelha
Fabricante	Azul	Branca

Determinadas composições de cores, como verde e branco, diminuem o contraste e dificultam o trabalho dos algoritmos de processamento e segmentação da imagem.

No capítulo seguinte é apresentada a metodologia de reconhecimento proposta, bem como os módulos desenvolvidos na concepção do sistema.

3. METODOLOGIA DE RECONHECIMENTO PROPOSTA

3.1. INTRODUÇÃO

A maioria dos sistemas atualmente empregados na identificação de veículos são compostos por: uma câmera para aquisição da imagem do veículo, uma placa de aquisição de vídeo, um computador e um software para análise da imagem e reconhecimento da placa do veículo.

Em virtude das diferentes estratégias e técnicas geralmente empregadas no processo de reconhecimento da placa de um veículo automotor, propõe-se, neste trabalho a adoção de uma metodologia que aborda o problema de forma modular, onde o sistema de reconhecimento é constituído por seis módulos, e cada um destes tem uma funcionalidade específica.

Na figura III.1 é apresentado um diagrama de blocos que sintetiza, de forma prática, a metodologia proposta e utilizada na concepção e desenvolvimento do sistema que será descrito no decorrer desta dissertação.

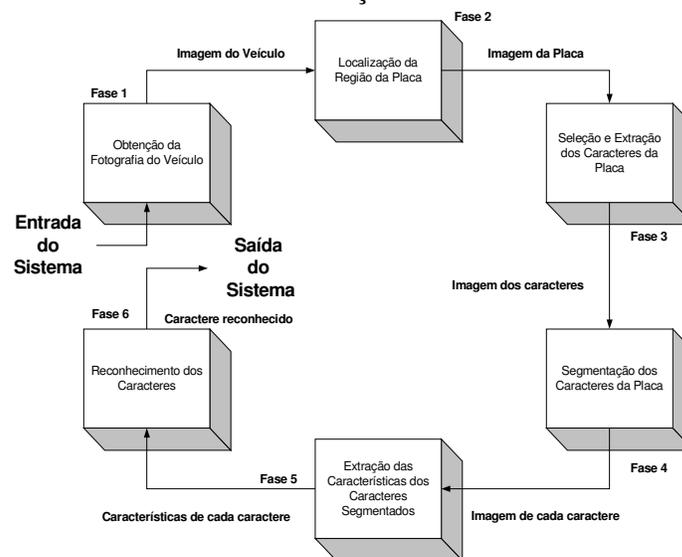


Figura III.1: Esquema funcional do sistema

3.2. OBTENÇÃO DOS DADOS

Para a realização desta pesquisa, foi imprescindível a obtenção de uma grande quantidade de fotografias digitais, pois é através delas que o estudo e o desenvolvimento de um modelo computacional se torna possível.

Neste trabalho foram realizados três estudos de casos com imagens completamente diferentes.

Para o primeiro estudo de caso, o Departamento de Estrada e Rodagem do Estado do Rio de Janeiro (DER-RJ), através da empresa Perkons Equipamentos Eletrônicos Ltda (PERKONS, 2000), firma que presta serviços de informática ao DER-RJ, forneceu um conjunto de 9.079 (nove mil e setenta e nove) imagens digitais de veículos. As imagens fornecidas foram obtidas através das diversas câmeras espalhadas pelas rodovias do Estado do Rio de Janeiro, utilizadas na fiscalização e aplicação de multas.

O segundo estudo consiste na utilização de 2.986 (duas mil e novecentos e oitenta e seis) imagens fornecidas pela Companhia de Engenharia e Tráfego do Município do Rio de Janeiro (CETRIO), através da empresa Flohr Erea Ltda, firma terceirizada que presta serviços de informática à CETRIO. Todas as imagens são provenientes de câmeras instaladas em diversas vias do Município do Rio de Janeiro, cuja utilização específica é a aplicação de multas aos condutores infratores.

Já para o terceiro estudo de caso, foram utilizadas 3.950 (três mil e novecentas e cinquenta) imagens capturadas pela equipe do Laboratório de Inteligência Computacional (LabIC) no Posto de Vistoria do DETRAN-RJ (Cocotá – Ilha do Governador). O objetivo do DETRAN-RJ é o reconhecimento automático da placa do veículo para prover uma maior segurança no processo de vistoria.

Neste trabalho, buscou-se levar em consideração somente fotos obtidas em condições reais, com o objetivo de fazer-se assim face aos problemas e dificuldades que caracterizam a realidade das diferentes aplicações e contextos.

3.3. MÓDULO 1 - OBTENÇÃO DA FOTOGRAFIA DO VEÍCULO

As imagens são obtidas pelas câmeras espalhadas pelos diversos pontos das vias públicas. Este é o procedimento atualmente empregado pelos órgãos fiscalizadores de trânsito brasileiro.

Existem três formas de obtenção das imagens: através de vídeo, de fotografias digitais ou de fotografias analógicas (convencional). Uma boa qualidade de imagem é fundamental para o desempenho do sistema de reconhecimento. Nas figuras III.2, III.3, III.4 e III.5 pode-se observar diferentes padrões de qualidade de imagens capturada pelos sistemas utilizados pelo DER-RJ, CETRIO e DETRAN-RJ, respectivamente. Pode ser facilmente percebida a diferença de qualidade nas imagens, onde as oriundas do DER-RJ apresentam uma baixa definição, apesar deste exemplo ser considerado uma das melhores imagens em relação a todo o conjunto de dados. Já os exemplos da CETRIO e do DETRAN-RJ, mostram que ambos possuem uma melhor qualidade de definição.

Existe uma diferença no meio empregado para a captura e na resolução da imagem do veículo entre os sistemas. O DER-RJ faz uso de uma câmera fotográfica digital; sua imagem (figura III.2) é em tons de cinza e tem uma resolução de 640x480 pixels (foto entrelaçada).



Figura III.2: Foto DER-RJ entrelaçada

Pode-se observar na figura III.2 que a foto contém um rodapé com informações que se referem a velocidade do veículo (065Km/h) no momento da captura, a velocidade máxima permitida (050Km/h), a data da captura (16/12/2000), a hora captura (17:00:47), um código seqüenciador (B0119) e a rodovia em que o veículo trafega (DER-RJ693). Um outro fato de grande importância é que a imagem encontra-se com um “tremido”, como uma sombra da própria imagem, mas na realidade esta foto contém duas imagens do mesmo veículo entrelaçadas uma dada pelas linhas pares e outra pelas linhas ímpares.

As imagens que compõem a base de dados do DER-RJ são todas entrelaçadas. Segundo a empresa Perkons Equipamentos Eletrônicos Ltda, a finalidade do uso deste padrão de imagem é não permitir que qualquer pessoa possa fazer o reconhecimento visual do veículo. Para utilizar essas imagens neste estudo, fez-se necessário o desenvolvimento de um programa para realizar o desentrelaçamento (deinterleaving) das imagens. Após as imagens serem desentrelaçadas, surgem duas imagens idênticas (par e ímpar), porém cada uma com a resolução de 320x240 pixels. Todas as 9.079 imagens foram desentrelaçadas, criando um novo banco de imagens, contendo somente as imagens pares desentrelaçadas. A figura III.3 mostra um exemplo de uma imagem desentrelaçada.



Figura III.3: Imagem desentrelaçada – DER-RJ

Comparando o rodapé da figura III.2 (entrelaçada) com o da figura III.3 (desentrelaçada), pode-se visualmente verificar que houve uma queda na resolução da imagem na figura III.3.

A CETRIO também utiliza uma câmera digital fotográfica, porém sua imagem (figura III.4) é colorida e sua resolução é de 1536x1024 pixels.



Figura III.4: Foto CETRIO

Pode-se verificar na figura III.4 que a foto contém um cabeçalho com informações sobre o momento da captura da imagem, que são as seguintes: velocidade do veículo (088Km/h), a hora (11:30:59), a data (04.11.01), um código seqüenciador (0157409), o número da foto (070S), a velocidade limite (080Km/h) e a pista em que o veículo trafega (11).

Já o DETRAN-RJ emprega uma câmera digital de vídeo, com imagem colorida e resolução de 320x240 pixels.



Figura III.5: Foto DETRAN-RJ

Vê-se na figura III.5, que no canto superior esquerdo existe a informação referente a data e a hora da captura da imagem. Analisando os três tipos de imagens, DER-RJ (figura III.3), CETRIO (figura III.4) e DETRAN-RJ (figura III.5), pode-se visualmente perceber que a imagem de menor qualidade é a do DER-RJ, e a de melhor a do DETRAN-RJ. Um fato interessante é que apesar da imagem da CETRIO ter uma resolução muito superior (1536x1024 pixels) do que a do DETRAN-RJ (320x240 pixels), ela não é a de melhor qualidade. Este fato é decorrente da distância focal empregada na captura da CETRIO, que é muito maior que a do DETRAN-RJ.

3.4. MÓDULO 2 - LOCALIZAÇÃO DA REGIÃO DA PLACA

Este módulo é responsável por localizar a placa ou regiões candidatas à placa e, tem como entrada a foto inteira, e o seu objetivo é fornecer como saída uma região reduzida onde esteja provavelmente localizada a placa.

O processo de localização em estudo envolve a aplicação de algoritmos de processamento de imagens para a localização de regiões candidatas à placa.

Após está localização, as regiões da placa são extraídas e guardadas cada uma em um arquivo diferente, os quais são utilizados na fase seguinte.

Este módulo está sendo desenvolvido pelo aluno de graduação da UFRJ, Guilherme Matosinho Stiebler, estagiário do projeto DETRAN-RJ. A figura III.6 ilustra o programa de localização da região da placa.

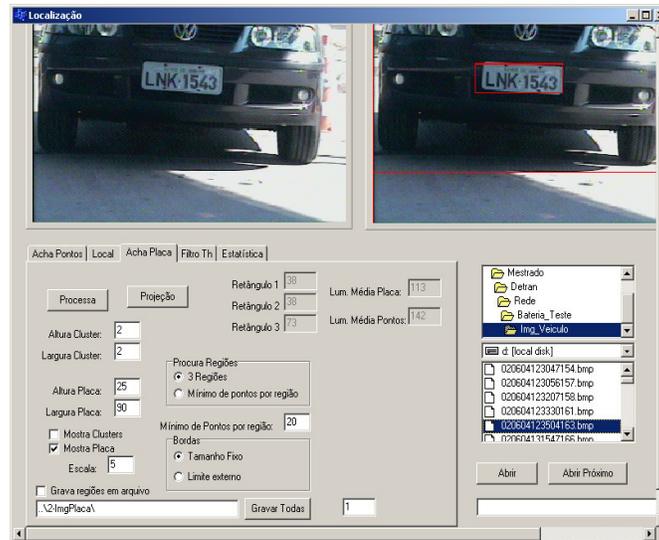


Figura III.6: Programa de localização da região da placa

A taxa de acerto da localização da placa nas imagens do DETRAN-RJ é de 98,67%. Esta taxa foi aferida num conjunto de 300 imagens bem diversificadas (imagens boas, normais e ruins), onde 296 foram localizadas com sucesso e apenas 4 não obtiveram sucesso (1,33%). Nas figuras III.7 e III.8, pode-se verificar exemplos em que a localização obteve sucesso e insucesso, respectivamente.

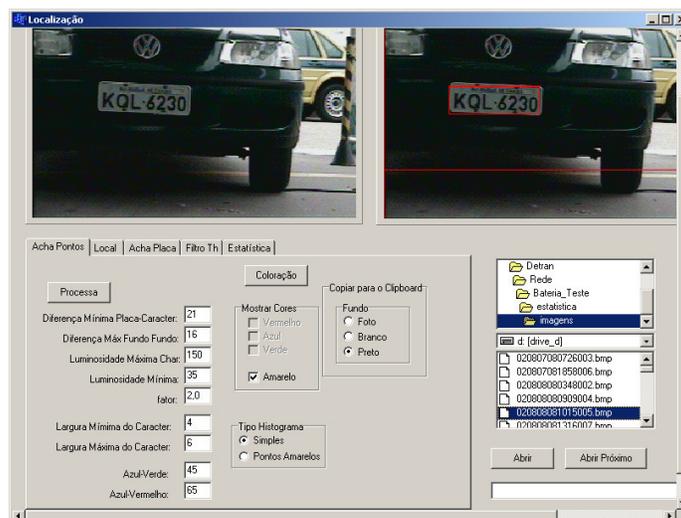


Figura III.7: Localização com sucesso

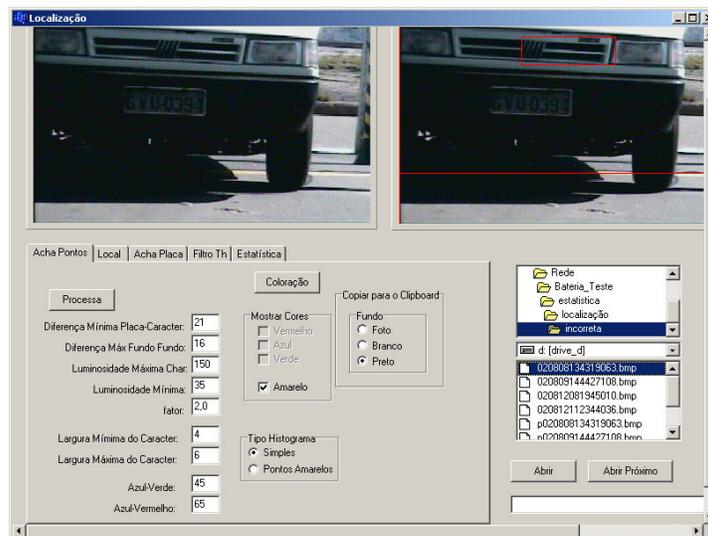


Figura III.8: Localização com insucesso

3.5. MÓDULO 3 - SELEÇÃO E EXTRAÇÃO DOS CARACTERES DA PLACA

Os algoritmos utilizados no módulo de localização da região da placa nem sempre são capazes de identificar uma única região para a placa, devido à diversidade de condições das diferentes fotografias. Há fotos em que os veículos não possuem placa e há fotos em que mais de uma região candidata é encontrada.

Uma rede neural é então utilizada para, dentre as regiões de imagem encontradas, selecionar aquela com a maior probabilidade de ser uma placa. Existe uma etapa que antecede a seleção desta região, a extração de características. Para realizar este processo, foram estudados dois tipos de extração de características das regiões candidatas: o primeiro tipo de extração permite realizar a Análise do Contorno; e o segundo tipo de extração permite realizar a Projeção Vertical da região. O objetivo desta extração de características é fornecer informações de cada região (placa e não placa) para o treinamento da rede neural, e posteriormente, servir de entrada para o teste da região escolhida. A taxa de acerto com a extração de características realizada com a utilização da Análise de Contorno foi de 99,38%; já com a utilização da Projeção Vertical foi de 93,24%. A decisão final sobre a aceitação ou não das regiões candidatas à placa é realizada utilizando-se de uma rede neural. As arquiteturas que foram testadas encontram-se reunidas no Anexo A, e as matrizes de confusão de cada uma das redes

neurais que compõem as estratégias utilizadas neste processo encontram-se reunidas no ANEXO B desta dissertação.

Para suportar o estudo e a concepção de ambos os módulos, para os estudos de caso com imagens do DER-RJ e da CETRIO, foi desenvolvido um programa (figura III.9) que possibilita a extração semi-automática de regiões com e sem a placa incluída.

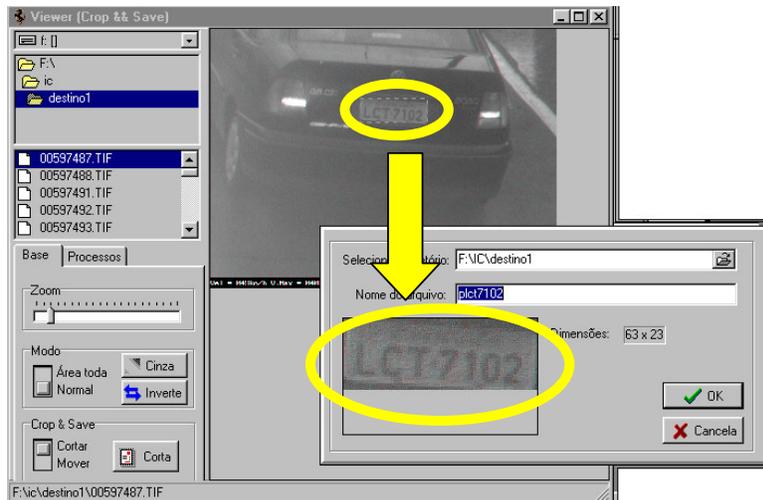


Figura III.9: Extração da região da placa

3.6. MÓDULO 4 - SEGMENTAÇÃO DOS CARACTERES DA PLACA

Após a extração da região que contém a placa, o módulo seguinte é a segmentação dos caracteres, onde é realizada a separação de cada caractere, criando sete arquivos, cada um com a imagem de um caractere da placa. Nem sempre a segmentação consegue identificar e separar os sete caracteres. Devido a problemas como ruído, distorção da imagem, baixo contraste, etc, a placa pode ser segmentada em um número menor ou maior de segmentos. Um processo de avaliação e validação da segmentação faz-se importante e necessário.

Pode ser visto nas figuras III.10 e III.11 a seguir, um exemplo com a imagem inicial (entrada) e a imagem segmentada (saída) de uma placa.



Figura III.10: Imagem inicial



Figura III.11: Imagem segmentada

3.7. MÓDULO 5 - EXTRAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DOS CARACTERES SEGMENTADOS

Neste módulo são extraídas características de cada imagem segmentada, de forma a compor uma assinatura para cada caractere. Diferentes técnicas de extração foram avaliadas, sendo que uma delas foi desenvolvida por Roberto José Rodrigues “Cracky”, em seu trabalho de mestrado. A técnica proposta por “Cracky”, chamada de projeção poligonal, é derivada dos algoritmos de detecção de contorno (RODRIGUES, 2003).

A técnica é baseada na projeção do contorno da imagem sobre os lados de um polígono regular posicionado em torno de cada caractere. O polígono circundante pode ser de qualquer número de lados, a partir de quatro (quadrado) até muitos lados (círculo). O vetor de características é formado pelas distâncias perpendiculares tomadas de cada lado do polígono até o contorno da imagem. Na figura III.12 estão representados alguns possíveis casos de extração de características. Os métodos de extração de características avaliados neste trabalho foram o da projeção poligonal (quadrado, hexágono, quadrado rotacionado), o do mapa de bits e o de projeções horizontal e vertical.

No item 4.5 do próximo capítulo, será apresentada uma definição mais aprofundada sobre os métodos de extração de características.

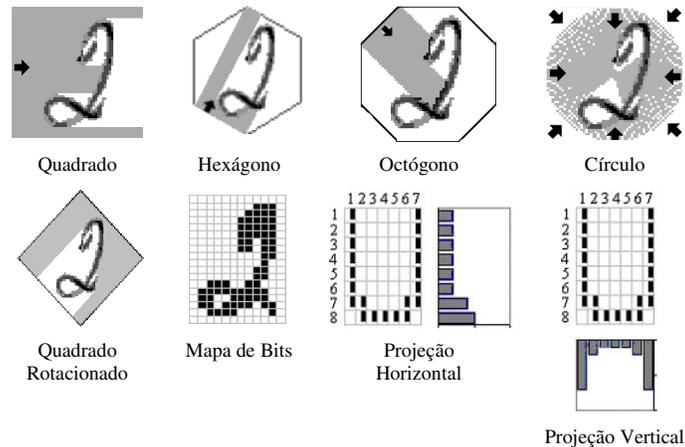


Figura III.12: Variâncias do método de projeção poligonal e métodos de extração de características

3.8. MÓDULO 6 - RECONHECIMENTO DOS CARACTERES

É o módulo responsável por reconhecer cada caractere que compõe a placa, através das informações disponibilizadas pelo módulo de extração das características. O reconhecimento é realizado através da técnica de redes neurais.

Para o processo de reconhecimento, duas configurações distintas de redes neurais foram utilizadas, uma para as letras e outra para os dígitos. Os três primeiros dados da placa vão para o módulo de reconhecimento de letras e os quatro restantes para o de dígitos. A figura III.13 ilustra o processo de reconhecimento dos caracteres através de uma rede neural.

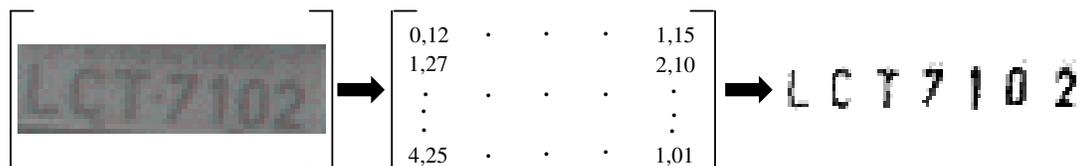


Figura III.13: Reconhecimento Neural

No capítulo 4 a seguir, apresenta-se o desempenho dos módulos de localização da região da placa, segmentação dos caracteres da placa e extração de características dos caracteres segmentados, comenta-se sobre a influência destes módulos no sistema, bem como a sua importância para obter-se bons resultados no processo de reconhecimento.

4. LOCALIZAÇÃO, SEGMENTAÇÃO E EXTRAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS

4.1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo faz-se uma análise do desempenho dos módulos de localização da região da placa, segmentação dos caracteres da placa e extração de características dos caracteres segmentados nos três estudos de casos. Feita a localização e a extração da região da placa é dado início ao processo de segmentação, e logo após a conclusão deste, ao de extração de características. O vetor resultante destes processos é apresentado aos módulos de reconhecimento.

Os módulos de localização da região da placa, segmentação dos caracteres da placa e extração de características dos caracteres segmentados, são de fundamental importância para o processo de reconhecimento, pois se a placa não for localizada, os demais processos nem são efetuados. Na execução do módulo de segmentação dos caracteres da placa, quanto melhor for a definição dos caracteres segmentados, melhor será o vetor gerado pelo módulo de extração de características dos caracteres segmentados e maior será a probabilidade do módulo de reconhecimento em diferenciar os diversos tipos e padrões dos caracteres da placa.

4.2. ESTUDOS DE CASOS

4.2.1. DER-RJ

O DER-RJ faz uso da fiscalização eletrônica em várias rodovias intermunicipais do estado do Rio de Janeiro com a finalidade de autuar condutores que trafegam com velocidade acima da permitida para cada localidade. Com isso, o DER-RJ mantém uma base de dados de imagens de veículos, com as mais diferentes situações de imagem, ou seja, existem imagens tomadas em diversos horários (noite, tarde, manhã),

luminosidade (escura, normal, clara), diferentes veículos (ônibus, caminhão, carro de passeio, etc.) com diferentes tipos de placas, diferente ângulo de tomada (frente ou traseira do veículo) e diferentes posições de instalação do equipamento de captura, o que permitiu realizar um estudo com dados totalmente oriundos da realidade e avaliar os diversos problemas encontrados.

A base de dados fornecida pelo DER-RJ é constituída por 9.079 (nove mil e setenta e nove) imagens, elas são em tons de cinza e têm tamanho de 320 pixels de largura e 240 pixels de altura. Nas figuras IV.1 e IV.2 são mostrados dois exemplos de imagens deste conjunto.



Figura IV.1: Foto traseira – DER-RJ



Figura IV.2: Foto dianteira – DER-RJ

Fez-se inicialmente uma análise imagem a imagem, com a finalidade de verificar a qualidade do material e separar aqueles que pudessem ser utilizados nos experimentos. Das 9.079 imagens, constatou-se que 42,4% sequer podiam ser identificadas a olho nu. Os problemas eram vários, tais como: imagens de veículo sem placa, imagens sem veículo, completamente escuras, com excessiva luminosidade na placa, com caracteres mal definidos na placa e com baixo grau de resolução.

Em função das dificuldades encontradas, o conjunto de imagens ficou reduzido a 5.233 (cinco mil e duzentos e trinta e três) fotos consideradas boas ou razoáveis.

4.2.2. CETRIO

A CETRIO utiliza a fiscalização eletrônica fixa e móvel em diversas vias do município do Rio de Janeiro, com a finalidade básica de autuar os condutores que trafegam com velocidade acima da regulamentada para a via ou que cometem avanço de sinal. Em razão do número de autuações ser muito elevado, a CETRIO tem uma imensa base de dados de imagens de veículos, com as mais diferentes situações do momento da captura da imagem, isto é, existem imagens colhidas durante a noite, tarde e manhã, com muita e pouca luminosidade, com os mais diferentes veículos e modelos de placas, com diferentes posições do ângulo de tomada, com vias de mão dupla, mão única (com duas, três e até quatro pistas), o que permitiu realizar um estudo mais próximo da realidade e buscar soluções para os diversos problemas encontrados.

Para este estudo foram selecionadas 2.395 (duas mil e trezentos e noventa e cinco) imagens. A diferença em relação ao conjunto original (2.986) deve-se basicamente ao fato de existirem imagens de veículos sem placa, imagens sem veículo e imagens de motocicletas (que não foram consideradas neste trabalho). As imagens que compõem a base de dados montada para este estudo de caso são coloridas, têm uma largura de 1536 pixels e 1024 pixels de altura e foram obtidas em diferentes horários do dia, em diferentes dias e em diferentes ruas. No total são seis “pardais” fixos e dezesseis móveis utilizados na captura das imagens. Nas figuras IV.3 e IV.4 são mostrados dois exemplos de imagens deste conjunto.



Figura IV.3: Imagem Exemplo 1 – CETRIO (em via expressa)



Figura IV.4: Imagem Exemplo 2 – CETRIO (dentro de um túnel)

O conjunto de imagens é muito diversificado, contendo imagens capturadas em diversas situações de luminosidade (figura IV.5) e em diferentes regiões do Município do Rio de Janeiro, cada uma com características de fundo distintas. Um dos “pardais” inclusive, está instalado no interior de um túnel (figura IV.4). Como pode ser observado no quadro estatístico da figura IV.5, a quantidade de imagens em situação escuro é muito pequena, mesmo em fotos obtidas durante a noite. Este fato ocorre devido a utilização de um “flash” no equipamento de obtenção da imagem.

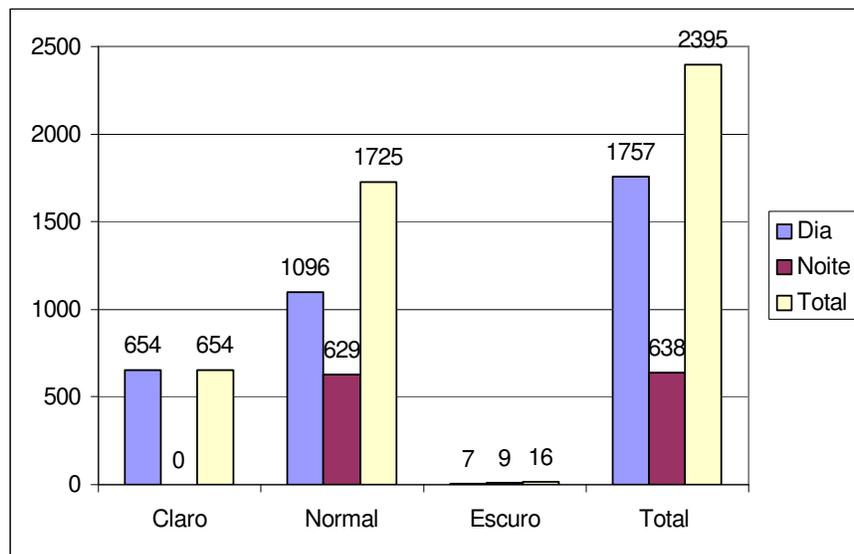


Figura IV.5: Distribuição das imagens em relação à luminosidade.

4.2.3. DETRAN-RJ

As imagens que compõem o banco de dados do DETRAN-RJ são provenientes de fotos capturadas por uma câmera de vídeo instalada na entrada do posto de vistoria do DETRAN-RJ, situado na Ilha do Governador – Cocotá, no período de junho a agosto de 2002. A captura foi realizada pela equipe do LabIC como parte do projeto em desenvolvimento para aquele órgão. A quantidade de imagens utilizadas neste estudo foi de 3.950 (três mil e novecentas e cinquenta) e da mesma forma que as imagens do DER-RJ e da CETRIO retratam a realidade do processo de captura, onde uma possível aplicação estaria inserida.

As imagens tomadas para o projeto do DETRAN-RJ são coloridas, têm uma largura de 320 pixels e 240 pixels de altura. Nas figuras IV.6 e IV.7 pode-se ver dois exemplos de fotos do banco de imagens.



Figura IV.6: Imagem Exemplo 1 – DETRAN-RJ



Figura IV.7: Imagem Exemplo 2 – DETRAN-RJ

4.3. LOCALIZAÇÃO DA PLACA

4.3.1. DER-RJ

A localização da placa foi realizada de forma semi-automática, através de um programa especialmente criado para este fim. Apesar desta região ser semi-automáticamente localizada e posteriormente extraída, ela apresenta alguns problemas, dentre os quais pode-se destacar: imagens com interferências (chuva – figuras IV.8 e IV.9, luminosidade excessiva – figuras IV.10 e IV.11 e luminosidade fraca – figuras IV.12 e IV.13).



Figura IV.8: Foto dianteira em dia com chuva – DER-RJ



Figura IV.9: Foto traseira em dia com chuva – DER-RJ



Figura IV.10: Foto dianteira luminosidade excessiva – DER-RJ



Figura IV.11: Foto traseira luminosidade excessiva – DER-RJ



Figura IV.12: Foto dianteira luminosidade fraca – DER-RJ



Figura IV.13: Foto traseira luminosidade fraca – DER-RJ

Tais problemas são fonte de dificuldade e desafio para o processo de reconhecimento, começando pela etapa de segmentação, pois a imagem não tendo uma boa definição dificulta em muito a identificação e a extração correta dos sete caracteres que compõem uma placa.

Com este programa extraiu-se semi-automáticamente a região da placa e formou-se um novo conjunto de dados, contendo apenas as imagens das placas (figura IV.14). Fazendo uma análise das placas pode-se verificar a existência de problemas tais como: placa com inclinação, tamanhos diferentes dos caracteres, cor de fundo diferente, fundo da placa em duas cores, caracteres mal formados, excesso de ruído (pontos escuros), placas com muita e/ou pouca luminosidade, entre outros, os quais trazem vários contratempos para a execução da segmentação, podendo até causar a não segmentação da placa.



Figura IV.14: Exemplos de placas da base de dados do DER-RJ

4.3.2. CETRIO

Neste estudo de caso, a localização da placa também foi realizada semi-automaticamente e gerou um conjunto de 2.395 imagens de placas. Cabe ressaltar que devido a algumas situações próprias da captura da imagem pela CETRIO, alguns problemas são apresentados neste conjunto de imagens de placas e necessitam de uma atenção especial do módulo de segmentação.

As dificuldades mais comuns encontradas no conjunto de imagens ocorrem devido à grande variação (tamanho e inclinação) da posição da placa. Isto acontece em função de diversos fatores tais como: a posição física do equipamento de captura (“pardal”) em relação ao eixo de trânsito; ao número de pistas de tráfego existentes; à velocidade de deslocamento do veículo e ao tipo de veículo. Como as imagens podem ter mais de uma pista, e se o veículo a ser reconhecido estiver trafegando na pista mais afastada, a qualidade da imagem é muito inferior daquele que trafega na pista mais próxima, pois a distância focal é grande e o equipamento de captura não faz uso de nenhuma técnica de “zoom” para uma aproximação da imagem na hora de sua captura. Este fato traz problemas para o processo de segmentação em função desta perda na qualidade da imagem da placa. Como o número de pistas é variado (figuras IV. 15 e IV. 16), foi feito um levantamento da distribuição de placas por pistas de tráfego e seu resultado é apresentado na tabela IV. 1.



Figura IV.15: Imagem com 2 Vias – CETRIO



Figura IV.16: Imagem com 3 Vias – CETRIO

Tabela IV.1: Distribuição das placas em relação as pistas de tráfego

Pistas	Quantidade	Percentual
Via 1 (esquerda)	1572	62,45%
Via 2 (centro)	708	33,84%
Via 3 (direita)	115	3,72%
Total	2395	100,00%

Como pode ser observado na tabela IV.1 a quantidade de placas na via 3 é muito pequena. Isto é justificado devido ao fato de que as imagens são capturadas para a aplicação de multas de veículos com velocidade acima da permitida para a via em questão. Geralmente, os veículos que trafegam com maior velocidade, ocupam a via mais da esquerda, e a qualidade da imagem capturada é em geral boa. Analisando as vias 2 e 3 (centro e direita) temos 37,56% das imagens com uma qualidade inferior em relação às das via 1.

Em função da diversidade das fotos que apresentam imagens dos mais diversos tipos de veículos: automóveis de passeio, táxis, veículos oficiais, caminhões e ônibus, foi realizado um estudo sobre a distribuição das placas pelos diferentes tipos de veículos. A estatística apresentou o seguinte quadro:

Tabela IV.2: Conjunto de placas em relação aos veículos

Tipo de Placas	Quantidade	Percentual
Cinza/Preto	1965	84,18%
Vermelha/Branco	407	15,06%
Branca/Preto	23	0,76%
Total/Geral	2395	100%

Um aspecto muito importante e de grande relevância para este estudo foi o uso novamente de fotos obtidas em condições reais, que lidam com problemas concretos, tais como: neblina, chuva, luminosidade, qualidade do equipamento de captura, ângulos, distâncias e velocidades diferentes dos veículos no momento da captura das imagens e a diversidade dos tipos de veículo e de placas. Na figura IV.17 é apresentado uma amostra da base de dados de placas.



Figura IV.17: Exemplos de placas da base de dados da CETRIO

Analisando a figura IV.17, pode ser observado que os problemas não se limitam apenas ao tamanho diferenciado e à inclinação da placa, também existem problemas de diferentes cores de fundo da placa (até mais de uma cor), problemas de luminosidade (fraca e/ou excessiva), tamanho dos caracteres da placa, formatação não padronizada dos caracteres, obstrução parcial da placa e ruído. Estes problemas impactam negativamente no processo de segmentação.

4.3.3. DETRAN-RJ

Neste estudo de caso a placa foi automaticamente localizada através da execução do módulo de localização da região da placa. Este módulo encontra-se em desenvolvimento pelo aluno de graduação da UFRJ, estagiário do projeto DETRAN-RJ, Guilherme Matosinho Stiebler.

O módulo de localização da região da placa em estudo envolve a aplicação de algoritmos de processamento de imagens para a localização da região candidata à placa. Após a localização, a região definida como a placa é extraída e guardada em um arquivo, que será utilizado na fase seguinte, a segmentação.

Os algoritmos utilizados no módulo de localização da região da placa nem sempre são capazes de identificar corretamente a região que contém a placa, devido à diversidade de condições das diferentes fotografias e problemas que ainda não foram tratados.

É importante salientar que apesar das imagens que compõem a base de dados deste estudo de caso terem propriedades diferentes dos casos apresentados anteriormente e alguns problemas terem desaparecido em virtude das características específicas da aplicação que possibilitam um maior controle sobre o processo de captura, outros permanecem como por exemplo, sombra, posição de entrada no posto, obstrução parcial da imagem, chuva, luminosidade, padrão dos caracteres da placa, dentre outros. Nas figuras IV.18, IV.19, IV.20, IV.21, IV.22 e IV.23 podem ser visto alguns exemplos destes problemas.



Figura IV.18: Imagem parcialmente obstruída



Figura IV.19: Luminosidade excessiva



Figura IV.20: Posição de entrada a direita



Figura IV.21: Estado de conservação da placa



Figura IV.22: Sombra na imagem



Figura IV.23: Imagem com chuva

A taxa de acerto da localização da placa, conforme já dito no capítulo III (item 3.4), é de 98,67%. A figura IV.24 mostra alguns exemplares das placas localizadas pelo módulo de localização.



Figura IV.24: Exemplos de placas da base de dados do DETRAN-RJ

Um dos problemas que se observou trazer dificuldades para o reconhecimento vem dos parafusos inferiores de fixação da placa, que em geral passam

pelo processo de segmentação e desfiguram a assinatura do caractere. Na figura IV.25 pode ser visto o resultado deste problema com o caractere “U”.

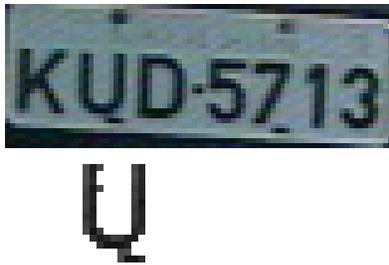


Figura IV.25: Imagem placa e caractere segmentado

4.4. SEGMENTAÇÃO DOS CARACTERES

4.4.1. DER-RJ

O módulo de segmentação dos caracteres da placa realiza a separação de cada caractere contido na placa, criando em geral sete arquivos, cada um com a imagem de um caractere da placa. Entretanto, nem sempre obtém sucesso na separação de todos os caracteres em sete arquivos distintos, pois as imagens das placas podem ser de baixa resolução e ainda conterem várias distorções, o que prejudica em muito o processamento dos algoritmos utilizados para a realização da segmentação.

Os algoritmos utilizados no processo de segmentação deste estudo de caso foram desenvolvidos por José Roberto Rodrigues “Cracky” e estão descritos em (RODRIGUES, 2003). A figura IV.26 representa a interface do programa desenvolvido.

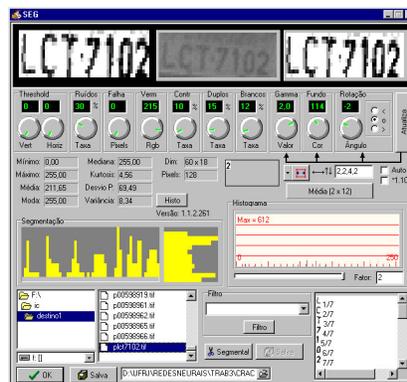


Figura IV.26: Segmentação dos caracteres da placa – DER-RJ

O percentual de acerto no conjunto das 5.233 placas do DER-RJ foi de 76,61%. Este resultado não foi muito satisfatório, pois como mostrado na seção anterior, o banco de placas criado a partir das fotos originais contém amostras de baixíssima qualidade de definição, além de problemas de rotação da imagem, luminosidade excessiva ou falta de luminosidade, distâncias variadas, placas em mau estado de conservação, entre outros, que causam a impossibilidade de alguns caracteres serem segmentados, ou ainda a segmentação divide um caractere em dois, tendo como consequência a separação em oito ou até mais arquivos distintos.

4.4.2. CETRIO

O módulo de segmentação dos caracteres da placa utilizado neste estudo de caso também foi desenvolvido por José Roberto Rodrigues (RODRIGUES, 2003).

A segmentação atingiu o percentual de 87,16% de acerto na separação dos sete caracteres da placa. A segmentação nas imagens da CETRIO apresentou um resultado bem superior ao alcançado pelo conjunto do DER-RJ, entretanto, vale ressaltar que várias das imagens apresentam problemas, alguns inclusive que impossibilitam a própria leitura humana (figura IV.27, IV.28 e IV.29). Devido a estes problemas, o percentual ainda ficou um pouco distante do esperado.

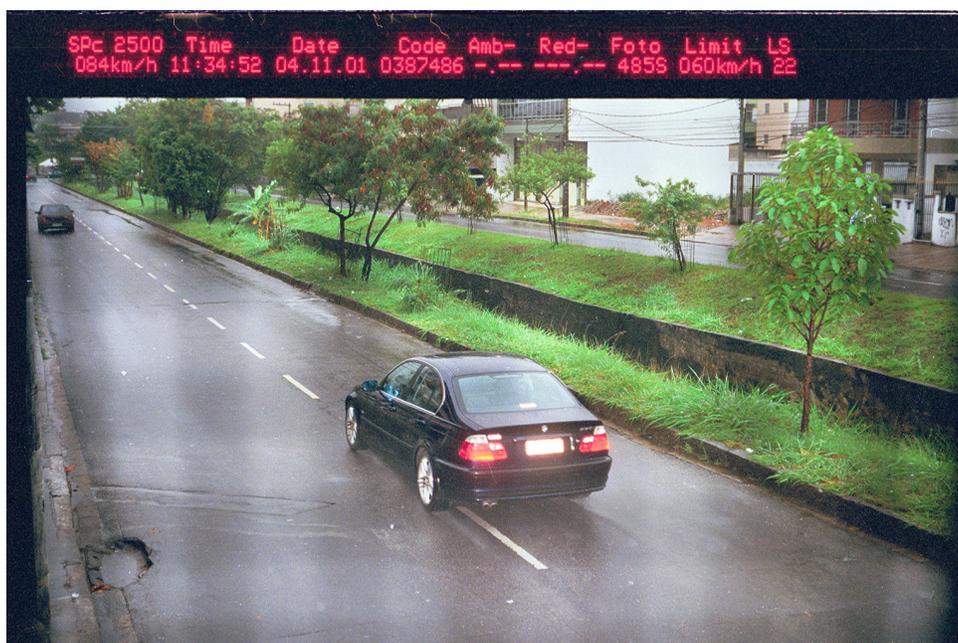


Figura IV.27: Placa com brilho



Figura IV.28: Placa parcialmente encoberta



Figura IV.29: Placa suja com lama

4.4.3. DETRAN-RJ

Neste estudo de caso, o módulo de segmentação dos caracteres da placa obteve o resultado de 91,82%, sendo bem superior aos atingidos com as placas do DER-

RJ e da CETRIO. Esta melhora no desempenho foi devido ao fato das imagens do DETRAN-RJ serem de uma qualidade superior às demais, e também por terem sido acrescentadas novas estratégias aos algoritmos que realizam este módulo. Estas estratégias visam corrigir os problemas encontrados nas imagens do DER-RJ (GUINGO, RODRIGUES & THOMÉ, 2002 - 1) e da CETRIO (GUINGO, RODRIGUES & THOMÉ, 2002 - 2), principalmente no que diz respeito ao tratamento de sombras, baixo contraste e rotação da placa. Estas novas estratégias foram desenvolvidas pelo estagiário do projeto DETRAN-RJ, Guilherme Matosinho Stiebler. Para uma melhor visualização, a tabela IV.3 apresenta um quadro resumo do desempenho do módulo de segmentação dos caracteres da placa nos três estudos de casos. Na figura IV.30 é apresentado o novo visual da interface do módulo de segmentação dos caracteres da placa.

Tabela IV.3: Quadro resumo da segmentação

Estudo de Caso	Percentual
DER-RJ	76,61 %
CETRIO	87,16 %
DETRAN-RJ	91,82 %

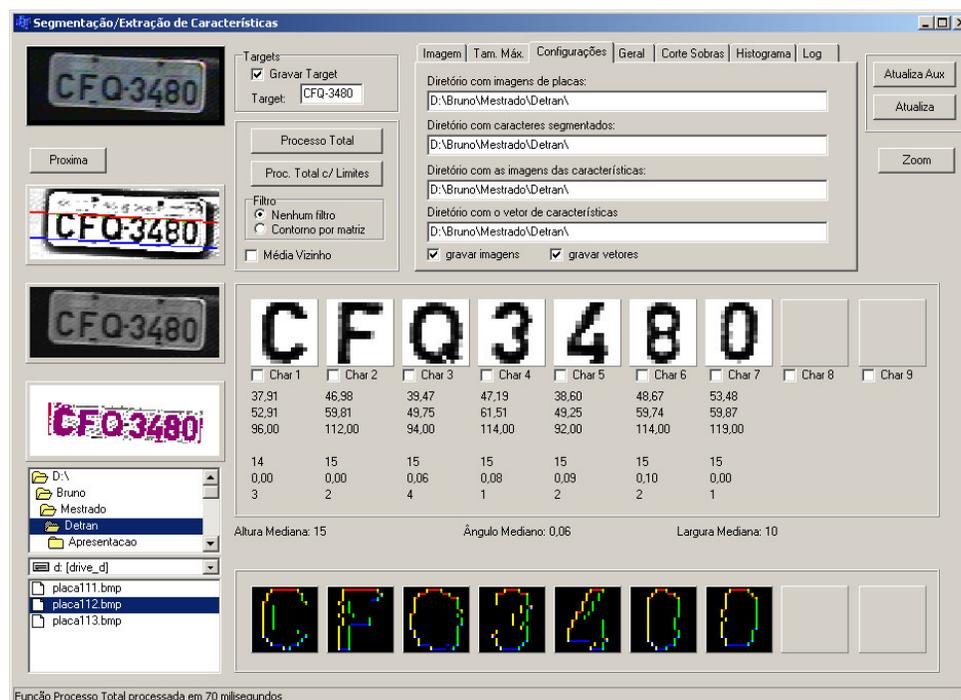


Figura IV.30: Segmentação dos caracteres da placa – DETRAN-RJ

4.5. EXTRAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS

4.5.1. *Projeção Poligonal*

O módulo de extração de características dos caracteres segmentados produz, em sua saída, vetores de características que são construídos com base em um conjunto de distâncias tiradas a partir de um polígono de referência até o contorno da imagem.

O polígono de referência deve ser regular, porém pode ter qualquer número de lados. Este deverá ser posicionado em torno da imagem-alvo como mostrado nas figuras IV.31 e IV.32. Qualquer polígono pode ser construído com base nas equações (IV.1, IV.2, IV.3 e IV.4).

O processo básico toma a distância de cada lado do polígono até o contorno da imagem e armazena esta distância em um vetor que também contém o número de lados e o número de pontos (tamanho do lado) para cada lado. O número de características extraídas pode não ser o mesmo para diferentes tipos de polígonos, não obstante o número de características desejadas seja o mesmo (RODRIGUES, 2003).

O número de características computado é sempre muito próximo do desejado e isto acontece devido à diferença na geometria e inclinação dos lados para os polígonos escolhidos. Esta diferença é sempre pequena e, portanto, não é relevante para o resultado.

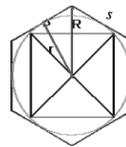
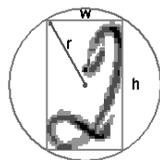


Figura IV.31: Círculo circunscrito à imagem Figura IV.32: Polígono circunscrito ao círculo

$$r = \frac{1}{2} \sqrt{h^2 + w^2} \quad (\text{IV.1})$$

$$R = \frac{r}{\cos\left(\frac{\pi}{n}\right)} \quad (\text{IV.2})$$

$$R = \frac{1}{2} \sqrt{h^2 + w^2} * \cos(\pi/n)^{-1} \quad (\text{IV.3})$$

$$s = \sqrt{h^2 + w^2} * \tan(\pi/n) \quad (\text{IV.4})$$

Onde,

r = raio do círculo circunscrito (metade da diagonal)

h = altura da imagem

w = comprimento da imagem

n = número de lados do polígono

R = raio do círculo circunscrito (em relação ao hexágono) – lado do hexágono

s = tamanho do lado do hexágono.

Segundo o autor (RODRIGUES, 2003), o método apresenta melhores resultados quando o polígono de referência possui número par e pequeno de lados. Razão pela qual optou-se por concentrar o estudo do método com o quadrado e hexágono apenas.

Os vetores de características foram gerados através de um programa (figura IV.33) especialmente desenvolvido para ler uma imagem bitmap e produzir os valores para todos os tipos de polígonos, assim como para diversos tamanhos dos respectivos lados.

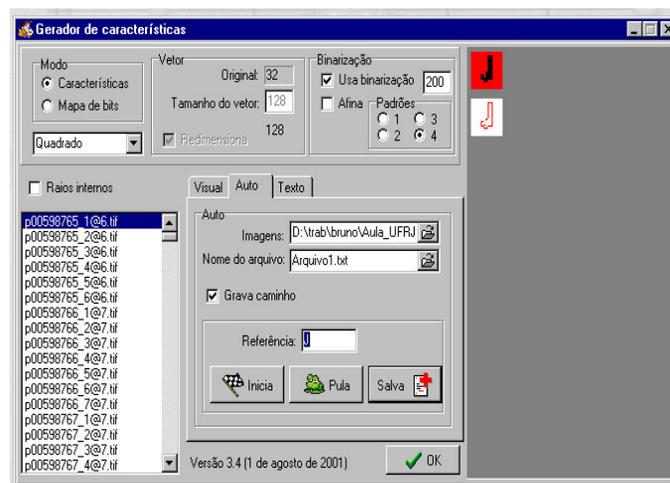


Figura IV.33: Programa extrator de características

A formatação do arquivo de saída gerado pelo processo de extração de características segue o padrão ASCII (arquivo texto) e tem um registro para cada caractere utilizado. O layout do arquivo produzido é mostrado na figura IV.34.

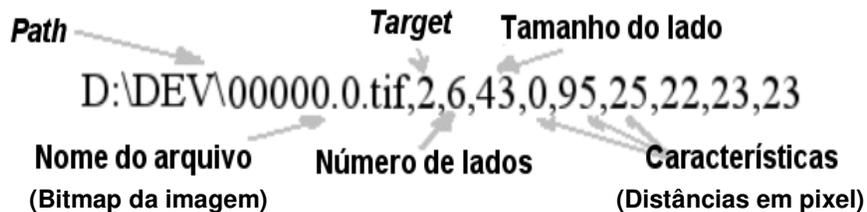


Figura IV.34: Detalhe de uma linha do arquivo de características

Uma observação importante é quanto à dimensão dos vetores de características, pois quando o tamanho do vetor de características for dividido pelo número de lados de um polígono, e esta divisão não der um valor exato, o tamanho real do vetor é aumentado para o valor do inteiro mais próximo. Por exemplo, para o hexágono, a divisão 256 (tamanho do vetor) por 6 (número de lados) é igual a 42,666 (não é exato), sendo assim, o valor acima mais próximo é o 43, então o vetor de características fica com 258 ($43 \cdot 6 = 258$). Esta diferença é muito pequena e não interfere no resultado final.

4.6.1.1. Quadrado

O método poligonal do quadrado consiste em inserir dentro deste polígono o caractere que se deseja extrair características. Ele faz uma varredura a partir de um dos lados do quadrado em direção ao lado oposto. Quando a varredura encontra o contorno externo da imagem do caractere a distância em pixels do lado do quadrado até a imagem é guardada no vetor. Quando a varredura chega ao lado oposto, não encontrando imagem, o tamanho da medida fica com o valor zero. Na figura IV.35 é ilustrado o processo de extração de características utilizado pelo método poligonal do quadrado.



Figura IV.35: Sequência de procedimentos de projeção para o quadrado

4.6.1.2. Hexágono

O método poligonal do hexágono segue o mesmo princípio do método do quadrado, ou seja, extrai as medidas a partir de um dos lados do hexágono até passar por todos os lados subsequentes e o resultado final é o vetor de características. Na figura IV.34 pode-se verificar como isto é feito.

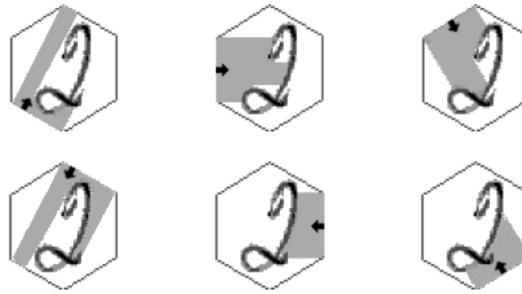


Figura IV.36: Sequência de procedimentos de projeção para o hexágono

4.6.1.3. Quadrado Rotacionado

Analisando o método do quadrado que considera as projeções apenas em quatro sentidos e o método do hexágono que considera a projeção em seis sentidos, foi constatado, experimentalmente (SILVA, 2002), que o primeiro mostrou-se mais eficiente. A hipótese para explicar este fato é que as projeções realizadas pelo método do quadrado varrem completamente e sem redundância todo o contorno do caractere. Já no caso do hexágono as projeções perdem detalhes (o comprimento do lado é menor) e passam a incluir redundâncias desnecessárias.

Baseado nessas constatações foi levantada a hipótese de introdução de uma variante ao método de projeção poligonal, mais especificamente ao método do quadrado. Esta variante consiste na extração das características combinando o quadrado original com o quadrado rotacionado de 45° de sua posição original. Desta forma tornou-se possível extrair detalhes dos caracteres que não eram possíveis de serem extraídos com o método convencional do quadrado.

A figura IV.37 exemplifica as varreduras realizadas por esta variante do método do quadrado. Com esta modificação o vetor de características passou a ser composto pelas características extraídas segundo o quadrado convencional concatenadas com as características extraídas segundo o quadrado rotacionado.



Figura IV.37: Sequência de procedimentos de projeção para o quadrado rotacionado

4.5.2. Matriz de Bits

O método de extração de características que faz uso de uma matriz de bits é bem simples e como o próprio nome já diz é criado a partir de uma matriz binarizada ou em níveis de cinza que representa a imagem. No caso foi utilizada uma matriz de tamanho 16x16. A imagem é binarizada e os bits brancos são marcados com zero e os bits pretos com um e a seguir a matriz é convertida em um vetor 256 características.

Quando a imagem estiver em níveis de cinza é calculado um limiar dinamicamente para realizar a separação do que será considerado como bit branco (0) e bit preto (1).

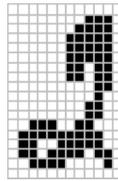


Figura IV.38: Mapa de Bits (16 x 16 pixels)

4.5.3. Projeção Horizontal

O método de projeção horizontal também faz uso de uma matriz de bits e a composição do vetor de características é formado pelo somatório dos pixels pretos ou do nível de cinza dos pixels em cada linha da matriz (figura IV.39).

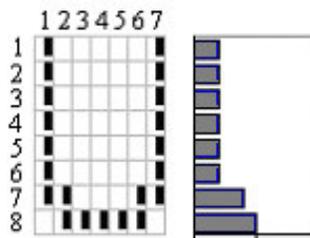


Figura IV.39: Projeção Horizontal

4.5.4. *Projeção Vertical*

O método de projeção vertical é bem parecido com o de projeção horizontal, ele também faz uso de uma matriz de bits, porém a composição do vetor de características é feito pelo somatório das colunas da matriz.

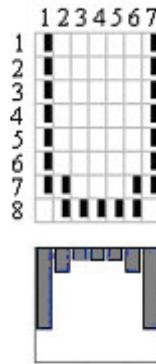


Figura IV.40: Projeção Vertical

A seguir, no capítulo 5, são apresentadas as estratégias de reconhecimento dos caracteres com base nos métodos de extração de características utilizados. É descrito o pré-processamento efetuado nos dados recebidos para entrada do módulo de reconhecimento e é feita a descrição dos modelos neurais utilizados.

5. RECONHECIMENTO DOS CARACTERES

5.1. INTRODUÇÃO

No capítulo anterior foi realizada uma descrição dos módulos de localização da região da placa, segmentação dos caracteres da placa e extração de características dos caracteres segmentados. Foi feita também a descrição dos vários métodos utilizados na extração de características.

Neste capítulo são avaliadas as estratégias utilizadas para a realização do reconhecimento dos caracteres nos três estudos de casos. Tanto para as letras quanto para os dígitos as estratégias adotadas exploram a utilização de redes neurais do tipo Multi-Layer Perceptron (MLP), com diferentes configurações e estratégias de interpretação dos resultados. Foi definido o tipo de tratamento a ser utilizado nos dados antes deles serem enviados às redes neurais e à combinação de métodos de extração de características. Os detalhes de cada uma dessas estratégias estão relatados nos itens a seguir.

5.2. PRÉ-PROCESSAMENTO DOS DADOS

5.2.1. Dados do DER-RJ

O conjunto de dados do DER-RJ foi dividido em dois subconjuntos distintos: um para treinamento, com 80% das amostras, e outro para teste com os 20% restantes, conforme é recomendado em (DUDA & HART, 1973). Todas as informações da entrada (treinamento e teste) foram normalizadas por um fator, igual a distância entre os lados opostos do polígono usado. O objetivo da utilização deste fator é colocar todos os valores de entrada da rede dentro do intervalo compreendido entre 0 e 1. A figura V.1

apresenta como este fator é extraído para o caso do quadrado, que foi o único utilizado neste estudo de caso.

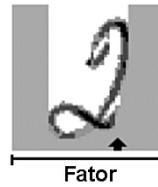


Figura V.1: Representação do fator de normalização

Uma outra estratégia adotada para a preparação do conjunto de dados foi a eliminação de todas as linhas com variância zero. Esta estratégia bem simples elimina algumas variáveis do espaço de entrada, e desta forma reduz a sua dimensionalidade. Os resultados estão apresentados na tabela V.1.

Tabela V.1: Redução da entrada dos dados DER-RJ

Método	Tipo	Dados Originais	Dados Reduzidos
Quadrado 128	Dígitos	128	99
	Letras	128	109

5.2.2. Dados da CET-RIO

O conjunto de dados da CETRIO foi dividido da mesma maneira que o conjunto de dados do DER-RJ, isto é, em dois subconjuntos distintos: um para treinamento com 80% das amostras e outro para teste com os 20% restantes. Neste caso, todas as informações da entrada (treinamento e teste) também foram normalizadas por um fator, igual a distância entre lados opostos do polígono usado.

Neste estudo de caso, foram utilizados dois fatores um para o quadrado (figura V.2) e outro para o hexágono (figura V.3).



Figura V.2: Representação do fator de normalização para o quadrado

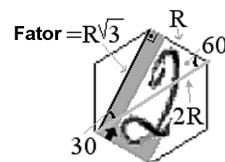


Figura V.3: Representação do fator de normalização para o hexágono

Foi feita a eliminação de todas as linhas do vetor de características que apresentavam variância zero e, posteriormente, aplicou-se a técnica de PCA - Análise dos Componentes Principais (JOHNSON, WICHERN, 1992) com fator de corte de 0,001, onde foram retiradas as informações que não tinham grande representatividade no conjunto. Os resultados estão apresentados na tabela V.2 a seguir.

Tabela V.2: Redução da entrada dos dados CETRIO

Método	Tipo	1	2	3
Hexágono 128	Dígitos	138	137	89
	Letras	138	136	84
Hexágono 256	Dígitos	258	251	95
	Letras	258	251	80
Quadrado Rotacionado 128	Dígitos	256	204	97
	Letras	256	221	89
Quadrado 128	Dígitos	128	94	64
	Letras	128	106	65
Quadrado 256	Dígitos	256	192	70
	Letras	256	206	68

Legenda:

- 1 - dados originais;
- 2 - redução dos dados originais pela eliminação das variáveis com variância zero;
- 3 - aplicação PCA nos dados resultantes da variância zero.

Pode-se verificar que a utilização da técnica de PCA, reduz em muito, a dimensão da entrada da rede, diminuindo, consideravelmente, a sua complexidade e tempo de treinamento.

5.2.3. Dados do DETRAN-RJ

O conjunto de dados do DETRAN-RJ foi dividido em dois subconjuntos distintos: um para treinamento com 70% das amostras e outro para teste com os 30% restantes. A diferença em relação aos outros estudos de casos deve-se ao fato de existirem poucas amostras de algumas letras (“D”, “S”, “U”, “V”, “W”, “X” e “Y”) no conjunto de dados. Se fosse utilizado um percentual de apenas 20%, poucas amostras

seriam testadas destes padrões, o que poderia ocasionar distorções sobre o poder de reconhecimento da rede treinada.

Na preparação do conjunto de dados foi adotada a técnica de normalização conhecida como “Z-score” (JOHNSON & WICHERN, 1992). Esta técnica apresenta como resultado o número de desvios-padrão que cada elemento do conjunto de dados está distante da média do conjunto. A equação V.1 mostra como é feito este cálculo.

$$pn = (p - \text{meanp}) / \text{stdp} \quad (\text{V.1})$$

Onde,

pn= vetor de entrada normalizado;

p= vetor de entrada;

meanp= média dos vetores de entrada;

stdp= desvio-padrão dos vetores de entrada.

Também é feito o uso da técnica de PCA com fator de corte de 0,001, onde as informações com pouca significância são eliminadas do conjunto. Os resultados estão apresentados na tabela V.3 a seguir.

Tabela V.3: Redução da entrada dos dados do DETRAN-RJ

Método	Tipo	Dados Originais	Dados Reduzidos
Quadrado 128	Dígitos	128	74
	Letras	128	60
Mapa de Bits (MB) 256	Dígitos	256	131
	Letras	256	110
Projeção Vertical (PV) 16	Dígitos	16	14
	Letras	16	14
Projeção Horizontal (PH) 16	Dígitos	16	14
	Letras	16	14
PV + PH 32	Dígitos	32	28
	Letras	32	28
MB + PH+PV 288	Dígitos	258	124
	Letras	258	103

Pode-se verificar que a utilização da técnica de “Z-score”, aliada a de PCA, reduz de maneira considerável a dimensão da entrada da rede, melhorando em muito a complexidade e o tempo de treinamento.

5.3. USO DAS TÉCNICAS DE REDES NEURAIS

5.3.1. Especificações das redes

O modelo de rede neural proposto para o reconhecimento dos caracteres foi o Multi-Layer Perceptron (BISHOP, 1995 e HAYKIN, 1999), treinado com o algoritmo “*backpropagation*”. O software utilizado para a simulação foi o MatLab na versão 5.2 (DEMUTH & BEALE, 1992) e na versão 6.0 (GUIDE IS. MATLAB6.0). A função de ativação utiliza um somatório simples das entradas ajustadas pelos seus respectivos pesos. Como função de propagação, utilizou-se a função logística sigmoideal (“*logsig*” no matlab), tanto na camada escondida, quanto na camada de saída. A utilização de uma única camada escondida deve-se ao fato de o problema ser do tipo classificação de padrões, onde é sugerido na literatura por (MAREN, JONES & FRANKLIN, 1999) apenas uma única camada escondida. O treinamento da rede foi realizado, usando a opção “*traingdx*”, com momento e taxa de aprendizado adaptativa.

A entrada da rede para cada placa é composta por uma matriz de tamanho $\lambda \times 7$, onde o λ depende do número de características extraídas. Os três primeiros vetores desta matriz são dirigidos para uma rede especializada em letras e os quatros restantes para uma especializada em dígitos. A saída para cada caractere foi configurada como um vetor ortogonal de dimensão 10 para os dígitos e 26 para as letras (tabelas V.4 e V.5).

Tabela V.4: Codificação da saída dos dígitos

Dígitos	Saída
0	0000000001
1	0000000010
...	...
9	1000000000

Tabela V.5: Codificação da saída das letras

Letras	Saída
A	10000000000000000000000000000000
B	01000000000000000000000000000000
...	...
Z	00000000000000000000000000000001

5.4. ESTRATÉGIAS UTILIZADAS NOS DADOS DO DER-RJ

5.4.1. Dígitos

O processo utilizado para extração de características foi o do quadrado, apontado em (RODRIGUES, R. J., SILVA, E. & THOMÉ, A. C. G., 2001) como o mais adequado para o reconhecimento de caracteres. O tamanho adotado para o quadrado foi de 32 pixels para cada lado, o que totalizou um vetor de características com 128 medidas de distância.

Do conjunto de imagens disponíveis (exemplo na figura V.4), foi criado um novo conjunto, composto apenas por imagens das placas (figura V.5). Este conjunto foi gerado através de um programa que realiza a seleção e a extração semi-automática da região de interesse, a placa.



Figura V.4: Exemplo de imagem do conjunto do DER-RJ



Figura V.5: Exemplo de imagem do conjunto de placas do DER-RJ

A saída da rede neural foi selecionada de acordo com a estratégia “The Winner Takes All”, onde o maior valor entre todas as saídas é alterado para um (1) e o restante é alterado para zero (0). Dessa forma tem-se índice zero (0) de rejeição.

O modelo utilizado para o reconhecimento dos dígitos consistiu de uma única rede neural MLP responsável pelo reconhecimento de todos os 10 dígitos. As matrizes de confusão de cada uma das redes neurais utilizadas neste estudo de caso encontram-se reunidas no ANEXO B desta dissertação. As matrizes de confusão seguem o “layout” mostrada na figura V.7. e a figura V.8 representa o esquema adotado para o reconhecimento.

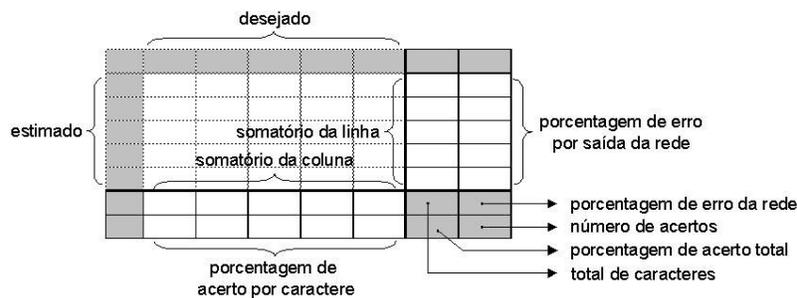


Figura V.7: Layout para entendimento da matriz de confusão

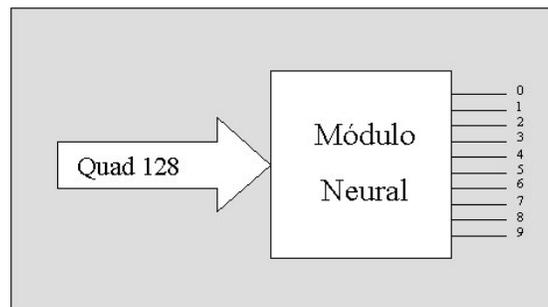


Figura V.8: Estratégia utilizada nos dígitos DER-RJ

A tabela V.7 apresenta a matriz de confusão e o melhor desempenho obtido com os dados de teste.

Tabela V.7: Matriz de confusão da melhor rede neural de dígitos – DER-RJ

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
0	192	24	0	0	0	0	16	0	168	0	400	52,00
1	0	272	0	0	8	0	0	0	0	0	280	2,86
2	0	0	304	8	0	0	0	8	0	0	320	5,00
3	0	0	8	256	0	48	0	8	0	0	320	20,00
4	0	0	8	0	296	0	48	0	0	0	352	15,91
5	0	0	16	24	8	256	16	0	0	16	336	23,81
6	8	0	0	8	16	0	248	0	0	0	280	11,43
7	0	0	0	8	0	0	0	312	0	8	328	4,88
8	88	0	0	8	0	8	24	0	80	0	208	61,54
9	24	0	0	0	0	0	0	16	0	336	376	10,64
	312	296	336	312	328	312	352	344	248	360	3200	20,25
	61,54	91,89	90,48	82,05	90,24	82,05	70,45	90,70	32,26	93,33	79,75	2552

Analisando os resultados apresentados na tabela V.7 é possível observar algumas confusões ocorridas no reconhecimento de alguns dígitos. De todas as confusões, a mais acentuada foi entre os dígitos “0” e “8”, onde aconteceram 256 classificações incorretas. Tal fato deu-se em função do processo de extração de características utilizado, pois este leva em consideração somente o contorno externo do caractere, que no caso dos dígitos zero e oito são bastante semelhantes, conforme pode ser visto na figura V.9.



Dígito “0” Segmentado Dígito “8” Segmentado

Figura V.9: Imagem da segmentação dos dígitos “0” e “8” – DER-RJ

Tendo em vista os baixos resultados obtidos, principalmente, em casos como a distinção entre “0” e “8”, tentou-se uma solução alternativa. Esta solução envolveu o uso de uma rede especializada na diferenciação entre “0” e “8”. No entanto, mesmo tal tentativa foi mal-sucedida, pois a rede que obteve o melhor resultado atingiu apenas 57% de acerto. Para uma rede de apenas 2 saídas, isso equivale a dizer que o treinamento não surtiu efeito nenhum, pois a rede estava dando respostas aleatórias.

5.4.2. Letras

O método de extração de características utilizado foi o mesmo dos dígitos, o quadrado com 128 medidas de distância. Conforme feito nos dígitos, também foi criado um conjunto de placas, o qual passou pelos processos de segmentação e de extração de características, resultando numa base de dados de letras que contém a distribuição mostrada na tabela V.8.

Tabela V.8: Distribuição das letras do DER-RJ em cada classe

Dígitos	Percentual
A	5,38
B	6,32
C	10,24
D	1,83
E	1,78
F	0,98
G	3,67
H	2,04
I	4,76
J	4,09
K	10,13
L	15,95
M	3,13
N	3,48
O	3,36
P	2,56
Q	2,68
R	3,06
S	2,56
T	2,23
U	2,07
V	1,74
W	0,79
X	2,14
Y	1,59
Z	1,44
Total	100,00

Pode-se verificar que a frequência de distribuição das letras não é homogênea, havendo uma incidência maior das letras “C”, “K” e “L” e muito menor das letras “F” e “W”.

Esta pequena incidência das letras “F” e “W” pode trazer problemas ao módulo de reconhecimento, uma vez que no treinamento serão apresentados poucos padrões e a rede pode não “aprender” a diferenciá-los dos demais, tendo como consequência o não reconhecimento destas letras.

Os melhores resultados alcançados foram através de redes compostas de duas camadas, com uma entrada de 109 características, obtidas pelo processo de extração de características do quadrado. A primeira camada é composta por 47 neurônios e a saída é por 26 neurônios.

A estratégia utilizada para a saída da rede neural foi “The Winner Takes All”. A figura V.10 representa o esquema adotado para o reconhecimento.

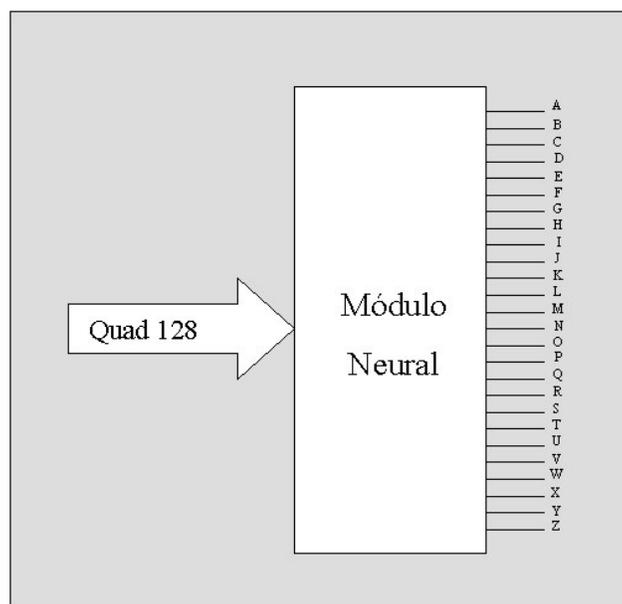


Figura V.10: Estratégia utilizada nas letras - DER-RJ

A tabela V.9 mostra a matriz de confusão resultante da aplicação do conjunto de teste à rede neural, que obteve o melhor resultado. O “layout” da matriz de confusão segue a legenda mostrada na figura V.7.

Tabela V.9: Matriz de confusão da melhor rede neural de letras – DER-RJ

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z			
A	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	125	5,60
B	0	98	0	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43	0	7	0	0	0	0	0	7	0	0	0	184	46,74	
C	0	0	21	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	237	11,39
D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
E	0	0	0	0	5	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	47	61,70
F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
G	0	0	5	0	6	0	82	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	103	20,39	
H	0	0	0	0	0	0	0	21	0	0	0	0	7	7	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42	50,00
I	0	0	0	0	0	0	0	0	18	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	7	0	7	0	0	0	0	146	19,18	
J	0	0	0	0	0	0	0	6	0	95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	108	12,04	
K	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	235	0	0	5	0	0	0	0	0	0	7	0	0	29	0	0	292	19,52	
L	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	368	0	0	0	0	0	0	0	0	15	7	0	15	0	0	412	10,68	
M	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	67	5	0	0	0	0	0	0	22	0	0	0	0	0	124	45,97	
N	6	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	37	0	0	0	7	0	0	0	7	7	0	0	0	69	46,38	
O	0	63	12	5	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	30	0	37	0	0	0	0	7	0	0	7	0	176	82,95	
P	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	0	0	0	0	0	7	7	0	0	0	81	25,93	
Q	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	7	0	0	0	0	0	0	0	0	22	31,82	
R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	59	0	0	0	0	7	0	7	0	80	26,25	
S	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	59	7	0	0	0	0	0	0	73	19,18	
T	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	0	0	0	0	7	0	51	27,45	
U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	
V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	
W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	
X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	7	7	21	66,67
Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
Z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	7	100,00	
	18	61	243	44	44	21	87	52	18	95	242	382	74	81	80	60	66	73	59	51	51	42	21	51	35	36	2400	27,75	
	90,08	60,87	86,42	0,00	40,91	0,00	94,25	40,38	100,00	100,00	97,11	96,34	90,54	45,68	37,50	100,00	22,73	80,82	100,00	72,55	0,00	0,00	0,00	13,73	0,00	0,00	72,25	1734	

Analisando a matriz de confusão (tabela V.9) pode-se verificar que as confusões mais freqüentes ocorreram entre “B”, “D” e “O”. Isso acontece porque o exterior desses caracteres, seguindo a fonte utilizada na fabricação das placas, tem um desenho muito semelhante.

Neste ponto, parou-se de investir nas imagens do DER-RJ, em função da baixa qualidade das mesmas, e passou-se a tratar as imagens conseguidas junto a CETRIO.

5.5. ESTRATÉGIAS UTILIZADAS NOS DADOS DA CETRIO

5.5.1. Dígitos

Neste estudo de caso, os métodos de extração de características utilizados foram o quadrado 128 e 256, o hexágono 128 e 256, o quadrado rotacionado 128 e o mapa de bits 256.

A partir das 2.395 imagens disponíveis, foi criado um conjunto de imagens somente de placas, através do mesmo programa utilizado no conjunto de dados do DER-RJ, que realiza a seleção e a extração semi-automática da região da placa.

Neste conjunto de placas foram executados os módulos de segmentação dos caracteres da placa e de extração de características dos caracteres segmentados, que resultou numa base de dados de dígitos com a seguinte distribuição:

Tabela V.10: Distribuição dos dígitos da CETRIO em cada classe

Dígitos	Percentual
0	6,61
1	8,07
2	12,91
3	11,39
4	11,22
5	12,80
6	11,81
7	11,61
8	5,37
9	8,21
Total	100,00

Pode-se verificar que a frequência de distribuição dos dígitos “0”, “1”, “8” e “9” é menor que os demais. O ideal é que esta distribuição fosse mais homogênea, pois assim tem-se um treinamento mais equilibrado para todos os padrões apresentados a rede.

Todos os tipos de arquiteturas que foram testadas operam com uma entrada de dimensão α (tamanho do vetor de características obtido pelo método utilizado na extração de características). A camada oculta, é composta por β neurônios, onde β é igual à média aritmética da entrada com a saída, e a saída é composta por 10 neurônios, e foi selecionada de acordo com a estratégia “The Winner Takes All”.

As matrizes de confusão de cada uma das redes neurais que compõem as estratégias utilizadas neste estudo de caso encontram-se reunidas no ANEXO B desta dissertação. A figura V.11 representa o esquema básico adotado para o quadrado 128.

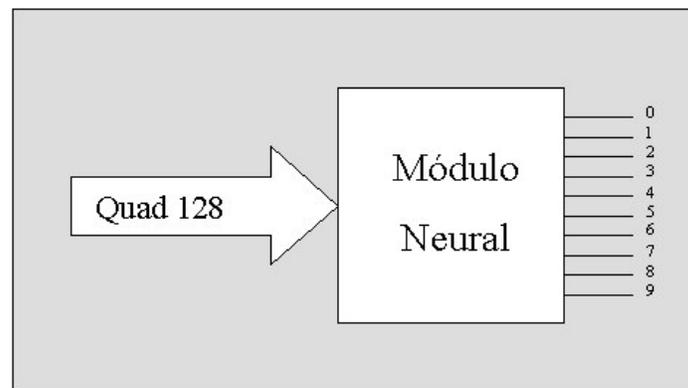


Figura V.11: Estratégia utilizada nos dígitos CETRIO

Para o treinamento das redes neurais, diversas topologias foram testadas. Os testes foram realizados nos dados que sofreram uma redução da dimensão da entrada através da variância zero (tabela V.11) e da aplicação da técnica de PCA (tabela V.12). Os melhores resultados estão apresentados em negrito.

Tabela V.11: Resultados pela análise da variância – dígitos CETRIO

Método	% Acerto Teste	Nr Ciclos Trein	Rede
Hexágono 128	86,41	1000	137-75-10
Hexágono 256	91,97	2000	251-130-10
Quadrado Rotacionado 128	92,00	3000	204-107-10
Quadrado 128	95,56	10000	94-52-10
Quadrado 256	95,57	5000	192-102-10

Tabela V.12: Resultados aplicando o PCA – dígitos CETRIO

Método	% Acerto Teste	Nr Ciclos Trein	Rede
Hexágono 128	93,70	925	89-49-10
Hexágono 256	94,84	1000	95-52-10
Quadrado Rotacionado 128	92,20	533	97-53-10
Quadrado 128	95,13	2000	64-37-10
Quadrado 256	95,57	3000	70-40-10

Analisando as tabelas V.11 e V.12, verifica-se que a rede que faz uso do PCA atingiu o mesmo valor da rede com redução através da variância zero. Uma grande vantagem da utilização da rede com aplicação da técnica de PCA é que a dimensionalidade da entrada e a complexidade computacional são reduzidas, obtendo-se assim um menor tempo de treinamento.

Utilizando apenas as configurações das redes que fazem uso da técnica de PCA, decidiu-se realizar uma bateria de vinte treinamentos, com o objetivo de tentar encontrar um resultado superior aos obtidos com apenas um treinamento. Os melhores resultados são apresentados na tabela V.13.

Tabela V.13: Melhores resultados aplicando PCA– dígitos CETRIO

Método	% Acerto Teste	Nr Ciclos Trein	Rede
Hexágono 128	93,98	1140	89-49-10
Hexágono 256	95,55	974	95-52-10
Quadrado Rotacionado 128	92,60	404	97-53-10
Quadrado 128	96,13	1033	64-37-10
Quadrado 256	95,57	1145	70-40-10

A tabela V.14 apresenta a matriz de confusão da rede de melhor desempenho obtido com os dados de teste reportados na tabela V.13 (quadrado 128).

Tabela V.14: Matriz de confusão quadrado 128 – dígitos CETRIO

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
0	44	0	0	0	0	2	0	0	5	0	51	13,73
1	0	58	0	0	0	0	0	0	0	0	58	0,00
2	0	1	91	1	0	0	0	1	0	0	94	3,19
3	0	0	1	74	0	0	0	0	0	0	75	1,33
4	0	0	0	0	76	0	1	0	0	0	77	1,30
5	0	0	0	1	0	87	0	0	0	1	89	2,25
6	1	1	0	0	1	1	80	0	0	0	84	4,76
7	0	0	0	1	0	0	0	78	0	2	81	3,70
8	1	0	0	1	0	0	0	0	28	0	30	6,67
9	0	0	0	1	1	0	0	2	0	55	59	6,78
	46	60	92	79	78	90	81	81	33	58	698	3,87
	95,65	96,67	98,91	93,67	97,44	96,67	98,77	96,30	84,85	94,83	96,13	671

Analisando os resultados apresentados na tabela V.14 é possível observar que das confusões ocorridas, a mais elevada foi entre os dígitos “0” e “8”. Para tentar resolver este problema, foi criada uma rede somente para a diferenciação de “0” e “8”. Foi escolhido como método de extração de características o mapa de bits 256, tendo em vista que, neste método, o traço central do dígito “8” é computado no vetor de características e no caso do dígito “0” tal traço não existe, propiciando assim uma diferenciação, que no método do quadrado não é obtida.

Foi realizada uma bateria de vinte treinamentos, onde o melhor resultado está representado na tabela V.15.

Tabela V.15: Resultado mapa de bits 256 (0 e 8) – dígitos CETRIO

Método	% Acerto Teste	Nr Ciclos Trein	Rede
Mapa de Bits 256 (0 e 8)	99,12	106	60-31-2

A tabela V.16 apresenta a matriz de confusão da rede de mapa de bits 256 (“0” e “8”).

Tabela V.16: Matriz de confusão mapa de bits 256 (0 e 8) – dígitos CETRIO

	0	8		
0	60	0	60	0,00
8	1	53	54	1,85
	61	53	114	0,88
	98,36	100,00	99,12	113

Como a rede que trata apenas a diferenciação entre “0” e “8” apresentou um bom resultado, foi então implementada uma nova configuração, onde os dígitos “1”, “2”, “3”, “4”, “5”, “6”, “7” e “9” são discriminados através de uma rede que faz uso do método do quadrado 128 e uma segunda rede para realizar o reconhecimento dos dígitos “0” e “8”. O modelo definido como solução está representado na figura V.12 e a sua matriz de confusão na tabela V.17.

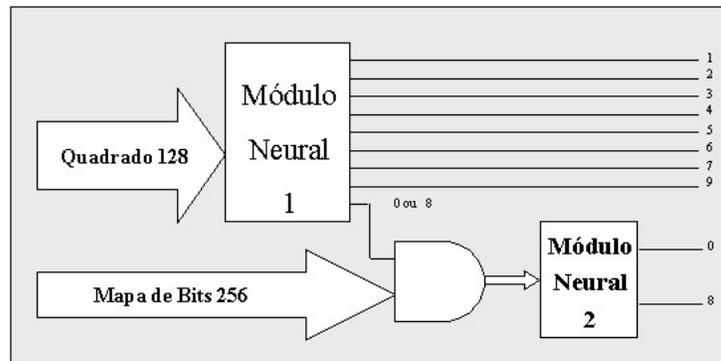


Figura V.12: Estratégia com dois módulos neurais utilizados nos dígitos CETRIO

Tabela V.17: Matriz de confusão quadrado 128 + mapa de bits 256 (0 e 8) nos dígitos CETRIO

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
0	40	0	0	0	0	2	0	0	0	0	42	4,76
1	0	58	0	0	0	0	0	0	0	0	58	0,00
2	0	1	91	1	0	0	0	1	0	0	94	3,19
3	0	0	1	74	0	0	0	0	0	0	75	1,33
4	0	0	0	0	76	0	1	0	0	0	77	1,30
5	0	0	0	1	0	87	0	0	0	1	89	2,25
6	0	1	0	0	1	1	80	0	0	0	83	3,61
7	0	0	0	1	0	0	0	78	0	2	81	3,70
8	1	0	0	1	0	0	0	0	35	0	37	5,41
9	0	0	0	1	1	0	0	2	0	55	59	6,78
	41	60	92	79	78	90	81	81	35	58	695	3,02
	97,56	96,67	98,91	93,67	97,44	96,67	98,77	96,30	100,00	94,83	96,98	674

Analisando as tabelas V.14, V.16 e V.17 pode-se destacar o ganho que ocorreu com o uso de dois módulos neurais (quadrado 128 e mapa de bits 256) para os dígitos. Somente utilizando o quadrado 128, existiam seis confusões entre os dígitos “0” e “8”. Já com a utilização do mapa de bits 256 esta diferença se reduziu a apenas um. Existem outras confusões no quadrado 128, porém a sua representatividade não é muito alta e portanto não influenciam muito no resultado do reconhecimento da rede. Com

esta utilização o desempenho subiu de 96,13 (quadrado 128) para 96,98% (quadrado 128 e mapa de bits 256) de acerto

5.5.2. Letras

Neste estudo de caso, os métodos utilizados para extração de características foram os mesmos utilizados nos dígitos, o quadrado 128 e 256, o hexágono 128 e 256, o quadrado rotacionado 128 e o mapa de bits 256.

Da mesma forma que foi criado o conjunto de dígitos a partir das placas, foi também criado um conjunto de letras, que resultou numa base de dados com a seguinte distribuição: (tabela V.18)

Tabela V.18: Distribuição das letras em cada classe – letras CETRIO

Dígitos	Percentual
A	7,51
B	4,24
C	9,64
D	2,80
E	2,22
F	2,74
G	3,52
H	3,12
I	3,46
J	4,07
K	7,94
L	18,79
M	3,61
N	5,28
O	2,97
P	1,99
Q	0,92
R	2,05
S	1,93
T	1,24
U	2,14
V	2,22
W	0,20
X	1,93
Y	1,85

Z	1,59
Total	100,00

Pode-se verificar que a frequência de distribuição das letras não ficou homogênea, tendo uma maior representação dos padrões “A”, “C”, “K” e “L” e uma muito menor dos padrões “Q”, “T” e “W”.

Uma grande dificuldade para o treinamento de uma rede neural é a pequena quantidade de um determinado padrão, pois com poucas amostras deste padrão, o treinamento da rede não deverá surtir o efeito desejado e a consequência deste fato é o não reconhecimento deste padrão. Uma solução seria a utilização de técnicas de replicação de padrões, entretanto, optou-se por não utilizá-la.

Os diversos modelos neurais que foram testados trabalham com uma entrada de tamanho igual ao do vetor de características utilizado. A sua camada oculta é composta pela média aritmética da entrada com a saída. A estratégia escolhida para avaliar a saída da rede foi a “The Winner Takes All”. A figura V.13 representa o esquema adotado para o reconhecimento, utilizando o método do quadrado 128.

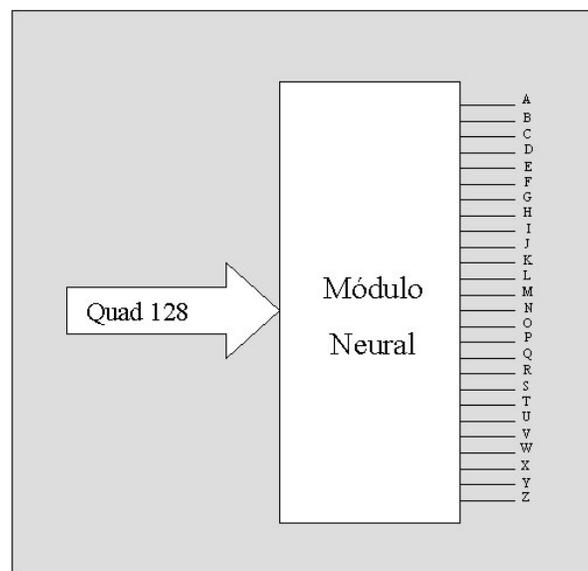


Figura V.13: Estratégia utilizada nas letras CETRIO

O treinamento das redes neurais foi realizado após os dados sofrerem uma redução de dimensionalidade através da variância zero (tabela V.19) e da aplicação da técnica de PCA (tabela V.20). Os melhores resultados estão apresentados em negrito.

Tabela V.19 Resultados pela análise da variância – letras CETRIO

Método	% Acerto Teste	Nr Ciclos Trein	Rede
Hexágono 128	80,65	2000	136-81-26
Hexágono 256	79,08	1000	251-135-26
Quadrado Rotacionado 128	54,88	2000	221-123-26
Quadrado 128	87,03	3000	106-66-26
Quadrado 256	86,91	2000	206-116-26

Tabela V.20: Resultados aplicando o PCA – letras CETRIO

Método	% Acerto Teste	Nr Ciclos Trein	Rede
Hexágono 128	84,64	2000	84-55-26
Hexágono 256	87,39	2000	80-53-26
Quadrado Rotacionado 128	49,27	1000	89-57-26
Quadrado 128	88,19	1834	64-45-26
Quadrado 256	87,67	2000	68-47-26

Novamente, verifica-se que a rede que faz uso da técnica de PCA obteve o melhor resultado.

Fazendo uso apenas das redes que utilizam a técnica de PCA, decidiu-se realizar uma bateria de vinte treinamentos, com o objetivo de tentar encontrar um resultado superior aos obtidos com apenas um treinamento. Os melhores resultados são apresentados na tabela V.21.

Tabela V.21: Melhores resultados aplicando PCA – letras CETRIO

Método	% Acerto Teste	Nr Ciclos Trein	Rede
Hexágono 128	85,49	2000	84-55-26
Hexágono 256	88,43	2000	80-53-26
Quadrado Rotacionado 128	49,76	2000	89-57-26
Quadrado 128	88,63	674	64-45-26
Quadrado 256	88,89	3000	68-47-26

A tabela V.22 apresenta a matriz de confusão do melhor desempenho obtido com os dados de teste reportados na tabela V.21 (quadrado 256).

Tabela V.22: Matriz de confusão quadrado 256 – letras CETRIO

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z			
A	49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	51	3,92
B	0	17	0	0	0	0	2	0	0	0	3	0	0	1	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	37,04
C	0	0	61	0	1	0	2	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	66	7,58
D	0	2	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	23,53
E	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0,00
F	0	0	0	0	0	19	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	21	9,52
G	0	0	2	0	0	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	19,05
H	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	22,22
I	0	0	0	0	0	0	0	0	21	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	16,00
J	0	0	1	0	0	0	0	0	0	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	4,00
K	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49	2,04
L	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	122	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	128	4,69
M	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	8,33
N	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	29	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	36	19,44
O	0	2	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	13	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	35,00
P	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	7,14
Q	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	#DIV/0!
R	2	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	25,00
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	16	6,25
T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	5	0,00
U	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	14	1	0	0	0	0	17	17,65
V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	10	0	0	3	0	14	28,57
W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0,00	
X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	14	7,14
Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	8	0,00
Z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	10	0,00
	51	24	65	15	15	19	23	19	21	29	56	123	24	35	17	13	6	15	15	6	15	14	2	13	11	11	657	11,11	
	96,08	70,83	93,85	86,67	93,33	100,00	73,91	73,68	100,00	82,76	85,71	99,19	91,67	82,86	76,47	100,00	0,00	80,00	100,00	83,33	93,33	71,43	50,00	100,00	72,73	90,91	88,89	584	

Analisando a tabela V.22 pode ser observado que as confusões mais freqüentes ocorreram entre (“B” e “D”), (“B” e “O”), (“D” e “O”), (“G” e “B”), (“I” e “L”), (“J” e “I”), (“T” e “I”) e (“Y” e “V”). Tais confusões acontecem em virtude do exterior desses caracteres terem um desenho muito semelhante. Um aspecto muito importante que deve ser destacado é a pouca representatividade no conjunto de dados das letras “W”, “Q” e “T”. A conseqüência deste fato é que a rede não deverá “aprender” estes padrões no treinamento, causando assim uma queda no percentual de acerto da rede no teste. A pequena quantidade dessas letras deve-se ao fato do banco de dados ser constituído basicamente por veículos com placas da cidade do Rio de Janeiro, onde a incidência de tais letras é ínfima.

Na tentativa de acabar ou diminuir com as confusões ocorridas com o quadrado 256, algumas novas abordagens foram testadas. Todas as variações das redes testadas tiveram 20 treinamentos distintos e os melhores resultados são apresentados a seguir:

- Quadrado 128 (medidas internas) – Todas as letras

Foi utilizada a mesma rede do quadrado 128, a única diferença foi a extração de características utilizada, que neste caso foi extraída de dentro do caractere, ou seja, era encontrado o ponto central do caractere e a partir deste ponto as medidas eram extraída através do contorno interno. O melhor resultado desta estratégia foi 42.20%, muito abaixo do já atingido pelo quadrado com medidas externas.

- Mapa de bits 256 – “D” e “O”

Foi implementada uma rede utilizando o método de extração de características do mapa de bits 256, cuja finalidade era distinguir a letra “D” e “O”. A melhor taxa de acerto no reconhecimento foi de 87,50%. Usando a mesma configuração e o mesmo método de extração de características da rede “D” e “O”, foi inserida mais uma letra daquelas que fazem parte do conjunto de confusões, e assim por diante até o treinamento da última letra (“Y”). Posteriormente, também se fez um treinamento com todas as letras. Os resultados dessas redes são apresentados na tabela V.23 e o melhor valor alcançado encontra-se destacado em negrito.

Tabela V.23: Resultado das novas abordagens nas letras - CETRIO

Método Mapa de Bits 256	% Acerto Teste	Nr Ciclos Trein	Rede
“D” e “O”	87,50	174	73-37-2
“B”, “D” e “O”	90,63	184	145-74-3
“B”, “D”, “G” e “O”	93,85	255	252-128-4
“B”, “D”, “G”, “I” e “O”	90,91	332	66-35-5
“B”, “D”, “G”, “I”, “J” e “O”	90,72	620	69-37-6
“B”, “D”, “G”, “I”, “J”, “L” e “O”	97,11	429	69-38-7
“B”, “D”, “G”, “I”, “J”, “L”, “O” e “T”	94,94	453	70-39-8
“B”, “D”, “G”, “I”, “J”, “L”, “O”, “T” e “V”	93,68	613	70-39-9
“B”, “D”, “G”, “I”, “J”, “L”, “O”, “T”, “V” e “Y”	93,94	711	71-40-10
Todas as letras	91,00	1459	83-54-26

Analisando a tabela V.23 vê-se que o melhor resultado obteve uma taxa de 97,11%, porém, ele só é aplicado a sete das dez letras do conjunto de confusão, o que não resolve o problema. Para tentar resolver as confusões, o ideal seria a combinação das redes do quadrado 256 (exceto as letras do conjunto de confusão), que atingiu a taxa de 88,89%, com a de todas as letras da confusão (93,94%), que possivelmente daria um resultado próximo de 91,00% de acerto. Entretanto, o resultado atingido com a rede que reconhece todas as letras foi de 91,00%, e neste caso, é mais indicada usá-la em virtude da sua simplicidade e rapidez no treinamento. Na tabela V.24 é apresentada a matriz de confusão escolhida (mapa de bits 256) para resolver as letras neste estudo de caso.

Tabela V.24: Matriz de confusão mapa de bits 256 – letras CETRIO

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z			
A	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	2,44
B	0	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	0,00
C	0	0	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49	8,16
D	0	2	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	36,36
E	0	0	1	0	10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	13	23,08	
F	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	12,50	
G	0	0	1	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	9,09	
H	1	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	5,88	
I	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0,00	
J	1	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	23	13,04	
K	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	35	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	38	7,89	
L	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	77	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	3,75	
M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	0,00	
N	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	28	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	34	17,65	
O	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	33,33	
P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	11	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	13	15,38	
Q	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,00	
R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	1	0	0	0	11	9,09	
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	12	0,00	
T	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	7	14,29	
U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	10	0,00	
V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	14	14,29	
W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	
X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	4	0	14	28,57	
Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3	0,00	
Z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	9	0,00
	43	21	49	10	11	15	20	18	16	20	39	77	21	30	12	11	2	13	12	6	12	12	2	11	8	9	500	9,00	
	93,02	85,71	91,84	70,00	90,91	93,33	100,00	88,89	100,00	100,00	89,74	100,00	90,48	93,33	50,00	100,00	50,00	76,92	100,00	100,00	83,33	100,00	0,00	90,91	37,50	100,00	91,00	455	

5.6. ESTRATÉGIAS UTILIZADAS NOS DADOS DO DETRAN-RJ

5.6.1. Dígitos

Neste estudo de caso, os métodos utilizados para extração de características foram o quadrado 128, o mapa de bits 256, a projeção horizontal e a projeção vertical. A utilização de novos métodos de extração de características apenas no estudo de caso do DETRAN-RJ deve-se ao fato deste ter sido mais explorado que os demais em função do projeto em desenvolvimento com o Órgão.

As 3.950 imagens disponíveis foram divididas em três grupos: o primeiro, contendo 1.000 imagens para o treinamento das redes; o segundo, composto por 2.500 imagens para a bateria de teste aplicada às melhores redes treinadas e o terceiro com as 450 restantes, para validar o teste no modelo escolhido para o reconhecimento da licença do veículo, que será apresentado no capítulo 6.

A localização da placa foi realizada automaticamente, no primeiro e no segundo grupo de utilização, através do programa desenvolvido no âmbito do projeto DETRAN-RJ. Em 55 destas imagens não foi localizada a placa. Para permanecer com o conjunto inicial (3.950), foram introduzidas 55 novas imagens de placas localizadas, criando-se então, um conjunto de 1.000 placas para o treinamento, 2.500 placas para os testes e 450 placas para a validação dos testes.

Nestes conjuntos de placas foram realizados os processos de segmentação e de extração de características, que resultou numa base de dados de 4.000 dígitos com a seguinte distribuição para o treinamento:

Tabela V.25: Distribuição dos dígitos do Treinamento – DETRAN-RJ

Dígitos	Percentual
0	10,40
1	11,00
2	9,68
3	10,30
4	9,93
5	9,02
6	9,98

7	10,70
8	9,88
9	9,13
Total	100,00

Pode-se verificar que a frequência de distribuição dos dígitos ficou homogênea, e todos os padrões estão bem representados.

Todos os tipos de arquiteturas que foram testadas operam com uma entrada de dimensão α (tamanho do vetor de características obtido pelo método utilizado na extração de características). A camada oculta é composta por β neurônios, onde β é igual à média aritmética da entrada com a saída e a saída é composta por 10 neurônios. Na interpretação da saída da rede, duas estratégias diferentes foram adotadas:

1ª. “Alfa & Beta” - nesta estratégia seleciona-se o maior valor entre todas as saídas, e se este valor for maior ou igual 0,60 (Alfa), a saída é aceita e escrita na cor preta (grau de confiança). Caso contrário, é encontrado o segundo maior valor, e então, é verificado se este é no mínimo 2/3 menor (Beta) que o maior valor. Se for, a saída, é aceita e escrita na cor azul (grau de confiança), caso contrário, ela é rejeitada. Abaixo, segue uma pequena descrição (em matlab) do funcionamento desta estratégia.

```
% Estratégia de saída Alfa & Beta
ALFA = 0.60;
BETA = 0.33;
ind_aceitos1 = [];
ind_aceitos2 = [];
ind_rejeitados = [];
for j = 1:nlinteste
    temp = y(:,j);
    [maior1, ind] = max(temp);
    if maior1 >= ALFA
        ind_aceitos1 = [ind_aceitos1, j];
    else
        temp(1,ind) = -inf;
        maior2 = max(temp);
        if (1-(maior2/maior1)) >= BETA
            ind_aceitos2 = [ind_aceitos2, j];
        else
            ind_rejeitados = [ind_rejeitados, j];
        end
    end
end
end
```

Os valores aplicados a “Alfa & Beta” foram atribuídos após um estudo realizado nas saídas de uma rede MLP para reconhecimento de dígitos. Nesta análise,

pôde-se verificar que, sempre que a saída da rede recebia um valor igual ou superior a 0,6 para o maior valor dentre todas as saídas, o padrão em questão encontrava-se quase sempre correto, e quando este valor fosse menor que 0,6, mas $2/3$ maior que o segundo maior valor, a resposta estava geralmente correta. No Anexo C desta dissertação encontram-se reunidas as saídas da rede utilizadas nesta análise.

2ª. “The Winner Takes All” - nesta estratégia é selecionado o maior valor entre todas as saídas, e este é alterado para um (1) e as saídas restantes são alteradas para zero (0).

O treinamento das redes foi dividido em duas partes: a primeira, utilizando a estratégia de saída “Alfa & Beta” e a segunda a estratégia “The Winner Takes All”. Foram testadas diversas redes com vinte experimentos para cada um dos diversos métodos de extração de características. Os resultados obtidos nos diversos métodos através da saída “Alfa & Beta” estão apresentados na tabela V.26. O modelo que obteve o melhor resultado está representado no diagrama da figura V.14 e a sua matriz de confusão na tabela V.27.

Tabela V.26: Resultados estratégia “Alfa & Beta” – dígitos DETRAN-RJ

Método	% Acerto Teste	% Rejeição Teste	Nr Ciclos Trein	Rede
Projeção Vertical 16	63,18	20,15	2000	14-12-10
Projeção Horizontal 16	88,06	4,48	2000	14-12-10
Quadrado 128	95,61	1,74	2000	74-42-10
Mapa de Bits 256	96,85	1,99	263	131-70-10

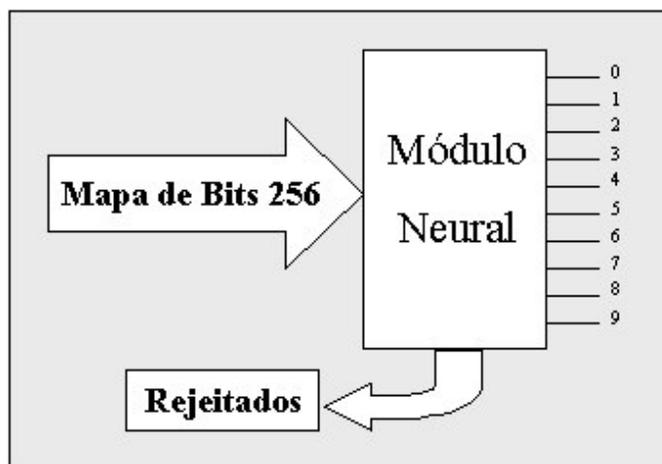


Figura V.14: Mapa de Bits 256 utilizado nos dígitos (“Alfa & Beta”) – DETRAN-RJ

Tabela V.27: Matriz de Confusão: Mapa de Bits 256 nos dígitos (“Alfa & Beta”) – DETRAN-RJ

0	119	0	0	0	0	0	0	0	3	0	122	2,46
1	0	129	0	0	0	0	0	0	0	0	129	0,00
2	0	1	112	0	1	0	0	0	0	0	114	1,75
3	0	0	0	118	0	0	0	0	0	0	118	0,00
4	0	0	0	0	119	0	0	0	0	0	119	0,00
5	0	0	0	0	0	106	0	1	0	0	107	0,93
6	0	0	0	1	0	1	118	0	0	0	120	1,67
7	0	1	0	0	0	0	0	124	0	0	125	0,80
8	1	0	0	1	0	0	0	1	115	0	118	2,54
9	0	1	0	0	0	0	0	1	0	108	110	1,82
	120	132	112	120	120	107	118	127	118	108	1206	3,15
	99,17	97,73	100,00	98,33	99,17	99,07	100,00	97,64	97,46	100,00	96,85	1168
										Nr Rejeitados	24	1,99

Ainda dentro desta estratégia foram testados dois novos métodos para a composição do vetor de entrada da rede, um com a concatenação das projeções vertical e horizontal e outro com a concatenação das projeções vertical, horizontal e mapa de bits 256. A finalidade deste novo experimento é de acabar ou diminuir as confusões verificadas na matriz de confusão (tabela V.27). Os resultados alcançados são mostrados na tabela V.28 a seguir. O modelo que obteve o melhor resultado está representado na figura V.15, e a sua matriz de confusão, na tabela V.29.

Tabela V.28: Resultados estratégia “Alfa & Beta” com entrada concatenada– dígitos DETRAN-RJ

Método	% Acerto Teste	% Rejeição Teste	Nr Ciclos Trein	Rede
PV + PH 32	93,95	2,15	2000	28-19-10
MB + PV + PH 288	97,01	1,91	166	124-67-10

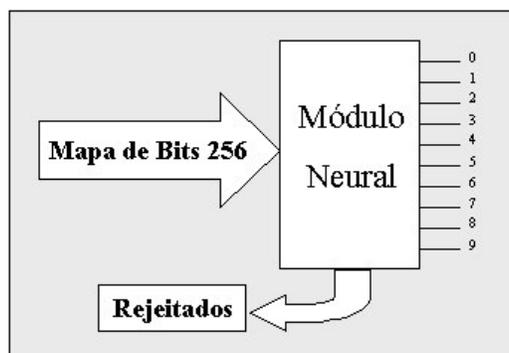


Figura V.15: Concatenação MB + PV + PH 288 (“Alfa & Beta”) nos dígitos – DETRAN-RJ

Tabela V.29: Matriz de confusão: Concatenação MB + PV + PH 288:nos dígitos (“Alfa & Beta”) – DETRAN-RJ

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
0	120	0	0	0	0	0	1	0	3	0	124	3,23	
1	0	128	0	0	0	0	0	0	0	0	128	0,00	
2	0	1	114	0	1	0	0	0	0	0	116	1,72	
3	0	0	0	117	0	0	0	0	0	0	117	0,00	
4	0	0	0	0	118	0	0	0	0	0	118	0,00	
5	0	0	0	0	0	108	0	1	0	0	109	0,92	
6	0	0	0	1	0	1	117	0	0	0	119	1,68	
7	0	1	0	0	0	0	0	124	0	0	125	0,80	
8	0	0	0	1	0	0	0	1	115	0	117	1,71	
9	0	1	0	0	0	0	0	0	0	109	110	0,91	
	120	131	114	119	119	109	118	126	118	109	1206	2,99	
	100,00	97,71	100,00	98,32	99,16	99,08	99,15	98,41	97,46	100,00	97,01	1170	
											Nr Rejeitados	23	1,91

Analisando os resultados apresentados na tabela V.29, verifica-se que existe uma certa confusão entre os dígitos “0” e “8”. Para tentar acabar com esta confusão, foi criada uma rede para a diferenciação somente de “0” e “8”, tendo em vista que esta mesma estratégia obteve bons resultados com os dígitos da CETRIO.

Foi realizada uma bateria de vinte treinamentos, onde o melhor resultado atingido está representado na tabela V.30.

Tabela V.30: Resultado mapa de bits 256 (0 e 8) “Alfa & Beta” – dígitos DETRAN-RJ

Método	% Acerto Teste	% Rejeição Teste	Nr Ciclos Trein	Rede
Mapa de Bits 256 (0e8)	97,94	0,41	97	113-57-2

A tabela V.31 apresenta a matriz de confusão da rede de mapa de bits 256 (“0” e “8”) que atingiu o melhor resultado.

Tabela V.31: Matriz de confusão mapa de bits 256 (0 e 8) “Alfa & Beta” - dígitos DETRAN-RJ

	0	8			
0	132	1	133	0,75	
8	3	106	109	2,75	
	135	107	243	2,06	
	97,78	99,07	97,94	238	
			Nr Rejeitados	1	0,41

Para a estratégia “The Winner Takes All”, também foram testadas diversas redes com vinte treinamentos. Os resultados obtidos estão apresentados na tabela V.32, o modelo que obteve o melhor resultado está representado no diagrama da figura V.16 e a sua matriz de confusão na tabela V.33.

Tabela V.32: Resultados estratégia “WTA” com entrada concatenada– dígitos DETRAN-RJ

Método	% Acerto Teste	Nr Ciclos Trein	Rede
Projeção Vertical 16	74,13	2000	14-12-10
Projeção Horizontal 16	90,80	2000	14-12-10
PV + PH 32	95,36	2000	28-19-10
Quadrado 128	96,77	2000	74-42-10
Mapa de Bits 256	97,84	238	131-70-10
MB + PV + PH 288	98,34	166	124-67-10

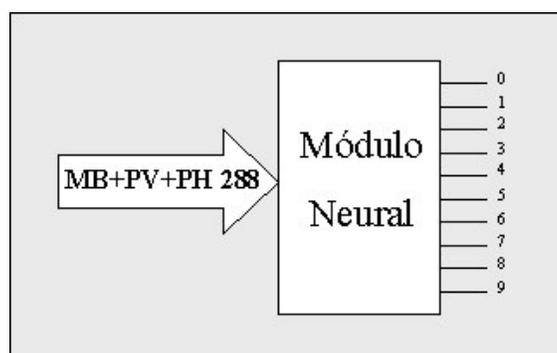


Figura V.16: Concatenação MB + PV + PH 288 (WTA) nos dígitos – DETRAN-RJ

Tabela V.33: Matriz de confusão Concatenação MB + PV + PH 288 (WTA) nos dígitos – DETRAN-RJ

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
0	121	0	0	0	0	0	0	0	3	0	124	2,42
1	2	130	0	0	0	0	0	0	0	0	132	1,52
2	0	1	117	0	1	0	0	1	0	0	120	2,50
3	1	0	0	122	0	0	0	0	0	0	123	0,81
4	0	0	0	0	119	0	0	0	0	0	119	0,00
5	0	0	0	0	0	108	0	1	0	0	109	0,92
6	0	0	0	1	0	1	119	0	1	0	122	2,46
7	0	1	0	0	0	0	0	125	0	0	126	0,79
8	1	0	0	1	0	0	1	1	115	0	119	3,36
9	0	1	0	0	0	0	0	1	0	110	112	1,79
	125	133	117	124	120	109	120	129	119	110	1206	1,66
	96,80	97,74	100,00	98,39	99,17	99,08	99,17	96,90	96,64	100,00	98,34	1186

Com o intuito de reduzir ou acabar com a confusão entre os dígitos “0” e “8” (tabela V.33), criou-se uma rede para realizar a diferenciação somente entre estes dígitos. Foi realizada uma bateria de vinte treinamentos e o melhor resultado atingido está representado na tabela V.34 e na tabela V.35 a matriz de confusão gerada.

Tabela V.34: Resultado mapa de bits 256 (0 e 8) “WTA” – dígitos DETRAN-RJ

Método	% Acerto Teste	Nr Ciclos Trein	Rede
Mapa de Bits 256 (0e8)	98,35	99	113-57-2

Tabela V.35: Matriz de confusão mapa de bits 256 (0 e 8) “WTA” - dígitos DETRAN-RJ

	0	8		
0	133	1	134	0,75
8	3	106	109	2,75
	136	107	243	1,65
	97,79	99,07	98,35	239

Terminado todo o treinamento das diversas redes, foi dado início a bateria de testes. Para esta bateria, foram criados 10 conjuntos de testes distintos, cada um com 1.000 dígitos (a partir das 2.500 imagens separadas para este teste), as tabelas V.36 e V.37, apresentam a distribuição dos dígitos em cada teste.

Tabela V.36: Distribuição dos dígitos dos Testes 1 ao 5 – DETRAN-RJ

Dígitos	% Teste 1	% Teste 2	% Teste 3	% Teste 4	% Teste 5
0	9,20	8,10	8,40	10,70	9,40
1	9,40	8,80	11,80	7,50	10,50
2	10,60	9,20	8,90	8,40	9,90
3	11,40	11,00	10,60	9,60	10,20
4	13,00	10,70	9,90	11,80	10,70
5	8,90	11,40	12,60	10,00	10,30
6	8,70	10,10	7,80	10,60	10,30
7	8,60	9,60	9,60	10,40	8,40
8	9,90	11,00	9,90	9,70	11,40
9	10,30	10,10	10,50	11,30	8,90
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Tabela V.37: Distribuição dos dígitos dos Testes 6 ao 10 – DETRAN-RJ

Dígitos	% Teste 6	% Teste 7	% Teste 8	% Teste 9	% Teste 10
0	9,40	9,20	9,40	8,50	12,30
1	10,30	10,60	10,70	10,30	10,90
2	10,60	10,20	10,90	9,50	10,00
3	11,50	9,40	9,30	10,90	10,80
4	10,00	11,20	9,00	10,40	11,30
5	9,60	9,10	12,00	9,40	9,60
6	7,80	9,30	11,00	10,50	9,10
7	9,40	11,00	9,30	10,60	10,90
8	10,10	11,00	10,50	8,50	8,10
9	11,30	9,00	7,90	11,40	7,00
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

De um modo geral, a distribuição dos dígitos em cada teste ficou bem homogênea, não havendo nenhum padrão com muita ou pouca representatividade.

O objetivo da realização desta bateria de testes, somente nas redes que obtiveram os melhores resultados, é a de verificar a estabilidade do modelo empregado, suas respectivas margens de tolerância e validar a confiabilidade do resultado atingido.

Analisando os melhores resultados obtidos pelas duas estratégias de saída, “Alfa & Beta” e “The Winner Takes All”, pode-se comprovar através das tabelas V.26, V.28 e V.32, que os resultados obtidos pela estratégia “The Winner Takes All” foram os melhores em todos os tipos de rede. Em virtude deste fato, todos os experimentos de teste foram realizados com base nos dados das redes dessa estratégia.

A seguir, são apresentados todos os resultados dos testes, por cada tipo de método de extração de características utilizado.

- Projeção Vertical 16

Tabela V.38: Resultados dos Testes com Projeção Vertical 16 – dígitos DETRAN-RJ

Teste	Acerto	%	Erro	%
1	623	62,30	377	37,70
2	705	70,50	295	29,50
3	704	70,40	296	29,60
4	647	64,70	353	35,30
5	690	69,00	310	31,00
6	679	67,90	321	32,10
7	668	66,80	332	33,20

8	672	67,20	328	32,80
9	701	70,10	299	29,90
10	722	72,20	278	27,80
Média	681,10	68,11	318,90	31,89
Desvio-padrão	29,89	2,99	29,89	2,99

- **Projeção Horizontal 16**

Tabela V.39: Resultados dos Testes com Projeção Horizontal 16– dígitos DETRAN-RJ

Teste	Acerto	%	Erro	%
1	840	84,00	160	16,00
2	888	88,80	112	11,20
3	906	90,60	94	9,40
4	879	87,90	121	12,10
5	879	87,90	121	12,10
6	887	88,70	113	11,30
7	887	88,70	113	11,30
8	882	88,20	118	11,80
9	897	89,70	103	10,30
10	888	88,80	112	11,20
Média	883,30	88,33	116,70	11,67
Desvio-padrão	17,28	1,73	17,28	1,73

- **Projeção Vertical + Projeção Horizontal 32**

Tabela V.40: Resultados dos Testes com PV + PH 32 – dígitos DETRAN-RJ

Teste	Acerto	%	Erro	%
1	901	90,10	99	9,90
2	948	94,80	52	5,20
3	939	93,90	61	6,10
4	927	92,70	73	7,30
5	931	93,10	69	6,90
6	926	92,60	74	7,40
7	938	93,80	62	6,20
8	939	93,90	61	6,10
9	946	94,60	54	5,40
10	926	92,60	74	7,40
Média	932,10	93,21	67,90	6,79
Desvio-padrão	13,52	1,35	13,52	1,35

- Quadrado 128

Tabela V.41: Resultados dos Testes com Quadrado128 – dígitos DETRAN-RJ

Teste	Acerto	%	Erro	%
1	934	93,40	66	6,60
2	963	96,30	37	3,70
3	972	97,20	28	2,80
4	944	94,40	56	5,60
5	958	95,80	42	4,20
6	945	94,50	55	5,50
7	964	96,40	36	3,60
8	951	95,10	49	4,90
9	968	96,80	32	3,20
10	959	95,90	41	4,10
Média	955,80	95,58	44,20	4,42
Desvio-padrão	12,02	1,20	12,02	1,20

- Mapa de Bits 256

Tabela V.42: Resultados dos Testes com Mapa de Bits 256 – dígitos DETRAN-RJ

Teste	Acerto	%	Erro	%
1	942	94,20	58	5,80
2	973	97,30	27	2,70
3	981	98,10	19	1,90
4	956	95,60	44	4,40
5	967	96,70	33	3,30
6	963	96,30	37	3,70
7	962	96,20	38	3,80
8	960	96,00	40	4,00
9	963	96,30	37	3,70
10	967	96,70	33	3,30
Média	963,40	96,34	36,60	3,66
Desvio-padrão	10,30	1,03	10,30	1,03

- Mapa de Bits + Projeção Vertical + Projeção Horizontal 288

Tabela V.43: Resultados dos Testes com MB + PV + PH 288– dígitos DETRAN-RJ

Teste	Acerto	%	Erro	%
1	956	95,60	44	4,40
2	971	97,10	29	2,90
3	983	98,30	17	1,70
4	972	97,20	28	2,80

5	974	97,40	26	2,60
6	965	96,50	35	3,50
7	973	97,30	27	2,70
8	969	96,90	31	3,10
9	975	97,50	25	2,50
10	973	97,30	27	2,70
Média	971,10	97,11	28,90	2,89
Desvio-padrão	7,02	0,70	7,02	0,70

Para uma melhor visualização, apresenta-se na tabela V.44 um quadro resumo dos testes realizados com os diversos métodos de extração de características empregados. O melhor valor obtido encontra-se destacado em negrito.

Tabela V.44: Resultados dos testes– dígitos DETRAN-RJ

Método	Cota Inferior	Média	Cota Superior	Desvio-padrão
Projeção Vertical 16	65,12	68,11	71,10	2,99
Projeção Horizontal 16	86,60	88,33	90,06	1,73
PV + PH 32	91,86	93,21	94,56	1,35
Quadrado 128	94,38	95,58	96,78	1,20
Mapa de Bits 256	95,31	96,34	97,37	1,03
MB + PV + PH 288	96,41	97,11	97,81	0,70

Com base na tabela V.44 pode-se verificar que o primeiro método avaliado, o de projeção vertical atingiu o menor valor de média (68,11) e o último obteve o maior valor (97,11). Fazendo uma comparação entre estes valores, pode-se estabelecer que houve um ganho real e significativo no reconhecimento de 43,60%, o que demonstra a evolução do grau de desempenho atingido, e confirma que os valores obtidos no treinamento das redes é confiável.

Após a análise das matrizes de confusão dos diversos métodos empregados, foi verificado que sempre ocorre a confusão entre os dígitos “0” e “8”. A solução definida foi utilizar uma rede especializada no reconhecimento apenas destes padrões. Esta rede faz uso do mapa de bits 256 como método de extração de características e os resultados alcançados pelas duas estratégias de saída estabelecidas estão apresentados nas tabelas V.28 (“Alfa & Beta”) e V.32 (WTA).

Assim ficou decidido que a solução para o módulo de reconhecimento de dígitos seria composto por esta rede que reconhece somente “0” e “8”, e outra que

ficaria responsável pelo reconhecimento dos demais dígitos. A figura V.17 representa um diagrama do modelo adotado como solução para os dígitos.

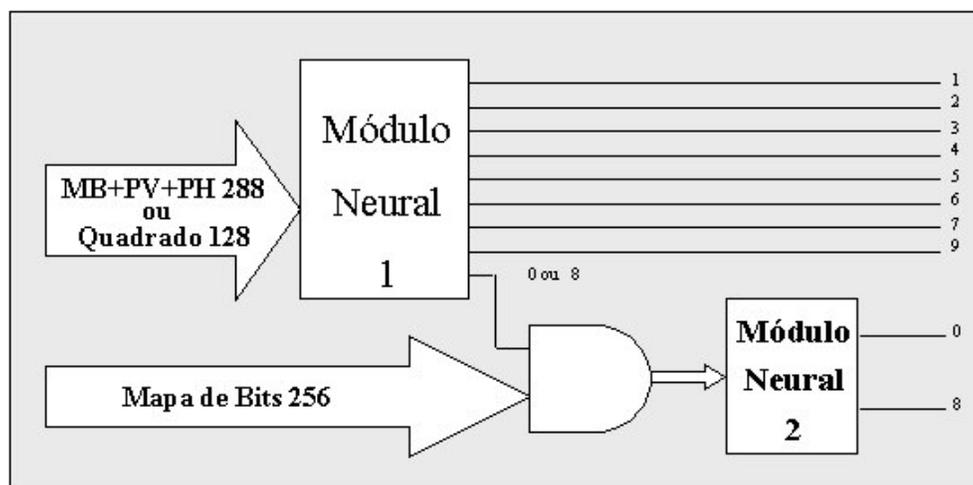


Figura V.17: Concatenação MB + PV + PH 288 (WTA) nos dígitos – DETRAN-RJ

A escolha do módulo neural ficou entre a rede que faz uso da concatenação do mapa de bits com as projeções vertical e horizontal e do quadrado 128. Para verificar qual seria a melhor, foi feito um teste utilizando as melhores redes destes dois métodos. Os resultados obtidos através destas duas abordagens estão apresentados na tabela V.45 e a matriz de confusão da rede (MB+PH+PV 288) + MB256_0e8 e Quad128+MB256_0e8 nas tabelas V.46 e V.47, respectivamente.

Tabela V.45: Resultados dos Testes para solução dos dígitos - DETRAN-RJ

Método	Acerto	%	Erro	%
(MB+PH+PV 288) + MB256_0e8	1185	98,26	21	1,74
Quad128+MB256_0e8	1177	97,60	29	2,40

Tabela V.46: Matriz de confusão: (MB+PHPV) + MB256_0e8 nos dígitos – DETRAN-RJ

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
0	118	0	0	0	0	0	0	0	1	0	119	0,84
1	2	130	0	0	0	0	0	0	0	0	132	1,52
2	0	1	116	0	1	0	0	1	0	0	119	2,52
3	1	0	0	122	0	0	0	0	0	1	124	1,61
4	0	0	0	0	119	0	1	0	0	0	120	0,83
5	0	0	0	0	0	108	0	1	0	0	109	0,92
6	0	0	0	1	1	1	119	0	0	0	122	2,46
7	0	1	0	0	0	0	0	125	0	0	126	0,79
8	4	0	0	0	0	0	0	0	118	0	122	3,28
9	0	1	1	0	0	0	0	1	0	110	113	2,65
	125	133	117	123	121	109	120	128	119	111	1206	1,74
	94,40	97,74	99,15	99,19	98,35	99,08	99,17	97,66	99,16	99,10	98,26	1185

Tabela V.47: Matriz de confusão: Quad128+MB256_0e8 nos dígitos – DETRAN-RJ

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
0	121	0	0	0	0	0	0	0	1	0	122	0,82
1	1	129	0	0	0	0	0	0	0	1	131	1,53
2	0	2	117	1	1	0	0	0	0	0	121	3,31
3	0	0	0	120	0	0	0	1	0	1	122	1,64
4	0	0	0	0	116	1	1	1	0	0	119	2,52
5	0	0	0	0	0	106	0	1	0	0	107	0,93
6	0	0	0	1	3	1	118	0	0	0	123	4,07
7	0	1	0	1	0	0	0	124	0	0	126	1,59
8	4	0	0	0	0	0	0	0	118	0	122	3,28
9	0	1	1	0	0	1	0	2	0	108	113	4,42
	126	133	118	123	120	109	119	129	119	110	1206	2,40
	96,03	96,99	99,15	97,56	96,67	97,25	99,16	96,12	99,16	98,18	97,60	1177

Com a finalidade de verificar qual dos modelos acima tem uma melhor estabilidade e confiabilidade no resultado atingido, foi realizado uma bateria de 10 testes. Nas tabelas V.48 e V.49 estão apresentados os resultados atingidos nestes testes pelas redes (MB+PH+PV 288) + MB256_0e8 e Quad128+MB256_0e8, respectivamente.

Tabela V.48: Resultados dos testes com a rede (MB+PHPV) + MB256_0e8 – dígitos DETRAN-RJ

Teste	Acerto	%	Erro	%
1	955	95,50	45	4,50
2	973	97,30	27	2,70
3	983	98,30	17	1,70
4	972	97,20	28	2,80
5	976	97,60	24	2,40
6	965	96,50	35	3,50
7	973	97,30	27	2,70
8	970	97,00	30	3,00
9	975	97,50	25	2,50
10	971	97,10	29	2,90
Média	971,30	97,13	28,70	2,87
Desvio-padrão	6,97	0,70	6,97	0,70

Com base nos resultados da tabela V.48, pode-se verificar que o valor da cota inferior desta rede é 96,43 e da cota superior é 97,83. Analisando os valores das redes em função destas cotas, nota-se que 90% estão dentro da faixa compreendida pelas cotas e os 10% restantes estão muito próximos. Conclui-se daí que o valor real da rede para este método, geralmente, estará dentro ou muito próximo deste intervalo.

Tabela V.49: Resultados dos testes com a rede Quad128+ MB256_0e8 – dígitos DETRAN-RJ

Teste	Acerto	%	Erro	%
1	947	94,70	53	5,30
2	973	97,30	27	2,70
3	986	98,60	14	1,40
4	969	96,90	31	3,10
5	973	97,30	27	2,70
6	964	96,40	36	3,60
7	972	97,20	28	2,80
8	972	97,20	28	2,80
9	975	97,50	25	2,50
10	972	97,20	28	2,80
Média	970,30	97,03	29,70	2,97
Desvio-padrão	9,36	0,94	9,36	0,94

Analisando os resultados da tabela V.49 pode-se verificar que o valor da cota inferior desta rede é 96,09 e da cota superior é 97,97. Analisando os valores das redes em função destas cotas, nota-se que 80% estão dentro da faixa compreendida

pelas cotas e os 20% restantes estão próximos. Conclui-se daí que o valor real da rede para este método, geralmente, estará dentro ou bem próximo deste intervalo.

Como os resultados atingidos pelas redes foram bem próximos (valor da média em torno de 97%), ficou definido que, para a resolução dos dígitos seria utilizada a rede que faz uso do método do quadrado 128, em virtude do tamanho de sua entrada ser menor que a rede MB+PV+PH 288, o que facilita a rapidez do treinamento.

Com o objetivo de dar um maior grau de confiança na saída da rede, foi estabelecida uma nova estratégia de saída. Esta estratégia faz uso da combinação da estratégia “The Winner Takes All” com a estratégia “Alfa&Beta” e funciona da seguinte maneira: - a saída da rede é interpretada, na íntegra, através da estratégia “Alfa&Beta”. Se a saída for aceita pelo primeiro estágio da estratégia (maior valor acima de 0,60), então ela é escrita na cor preta, onde esta cor representa um grau elevado de certeza no reconhecimento do padrão. Se for aceita pelo segundo estágio (1º maior valor ser 2/3 maior do que o 2º maior valor), então ela é escrita na cor azul, onde esta cor representa um grau médio de certeza no reconhecimento do padrão. Se a saída não for aceita por nenhum dos dois estágios, ela vai para o bloco de rejeição. Neste bloco de rejeição é utilizada a estratégia “The Winner Takes All”, e a saída é escrita na cor vermelha, que representa um grau baixo de certeza no reconhecimento do padrão.

Resumindo, quando a saída é preta, a rede quase nunca erra, quando a saída é azul, a rede geralmente acerta e quando a saída é vermelha pode estar certa ou não.

As matrizes de confusão de cada uma das redes neurais que compõem as estratégias utilizadas neste estudo de caso encontram-se reunidas no ANEXO B e as suas configurações no ANEXO A desta dissertação.

5.6.2. Letras

No caso do reconhecimento das letras, os métodos utilizados para extração de características foram os mesmos dos dígitos, o quadrado 128, o mapa de bits 256, a projeção horizontal 16 e a projeção vertical 16. Também foram utilizados os seguintes métodos concatenados: projeção vertical + projeção horizontal, mapa de bits + projeção vertical + projeção horizontal.

A mesma divisão que foi realizada com os dígitos, em relação ao conjunto de 3.950 imagens disponíveis para este estudo, foi aproveitada para as letras, pois o conjunto de imagens utilizado é o mesmo, permanecendo as imagens divididas nos mesmos três grupos de utilização: o primeiro, contendo 1.000 imagens para o treinamento das redes; o segundo, composto por 2.500 imagens para a bateria de teste aplicada às melhores redes treinadas e o terceiro com as 450 restantes, para validar o teste no modelo escolhido para o reconhecimento da licença do veículo, que será apresentado no capítulo 6.

A localização da placa já foi realizada anteriormente no caso dos dígitos, bem como a realização dos processos de segmentação e de extração de características. A execução destes processos resultou numa base de dados de 3.000 letras com a seguinte distribuição para o treinamento:

Tabela V.50: Distribuição das letras do treinamento – DETRAN-RJ

Dígitos	Percentual
A	5,80
B	6,83
C	7,27
D	1,43
E	1,63
F	1,70
G	2,73
H	3,63
I	3,27
J	3,27
K	7,43
L	27,10
M	3,37
N	6,57
O	1,80
P	1,67
Q	2,00
R	1,73
S	1,23
T	1,60
U	1,33
V	1,20
W	1,03
X	1,17

Y	1,40
Z	1,83
Total	100,00

Pode-se verificar que a frequência de distribuição das letras “A”, “B”, “C”, “K”, “L” e “N” são as mais elevadas e cabe ressaltar a grande representatividade da letra “L” (acima de 25% do total). Já para as letras “D”, “S”, “U”, “V”, “W”, “X” e “Y” a frequência foi bem menor. O fato de ocorrer uma maior incidência num determinado conjunto de letras deve-se à composição da licença para placas da cidade do Rio de Janeiro ter uma maior incidência na combinação destas letras.

Todos os tipos de modelos testados operam com uma entrada de dimensão α (tamanho do vetor de características obtido pelo método utilizado na extração de características). A camada oculta é composta por β neurônios, onde β é igual à média aritmética da entrada com a saída e a saída é composta por 26 neurônios. Na saída foram adotadas as mesmas duas estratégias utilizadas nos dígitos, a “Alfa & Beta” e a “The Winner Takes All”.

O treinamento das redes foi dividido em duas partes: a primeira, utilizando a estratégia de saída “Alfa & Beta”, e a segunda fazendo uso da estratégia “The Winner Takes All”. Foram testadas diversas redes com vinte treinamentos para cada um dos diversos métodos de extração de características. Os resultados obtidos através da saída “Alfa & Beta” estão apresentados na tabela V.51; o modelo que obteve o melhor resultado dessa estratégia está representado no diagrama da figura V.18, e a sua matriz de confusão, na tabela V.52.

Tabela V.51: Resultados estratégia “Alfa & Beta” – letras DETRAN-RJ

Método	% Acerto Teste	% Rejeição Teste	Nr Ciclos Trein	Rede
Projeção Vertical 16	67,76	19,74	2000	14-20-26
Projeção Horizontal 16	68,53	17,87	2000	14-20-26
PV + PH 32	86,07	8,77	1275	28-27-26
Mapa de Bits 256	90,24	7,79	210	110-68-26
Quadrado 128	90,35	6,36	1007	60-43-26
MB + PV + PH 288	91,23	6,80	176	103-64-26

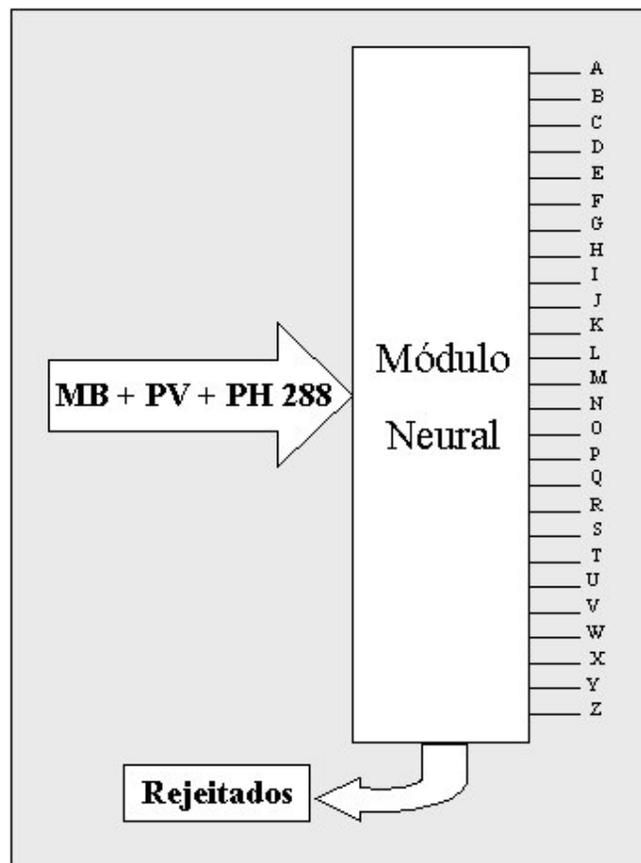


Figura V.18: MB + PV + PH 288 utilizado nas letras ("Alfa & Beta") – DETRAN-RJ

Tabela V.52: Matriz de Confusão: MB + PV + PH 288 nas letras ("Alfa & Beta") – DETRAN-RJ

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z				
A	52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	52	0,00	
B	0	55	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	56	1,79	
C	0	0	62	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64	3,13	
D	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0,00	
E	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0,00	
F	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	6,25	
G	0	0	0	0	0	0	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	19	5,26	
H	0	0	0	0	0	0	0	28	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	6,67	
I	0	0	0	0	0	0	0	0	26	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	3,70	
J	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	0,00	
K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	66	3,03	
L	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	243	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	245	0,82	
M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	0,00	
N	0	0	1	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	6,67	
O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0,00	
P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0,00
Q	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	7,14	
R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0,00	
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	1	0	0	12	8,33	
T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	15	0,00	
U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	7	0,00	
V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	11	0,00	
W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	6	0,00	
X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	8	0,00	
Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	13	0,00	
Z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	16	0,00
	52	55	63	11	13	15	20	31	28	28	65	244	27	59	9	14	13	13	12	15	7	11	7	9	13	16	912	8,77		
	100,00	100,00	98,41	100,00	100,00	100,00	90,00	90,32	92,86	96,43	98,46	99,59	100,00	94,92	88,89	100,00	100,00	100,00	91,67	100,00	100,00	100,00	85,71	88,89	100,00	100,00	91,23	832		

Nº rejeitados 62 6,80

Analisando os resultados apresentados na tabela V.52 verifica-se uma confusão mais acentuada entre as letras “N” e “H”, mas mesmo assim o percentual de acerto destas letras ficou acima de 90%. O menor percentual obtido foi na letra “W”, em virtude deste padrão ter poucas amostras (apenas 7) para o teste, e portanto, um erro representa uma queda acentuada na taxa de reconhecimento deste padrão. As demais letras ficaram todas com um percentual de acerto de no mínimo 90% (em ordem de grandeza).

Para a estratégia “The Winner Takes All”, também foram treinadas diversas redes com vinte experimentos e os resultados obtidos com esta estratégia estão apresentados na tabela V.53. O modelo que obteve o melhor resultado dessa estratégia está representado no diagrama da figura V.19, e a sua matriz de confusão, na tabela V.54.

Tabela V.53: Resultados estratégia “WTA” com entrada concatenada– letras DETRAN-RJ

Método	% Acerto Teste	Nr Ciclos Trein	Rede
Projeção Vertical 16	73,68	2000	14-20-26
Projeção Horizontal 16	75,77	2000	14-20-26
PV + PH 32	90,46	1945	28-27-26
Quadrado 128	94,74	871	63-44-26
MB + PV + PH 288	95,29	167	114-70-26
Mapa de Bits 256	95,39	186	122-74-26

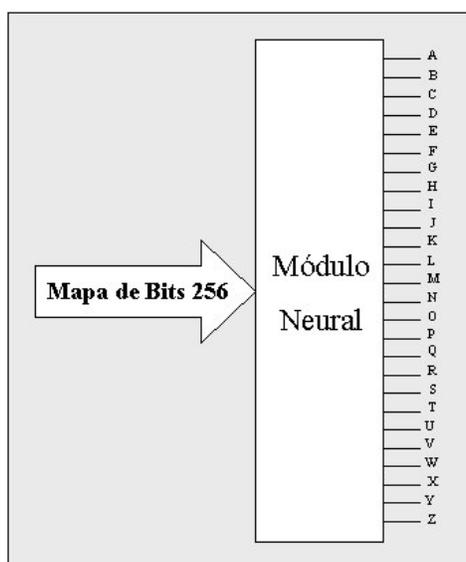


Figura V.19: Concatenação MB + PV + PH 288 (WTA) nas letras – DETRAN-RJ

Tabela V.54: Matriz de confusão: Mapa de Bits 256 (WTA) nas letras – DETRAN-RJ

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z			
A	52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	52	0,00
B	0	60	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64	6,25
C	0	0	65	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	69	5,80
D	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	7,14
E	0	1	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	6,67
F	0	1	0	0	0	15	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	11,76
G	0	0	0	0	0	0	22	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	24	8,33
H	0	0	0	0	0	0	0	29	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	32	9,38
I	0	0	0	0	0	0	0	0	28	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	6,67
J	1	0	0	0	0	0	0	0	1	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	32	12,50
K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	66	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	67	1,49
L	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	243	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	247	1,62
M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0,00
N	0	0	1	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	56	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	61	8,20
O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	18,75
P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0,00
Q	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	7,14
R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0,00
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	1	0	0	12	8,33	
T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	15	0,00
U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	11	18,18
V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	12	8,33
W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	9	0,00	
X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	9	0,00	
Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	13	0,00	
Z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	16	17	5,88	
	53	62	66	13	15	16	25	33	30	30	67	244	31	60	17	15	18	16	12	15	12	11	10	11	13	17	912	4,61	
	98,11	96,77	98,48	100,00	93,33	93,75	88,00	87,88	93,33	93,33	98,51	99,59	96,77	93,33	76,47	100,00	72,22	93,75	91,67	100,00	75,00	100,00	90,00	81,82	100,00	94,12	95,39	870	

Analisando os resultados apresentados na tabela V.54 pode-se notar que as confusões mais acentuadas ocorrem entre as letras “H” e “N”, “O” e “Q”.

Terminado todo o treinamento das redes, foi dado início à bateria de testes, que dispõe de 10 conjuntos de testes distintos, cada um com 750 letras. As tabelas V.55 e V.56, apresentam a distribuição das letras em cada teste.

Tabela V.55: Distribuição das letras dos Testes 1 ao 5 – DETRAN-RJ

Letras	% Teste 1	% Teste 2	% Teste 3	% Teste 4	% Teste 5
A	5,20	6,40	5,47	4,40	6,80
B	6,67	8,40	8,00	6,80	7,47
C	7,20	5,60	7,47	9,20	8,80
D	2,40	2,13	1,33	2,00	1,33
E	1,47	1,60	1,33	1,73	1,87
F	1,87	2,40	1,47	2,13	2,27
G	2,80	3,73	2,27	3,60	2,13
H	3,07	2,00	2,40	1,47	2,40
I	2,93	3,20	4,00	2,80	3,60
J	3,73	3,47	4,27	4,00	4,13
K	7,47	6,67	5,60	7,20	6,67
L	26,67	25,20	28,53	25,20	27,60
M	1,73	2,80	2,53	3,73	3,60
N	8,67	6,00	6,93	7,07	5,73
O	2,40	1,47	2,13	2,00	1,73
P	1,20	1,33	1,73	0,93	0,67
Q	1,20	1,20	1,33	2,27	2,53
R	1,33	2,40	2,67	1,73	0,93
S	1,33	2,13	2,13	0,80	1,07
T	1,47	2,53	1,87	0,53	1,33
U	1,20	1,47	0,53	2,53	0,53
V	2,13	1,33	1,33	1,87	1,47
W	0,80	1,33	0,53	1,33	1,07
X	1,60	1,07	1,33	1,47	2,00
Y	2,00	2,00	1,60	2,13	0,67
Z	1,47	2,13	1,20	1,07	1,60
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Tabela V.56: Distribuição das letras dos Testes 6 ao 10 – DETRAN-RJ

Letras	% Teste 6	% Teste 7	% Teste 8	% Teste 9	% Teste 10
A	4,67	5,07	6,40	5,07	7,87
B	6,40	5,47	7,87	6,40	8,40
C	8,53	8,67	6,67	8,53	5,87
D	1,87	2,40	1,20	2,67	3,07
E	2,00	2,00	0,80	1,47	1,87
F	1,07	1,47	0,80	1,87	1,33
G	3,20	2,00	1,87	2,00	2,93
H	2,00	2,80	4,13	3,60	3,07
I	4,13	2,53	3,07	4,27	2,00
J	3,60	3,20	3,07	4,13	3,73
K	8,00	8,27	5,87	6,27	8,80
L	26,53	25,87	29,47	27,73	24,80
M	3,73	2,93	3,47	4,13	3,20
N	6,80	7,47	7,33	5,33	6,40
O	1,87	3,47	2,67	0,93	2,27
P	1,33	1,73	0,80	1,73	1,87
Q	2,40	1,60	1,60	2,53	1,47
R	1,87	1,87	1,87	1,73	1,47
S	1,33	1,60	1,73	1,60	0,80
T	0,93	2,40	1,47	0,93	1,47
U	0,67	1,60	0,67	0,93	1,87
V	1,60	0,67	1,87	1,73	1,47
W	1,07	0,80	0,27	0,53	1,33
X	1,73	1,20	1,60	0,27	0,40
Y	1,73	1,73	1,87	2,40	1,33
Z	0,93	1,20	1,60	1,20	0,93
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

De um modo geral, a distribuição seguiu os mesmos padrões da distribuição dos dados de treinamento, mantendo as mesmas incidências de letras.

Com o emprego desta bateria de teste, somente nas redes que obtiveram os melhores resultados, busca-se verificar a estabilidade do modelo empregado, suas respectivas margens de tolerância e validar a confiabilidade do resultado atingido.

Analisando os melhores resultados obtidos pelas duas estratégias de interpretação da saída, “Alfa & Beta” e “The Winner Takes All”, pode-se comprovar através das tabelas V.52 e V.54 que os resultados obtidos pela estratégia “The Winner

Takes All” foram os melhores em todos os tipos de rede. Em virtude deste fato, todos os experimentos de teste foram realizados com base nos dados das redes dessa estratégia.

A seguir são apresentados todos os resultados dos testes, por cada tipo de método de extração de características utilizado.

- **Projeção Vertical 16**

Tabela V.57: Resultados dos Testes com Projeção Vertical 16 – letras DETRAN-RJ

Teste	Acerto	%	Erro	%
1	539	71,87	211	28,13
2	543	72,40	207	27,60
3	567	75,60	183	24,40
4	547	72,93	203	27,07
5	567	75,60	183	24,40
6	528	70,40	222	29,60
7	534	71,20	216	28,80
8	559	74,53	191	25,47
9	574	76,53	176	23,47
10	562	74,93	188	25,07
Média	552	73,60	198	26,40
Desvio-padrão	15,84	2,11	15,84	2,11

- **Projeção Horizontal 16**

Tabela V.58: Resultados dos Testes com Projeção Horizontal 16– letras DETRAN-RJ

Teste	Acerto	%	Erro	%
1	536	71,47	214	28,53
2	542	72,27	208	27,73
3	560	74,67	190	25,33
4	523	69,73	227	30,27
5	564	75,20	186	24,80
6	545	72,67	205	27,33
7	532	70,93	218	29,07
8	572	76,27	178	23,73
9	580	77,33	170	22,67
10	555	74,00	195	26,00
Média	550,9	73,45	199,1	26,55
Desvio-padrão	18,36	2,45	18,36	2,45

- **Projeção Vertical + Projeção Horizontal 32**

Tabela V.59: Resultados dos Testes com PV + PH 32 – letras DETRAN-RJ

Teste	Acerto	%	Erro	%
1	639	85,20	111	14,80
2	665	88,67	85	11,33
3	687	91,60	63	8,40
4	667	88,93	83	11,07
5	684	91,20	66	8,80
6	660	88,00	90	12,00
7	662	88,27	88	11,73
8	679	90,53	71	9,47
9	689	91,87	61	8,13
10	683	91,07	67	8,93
Média	671,5	89,53	78,5	10,47
Desvio-padrão	15,75	2,10	15,75	2,10

- **Quadrado 128**

Tabela V.60: Resultados dos Testes com Quadrado128 – letras DETRAN-RJ

Teste	Acerto	%	Erro	%
1	666	88,80	84	11,20
2	697	92,93	53	7,07
3	702	93,60	48	6,40
4	688	91,73	62	8,27
5	687	91,60	63	8,40
6	694	92,53	56	7,47
7	690	92,00	60	8,00
8	708	94,40	42	5,60
9	717	95,60	33	4,40
10	699	93,20	51	6,80
Média	694,8	92,64	55,2	7,36
Desvio-padrão	13,75	1,83	13,75	1,83

- **Mapa de Bits + Projeção Vertical + Projeção Horizontal 288**

Tabela V.61: Resultados dos Testes com MB + PV + PH 288– letras DETRAN-RJ

Teste	Acerto	%	Erro	%
1	706	94,13	44	5,87
2	708	94,40	42	5,60
3	718	95,73	32	4,27
4	716	95,47	34	4,53

5	727	96,93	23	3,07
6	724	96,53	26	3,47
7	712	94,93	38	5,07
8	723	96,40	27	3,60
9	731	97,47	19	2,53
10	726	96,80	24	3,20
Média	719,1	95,88	30,9	4,12
Desvio-padrão	8,48	1,13	8,48	1,13

- Mapa de Bits

Tabela V.62: Resultados dos Testes com Mapa de Bits 256 - letras DETRAN-RJ

Teste	Acerto	%	Erro	%
1	693	92,40	57	7,60
2	701	93,47	49	6,53
3	714	95,20	36	4,80
4	705	94,00	45	6,00
5	717	95,60	33	4,40
6	713	95,07	37	4,93
7	704	93,87	46	6,13
8	716	95,47	34	4,53
9	730	97,33	20	2,67
10	716	95,47	34	4,53
Média	710,9	94,79	39,1	5,21
Desvio-padrão	10,38	1,38	10,38	1,38

Para uma melhor visualização, apresenta-se na tabela V.63 um quadro resumo dos testes realizados com os diversos métodos de extração de características empregados. O melhor valor obtido encontra-se destacado em negrito.

Tabela V.63: Resultados dos Testes - letras DETRAN-RJ

Método	Cota Inferior	Média	Cota Superior	Desvio-padrão
Projeção Horizontal 16	71,00	73,45	75,90	2,45
Projeção Vertical 16	71,49	73,63	75,71	2,11
PV + PH 32	87,43	89,53	91,63	2,10
Quadrado 128	90,81	92,64	94,47	1,83
Mapa de Bits 256	93,40	94,79	96,17	1,38
MB + PV + PH 288	94,75	95,88	97,01	1,13

Com base na tabela V.63 pode-se notar que os métodos de projeção vertical e horizontal obtiveram os menores valores de média (em torno de 71,00) enquanto o método que concatena os métodos do mapa de bits, de projeção vertical e horizontal atingiu o maior valor de média (aproximadamente 96,00), apesar do método do mapa de bits 256 ter obtido um valor um pouco melhor no teste apresentado na tabela V.53. Fazendo uma comparação entre os valores menor e maior de média, pode-se ver que foi obtido um ganho real e expressivo no reconhecimento da ordem de 35,04%, o que demonstra a evolução do grau de desempenho atingido e confirma que os valores obtidos no treinamento das redes é confiável.

Em função dos resultados alcançados com a rede MB + PV + PH 288, esta foi a definida para compor o modelo neural de reconhecimento das letras.

A fim de estabelecer um grau de confiança maior na saída da rede, foi elaborada uma nova estratégia de saída, chamada de “Comitê”. Esta estratégia de saída contém quatro estágios e funciona da seguinte maneira:

- 1º Estágio

É composto por duas redes, a primeira com 26 saídas (A a Z), utilizando o método do quadrado 128 e a segunda também com 26 saídas (A a Z), fazendo uso do Mapa de Bits 256. Ambas redes recebem a mesma entrada, e a saída é selecionada através da estratégia “The Winner Takes All”. Se a saída das redes for coincidente, o padrão é aceito e escrito na cor preta, dando o mesmo grau de certeza utilizado no caso dos dígitos, caso contrário ela é rejeitada e é enviada para o próximo estágio.

- 2º Estágio

Neste estágio é aplicado um conjunto de regras sobre os vetores respostas das redes do 1º estágio. É feita uma comparação entre as saídas, e se elas atenderem as regras, o padrão é aceito e escrito na cor azul (grau de confiança), caso contrário ele é rejeitado e é enviado para o estágio seguinte. As regras funcionam da seguinte maneira:

O conjunto de regras é formado por 12 regras, cada uma representa um par de confusão entre o quadrado 128 e mapa de bits 256. Cada regra, considerando as confusões observadas entre a representação pelo mapa de bits 256 e quadrado 128, é do tipo: se rede do quadrado = “B” e rede mapa de bits = “C”, então resposta é “B”. A tabela V.64 mostra o conjunto de regras onde o elemento da coluna 1 representa o

caractere da rede do quadrado, enquanto o da coluna 2 representa o caractere da rede do mapa de bits e o da coluna 3 representa a saída.

Tabela V. 64: Conjunto de Regras

B	C	B
B	P	B
C	G	C
D	G	G
O	G	G
N	G	G
H	R	H
I	L	L
L	I	I
O	C	C
Q	C	C
Q	G	G

O conjunto de regras foi concebido com base na análise das confusões verificadas nas matrizes de confusão da bateria de teste, que foram realizadas com o quadrado 128 e o mapa de bits 256. Foram levantados os padrões que geralmente eram confundidos por ambos métodos, e qual era o padrão confundido. Com base nessas informações, algumas regras foram estabelecidas referente às confusões que o mapa de bits realizava com um determinado padrão, e da mesma forma, foi feito com o quadrado. Assim, pôde-se estabelecer que, quando um determinado padrão “φ” era confundido com um padrão “ρ” no mapa de bits, e o quadrado o confundia com o padrão “π”, a resposta para ambos os métodos era o padrão “φ”. Desta maneira, foi possível identificar as doze regras que compõem o conjunto de regras.

- 3º Estágio

É composto por uma rede com 26 saídas (A a Z) utilizando os métodos de projeção vertical 16 e horizontal 16 concatenados. Esta rede recebe a entrada, e a saída é selecionada através da estratégia “Alfa & Beta”. Se a saída atender os requisitos da estratégia o padrão é aceito e escrito na cor verde (grau de confiança), caso contrário ele é rejeitado e é enviado para o último estágio.

- 4º Estágio

É composto por uma rede com 26 saídas (A a Z) utilizando os métodos do mapa de bits 256 e projeção vertical 16 e horizontal 16 concatenados. Esta rede recebe a entrada, e a saída é selecionada através da estratégia “The Winner Takes All” e escrita na cor vermelha (grau de confiança). A figura V.20 representa o modelo utilizado por esta estratégia e a tabela V.65 apresenta a matriz de confusão desta estratégia.

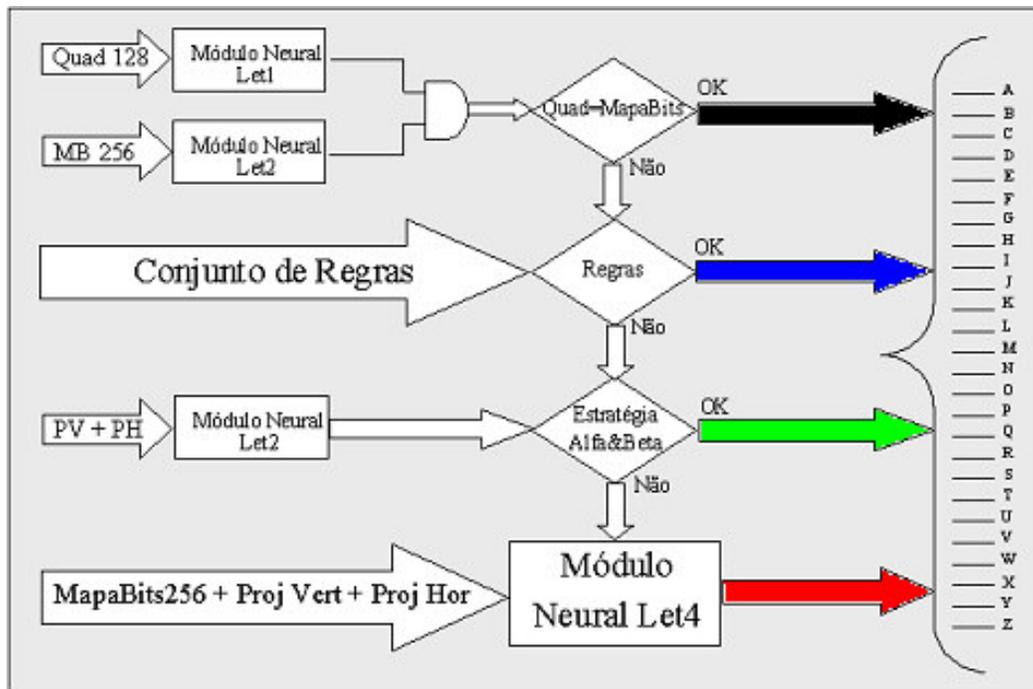


Figura V.20: Modelo da estratégia de saída "Comitê" nas letras – DETRAN-RJ

Tabela V.65: Matriz de confusão da estratégia de saída “Comitê” nas letras – DETRAN-RJ

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z				
A	53	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	55	3,64	
B	0	61	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63	3,17	
C	0	0	65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65	0,00	
D	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0,00	
E	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0,00	
F	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	5,88	
G	0	0	0	0	0	0	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	24	4,17		
H	0	0	0	0	0	0	0	29	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	32	9,38	
I	0	0	0	0	0	0	0	0	27	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	3,57	
J	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	0,00	
K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	66	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	67	1,49	
L	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	243	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	245	0,82	
M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	3,45	
N	0	0	1	0	0	0	0	4	0	0	0	0	2	56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63	11,11	
O	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	13,33	
P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0,00	
Q	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	26,09	
R	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	5,88	
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	1	0	0	12	8,33		
T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	15	0,00	
U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	12	0,00	
V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	12	8,33	
W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	10	10,00	
X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	10	0,00	
Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	13	0,00		
Z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	17	0,00
	53	62	66	13	15	16	25	33	30	30	67	244	31	60	17	15	18	16	12	15	12	11	10	11	13	17	912	3,62		
	100,00	98,39	98,48	76,92	100,00	100,00	92,00	87,88	90,00	93,33	98,51	99,59	90,32	93,33	76,47	100,00	94,44	100,00	91,67	100,00	100,00	100,00	90,00	90,91	100,00	100,00	96,38	879		

As redes que compõem esta estratégia de saída são as que obtiveram os melhores resultados nas baterias de testes com a estratégia “The Winner Takes All”. Na tabela V.66 é apresentado os resultados atingidos pela bateria de teste realizada.

Tabela V.66: Resultados dos testes na estratégia “Comitê” – letras DETRAN-RJ

Teste	Acerto	%	Erro	%
1	694	92,53	56	7,47
2	709	94,53	41	5,47
3	720	96,00	30	4,00
4	704	93,87	46	6,13
5	721	96,13	29	3,87
6	713	95,07	37	4,93
7	711	94,80	39	5,20
8	719	95,87	31	4,13
9	726	96,80	24	3,20
10	726	96,80	24	3,20
Média	714,30	95,24	35,70	4,76
Desvio-padrão	9,65	1,29	9,65	1,29

Baseado nos resultados da tabela V.66, pode-se verificar que o valor da cota inferior desta rede é 93,95 e da cota superior é 96,53. Analisando os valores das redes em função destas cotas, pode-se notar que 70% estão dentro da faixa compreendida pelas cotas e os 30% restantes estão muito próximos, o que se concluiu que o valor real da rede para este método, geralmente, estará dentro ou bem próximo deste intervalo.

Analisando os melhores resultados obtidos, decidiu-se então que a solução para o módulo de reconhecimento de letras seria composto pela rede que utiliza a estratégia “Comitê”, apesar dela não ter obtido o melhor resultado (média 95,24), sua taxa ficou bem próxima da melhor rede (MB+PV+PH 288: média 95,88), entretanto, a sua utilização garante uma maior confiabilidade no reconhecimento em virtude das abordagens empregadas.

As matrizes de confusão de cada uma das redes neurais que compõem as estratégias utilizadas neste estudo de caso encontram-se reunidas no ANEXO B e as suas configurações no ANEXO A desta dissertação.

No capítulo 6, são avaliados os desempenhos alcançados pelas estratégias de reconhecimento para os dígitos, letras e a placa como um todo. Também é feita uma comparação do sistema proposto com os sistemas comerciais SIAV e o SEECAR.

6. AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO

6.1. INTRODUÇÃO

No capítulo anterior foram apresentados os modelos e as estratégias de interpretação dos resultados estudadas para a concepção e desenvolvimento do sistema de reconhecimento (dígitos e letras) da licença de um veículo nos três estudos de casos desenvolvidos neste trabalho.

Neste capítulo é feita uma análise do desempenho dos resultados alcançados pelas estratégias de reconhecimento para os dígitos, letras e a placa como um todo. Também é feita uma comparação do sistema proposto, que é composto pelas estratégias que foram definidas como as melhores para realizarem o reconhecimento nos dígitos e nas letras com dois sistemas comerciais, o primeiro desenvolvido no Brasil, o SIAV2.0 (AUTOMATISA, 2002) e com o SEECAR (HTSOL, 2002) que foi desenvolvido por uma empresa Israelense.

6.2. CASO DO DER-RJ

6.2.1. Dígitos

Analisando a tabela VI.1 que apresenta os resultados alcançados pela melhor rede treinada (quadrado 128) e considerando um patamar mínimo desejável de 95% de acerto médio para cada dígito, pode-se verificar que nenhum padrão obteve tal resultado. O desempenho médio obtido foi de 78,50%, bastante longe do valor estipulado como um bom resultado.

Tabela VI.1: Valores por padrão da melhor rede treinada nos dígitos – DER-RJ

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Padrões	312	296	336	312	328	312	352	344	248	360
% Acerto	61,54	91,89	90,48	82,05	90,24	82,05	70,45	90,70	32,26	93,33
Erro	120	24	32	56	32	56	104	32	168	24

6.2.2. Letras

Analisando a tabela VI.2 que apresenta os resultados alcançados pela melhor rede treinada (quadrado 128) e considerando um patamar mínimo desejável de 90% de acerto médio para cada letra, pode-se verificar que apenas nove padrões atingiram este valor, que foram os seguintes: “A”, “G”, “I”, “J”, “K”, “L”, “M”, “P” e “S”. Um fato importante, que representou uma grande queda no desempenho da rede, foram as letras, “D”, “F”, “U”, “V”, “Y” e “Z” que não acertaram nenhum padrão no teste, ficando com taxa zero de reconhecimento. O desempenho médio obtido foi de 52,69%.

Tabela VI.2: Valores por padrão da melhor rede treinada nas letras – DER-RJ

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Padrões	131	161	243	44	44	21	87	52	118	95
% Acerto	90,08	60,87	86,42	0,00	40,91	0,00	94,25	40,38	100,00	100,00
Erro	13	63	33	44	26	21	5	31	0	0
	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
Padrões	242	382	74	81	80	60	66	73	59	51
% Acerto	97,11	96,34	90,54	45,68	37,50	100,00	22,73	80,82	100,00	72,55
Erro	7	14	7	44	50	0	51	14	0	14
	U	V	W	X	Y	Z				
Padrões	51	42	21	51	35	36				
% Acerto	0,00	0,00	0,00	13,73	0,00	0,00				
Erro	51	42	21	44	35	36				

6.2.3. Placa

Não foi desenvolvida a estratégia de reconhecimento da placa, somente foi feito o estudo para os dígitos e letras separadamente.

6.3. CASO DA CETRIO

6.3.1. Dígitos

Com base na tabela VI.3 que apresenta os resultados alcançados pela melhor rede treinada (Quad128+MB256_0e8) e considerando o mesmo patamar estabelecido nos dados do DER-RJ, pode-se verificar que apenas dois padrões não atingiram o resultado estipulado, o dígito “3” e “9”, porém os valores ficaram bem próximos do valor determinado. O desempenho médio obtido foi de 97,08%.

Tabela VI.3: Valores por padrão da melhor rede treinada nos dígitos – CETRIO

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Padrões	41	60	92	79	78	90	81	81	35	58
% Acerto	97,56	96,67	98,91	93,67	97,44	96,67	98,77	96,30	100,00	94,83
Erro	1	2	1	5	2	3	1	3	0	3

6.3.2. Letras

Verificando os resultados alcançados pela melhor rede treinada (mapa de bits 256) na tabela VI.4 e considerando o mesmo patamar estabelecido nos dados do DER-RJ, pode-se verificar que os padrões “A”, “C”, “E”, “F”, “G”, “I”, “J”, “L”, “M”, “N”, “P”, “S”, “T”, “V”, “X” e “Z” atingiram os valores estipulados. O desempenho médio obtido foi de 83,69%.

Tabela VI.4: Valores por padrão da melhor rede treinada nas letras – CETRIO

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Padrões	43	21	49	10	11	15	20	18	16	20
% Acerto	93,02	85,71	91,84	70,00	90,91	93,33	100,00	88,89	100,00	100,00
Erro	3	3	4	3	1	1	0	2	0	0
	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
Padrões	39	77	21	30	12	11	2	13	12	6
% Acerto	89,74	100,00	90,48	93,33	50,00	100,00	50,00	76,92	100,00	100,00
Erro	2	0	2	2	6	0	1	3	0	0
	U	V	W	X	Y	Z				
Padrões	12	12	2	11	8	9				
% Acerto	83,33	100,00	0,00	90,91	37,50	100,00				
Erro	2	0	2	1	5	0				

6.3.3. Placa

Da mesma forma que nos dados do DER-RJ, neste estudo de caso também não foi desenvolvida a estratégia de reconhecimento da placa, somente foi feito o estudo para os dígitos e letras separadamente.

6.4. CASO DO DETRAN-RJ

6.4.1. Dígitos

Em função dos resultados alcançados nos dígitos da CETRIO, decidiu-se aumentar para 97% o patamar mínimo. A tabela VI.5 apresenta os resultados da rede Quad128+MB256_0e8 e pode-se verificar que apenas os padrões “0”, “1”, “4” e “7” obtiveram um resultado abaixo deste valor. O valor de desempenho médio foi de 97,63%.

Tabela VI.5: Valores por padrão da melhor rede treinada nos dígitos – DETRAN-RJ

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Padrões	126	133	118	123	120	109	119	129	119	110
% Acerto	96,03	96,99	99,15	97,56	96,67	97,25	99,16	96,12	99,16	98,18
Erro	5	4	1	3	4	3	1	5	1	2

6.4.2. Letras

Conforme feito nos dígitos, também foi aumentado o valor do patamar mínimo para 93%. A tabela VI.6 apresenta os resultados da melhor rede e pode-se verificar que apenas os padrões “D”, “G”, “H”, “T”, “M”, “O”, “S” e “W” alcançaram um resultado abaixo do patamar. O valor de desempenho médio foi de 94,70%.

Tabela VI.6: Valores por padrão da melhor rede treinada nas letras – DETRAN-RJ

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Padrões	53	62	66	13	15	16	25	33	30	30
% Acerto	100,00	98,39	98,48	76,92	100,00	100,00	92,00	87,88	90,00	93,33
Erro	0	1	1	3	0	0	2	4	3	2
	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
Padrões	67	244	31	60	17	15	18	16	12	15
% Acerto	98,51	99,59	90,32	93,33	76,47	100,00	94,44	100,00	91,67	100,00
Erro	1	1	3	4	4	0	1	0	1	0
	U	V	W	X	Y	Z				
Padrões	12	11	10	11	13	17				
% Acerto	100,00	100,00	90,00	90,91	100,00	100,00				
Erro	0	0	1	1	0	0				

6.4.3. Placa

O modelo definido para a realização do reconhecimento da placa é constituído por dois módulos neurais distintos. O primeiro, executa o reconhecimento das letras e o segundo dos dígitos. A figura VI.1 representa o modelo utilizado.

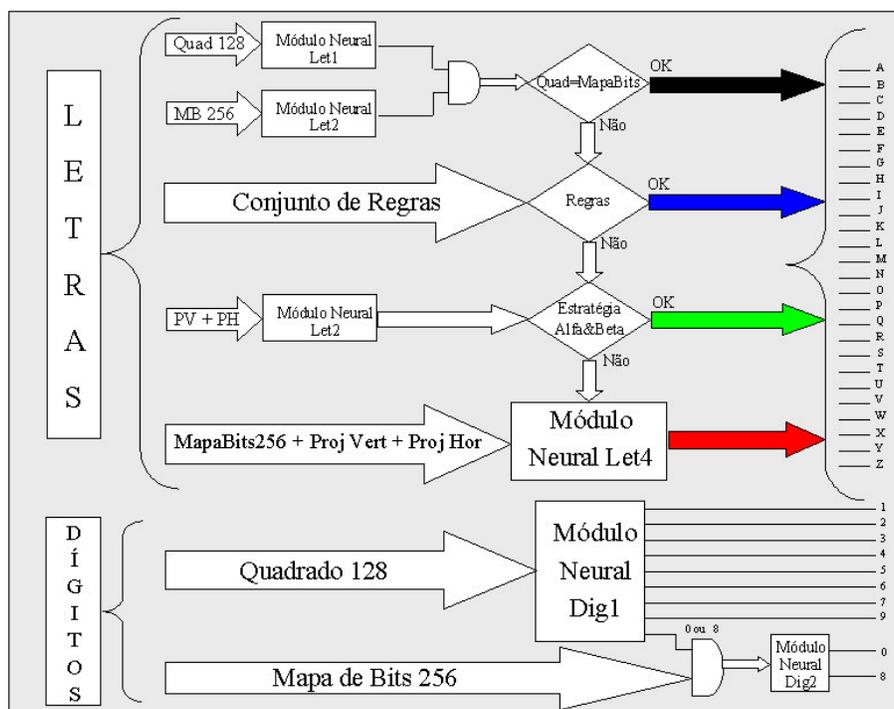


Figura VI.1: Módulo de reconhecimento da licença da placa – DETRAN-RJ

O teste realizado para o reconhecimento da placa foi executado com o terceiro conjunto de dados, criado no capítulo V (item 5.6.1.). Este conjunto de teste é composto por 450 imagens. Deste conjunto foram aleatoriamente separadas 300 imagens para posteriormente realizar uma comparação do sistema desenvolvido com outros dois sistemas comerciais. As 150 imagens restantes foram utilizadas apenas para a análise de desempenho do sistema proposto. Nestas imagens foram criados três conjuntos com 50 imagens cada um. Estes conjuntos foram divididos nas seguintes classes distintas: fotos boas, normais e ruins.

A separação das imagens para compor cada um dos conjuntos foi realizada visualmente. Cabe ressaltar que no conjunto de imagens ruins existem exemplares que o próprio ser humano tem dificuldade em reconhecer a licença do veículo.

A tabela VI.7 apresenta os resultados apurados na avaliação dos três conjuntos, discriminando os erros ocorridos na localização, segmentação e reconhecimento.

Tabela VI.7: Resultado da avaliação do reconhecimento da placa nos três conjuntos de imagens - DETRAN-RJ

Avaliação		Img Boas	%	Img Normais	%	Img Ruins	%
Localização	Acerto	50	100,00	50	100,00	47	94,00
	Erro	0	0,00	0	0,00	3	6,00
Segmentação	Acerto	47	94,00	43	86,00	21	44,68
	Erro	3	6,00	7	14,00	26	55,32
Reconhecimento (válidas)	Acerto	43	91,49	39	90,70	20	95,24
	Erro	4	8,51	4	9,30	1	4,76
Geral (Loc+Seg+Rec)	Acerto	43	86,00	39	78,00	20	40,00
	Erro	7	14,00	11	22,00	30	60,00

Analisando a tabela VI.7 pode-se verificar como os processos de localização e de segmentação impactam sobre o processo de reconhecimento, quando estes falham em sua tarefa. O erro ocorrido na localização é propagado para a segmentação, e se neste processo também ocorrer erro, este é acumulado com o erro na localização que, por sua vez é propagado para o reconhecimento, causando com isso uma queda do reconhecimento. Fazendo uma análise apenas nas imagens que chegam para o processo de reconhecimento, vemos que este tem sempre uma taxa de acerto acima de 90% na placa como um todo. Este valor alcançado é considerado muito bom, porém ainda se faz

necessário uma comparação com outros sistemas, para melhor avaliar o resultado obtido. Esta tarefa será mostrada no item a seguir.

6.5. COMPARAÇÃO COM OS SISTEMAS SIAV E SEECAR

O primeiro sistema, o SIAV2.0, foi desenvolvido pela empresa Automatisa S.A. sediada em Florianópolis-SC. Este sistema aceita como entrada imagens coloridas ou em tons de cinza, com resolução de 320x240 ou 640x480 pixels e cinco tipos diferentes de formatos (“bmp”, “ico”, “emf”, “wmf” e “jpg”). O outro sistema, o SEECAR, foi desenvolvido pela empresa Hi-Tech Solutions de Israel. Este sistema somente aceita imagens em tons de cinza, com resolução de 768x288 pixels e formato “bmp”.

O teste realizado para avaliar o reconhecimento da placa foi executado nas 300 imagens definidas anteriormente para a realização desta comparação. Neste conjunto encontram-se imagens consideradas boas, normais e ruins. As figuras VI.2, VI.3 e VI.4 apresentam um exemplo de cada tipo de imagem.



Figura VI.2: Imagem considerada boa – DETRAN-RJ



Figura VI.3: Imagem considerada normal – DETRAN-RJ



Figura VI.4: Imagem considerada ruim – DETRAN-RJ

A tabela VI.8 apresenta os resultados apurados referente ao número de acertos/erros, enfatizando os valores obtidos pelo processo de reconhecimento para o DETRAN-RJ.

Tabela VI.8: Resultado da comparação entre os sistemas: DETRAN-RJ, SIAV2.0 e SEECAR

	SIAV2.0		%		SEECAR		%		DETRAN-RJ		%	
	Acerto	Erro	Acerto	Erro	Acerto	Erro	Acerto	Erro	Acerto	Erro	Acerto	Erro
Rec	143	118	47,67	39,33	149	73	49,67	24,33	201	29	67,00	9,67

Somando-se a quantidade de acerto e erro na tabela VI.8, pode-se verificar que existe uma diferença em relação ao conjunto de teste (300 imagens). Esta diferença deve-se ao fato de que em algumas imagens não se obteve sucesso na localização da placa ou na segmentação dos caracteres da placa e, como consequência, não chegou-se a executar o processo de reconhecimento.

Com base na tabela VI.8 pode-se verificar que o melhor resultado atingido no reconhecimento foi de 201 placas (67,00%) pelo sistema DETRAN-RJ. Levando em consideração o objetivo a que se propõem os sistemas avaliados, o reconhecimento da licença do veículo, o sistema proposto (DETRAN-RJ) é 40,55% superior que o SIAV2.0 e 38,92% que o SEECAR, o que comprova uma melhor eficiência no reconhecimento do sistema proposto.

A figura VI.5 apresenta de forma gráfica os valores de reconhecimento de cada sistema. A comparação entre os sistemas encontra-se reunida no ANEXO D desta dissertação.

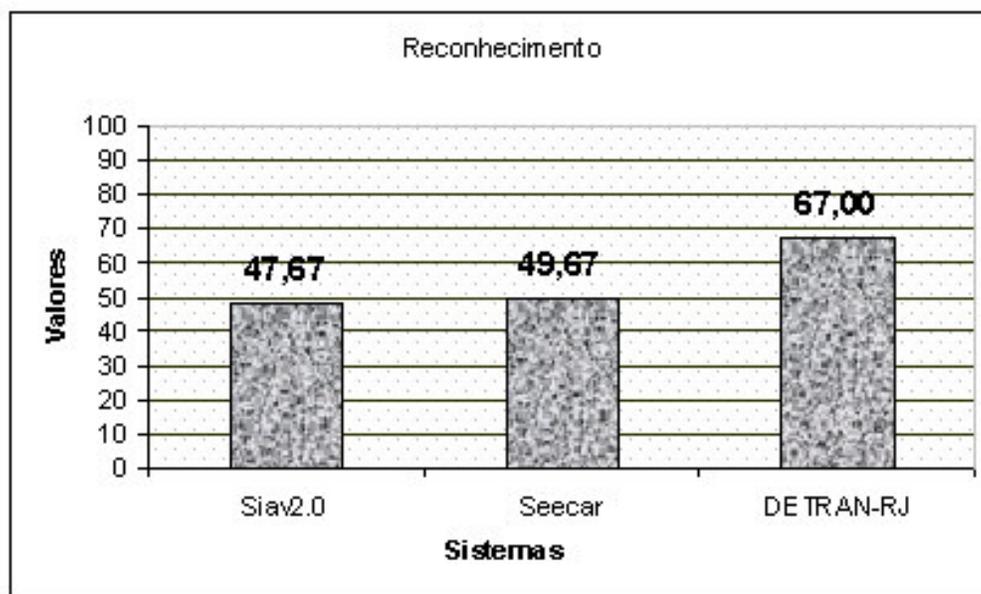


Figura VI.5: Taxa de Reconhecimento dos sistemas comparados

No capítulo 7 são apresentadas as conclusões e algumas sugestões para trabalhos futuros.

7. CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

7.1. CONCLUSÕES

O objetivo principal deste trabalho foi o estudo, a concepção, a implementação e a avaliação do desempenho de um modelo computacional para reconhecimento automático do número da licença dos veículos automotores a partir de imagens digitais (fotos ou filmagens) colhidas de veículos. O processo utilizado para realizar o reconhecimento está baseado nas técnicas de inteligência computacional, mais precisamente nas redes neurais.

A metodologia do modelo concebido foi modular, constituída por seis módulos distintos. Antes de iniciar o objetivo principal deste trabalho, o reconhecimento, foi necessário realizar um trabalho de avaliação dos módulos de localização da região da placa, de segmentação dos caracteres da placa e extração de características dos caracteres segmentados a fim de selecionar o método mais adequado para a solução do problema.

7.1.1. DER-RJ

No módulo de segmentação dos caracteres da placa o resultado foi de 76.61% de acerto, considerando os sete caracteres de cada placa. Desempenho este longe do esperado, reflexo da baixa qualidade das fotos originais, porém há alguns fatores determinantes para este resultado. O mais importante foi a baixa qualidade geral das fotos à disposição. A baixa resolução, aliada a dificuldades como iluminação, ruído gerado pelo ambiente (chuva, neblina, etc.) e problemas com as câmeras em si (falta de foco, localização inadequada, ângulo de visão impróprio, etc.), causaram problemas que, com certeza, foi a fonte das dificuldades enfrentadas na execução do trabalho.

Para o módulo de extração de características dos caracteres segmentados, foi apenas utilizado o método de projeção poligonal do quadrado com 128 medidas. Notou-

se, com os experimentos realizados, que o método de projeção poligonal do quadrado apresentava alguns problemas para realizar a discriminação dos caracteres que tinham as suas diferenças principais na parte interna, como por exemplo, os dígitos “0” e “8” e as letras “B” e “D”.

No módulo de reconhecimento, para o caso dos dígitos, o melhor resultado obtido teve o desempenho de 79,75% de acerto no conjunto de teste. Para o caso das letras, o melhor desempenho foi de 72,25% de acerto sobre o conjunto de teste. Foram detectadas algumas confusões mais frequentes que ocorreram entre “0” e “8” para a rede de dígitos e entre “B”, “D” e “O” na rede de letras. Isso acontece porque o exterior desses caracteres, seguindo a fonte utilizada na fabricação das placas, tem um desenho muito semelhante e o método utilizado para a extração de características, com já dito anteriormente, tem dificuldades de discriminar esses padrões.

7.1.2. CETRIO

O processo de segmentação dos caracteres da placa obteve 87,16 % de acerto, considerando os sete caracteres de cada placa. Desempenho este, ainda um pouco longe do esperado, reflexo da grande diversidade do processo de captura das fotos pelos vários “pardais” fixos e móveis, utilizados pela CET-RIO. O grande problema enfrentado ocorre quando a imagem capturada do veículo é originária de uma pista de três vias, pois à distância do “pardal” até o veículo é muito grande, ocasionando uma degradação na qualidade da imagem. Outros fatores importantes, que tem grande influência na segmentação é o ângulo existente entre o “pardal” e o eixo de deslocamento do veículo, pois quanto maior for este ângulo, mais inclinada estará a foto capturada, e maior será o tratamento dedicado a esta imagem.

Na extração das características dos caracteres segmentados, o método que proporcionou o melhor desempenho para o reconhecimento foi o do quadrado 128 combinado com o mapa de bits 256 para os dígitos e o mapa de bits 256 para as letras. A aplicação da técnica de PCA nos dados de entrada da rede, além de reduzir a dimensionalidade do vetor de características, ainda trouxe resultados melhores que os apresentados quando da utilização do vetor em sua forma original.

No reconhecimento dos dígitos a estratégia definida utilizou duas redes neurais: a primeira empregou o método de projeção poligonal com o quadrado 128 para a extração de características para o reconhecimento dos dígitos “1”, “2”, “3”, “4”, “5”, “6”, “7” e “9” e a outra rede fez uso do mapa de bits 256 para reconhecer somente os dígitos “0” e “8”. A taxa de reconhecimento dos dígitos foi de 96,98%. Para as letras, foi utilizado uma única rede, e sua taxa de acerto foi de 91,00%. Foram detectadas algumas confusões mais freqüentes que ocorreram entre “8” e “0” para a rede de dígitos e “B” e “D”, “B” e “O”, “D” e “O”, “G” e “B”, “I” e “L”, “J” e “I”, “T” e “I” e “Y” e “V” para a rede de letras. Isso acontece mais uma vez devido o exterior desses caracteres, seguindo a fonte utilizada na fabricação das placas, ter um desenho muito semelhante. Um aspecto muito importante que deve ser destacado é a pouca representatividade no conjunto de treinamento das letras “W”, “Q” e “T”, pois para estas letras o treinamento não surte o efeito esperado, tendo como conseqüência o erro desses padrões, causando uma queda no percentual de acerto da rede. A pequena quantidade dessas letras deve-se ao fato de que o banco de dados é constituído basicamente por veículos com placas da cidade do Rio de Janeiro, onde a incidência dessas letras na composição dos caracteres da placa é ínfima.

7.1.3. DETRAN-RJ

Na localização da região da placa o percentual de acerto atingido foi 98,67%, um resultado considerado muito bom, tendo em vista que o processo ainda encontra-se em desenvolvimento.

Na segmentação dos caracteres da placa o resultado foi de 91,82 % de acerto, considerando os sete caracteres de cada placa. Desempenho bem superior ao alcançado no estudo de caso do DER-RJ e da CETRIO, em virtude da implementação de novas rotinas no algoritmo de segmentação, que deram um melhor tratamento a alguns problemas que anteriormente não eram abordados.

Na extração das características dos caracteres segmentados foram utilizados os métodos: projeção poligonal com o quadrado 128, o mapa de bits 256, a projeção horizontal 16 e a projeção vertical 16. A aplicação da técnica de “Z-score” juntamente com a técnica de PCA nos dados de entrada da rede mostrou-se ser bastante eficiente,

tanto na normalização quanto na exclusão dos dados de entrada com pouca significância.

No reconhecimento dos dígitos a estratégia definida utilizou duas redes neurais, conforme utilizado na CETRIO, a primeira empregou o método poligonal do quadrado 128 para a extração de características e fez o reconhecimento dos dígitos “1”, “2”, “3”, “4”, “5”, “6”, “7” e “9” e a outra fez a utilização do mapa de bits 256 para reconhecer somente os dígitos “0” e “8”. A taxa de reconhecimento dos dígitos foi de 97,60%. Para as letras foi utilizado uma rede com a estratégia de saída “Comitê”, que faz uso, como método de extração de características, o poligonal do quadrado 128, o mapa de bits 256, a projeção vertical concatenada com a projeção horizontal e o mapa de bits concatenado com projeção vertical e com a projeção horizontal. Sua taxa de acerto foi de 96,38%. Foram detectadas algumas confusões mais frequentes que ocorreram entre “8” e “0” para a rede de dígitos e “D” e “Q”, “H” e “N”, “I” e “L”, “M” e “N”, “N” e “H” e “O” e “Q” para a rede de letras. Mais uma vez ocorrem estas confusões devido o exterior desses caracteres, seguindo a fonte utilizada na fabricação das placas, ter um desenho muito semelhante.

Para fins de aplicação no sistema DETRAN-RJ, a combinação das estratégias “The Winner Takes All” e “Alfa&Beta”, foi essencial, pois além de ser estabelecido um grau de confiança maior na saída, a questão visual através das cores utilizadas nos caracteres reconhecidos chama a atenção para a conferência visual da placa reconhecida com a da imagem do veículo.

Na comparação entre os sistemas (DETRAN-RJ, SIAV2.0 e SEECAR), pôde-se verificar que o sistema de melhor taxa no reconhecimento foi o do DETRAN-RJ proposto neste trabalho. A taxa obtida no reconhecimento foi 40,55% maior que o segundo melhor resultado, o que comprova a eficiência atingida pelo sistema DETRAN-RJ e confirma os resultados alcançados durante os testes de implementação do sistema.

A tabela VII.1 apresenta as conclusões de forma resumida.

Tabela VII.1: Quadro resumo das conclusões

Avaliação	DER-RJ	CETRIO	DETRAN-RJ
Localização	-	-	98,67%
Segmentação	76,61%	87,16%	91,82%
Extração de Características	Quad128	Quad128 e 256, Quad Rot 128, Hex 128 e 256, MB 256	Quad128, MB 256, PV16 e PH16
Reconhecimento de Dígitos	79,75% WTA	96,98% WTA	97,60% WTA e “Alfa&Beta”
Reconhecimento de Letras	72,25% WTA	91,00 WTA	95,24% WTA, “Alfa&Beta” e Comitê.
Avaliação	SIAV2.0	SEECAR	DETRAN-RJ
Reconhecimento	46,67%	49,67%	67,00%

7.2. TRABALHOS FUTUROS

Algumas sugestões podem ser indicadas para trabalhos futuros como a implementação de novos modelos neurais, como por exemplo, o da rede fuzzy art, que é recomendada para a utilização em problemas de reconhecimento de padrões.

Seria interessante o estudo de novas estratégias de interpretação da saída da rede, cuja finalidade seria uma maior confiabilidade no resultado apresentado.

Na estratégia de saída “Comitê” poderia ser estudado a criação de novos vetores de regras em função de novos modelos neurais empregados.

Para a entrada da rede poderiam ser testados novos vetores que fizessem a concatenação de alguns métodos de extração de características que não foram avaliados neste trabalho.

A fim de reduzir ou acabar com algumas confusões encontradas no reconhecimento das letras, como por exemplo, entre “N” e “H”, poderia ser estudado uma rede especialista apenas na diferenciação destes padrões.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASIAVISION, Computer Recognition System, Inc. Disponível na internet via http://www.asiavision.com.hk/vecon_vis.html. Arquivo consultado em 2002.

ATSTRAFFIC, Violation Processing Application and Business Systems. Disponível na internet via <http://www.atstraffic.com/solutions/default.htm>. Arquivo consultado em 2002.

AUTOMATISA, Empresa Automatiza Ltda. Disponível na internet via <http://www.automatiza.com.br/siav2.htm>. Arquivo consultado em 2002

BATS, CAR – Identification Car. Disponível na internet via <http://www.bats.be>. Arquivo consultado em 2002.

BISHOP, C. M., *Neural Networks for Pattern Recognition*, Oxford University Press, 1995.

CASEY, R. G. & JIH, C. R., *A Processor-Based OCR System*, IBM J. RES. DEVELOP, v. 27, n. 4, p. 386-400, July 1983.

COMPULETRA, Empresa Compuetra Ltda. Disponível na internet via <http://www.compuetra.com.br>. Arquivo consultado em 2002.

CONTRAN, Código de Trânsito Brasileiro. Disponível na internet via <http://www.mj.gov.br/contran>. Arquivo consultado em 2002.

DEMUTH, Howard & BEALE, Mark, *Neural Network Toolbox for Use with Matlab: User's Guide Version 3.0*, copyright 1992 - 1997 by The MathWorks, Inc.

DUDA, R. O.; HART, P. E.: *Pattern Classification and Scene Analysis* – John Willey & Sons – New York, 1973

GONZALEZ, Rafael C. & THOMASON Michael G., *Syntatic Pattern Recognition: An Introduction*, Addison-Wesley Publishing Company, Inc., 1978.

Guide is Matlab6.0, *Neural Network Toolbox 4.0 Release Notes*. Chapter 32.

GUINGO, B. C.; RODRIGUES, R. J. and THOMÉ, A. C. G. *Automatic Identification for Automotives Vehicles Plates*. 3rd WSEAS - Conference on Neural Networks and Applications NNA'02, Fuzzy Sets and Fuzzy Systems FSFS'02, Evolutionary Computation EC'02, Interlaken – Switzerland, 2002 – 1.

_____ *Reconhecimento Automático de Placas de Veículos Automotores através de Redes Neurais Artificiais*. 2^o Congresso Brasileiro de Computação, Itajaí-SC, 2002 – 2.

_____ *Técnicas de Segmentação de Imagens, Extração de Características e Reconhecimento de Caracteres de Placas de Veículos*. 7^o Simpósio de Informática e 2^a Mostra Regional de Software Acadêmico, PUCRS - Uruguaiana-RS, 2002 – 3.

HAYKIN, Simon., *Redes Neurais: Princípios e Prática*, 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001. 900 p. il. ISBN 85 7307 718 2, 1999.

HTSOL, Hi-Tech Solutions Inc. Disponível na internet via <http://www.htsol.com/index.html>. Arquivo consultado em 2002.

INODE, “Empresa Espanhola que oferece soluções para o controle de tráfego”. Disponível na internet via <http://www.inode.es/aentec/traffic/traffic.htm>. Arquivo consultado em 2002.

JOHNSON, Richard A. & WICHERN, Dean W., *Applied Multivariate Statistical Analysis*, 3 ed. Prentice-Hall International, Inc., 1992. 642 p. il ISBN 0 13 041807 2.

KENNZEICHENERKENNUNG, Vehicle Identification System MAZ-VIS. Disponível na internet via <http://www.kennzeichenerkennung.de/em/mas-vis/index.htm>. Arquivo consultado em 2002.

MAREN, JONES & FRANKLIN. *Configuring and Optimizing the Back-Propagation Network*. In : MAREN, Aliana, HARSTON, Craig & PAP, Robert, *Handbook of Neural Computing Applications*, Academic Press, Inc., 1999.

PERKONS, Empresa Perkons S/A. Disponível na internet via <http://www.perkons.com.br>. Arquivo consultado em 2000.

PHOTOCOP, License Plate Recognition System from MegaPixel. Disponível na internet via <http://www.photocop.com/products.htm>. Arquivo consultado em 2002.

POLTECH, Fixed Site Digital Speed Câmera and Digital Red Light Câmera System. Disponível na internet via <http://www.poltech.com.au/>. Arquivo consultado em 2002.

PONFAC, Empresa Ponfac S/A. Disponível na internet via <http://www.ponfac.com.br>. Arquivo consultado em 2002.

QNX, “Empresa Canadense que oferece soluções em informática”. Disponível na internet via <http://www.qnx.com>. Arquivo consultado em 2000.

RACAL, Racal’s License Plate Recognition System. Disponível na internet via <http://home.racal.com/news39.htm>. Arquivo consultado em 2002.

RODRIGUES, Roberto José, *Segmentação e extração de características para reconhecimento automático de caracteres – Estudo e propostas*. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2003.

RODRIGUES, Roberto José, SILVA, Eugênio & THOMÉ, Antonio C. G., *Feature Extraction Using Contour Projection*, 5th World Multiconference on Systemics, Cybernetics and Informatics SCI2001, Orlando, July 22 – 25, 2001.

SILVA, Eugenio, *Reconhecimento Inteligente de Caracteres Manuscritos*, 2002. Dissertação (Mestrado em Sistemas e Computação) – Instituto Militar de Engenharia, 2002.

SODI, Autostop. Disponível na internet via http://www.sodi.com/et_index.htm. Arquivo consultado em 2002.

TRANSFO, Disponível na internet via <http://www.transfo.com/detect.htm>. Arquivo consultado em 2002.

9. ANEXOS

Os anexos estão inseridos no CD-ROM na última página desta dissertação.

9. ANEXOS

O ANEXO A apresenta todos os detalhes de configuração, os parâmetros utilizados e o desempenho com os dados de teste para as melhores redes neurais implementadas nas estratégias para dígitos e letras descritas no capítulo 5.

O ANEXO B apresenta as matrizes de confusão individuais de cada uma das melhores redes neurais implementadas para dígitos e letras descritas no capítulo 5.

O ANEXO C apresenta as saídas da rede que foram analisadas para a estruturação da estratégia de saída “Alfa&Beta” descrita no capítulo 5.

O ANEXO D apresenta a comparação com os sistemas comerciais SIAV e o SEECAR abordada no capítulo 6.

O ANEXO E apresenta os artigos publicados e submetidos durante o desenvolvimento desta dissertação.

9.1. ANEXO A - CONFIGURAÇÃO E PARÂMETROS DAS REDES NEURAIAS

9.1.1. Seleção da região da placa

9.1.1.1 Contorno

Melhor Rede: Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	Contorno
Número de Entradas da Rede	4
Número de Saídas da Rede	2
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	3
Taxa de Aprendizado Inicial	0,3

Momentum	0,5
Número de Epochs Realizados	1879
Classificações Corretas	642
Classificações Incorretas	4
Rejeições	0
Porcentagem de Classificações Corretas	99,38
Porcentagem de Classificações Incorretas	0,62
Porcentagem de Rejeições	0,00

9.1.1.2 Projeção Vertical

Melhor Rede: Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	Projeção Vertical
Número de Entradas da Rede	25
Número de Saídas da Rede	2
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	13
Taxa de Aprendizado Inicial	0,5
Momentum	0,7
Número de Epochs Realizados	3000
Classificações Corretas	607
Classificações Incorretas	44
Rejeições	0
Porcentagem de Classificações Corretas	93,24
Porcentagem de Classificações Incorretas	6,76
Porcentagem de Rejeições	0,00

9.1.2. DER-RJ

9.1.2.1 Dígitos

Rede 1: Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	Quadrado 128
Número de Entradas da Rede	99
Número de Saídas da Rede	10
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	47
Taxa de Aprendizado Inicial	0,3
Momentum	0,5
Número de Epochs Realizados	6000
Classificações Corretas	2552
Classificações Incorretas	648
Rejeições	0

Porcentagem de Classificações Corretas	79,75
Porcentagem de Classificações Incorretas	20,25
Porcentagem de Rejeições	0,00

Rede 2: Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	Quadrado 128
Número de Entradas da Rede	99
Número de Saídas da Rede	10
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	47
Taxa de Aprendizado Inicial	0,5
Momentum	0,6
Número de Epochs Realizados	2000
Classificações Corretas	2528
Classificações Incorretas	672
Rejeições	0
Porcentagem de Classificações Corretas	79,00
Porcentagem de Classificações Incorretas	21,00
Porcentagem de Rejeições	0,00

Rede 3: Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	Quadrado 128
Número de Entradas da Rede	99
Número de Saídas da Rede	10
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	47
Taxa de Aprendizado Inicial	0,3
Momentum	0,5
Número de Epochs Realizados	1000
Classificações Corretas	2496
Classificações Incorretas	704
Rejeições	0
Porcentagem de Classificações Corretas	78,00
Porcentagem de Classificações Incorretas	22,00
Porcentagem de Rejeições	0,00

Rede 4: Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	Quadrado 128
Número de Entradas da Rede	99
Número de Saídas da Rede	10
Número de Camadas da Rede	2

Neurônios na Camada Escondida	47
Taxa de Aprendizado Inicial	0,3
Momentum	0,5
Número de Epochs Realizados	2000
Classificações Corretas	2488
Classificações Incorretas	712
Rejeições	0
Porcentagem de Classificações Corretas	77,75
Porcentagem de Classificações Incorretas	22,25
Porcentagem de Rejeições	0,00

Rede 5: Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	Quadrado 128
Número de Entradas da Rede	99
Número de Saídas da Rede	10
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	47
Taxa de Aprendizado Inicial	0,3
Momentum	0,5
Número de Epochs Realizados	600
Classificações Corretas	2440
Classificações Incorretas	760
Rejeições	0
Porcentagem de Classificações Corretas	76,25
Porcentagem de Classificações Incorretas	23,75
Porcentagem de Rejeições	0,00

Rede 6: Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	Quadrado 128
Número de Entradas da Rede	99
Número de Saídas da Rede	10
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	47
Taxa de Aprendizado Inicial	0,3
Momentum	0,5
Número de Epochs Realizados	300
Classificações Corretas	2328
Classificações Incorretas	872
Rejeições	0
Porcentagem de Classificações Corretas	72,75
Porcentagem de Classificações Incorretas	27,75
Porcentagem de Rejeições	0,00

Rede 7: Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	Quadrado 128
Número de Entradas da Rede	95
Número de Saídas da Rede	2
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	47
Taxa de Aprendizado Inicial	0,3
Momentum	0,5
Número de Epochs Realizados	400
Classificações Corretas	312
Classificações Incorretas	248
Rejeições	0
Porcentagem de Classificações Corretas	55,71
Porcentagem de Classificações Incorretas	44,29
Porcentagem de Rejeições	0,00

9.1.2.2 Letras

Rede 1: Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	Quadrado 128
Número de Entradas da Rede	109
Número de Saídas da Rede	26
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	47
Taxa de Aprendizado Inicial	0,3
Momentum	0,5
Número de Epochs Realizados	10000
Classificações Corretas	1734
Classificações Incorretas	666
Rejeições	0
Porcentagem de Classificações Corretas	72,25
Porcentagem de Classificações Incorretas	27,75
Porcentagem de Rejeições	0,00

Rede 2: Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	Quadrado 128
Número de Entradas da Rede	109
Número de Saídas da Rede	26
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	47
Taxa de Aprendizado Inicial	0,3
Momentum	0,5

Número de Epochs Realizados	1991
Classificações Corretas	1705
Classificações Incorretas	695
Rejeições	0
Porcentagem de Classificações Corretas	71,05
Porcentagem de Classificações Incorretas	28,95
Porcentagem de Rejeições	0,00

Rede 3: Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	Quadrado 128
Número de Entradas da Rede	109
Número de Saídas da Rede	26
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	47
Taxa de Aprendizado Inicial	0,3
Momentum	0,5
Número de Epochs Realizados	2002
Classificações Corretas	1639
Classificações Incorretas	761
Rejeições	0
Porcentagem de Classificações Corretas	68,32
Porcentagem de Classificações Incorretas	31,68
Porcentagem de Rejeições	0,00

Rede 4: Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	Quadrado 128
Número de Entradas da Rede	109
Número de Saídas da Rede	26
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	47
Taxa de Aprendizado Inicial	0,3
Momentum	0,5
Número de Epochs Realizados	1000
Classificações Corretas	1610
Classificações Incorretas	790
Rejeições	0
Porcentagem de Classificações Corretas	67,17
Porcentagem de Classificações Incorretas	32,83
Porcentagem de Rejeições	0,00

Rede 5: Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	Quadrado 128
Número de Entradas da Rede	109
Número de Saídas da Rede	26
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	47
Taxa de Aprendizado Inicial	0,3
Momentum	0,5
Número de Epochs Realizados	1000
Classificações Corretas	1588
Classificações Incorretas	812
Rejeições	0
Porcentagem de Classificações Corretas	66,19
Porcentagem de Classificações Incorretas	33,81
Porcentagem de Rejeições	0,00

Rede 6: Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	Quadrado 128
Número de Entradas da Rede	109
Número de Saídas da Rede	26
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	47
Taxa de Aprendizado Inicial	0,3
Momentum	0,5
Número de Epochs Realizados	1000
Classificações Corretas	1537
Classificações Incorretas	864
Rejeições	0
Porcentagem de Classificações Corretas	64,02
Porcentagem de Classificações Incorretas	35,98
Porcentagem de Rejeições	0,00

9.1.3. *CETRIO*

9.1.3.1 Dígitos

Rede 1 - Análise da Variância: Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	Hexágono 128
Número de Entradas da Rede	137
Número de Saídas da Rede	10
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	75
Taxa de Aprendizado Inicial	0,3

Momentum	0,7
Número de Epochs Realizados	1000
Classificações Corretas	617
Classificações Incorretas	97
Rejeições	0
Porcentagem de Classificações Corretas	86,41
Porcentagem de Classificações Incorretas	13,59
Porcentagem de Rejeições	0,00

Rede 2 - Análise da Variância: Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	Hexágono 256
Número de Entradas da Rede	251
Número de Saídas da Rede	10
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	130
Taxa de Aprendizado Inicial	0,5
Momentum	0,7
Número de Epochs Realizados	2000
Classificações Corretas	641
Classificações Incorretas	56
Rejeições	0
Porcentagem de Classificações Corretas	91,97
Porcentagem de Classificações Incorretas	8,03
Porcentagem de Rejeições	0,00

Rede 3 - Análise da Variância: Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	Quadrado Rotacionado 128
Número de Entradas da Rede	204
Número de Saídas da Rede	10
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	107
Taxa de Aprendizado Inicial	0,5
Momentum	0,8
Número de Epochs Realizados	3000
Classificações Corretas	460
Classificações Incorretas	40
Rejeições	0
Porcentagem de Classificações Corretas	92,00
Porcentagem de Classificações Incorretas	8,00
Porcentagem de Rejeições	0,00

Rede 4 - Análise da Variância: Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	Quadrado 128
Número de Entradas da Rede	94
Número de Saídas da Rede	10
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	52
Taxa de Aprendizado Inicial	0,3
Momentum	0,7
Número de Epochs Realizados	10000
Classificações Corretas	667
Classificações Incorretas	31
Rejeições	0
Porcentagem de Classificações Corretas	95,56
Porcentagem de Classificações Incorretas	4,44
Porcentagem de Rejeições	0,00

Rede 5 - Análise da Variância: Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	Quadrado 256
Número de Entradas da Rede	192
Número de Saídas da Rede	10
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	102
Taxa de Aprendizado Inicial	0,5
Momentum	0,8
Número de Epochs Realizados	5000
Classificações Corretas	647
Classificações Incorretas	30
Rejeições	0
Porcentagem de Classificações Corretas	95,57
Porcentagem de Classificações Incorretas	4,43
Porcentagem de Rejeições	0,00

Rede 6 - PCA: Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	Hexágono 128
Número de Entradas da Rede	89
Número de Saídas da Rede	10
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	49
Taxa de Aprendizado Inicial	0,3
Momentum	0,5
Número de Epochs Realizados	925
Classificações Corretas	669

Classificações Incorretas	45
Rejeições	0
Porcentagem de Classificações Corretas	93,70
Porcentagem de Classificações Incorretas	6,30
Porcentagem de Rejeições	0,00

Rede 7 - PCA: Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	Hexágono 256
Número de Entradas da Rede	95
Número de Saídas da Rede	10
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	52
Taxa de Aprendizado Inicial	0,3
Momentum	0,5
Número de Epochs Realizados	1000
Classificações Corretas	661
Classificações Incorretas	36
Rejeições	0
Porcentagem de Classificações Corretas	94,84
Porcentagem de Classificações Incorretas	5,16
Porcentagem de Rejeições	0,00

Rede 8 - PCA: Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	Quadrado Rotacionado 128
Número de Entradas da Rede	97
Número de Saídas da Rede	10
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	53
Taxa de Aprendizado Inicial	0,5
Momentum	0,7
Número de Epochs Realizados	533
Classificações Corretas	461
Classificações Incorretas	39
Rejeições	0
Porcentagem de Classificações Corretas	92,20
Porcentagem de Classificações Incorretas	7,80
Porcentagem de Rejeições	0,00

Rede 9 - PCA: Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	Quadrado 128
Número de Entradas da Rede	64

Número de Saídas da Rede	10
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	37
Taxa de Aprendizado Inicial	0,3
Momentum	0,5
Número de Epochs Realizados	2000
Classificações Corretas	664
Classificações Incorretas	34
Rejeições	0
Porcentagem de Classificações Corretas	95,13
Porcentagem de Classificações Incorretas	4,87
Porcentagem de Rejeições	0,00

Rede 10 - PCA: Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	Quadrado 256
Número de Entradas da Rede	70
Número de Saídas da Rede	10
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	40
Taxa de Aprendizado Inicial	0,3
Momentum	0,5
Número de Epochs Realizados	3000
Classificações Corretas	647
Classificações Incorretas	30
Rejeições	0
Porcentagem de Classificações Corretas	95,57
Porcentagem de Classificações Incorretas	4,43
Porcentagem de Rejeições	0,00

Rede 11 – Melhores resultados PCA: Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	Hexágono 128
Número de Entradas da Rede	89
Número de Saídas da Rede	10
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	49
Taxa de Aprendizado Inicial	0,3
Momentum	0,5
Número de Epochs Realizados	1140
Classificações Corretas	671
Classificações Incorretas	43
Rejeições	0
Porcentagem de Classificações Corretas	93,98

Porcentagem de Classificações Incorretas	6,02
Porcentagem de Rejeições	0,00

Rede 12 – Melhores resultados PCA: Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	Hexágono 256
Número de Entradas da Rede	95
Número de Saídas da Rede	10
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	52
Taxa de Aprendizado Inicial	0,3
Momentum	0,5
Número de Epochs Realizados	974
Classificações Corretas	666
Classificações Incorretas	31
Rejeições	0
Porcentagem de Classificações Corretas	95,55
Porcentagem de Classificações Incorretas	4,45
Porcentagem de Rejeições	0,00

Rede 13 – Melhores resultados PCA: Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	Quadrado Rotacionado 128
Número de Entradas da Rede	97
Número de Saídas da Rede	10
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	53
Taxa de Aprendizado Inicial	0,5
Momentum	0,7
Número de Epochs Realizados	404
Classificações Corretas	463
Classificações Incorretas	37
Rejeições	0
Porcentagem de Classificações Corretas	92,60
Porcentagem de Classificações Incorretas	7,40
Porcentagem de Rejeições	0,00

Rede 14 – Melhores resultados PCA: Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	Quadrado 128
Número de Entradas da Rede	64
Número de Saídas da Rede	10
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	37

Taxa de Aprendizado Inicial	0,3
Momentum	0,5
Número de Epochs Realizados	1033
Classificações Corretas	671
Classificações Incorretas	27
Rejeições	0
Porcentagem de Classificações Corretas	96,13
Porcentagem de Classificações Incorretas	3,87
Porcentagem de Rejeições	0,00

Rede 15 – Melhores resultados PCA: Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	Quadrado 256
Número de Entradas da Rede	70
Número de Saídas da Rede	10
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	40
Taxa de Aprendizado Inicial	0,3
Momentum	0,5
Número de Epochs Realizados	1145
Classificações Corretas	647
Classificações Incorretas	30
Rejeições	0
Porcentagem de Classificações Corretas	95,57
Porcentagem de Classificações Incorretas	4,43
Porcentagem de Rejeições	0,00

Rede 16 – PCA: Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	Mapa de bits 256 (0 e 8)
Número de Entradas da Rede	60
Número de Saídas da Rede	2
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	31
Taxa de Aprendizado Inicial	0,3
Momentum	0,5
Número de Epochs Realizados	106
Classificações Corretas	113
Classificações Incorretas	1
Rejeições	0
Porcentagem de Classificações Corretas	99,12
Porcentagem de Classificações Incorretas	0,88
Porcentagem de Rejeições	0,00

9.1.3.2 Letras

Rede 1 - Análise da Variância: Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	Hexágono 128
Número de Entradas da Rede	136
Número de Saídas da Rede	26
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	81
Taxa de Aprendizado Inicial	0,3
Momentum	0,7
Número de Epochs Realizados	2000
Classificações Corretas	567
Classificações Incorretas	136
Rejeições	0
Porcentagem de Classificações Corretas	80,65
Porcentagem de Classificações Incorretas	19,35
Porcentagem de Rejeições	0,00

Rede 2 - Análise da Variância: Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	Hexágono 256
Número de Entradas da Rede	251
Número de Saídas da Rede	26
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	135
Taxa de Aprendizado Inicial	0,5
Momentum	0,8
Número de Epochs Realizados	1000
Classificações Corretas	533
Classificações Incorretas	141
Rejeições	0
Porcentagem de Classificações Corretas	79,08
Porcentagem de Classificações Incorretas	20,92
Porcentagem de Rejeições	0,00

Rede 3 - Análise da Variância: Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	Quadrado Rotacionado 128
Número de Entradas da Rede	221
Número de Saídas da Rede	26
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	123
Taxa de Aprendizado Inicial	0,3
Momentum	0,5

Número de Epochs Realizados	2000
Classificações Corretas	225
Classificações Incorretas	185
Rejeições	0
Porcentagem de Classificações Corretas	54,88
Porcentagem de Classificações Incorretas	45,12
Porcentagem de Rejeições	0,00

Rede 4 - Análise da Variância: Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	Quadrado 128
Número de Entradas da Rede	106
Número de Saídas da Rede	26
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	66
Taxa de Aprendizado Inicial	0,3
Momentum	0,7
Número de Epochs Realizados	3000
Classificações Corretas	597
Classificações Incorretas	89
Rejeições	0
Porcentagem de Classificações Corretas	87,03
Porcentagem de Classificações Incorretas	12,97
Porcentagem de Rejeições	0,00

Rede 5 - Análise da Variância: Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	Quadrado 256
Número de Entradas da Rede	206
Número de Saídas da Rede	26
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	116
Taxa de Aprendizado Inicial	0,5
Momentum	0,7
Número de Epochs Realizados	2000
Classificações Corretas	571
Classificações Incorretas	86
Rejeições	0
Porcentagem de Classificações Corretas	86,91
Porcentagem de Classificações Incorretas	13,09
Porcentagem de Rejeições	0,00

Rede 6 - PCA: Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	Hexágono 128
Número de Entradas da Rede	84
Número de Saídas da Rede	26
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	55
Taxa de Aprendizado Inicial	0,3
Momentum	0,5
Número de Epochs Realizados	2000
Classificações Corretas	595
Classificações Incorretas	108
Rejeições	0
Porcentagem de Classificações Corretas	84,64
Porcentagem de Classificações Incorretas	15,36
Porcentagem de Rejeições	0,00

Rede 7 - PCA: Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	Hexágono 256
Número de Entradas da Rede	80
Número de Saídas da Rede	26
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	53
Taxa de Aprendizado Inicial	0,3
Momentum	0,5
Número de Epochs Realizados	2000
Classificações Corretas	589
Classificações Incorretas	85
Rejeições	0
Porcentagem de Classificações Corretas	87,39
Porcentagem de Classificações Incorretas	12,61
Porcentagem de Rejeições	0,00

Rede 8 - PCA: Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	Quadrado Rotacionado 128
Número de Entradas da Rede	89
Número de Saídas da Rede	26
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	57
Taxa de Aprendizado Inicial	0,3
Momentum	0,7
Número de Epochs Realizados	1000
Classificações Corretas	202

Classificações Incorretas	208
Rejeições	0
Porcentagem de Classificações Corretas	49,27
Porcentagem de Classificações Incorretas	50,73
Porcentagem de Rejeições	0,00

Rede 9 - PCA: Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	Quadrado 128
Número de Entradas da Rede	64
Número de Saídas da Rede	26
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	45
Taxa de Aprendizado Inicial	0,3
Momentum	0,5
Número de Epochs Realizados	1834
Classificações Corretas	605
Classificações Incorretas	81
Rejeições	0
Porcentagem de Classificações Corretas	88,19
Porcentagem de Classificações Incorretas	11,81
Porcentagem de Rejeições	0,00

Rede 10 - PCA: Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	Quadrado 256
Número de Entradas da Rede	68
Número de Saídas da Rede	26
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	47
Taxa de Aprendizado Inicial	0,3
Momentum	0,5
Número de Epochs Realizados	2000
Classificações Corretas	576
Classificações Incorretas	81
Rejeições	0
Porcentagem de Classificações Corretas	87,67
Porcentagem de Classificações Incorretas	12,33
Porcentagem de Rejeições	0

Rede 11 – Melhores resultados PCA: Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	Hexágono 128
Número de Entradas da Rede	84

Número de Saídas da Rede	26
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	55
Taxa de Aprendizado Inicial	0,3
Momentum	0,5
Número de Epochs Realizados	2000
Classificações Corretas	601
Classificações Incorretas	102
Rejeições	0
Porcentagem de Classificações Corretas	85,49
Porcentagem de Classificações Incorretas	14,51
Porcentagem de Rejeições	0,00

Rede 12 – Melhores resultados PCA: Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	Hexágono 256
Número de Entradas da Rede	80
Número de Saídas da Rede	26
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	53
Taxa de Aprendizado Inicial	0,3
Momentum	0,5
Número de Epochs Realizados	2000
Classificações Corretas	596
Classificações Incorretas	78
Rejeições	0
Porcentagem de Classificações Corretas	88,43
Porcentagem de Classificações Incorretas	11,57
Porcentagem de Rejeições	0,00

Rede 13 – Melhores resultados PCA: Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	Quadrado Rotacionado 128
Número de Entradas da Rede	89
Número de Saídas da Rede	26
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	57
Taxa de Aprendizado Inicial	0,3
Momentum	0,5
Número de Epochs Realizados	2000
Classificações Corretas	204
Classificações Incorretas	206
Rejeições	0
Porcentagem de Classificações Corretas	49,76

Porcentagem de Classificações Incorretas	50,24
Porcentagem de Rejeições	0,00

Rede 14 – Melhores resultados PCA: Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	Quadrado 128
Número de Entradas da Rede	64
Número de Saídas da Rede	26
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	45
Taxa de Aprendizado Inicial	0,3
Momentum	0,5
Número de Epochs Realizados	674
Classificações Corretas	608
Classificações Incorretas	78
Rejeições	0
Porcentagem de Classificações Corretas	88,63
Porcentagem de Classificações Incorretas	11,37
Porcentagem de Rejeições	0,00

Rede 15 – Melhores resultados PCA: Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	Quadrado 256
Número de Entradas da Rede	68
Número de Saídas da Rede	26
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	47
Taxa de Aprendizado Inicial	0,5
Momentum	0,7
Número de Epochs Realizados	3000
Classificações Corretas	584
Classificações Incorretas	73
Rejeições	0
Porcentagem de Classificações Corretas	88,89
Porcentagem de Classificações Incorretas	11,11
Porcentagem de Rejeições	0,00

Rede 16 – PCA: Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	Quadrado Interno 256
Número de Entradas da Rede	18
Número de Saídas da Rede	26
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	22

Taxa de Aprendizado Inicial	0,5
Momentum	0,8
Número de Epochs Realizados	2000
Classificações Corretas	211
Classificações Incorretas	289
Rejeições	0
Porcentagem de Classificações Corretas	42,20
Porcentagem de Classificações Incorretas	57,80
Porcentagem de Rejeições	0,00

Rede 17 – PCA: Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	Mapa de Bits (D e O)
Número de Entradas da Rede	73
Número de Saídas da Rede	2
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	37
Taxa de Aprendizado Inicial	0,3
Momentum	0,5
Número de Epochs Realizados	174
Classificações Corretas	28
Classificações Incorretas	4
Rejeições	0
Porcentagem de Classificações Corretas	87,50
Porcentagem de Classificações Incorretas	13,50
Porcentagem de Rejeições	0,00

Rede 18 – PCA: Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	Mapa de Bits (B, D e O)
Número de Entradas da Rede	145
Número de Saídas da Rede	3
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	74
Taxa de Aprendizado Inicial	0,3
Momentum	0,5
Número de Epochs Realizados	184
Classificações Corretas	58
Classificações Incorretas	6
Rejeições	0
Porcentagem de Classificações Corretas	90,63
Porcentagem de Classificações Incorretas	9,37
Porcentagem de Rejeições	0,00

Rede 19 – PCA: Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	Mapa de Bits (B, D, G e O)
Número de Entradas da Rede	252
Número de Saídas da Rede	4
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	128
Taxa de Aprendizado Inicial	0,3
Momentum	0,5
Número de Epochs Realizados	255
Classificações Corretas	61
Classificações Incorretas	4
Rejeições	0
Porcentagem de Classificações Corretas	93,85
Porcentagem de Classificações Incorretas	6,15
Porcentagem de Rejeições	0,00

Rede 20 – PCA: Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	Mapa de Bits (B, D, G, I e O)
Número de Entradas da Rede	66
Número de Saídas da Rede	5
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	35
Taxa de Aprendizado Inicial	0,3
Momentum	0,5
Número de Epochs Realizados	332
Classificações Corretas	70
Classificações Incorretas	7
Rejeições	0
Porcentagem de Classificações Corretas	90,91
Porcentagem de Classificações Incorretas	9,09
Porcentagem de Rejeições	0,00

Rede 21 – PCA: Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	Mapa de Bits (B, D, G, I, J e O)
Número de Entradas da Rede	69
Número de Saídas da Rede	6
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	37
Taxa de Aprendizado Inicial	0,3
Momentum	0,5
Número de Epochs Realizados	620
Classificações Corretas	88

Classificações Incorretas	9
Rejeições	0
Porcentagem de Classificações Corretas	90,72
Porcentagem de Classificações Incorretas	9,28
Porcentagem de Rejeições	0,00

Rede 22 – PCA: Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	Mapa de Bits (B, D, G, I, J, L e O)
Número de Entradas da Rede	69
Número de Saídas da Rede	7
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	38
Taxa de Aprendizado Inicial	0,3
Momentum	0,5
Número de Epochs Realizados	429
Classificações Corretas	168
Classificações Incorretas	5
Rejeições	0
Porcentagem de Classificações Corretas	97,11
Porcentagem de Classificações Incorretas	2,89
Porcentagem de Rejeições	0,00

Rede 23 – PCA: Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	Mapa de Bits (B, D, G, I, J, L, O e T)
Número de Entradas da Rede	70
Número de Saídas da Rede	8
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	39
Taxa de Aprendizado Inicial	0,3
Momentum	0,5
Número de Epochs Realizados	453
Classificações Corretas	169
Classificações Incorretas	9
Rejeições	0
Porcentagem de Classificações Corretas	94,94
Porcentagem de Classificações Incorretas	5,06
Porcentagem de Rejeições	0,00

Rede 24 – PCA: Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	Mapa de Bits (B, D, G, I, J, L, O, T e V)
Número de Entradas da Rede	70

Número de Saídas da Rede	9
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	39
Taxa de Aprendizado Inicial	0,3
Momentum	0,5
Número de Epochs Realizados	613
Classificações Corretas	178
Classificações Incorretas	12
Rejeições	0
Porcentagem de Classificações Corretas	93,68
Porcentagem de Classificações Incorretas	6,32
Porcentagem de Rejeições	0,00

Rede 25 – PCA: Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	Mapa de Bits (B, D, G, I, J, L, O, T, V e Y)
Número de Entradas da Rede	71
Número de Saídas da Rede	10
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	40
Taxa de Aprendizado Inicial	0,3
Momentum	0,5
Número de Epochs Realizados	711
Classificações Corretas	186
Classificações Incorretas	12
Rejeições	0
Porcentagem de Classificações Corretas	93,94
Porcentagem de Classificações Incorretas	6,06
Porcentagem de Rejeições	0,00

Rede 26 – PCA: Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	Mapa de bits 256
Número de Entradas da Rede	83
Número de Saídas da Rede	26
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	54
Taxa de Aprendizado Inicial	0,3
Momentum	0,5
Número de Epochs Realizados	1459
Classificações Corretas	455
Classificações Incorretas	45
Rejeições	0
Porcentagem de Classificações Corretas	91,00

Porcentagem de Classificações Incorretas	9,00
Porcentagem de Rejeições	0,00

9.1.4. DETRAN-RJ

9.1.4.1 Dígitos

Rede 1- “Alfa&Beta”: Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	PV 16
Número de Entradas da Rede	14
Número de Saídas da Rede	10
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	12
Taxa de Aprendizado Inicial	0,3
Momentum	0,5
Número de Epochs Realizados	2000
Classificações Corretas	762
Classificações Incorretas	201
Rejeições	243
Porcentagem de Classificações Corretas	63,18
Porcentagem de Classificações Incorretas	16,67
Porcentagem de Rejeições	20,15

Rede 2- “Alfa&Beta”: Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	PH 16
Número de Entradas da Rede	14
Número de Saídas da Rede	10
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	12
Taxa de Aprendizado Inicial	0,3
Momentum	0,5
Número de Epochs Realizados	2000
Classificações Corretas	1062
Classificações Incorretas	90
Rejeições	54
Porcentagem de Classificações Corretas	88,06
Porcentagem de Classificações Incorretas	7,46
Porcentagem de Rejeições	4,48

Rede 3- “Alfa&Beta”: Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	Quadrado 128
Número de Entradas da Rede	74

Número de Saídas da Rede	10
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	42
Taxa de Aprendizado Inicial	0,3
Momentum	0,5
Número de Epochs Realizados	2000
Classificações Corretas	1153
Classificações Incorretas	32
Rejeições	21
Porcentagem de Classificações Corretas	95,61
Porcentagem de Classificações Incorretas	2,65
Porcentagem de Rejeições	1,74

Rede 4- “Alfa&Beta”: Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	Mapa de bits 256
Número de Entradas da Rede	131
Número de Saídas da Rede	10
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	70
Taxa de Aprendizado Inicial	0,3
Momentum	0,5
Número de Epochs Realizados	263
Classificações Corretas	1168
Classificações Incorretas	14
Rejeições	24
Porcentagem de Classificações Corretas	96,85
Porcentagem de Classificações Incorretas	1,16
Porcentagem de Rejeições	1,99

Rede 5- “Alfa&Beta”: Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	PV + PH 32
Número de Entradas da Rede	28
Número de Saídas da Rede	10
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	19
Taxa de Aprendizado Inicial	0,3
Momentum	0,5
Número de Epochs Realizados	2000
Classificações Corretas	1133
Classificações Incorretas	47
Rejeições	26
Porcentagem de Classificações Corretas	93,95

Porcentagem de Classificações Incorretas	3,90
Porcentagem de Rejeições	2,15

Rede 6 - “Alfa&Beta”: Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	MB +PV + PH 258
Número de Entradas da Rede	124
Número de Saídas da Rede	10
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	67
Taxa de Aprendizado Inicial	0,3
Momentum	0,5
Número de Epochs Realizados	166
Classificações Corretas	1170
Classificações Incorretas	13
Rejeições	23
Porcentagem de Classificações Corretas	97,01
Porcentagem de Classificações Incorretas	1,08
Porcentagem de Rejeições	1,91

Rede 7 - “Alfa&Beta”: Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	Mapa de bits (0 e 8)
Número de Entradas da Rede	113
Número de Saídas da Rede	2
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	57
Taxa de Aprendizado Inicial	0,3
Momentum	0,5
Número de Epochs Realizados	97
Classificações Corretas	238
Classificações Incorretas	4
Rejeições	1
Porcentagem de Classificações Corretas	97,94
Porcentagem de Classificações Incorretas	1,65
Porcentagem de Rejeições	0,41

Rede 8 - “WTA”: Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	PV 16
Número de Entradas da Rede	14
Número de Saídas da Rede	10
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	12

Taxa de Aprendizado Inicial	0,3
Momentum	0,5
Número de Epochs Realizados	2000
Classificações Corretas	894
Classificações Incorretas	312
Rejeições	0
Porcentagem de Classificações Corretas	74,13
Porcentagem de Classificações Incorretas	25,87
Porcentagem de Rejeições	0,00

Rede 9 - “WTA”: Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	PH 16
Número de Entradas da Rede	14
Número de Saídas da Rede	10
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	12
Taxa de Aprendizado Inicial	0,3
Momentum	0,5
Número de Epochs Realizados	2000
Classificações Corretas	1095
Classificações Incorretas	111
Rejeições	0
Porcentagem de Classificações Corretas	90,80
Porcentagem de Classificações Incorretas	9,20
Porcentagem de Rejeições	0,00

Rede 10 - “WTA”: Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	PV + PH 32
Número de Entradas da Rede	28
Número de Saídas da Rede	10
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	19
Taxa de Aprendizado Inicial	0,3
Momentum	0,5
Número de Epochs Realizados	2000
Classificações Corretas	1150
Classificações Incorretas	56
Rejeições	0
Porcentagem de Classificações Corretas	95,36
Porcentagem de Classificações Incorretas	4,64
Porcentagem de Rejeições	0,00

Rede 11 - "WTA": Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	Quadrado 128
Número de Entradas da Rede	74
Número de Saídas da Rede	10
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	42
Taxa de Aprendizado Inicial	0,3
Momentum	0,5
Número de Epochs Realizados	2000
Classificações Corretas	1167
Classificações Incorretas	39
Rejeições	0
Porcentagem de Classificações Corretas	96,77
Porcentagem de Classificações Incorretas	3,23
Porcentagem de Rejeições	0,00

Rede 12 - "WTA": Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	Mapa de bits 256
Número de Entradas da Rede	131
Número de Saídas da Rede	10
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	70
Taxa de Aprendizado Inicial	0,3
Momentum	0,5
Número de Epochs Realizados	238
Classificações Corretas	1180
Classificações Incorretas	26
Rejeições	0
Porcentagem de Classificações Corretas	97,84
Porcentagem de Classificações Incorretas	2,16
Porcentagem de Rejeições	0,00

Rede 13 - "WTA": Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	MB +PV + PH 258
Número de Entradas da Rede	124
Número de Saídas da Rede	10
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	67
Taxa de Aprendizado Inicial	0,3
Momentum	0,5
Número de Epochs Realizados	166
Classificações Corretas	1186

Classificações Incorretas	20
Rejeições	0
Porcentagem de Classificações Corretas	98,34
Porcentagem de Classificações Incorretas	1,66
Porcentagem de Rejeições	0,00

Rede 14 - “WTA”: Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	Mapa de bits (0 e 8)
Número de Entradas da Rede	113
Número de Saídas da Rede	2
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	57
Taxa de Aprendizado Inicial	0,3
Momentum	0,5
Número de Epochs Realizados	99
Classificações Corretas	239
Classificações Incorretas	4
Rejeições	0
Porcentagem de Classificações Corretas	98,35
Porcentagem de Classificações Incorretas	1,65
Porcentagem de Rejeições	0,00

Rede 15 - “TESTE”: Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	PV 16
Número de Entradas da Rede	14
Número de Saídas da Rede	10
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	12
Taxa de Aprendizado Inicial	0,3
Momentum	0,5
Número de Epochs Realizados	2000
Classificações Corretas	722
Classificações Incorretas	278
Rejeições	0
Porcentagem de Classificações Corretas	72,20
Porcentagem de Classificações Incorretas	27,80
Porcentagem de Rejeições	0,00

Rede 16 - “TESTE”: Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	PH 16
Número de Entradas da Rede	14

Número de Saídas da Rede	10
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	12
Taxa de Aprendizado Inicial	0,3
Momentum	0,5
Número de Epochs Realizados	2000
Classificações Corretas	906
Classificações Incorretas	94
Rejeições	0
Porcentagem de Classificações Corretas	90,60
Porcentagem de Classificações Incorretas	9,40
Porcentagem de Rejeições	0,00

Rede 17 - “TESTE”: Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	PV + PH 32
Número de Entradas da Rede	28
Número de Saídas da Rede	10
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	19
Taxa de Aprendizado Inicial	0,3
Momentum	0,5
Número de Epochs Realizados	2000
Classificações Corretas	948
Classificações Incorretas	52
Rejeições	0
Porcentagem de Classificações Corretas	94,80
Porcentagem de Classificações Incorretas	5,20
Porcentagem de Rejeições	0,00

Rede 18 - “TESTE”: Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	Quadrado 128
Número de Entradas da Rede	74
Número de Saídas da Rede	10
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	42
Taxa de Aprendizado Inicial	0,3
Momentum	0,5
Número de Epochs Realizados	2000
Classificações Corretas	972
Classificações Incorretas	28
Rejeições	0
Porcentagem de Classificações Corretas	97,20

Porcentagem de Classificações Incorretas	2,80
Porcentagem de Rejeições	0,00

Rede 19 - “TESTE”: Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	Mapa de bits 256
Número de Entradas da Rede	131
Número de Saídas da Rede	10
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	70
Taxa de Aprendizado Inicial	0,3
Momentum	0,5
Número de Epochs Realizados	263
Classificações Corretas	981
Classificações Incorretas	19
Rejeições	0
Porcentagem de Classificações Corretas	98,10
Porcentagem de Classificações Incorretas	1,90
Porcentagem de Rejeições	0,00

Rede 20 - “TESTE”: Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	MB +PV + PH 258
Número de Entradas da Rede	124
Número de Saídas da Rede	10
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	67
Taxa de Aprendizado Inicial	0,3
Momentum	0,5
Número de Epochs Realizados	166
Classificações Corretas	983
Classificações Incorretas	17
Rejeições	0
Porcentagem de Classificações Corretas	98,30
Porcentagem de Classificações Incorretas	1,70
Porcentagem de Rejeições	0,00

Rede 21 – Teste Rede Dígito: Configuração e desempenho

Classificações Corretas da Primeira Rede - Mapa de bits + PHPV	810
Classificações Incorretas da Primeira Rede - Mapa de bits + PHPV	11
Rejeições da primeira rede	179
Classificações Corretas da Segunda Rede - Mapa de bits (0 e 8)	173
Classificações Incorretas da Segunda Rede - Mapa de bits (0 e 8)	6

Porcent de Classificações Corretas	98,30
Porcent de Classificações Incorretas	1,70

Rede 22 – Teste Rede Dígito: Configuração e desempenho

Classificações Corretas da Primeira Rede - Quadrado 128	809
Classificações Incorretas da Primeira Rede - Quadrado 128	8
Rejeições da primeira rede	183
Classificações Corretas da Segunda Rede – Mapa de bits (0 e 8)	177
Classificações Incorretas da Segunda Rede - Mapa de bits(0 e 8)	6
Porcent de Classificações Corretas	98,60
Porcent de Classificações Incorretas	1,40

9.1.4.2 Letras

Rede 1- “Alfa&Beta”: Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	PV 16
Número de Entradas da Rede	14
Número de Saídas da Rede	26
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	20
Taxa de Aprendizado Inicial	0,3
Momentum	0,5
Número de Epochs Realizados	2000
Classificações Corretas	618
Classificações Incorretas	114
Rejeições	180
Porcentagem de Classificações Corretas	67,76
Porcentagem de Classificações Incorretas	12,50
Porcentagem de Rejeições	19,74

Rede 2- “Alfa&Beta”: Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	PH 16
Número de Entradas da Rede	14
Número de Saídas da Rede	26
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	20
Taxa de Aprendizado Inicial	0,3
Momentum	0,5
Número de Epochs Realizados	2000
Classificações Corretas	625
Classificações Incorretas	124
Rejeições	163

Porcentagem de Classificações Corretas	68,53
Porcentagem de Classificações Incorretas	13,60
Porcentagem de Rejeições	17,87

Rede 3 - “Alfa&Beta”: Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	PV + PH 32
Número de Entradas da Rede	28
Número de Saídas da Rede	26
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	27
Taxa de Aprendizado Inicial	0,3
Momentum	0,5
Número de Epochs Realizados	1275
Classificações Corretas	785
Classificações Incorretas	47
Rejeições	80
Porcentagem de Classificações Corretas	86,07
Porcentagem de Classificações Incorretas	5,16
Porcentagem de Rejeições	8,77

Rede 4 - “Alfa&Beta”: Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	Mapa de bits 256
Número de Entradas da Rede	110
Número de Saídas da Rede	26
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	68
Taxa de Aprendizado Inicial	0,3
Momentum	0,5
Número de Epochs Realizados	210
Classificações Corretas	823
Classificações Incorretas	18
Rejeições	71
Porcentagem de Classificações Corretas	90,24
Porcentagem de Classificações Incorretas	1,97
Porcentagem de Rejeições	7,79

Rede 5- “Alfa&Beta”: Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	Quadrado 128
Número de Entradas da Rede	60
Número de Saídas da Rede	26
Número de Camadas da Rede	2

Neurônios na Camada Escondida	43
Taxa de Aprendizado Inicial	0,3
Momentum	0,5
Número de Epochs Realizados	1007
Classificações Corretas	824
Classificações Incorretas	30
Rejeições	58
Porcentagem de Classificações Corretas	90,35
Porcentagem de Classificações Incorretas	3,29
Porcentagem de Rejeições	6,36

Rede 6 - “Alfa&Beta”: Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	MB +PV + PH 258
Número de Entradas da Rede	103
Número de Saídas da Rede	26
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	64
Taxa de Aprendizado Inicial	0,3
Momentum	0,5
Número de Epochs Realizados	176
Classificações Corretas	832
Classificações Incorretas	18
Rejeições	62
Porcentagem de Classificações Corretas	91,23
Porcentagem de Classificações Incorretas	1,97
Porcentagem de Rejeições	6,80

Rede 7 - “WTA”: Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	PV 16
Número de Entradas da Rede	14
Número de Saídas da Rede	26
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	20
Taxa de Aprendizado Inicial	0,3
Momentum	0,5
Número de Epochs Realizados	2000
Classificações Corretas	672
Classificações Incorretas	240
Rejeições	0
Porcentagem de Classificações Corretas	73,68
Porcentagem de Classificações Incorretas	26,32
Porcentagem de Rejeições	0,00

Rede 8 - “WTA”: Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	PH 16
Número de Entradas da Rede	14
Número de Saídas da Rede	26
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	20
Taxa de Aprendizado Inicial	0,3
Momentum	0,5
Número de Epochs Realizados	2000
Classificações Corretas	691
Classificações Incorretas	221
Rejeições	0
Porcentagem de Classificações Corretas	75,77
Porcentagem de Classificações Incorretas	24,23
Porcentagem de Rejeições	0,00

Rede 9 - “WTA”: Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	PV + PH 32
Número de Entradas da Rede	28
Número de Saídas da Rede	26
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	27
Taxa de Aprendizado Inicial	0,3
Momentum	0,5
Número de Epochs Realizados	1945
Classificações Corretas	825
Classificações Incorretas	87
Rejeições	0
Porcentagem de Classificações Corretas	90,46
Porcentagem de Classificações Incorretas	9,54
Porcentagem de Rejeições	0,00

Rede 10 - “WTA”: Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	Quadrado 128
Número de Entradas da Rede	63
Número de Saídas da Rede	26
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	44
Taxa de Aprendizado Inicial	0,3
Momentum	0,5

Número de Epochs Realizados	874
Classificações Corretas	864
Classificações Incorretas	48
Rejeições	0
Porcentagem de Classificações Corretas	94,74
Porcentagem de Classificações Incorretas	5,26
Porcentagem de Rejeições	0,00

Rede 11 - “WTA”: Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	MB +PV + PH 258
Número de Entradas da Rede	114
Número de Saídas da Rede	26
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	70
Taxa de Aprendizado Inicial	0,3
Momentum	0,5
Número de Epochs Realizados	167
Classificações Corretas	869
Classificações Incorretas	43
Rejeições	0
Porcentagem de Classificações Corretas	95,29
Porcentagem de Classificações Incorretas	4,71
Porcentagem de Rejeições	0,00

Rede 12 - “WTA”: Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	Mapa de bits 256
Número de Entradas da Rede	122
Número de Saídas da Rede	26
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	74
Taxa de Aprendizado Inicial	0,3
Momentum	0,5
Número de Epochs Realizados	186
Classificações Corretas	870
Classificações Incorretas	42
Rejeições	0
Porcentagem de Classificações Corretas	95,39
Porcentagem de Classificações Incorretas	4,61
Porcentagem de Rejeições	0,00

Rede 13 - "TESTE": Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	PV 16
Número de Entradas da Rede	14
Número de Saídas da Rede	26
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	20
Taxa de Aprendizado Inicial	0,3
Momentum	0,5
Número de Epochs Realizados	2000
Classificações Corretas	574
Classificações Incorretas	176
Rejeições	0
Porcentagem de Classificações Corretas	76,53
Porcentagem de Classificações Incorretas	23,47
Porcentagem de Rejeições	0,00

Rede 14 - "TESTE": Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	PH 16
Número de Entradas da Rede	14
Número de Saídas da Rede	26
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	20
Taxa de Aprendizado Inicial	0,3
Momentum	0,5
Número de Epochs Realizados	2000
Classificações Corretas	580
Classificações Incorretas	170
Rejeições	0
Porcentagem de Classificações Corretas	77,33
Porcentagem de Classificações Incorretas	22,67
Porcentagem de Rejeições	0,00

Rede 15 - "TESTE": Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	PV + PH 32
Número de Entradas da Rede	28
Número de Saídas da Rede	26
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	27
Taxa de Aprendizado Inicial	0,3
Momentum	0,5
Número de Epochs Realizados	1945
Classificações Corretas	689

Classificações Incorretas	61
Rejeições	0
Porcentagem de Classificações Corretas	91,87
Porcentagem de Classificações Incorretas	8,13
Porcentagem de Rejeições	0,00

Rede 16 - “TESTE”: Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	Quadrado 128
Número de Entradas da Rede	63
Número de Saídas da Rede	26
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	44
Taxa de Aprendizado Inicial	0,3
Momentum	0,5
Número de Epochs Realizados	874
Classificações Corretas	717
Classificações Incorretas	33
Rejeições	0
Porcentagem de Classificações Corretas	95,60
Porcentagem de Classificações Incorretas	4,40
Porcentagem de Rejeições	0,00

Rede 17 - “TESTE”: Configuração e desempenho

Método de Extração de Características	Mapa de bits 256
Número de Entradas da Rede	122
Número de Saídas da Rede	26
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	74
Taxa de Aprendizado Inicial	0,3
Momentum	0,5
Número de Epochs Realizados	186
Classificações Corretas	730
Classificações Incorretas	20
Rejeições	0
Porcentagem de Classificações Corretas	97,33
Porcentagem de Classificações Incorretas	2,67
Porcentagem de Rejeições	0,00

Rede 18 - “TESTE”: Configuração e desempenho

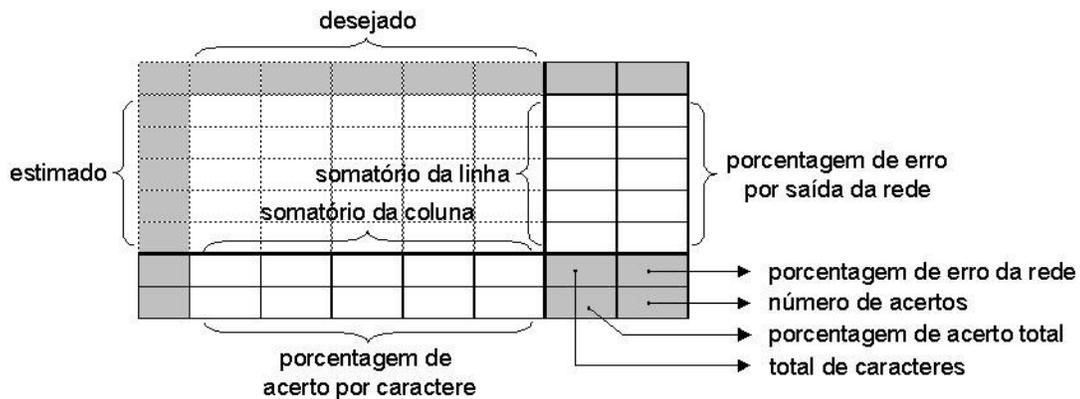
Método de Extração de Características	MB +PV + PH 258
Número de Entradas da Rede	114

Número de Saídas da Rede	26
Número de Camadas da Rede	2
Neurônios na Camada Escondida	70
Taxa de Aprendizado Inicial	0,3
Momentum	0,5
Número de Epochs Realizados	167
Classificações Corretas	731
Classificações Incorretas	19
Rejeições	0
Porcentagem de Classificações Corretas	97,47
Porcentagem de Classificações Incorretas	2,53
Porcentagem de Rejeições	0,00

Rede 19 - “Comitê”: Configuração e desempenho

Classificações Corretas da Primeira Abordagem - Quadrado 128 + Mapa de Bits com WTA	686
Classificações Incorretas da Primeira Abordagem - Quadrado 128 + Mapa de Bits com WTA	12
Rejeições da Primeira Abordagem - Quadrado 128 + Mapa de Bits com WTA	52
Classificações Corretas da Segunda Abordagem - Regras	0
Classificações Incorretas da Segunda Abordagem - Regras	2
Rejeições da Segunda Abordagem - Regras	50
Classificações Corretas da Terceira Abordagem - PHPV com Alfa e Beta	30
Classificações Incorretas da Terceira Abordagem - PHPV com Alfa e Beta	5
Rejeições da Terceira Abordagem - PHPV com Alfa e Beta	15
Classificações Corretas da Quarta Abordagem - MB + PHPV com WTA	10
Classificações Incorretas da Quarta Abordagem - MB + PHPV com WTA	5
Porcentagem de Classificações Corretas	96,80
Porcentagem de Classificações Incorretas	3,20
Total de Padrões	750
Total de Acertos	726
Total de Erros	24

9.2. ANEXO B - MATRIZES DE CONFUSÃO



9.2.1. Seleção da região da placa

9.2.1.1 Contorno

Melhor Rede: Matriz de confusão

	Placa	NãoPlaca		
Placa	305	3	308	0,97
NãoPlaca	1	337	338	0,30
	306	340	646	0,62
	99,67	99,12	99,38	642

9.2.1.2 Projeção Vertical

Melhor Rede: Matriz de confusão

	Placa	NãoPlaca		
Placa	291	10	301	3,32
NãoPlaca	34	316	350	9,71
	325	326	651	6,76
	89,54	96,93	93,24	607

9.2.2. DER-RJ

9.2.2.1 Dígitos

Rede 1: Matriz de confusão

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
0	192	24	0	0	0	0	16	0	168	0	400	52,00
1	0	272	0	0	8	0	0	0	0	0	280	2,86
2	0	0	304	8	0	0	0	8	0	0	320	5,00
3	0	0	8	256	0	48	0	8	0	0	320	20,00
4	0	0	8	0	296	0	48	0	0	0	352	15,91
5	0	0	16	24	8	256	16	0	0	16	336	23,81
6	8	0	0	8	16	0	248	0	0	0	280	11,43
7	0	0	0	8	0	0	0	312	0	8	328	4,88
8	88	0	0	8	0	8	24	0	80	0	208	61,54
9	24	0	0	0	0	0	0	16	0	336	376	10,64
	312	296	336	312	328	312	352	344	248	360	3200	20,25
	61,54	91,89	90,48	82,05	90,24	82,05	70,45	90,70	32,26	93,33	79,75	2552

Rede 2: Matriz de confusão

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
0	184	8	0	0	0	0	16	0	176	0	384	52,08
1	0	272	0	0	8	0	0	0	0	0	280	2,86
2	0	0	296	0	0	0	0	8	0	8	312	5,13
3	0	0	8	272	0	48	0	8	0	0	336	19,05
4	0	0	8	0	296	0	40	0	0	0	344	13,95
5	8	0	16	16	8	256	16	0	0	16	336	23,81
6	8	0	0	8	16	0	256	0	0	0	288	11,11
7	0	0	8	8	0	0	0	312	0	8	336	7,14
8	88	8	0	8	0	8	16	0	56	0	184	69,57
9	24	8	0	0	0	0	8	16	16	328	400	18,00
	312	296	336	312	328	312	352	344	248	360	3200	21,00
	58,97	91,89	88,10	87,18	90,24	82,05	72,73	90,70	22,58	91,11	79,00	2528

Rede 3: Matriz de confusão

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
0	240	16	0	0	0	0	40	0	208	8	512	53,13
1	0	272	0	8	0	8	0	0	0	0	288	5,56
2	0	0	248	8	0	0	0	8	0	8	272	8,82
3	0	0	16	264	0	32	0	8	0	0	320	17,50
4	0	0	8	0	304	0	48	0	0	0	360	15,56
5	0	0	16	24	0	256	0	0	0	8	304	15,79
6	8	0	8	0	24	0	256	0	8	0	304	15,79
7	0	0	32	8	0	0	0	304	0	8	352	13,64
8	32	8	0	0	0	8	8	0	24	0	80	70,00
9	32	0	8	0	0	8	0	24	8	328	408	19,61
	312	296	336	312	328	312	352	344	248	360	3200	22,00
	76,92	91,89	73,81	84,62	92,68	82,05	72,73	88,37	9,68	91,11	78,00	2496

Rede 4: Matriz de confusão

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
0	208	8	0	0	8	8	16	0	176	0	424	50,94
1	0	272	16	8	0	0	0	0	0	0	296	8,11
2	0	0	256	16	0	0	0	8	0	0	280	8,57
3	0	0	0	248	0	56	0	8	8	0	320	22,50
4	0	0	0	0	304	8	56	0	0	0	368	17,39
5	0	0	8	16	8	240	0	0	0	16	288	16,67
6	0	0	8	0	8	0	264	0	0	0	280	5,71
7	0	0	40	24	0	0	0	312	0	8	384	18,75
8	88	8	0	0	0	0	16	0	48	0	160	70,00
9	16	8	8	0	0	0	0	16	16	336	400	16,00
	312	296	336	312	328	312	352	344	248	360	3200	22,25
	66,67	91,89	76,19	79,49	92,68	76,92	75,00	90,70	19,35	93,33	77,75	2488

Rede 5: Matriz de confusão

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
0	256	8	8	0	0	8	48	8	200	0	536	52,24
1	0	264	8	8	0	8	0	0	0	0	288	8,33
2	0	0	256	24	0	0	0	8	0	8	296	13,51
3	0	0	0	232	0	40	0	8	0	0	280	17,14
4	0	0	0	0	312	8	48	0	0	0	368	15,22
5	8	0	8	16	0	240	0	0	0	16	288	16,67
6	8	0	8	0	16	0	256	0	8	0	296	13,51
7	0	8	40	32	0	0	0	304	0	16	400	24,00
8	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	100,00
9	24	16	8	0	0	8	0	16	40	320	432	25,93
	312	296	336	312	328	312	352	344	248	360	3200	23,75
	82,05	89,19	76,19	74,36	95,12	76,92	72,73	88,37	0,00	88,89	76,25	2440

Rede 6: Matriz de confusão

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
0	256	0	8	8	8	40	48	0	184	0	552	53,62
1	0	280	0	16	0	0	0	8	0	16	320	12,50
2	0	0	192	16	0	0	8	0	0	16	232	17,24
3	0	0	32	232	0	24	0	32	0	0	320	27,50
4	0	0	8	0	288	0	16	0	0	0	312	7,69
5	0	0	24	8	0	224	0	0	0	16	272	17,65
6	8	0	16	0	32	8	264	0	8	0	336	21,43
7	0	0	48	24	0	0	0	272	0	0	344	20,93
8	32	0	0	0	0	0	8	0	8	0	48	83,33
9	16	16	8	8	0	16	8	32	48	312	464	32,76
	312	296	336	312	328	312	352	344	248	360	3200	27,25
	82,05	94,59	57,14	74,36	87,80	71,79	75,00	79,07	3,23	86,67	72,75	2328

Rede 7: Matriz de confusão

	0	8		
0	272	208	480	43,33
8	40	40	80	50,00
	312	248	560	44,29
	87,18	16,13	55,71	312

9.2.2.2 Letras

Matriz de confusão da Rede 1

A	118	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	125	5,60
B	0	98	0	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	184	46,74	
C	0	0	210	0	13	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	237	11,39		
D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	
E	0	0	0	0	18	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	47	61,70		
F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	
G	0	0	15	0	6	0	82	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	103	20,39		
H	0	0	0	0	0	0	0	21	0	0	0	0	0	7	7	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42	50,00		
I	0	0	0	0	0	0	0	0	118	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	7	0	0	0	0	146	19,18		
J	0	0	0	0	0	0	0	6	0	95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	108	12,04			
K	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	235	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	29	0	292	19,52			
L	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	368	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	7	0	15	0	0	412	10,68			
M	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	67	15	0	0	0	0	0	0	0	22	0	0	0	0	0	0	124	45,97			
N	6	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	37	0	0	0	7	0	0	0	7	7	0	0	0	0	69	46,38			
O	0	63	12	15	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	30	0	37	0	0	0	0	0	0	7	0	0	7	0	176	82,95			
P	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	0	0	0	0	0	0	7	7	0	0	0	0	81	25,93			
Q	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	31,82				
R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	59	0	0	0	0	0	7	0	7	0	80	26,25				
S	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	59	7	0	0	0	0	0	0	0	73	19,18			
T	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	0	0	0	0	0	7	0	51	27,45			
U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00		
V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00		
W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00		
X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	7	7	21	66,67		
Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00		
Z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	7	100,00			
	131	161	243	44	44	21	87	52	118	95	242	382	74	81	80	60	66	73	59	51	51	42	21	51	35	36	2400	27,75					
	90,08	60,87	86,42	0,00	40,91	0,00	94,25	40,38	100,00	100,00	97,11	96,34	90,54	45,68	37,50	100,00	22,73	80,82	100,00	72,55	0,00	0,00	0,00	13,73	0,00	0,00	72,25	1734					

Matriz de confusão da Rede 2

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z			
A	117	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	124	5,89
B	0	95	0	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44	0	7	0	0	0	0	0	7	0	0	0	183	48,00	
C	0	0	205	0	15	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	234	12,50
D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
E	0	0	0	0	15	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	44	66,67
F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
G	0	0	15	0	7	0	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	102	21,43	
H	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	7	7	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	60,00
I	0	0	0	0	0	0	0	0	117	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	7	0	7	0	0	0	0	146	20,00	
J	0	0	0	0	0	0	0	7	0	95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	110	13,33	
K	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	234	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	29	0	293	20,00	
L	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	366	0	0	0	0	0	0	0	0	15	7	0	15	0	0	410	10,71	
M	0	0	0	0	0	0	0	22	0	0	0	0	66	15	0	0	0	0	0	0	22	0	0	0	0	0	124	47,06	
N	7	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	37	0	0	7	0	0	7	0	7	0	0	0	0	73	49,78	
O	0	66	15	15	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	29	0	37	0	0	0	0	7	0	0	7	0	183	84,00	
P	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	59	0	0	0	0	0	7	7	0	0	0	80	27,27	
Q	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	33,33	
R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	59	0	0	0	7	0	0	7	0	80	27,27	
S	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	59	7	0	0	0	0	0	0	73	19,65	
T	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	0	0	0	0	7	0	51	28,57	
U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	7	7	22	66,67
Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
Z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	7	100,00	
	131	161	241	44	44	22	88	51	117	95	241	381	73	80	80	59	66	73	59	51	51	44	22	51	37	37	2400	28,95	
	89,31	59,09	84,85	0,00	33,33	0,00	91,67	28,57	100,00	100,00	96,97	96,15	90,00	45,45	36,36	100,00	22,22	80,00	100,00	71,43	0,00	0,00	0,00	14,29	0,00	0,00	71,05	1705	

Matriz de confusão da Rede 3

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z			
A	110	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	117	624
B	0	95	0	29	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	37	0	15	0	7	0	0	0	15	0	0	0	212	55,17	
C	0	0	212	0	22	0	7	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	256	17,14
D	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0,00	
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
G	0	0	15	0	7	0	66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	88	25,00	
H	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	29	50,00	
I	0	0	0	0	0	0	0	0	117	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	29	0	7	0	0	0	161	27,27	
J	0	0	0	0	0	0	0	0	0	95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	102	7,14	
K	0	0	7	0	0	7	0	7	0	0	234	0	0	15	0	7	7	0	0	0	0	0	0	0	44	0	329	28,89	
L	0	0	7	0	15	0	0	0	0	0	0	366	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	388	5,66	
M	7	0	0	0	0	0	0	29	0	0	0	0	51	22	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	124	58,72	
N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	15	44	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	73	40,00	
O	7	59	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	0	29	0	0	0	0	7	0	0	0	0	139	84,17	
P	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	59	0	7	0	0	0	0	7	0	0	0	80	27,27	
Q	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	50,00	
R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51	0	0	0	0	0	0	7	0	59	12,50	
S	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51	0	0	0	0	0	0	0	58	12,02	
T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	
U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	29	0	0	15	0	73	0,00	
W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	
X	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	0	0	7	7	29	73	90,00	
Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	
Z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
	131	160,996	241,494	43,908	43,908	21,954	87,816	51,226	117,088	95,134	241,494	380,536	73,18	80,498	80,498	58,544	65,862	73,18	58,544	51,226	51,226	43,908	21,954	51,226	36,59	36,59	2400	31,68	
	83,97	59,09	87,88	0,00	0,00	0,00	75,00	28,57	100,00	100,00	96,97	96,15	70,00	54,55	27,27	100,00	22,22	70,00	87,50	0,00	0,00	66,67	0,00	14,29	0,00	0,00	68,32	16,39	

Matriz de confusão da Rede 4

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z			
A	110	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	7	0	15	7	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	154	28,53
B	0	117	0	37	7	0	7	0	0	0	0	0	0	0	66	0	22	0	0	0	0	7	15	0	0	0	278	57,89	
C	0	0	205	0	15	0	22	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	256	20,00
D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
E	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	29	0,00
F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
G	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
H	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	7	0	7	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	60,00
I	0	0	0	0	0	0	0	0	117	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	15	0	7	0	0	0	0	154	23,81	
J	0	0	0	0	0	0	0	0	0	95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	95	0,00	
K	0	0	7	0	7	0	22	7	0	0	212	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	0	285	25,64	
L	0	0	0	0	7	0	7	0	0	0	0	366	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	381	3,85	
M	0	0	0	0	0	0	0	29	0	0	0	0	59	15	0	0	0	7	0	0	7	7	0	0	0	0	124	52,94	
N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	44	0	0	0	0	0	7	0	0	0	7	0	0	66	33,33	
O	23	43	29	7	7	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	7	0	0	0	0	0	0	0	0	168	100,00	
P	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	73	30,00	
Q	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	59	0	0	0	0	0	0	7	0	73	20,00	
S	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	59	0	0	0	0	15	0	0	80	27,27	
T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44	0	0	0	0	0	44	0,00	
V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	22	0	0	7	0	37	0,00	
W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	7	22	100,00	
Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	0	0	0	0	15	0	44	0,00	
Z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
	133	160	241	44	44	22	88	51	117	95	241	381	73	80	80	59	66	73	59	51	51	44	22	51	37	37	2400	33,83	
	82,71	73,14	84,94	0,00	0,00	0,00	0,00	28,57	100,00	100,00	87,88	96,15	80,00	54,55	0,00	87,50	0,00	80,00	100,00	0,00	85,71	50,00	0,00	0,00	40,00	0,00	66,17	1588	

Matriz de confusão da Rede 5

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z			
A	110	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	7	0	15	7	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	154	28,53
B	0	117	0	37	7	0	7	0	0	0	0	0	0	0	66	0	22	0	0	0	0	7	15	0	0	0	278	57,89	
C	0	0	205	0	15	0	22	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	256	20,00
D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
E	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	29	0,00
F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
G	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
H	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	7	0	7	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	60,00
I	0	0	0	0	0	0	0	0	117	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	15	0	7	0	0	0	0	154	23,81	
J	0	0	0	0	0	0	0	0	0	95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	95	0,00	
K	0	0	7	0	7	0	22	7	0	0	212	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	0	285	25,64	
L	0	0	0	0	7	0	7	0	0	0	0	366	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	381	3,85	
M	0	0	0	0	0	0	0	29	0	0	0	0	59	15	0	0	0	7	0	0	7	7	0	0	0	0	124	52,94	
N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	44	0	0	0	0	0	7	0	0	0	7	0	0	66	33,33	
O	22	43	29	7	7	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	7	0	0	0	0	0	0	0	0	167	100,00	
P	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	73	30,00	
Q	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	59	0	0	0	0	0	0	7	0	73	20,00	
S	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	59	0	0	0	0	15	0	0	80	27,27	
T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44	0	0	0	0	0	44	0,00	
V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	22	0	0	7	0	37	0,00	
W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	7	22	100,00
Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	0	0	0	0	15	0	44	0,00	
Z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
	132	160	241	44	44	22	88	51	117	95	241	381	73	80	80	59	66	73	59	51	51	44	22	51	37	37	2400	33,81	
	83,33	73,14	84,85	0,00	0,00	0,00	0,00	28,57	100,00	100,00	87,88	96,15	80,00	54,55	0,00	87,50	0,00	80,00	100,00	0,00	85,71	50,00	0,00	0,00	40,00	0,00	66,19	1588	

Matriz de confusão da Rede 6

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z			
A	102	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	124	17,71
B	0	102	0	29	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	59	0	22	0	0	0	0	7	7	0	0	0	234	56,25	
C	0	0	190	0	15	0	29	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	256	25,71
D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
G	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
I	0	0	0	0	0	0	0	0	117	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	15	0	7	0	0	0	0	154	23,81	
J	0	0	0	0	0	0	0	7	0	95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	102	7,14	
K	0	0	22	0	7	0	15	7	0	0	227	0	7	22	0	0	7	7	0	0	7	0	0	29	0	0	359	36,73	
L	7	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	366	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	7	0	402	9,02	
M	0	0	0	0	0	0	0	29	0	0	0	0	66	22	0	0	0	7	0	0	7	0	0	0	7	0	139	52,63	
N	7	0	0	0	0	0	0	7	0	0	7	0	0	29	0	0	0	7	0	0	0	0	0	7	7	0	73	59,83	
O	15	59	29	15	7	0	15	0	0	0	0	0	0	0	15	0	37	0	0	0	0	7	0	7	0	0	205	92,87	
P	0	0	0	0	0	22	0	0	0	0	0	0	0	7	0	59	0	0	0	0	0	7	7	0	0	7	110	46,67	
Q	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51	0	0	0	0	0	0	7	0	59	12,50	
S	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	59	15	0	0	0	0	0	0	80	27,27	
T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	7	22	0,00	
U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	22	0	0	0	0	59	0,00	
V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	
W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	
X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	7	0	7	22	66,67	
Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	
Z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
	131	161	241	44	44	22	88	51	117	95	241	381	73	80	80	59	66	73	59	51	51	44	22	51	37	37	2400	35,98	
	77,86	63,64	78,79	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00	93,94	96,15	90,00	36,36	18,18	100,00	0,00	70,00	100,00	28,57	71,43	0,00	0,00	14,29	0,00	0,00	64,02	1536	

9.2.3. CETRIO

9.2.3.1 Dígitos

Matriz de confusão 1: Hexágono 128 (Análise da Variância)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
0	31	0	0	0	0	0	0	0	18	0	49	36,73
1	1	56	0	2	2	0	0	1	1	4	67	16,42
2	1	1	88	2	0	0	0	1	2	0	95	7,37
3	0	0	2	68	0	4	0	0	0	1	75	9,33
4	1	0	0	0	75	0	10	0	0	0	86	12,79
5	1	0	0	3	0	87	1	0	2	3	97	10,31
6	4	0	1	1	2	0	72	0	2	0	82	12,20
7	0	0	1	3	0	0	0	81	0	3	88	7,95
8	7	0	0	1	0	0	1	0	11	0	20	45,00
9	1	1	0	1	1	0	0	0	3	48	55	12,73
	47	58	92	81	80	91	84	83	39	59	714	13,59
	65,96	96,55	95,65	83,95	93,75	95,60	85,71	97,59	28,21	81,36	86,41	617

Matriz de confusão 2: Hexágono 256 (Análise da Variância)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
0	46	0	0	0	0	0	1	0	25	2	74	37,84
1	0	52	0	0	1	0	1	1	0	0	55	5,45
2	0	1	89	3	0	0	0	0	0	0	93	4,30
3	3	4	0	74	0	0	0	0	0	0	81	8,64
4	0	0	0	0	74	0	2	0	0	0	76	2,63
5	0	0	0	2	0	93	1	0	0	1	97	4,12
6	3	0	0	0	0	0	72	0	0	0	75	4,00
7	0	0	0	1	0	0	0	80	0	1	82	2,44
8	1	0	0	0	0	0	0	0	10	0	11	9,09
9	0	0	0	0	1	0	0	0	1	51	53	3,77
	53	57	89	80	76	93	77	81	36	55	697	8,03
	86,79	91,23	100,00	92,50	97,37	100,00	93,51	98,77	27,78	92,73	91,97	641

Matriz de confusão 3: Quadrado Rotacionado 128 (Análise da Variância)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
0	23	0	0	0	0	0	0	0	7	1	31	25,81
1	0	39	0	0	0	1	0	0	0	0	40	2,50
2	1	0	65	0	0	0	0	0	0	1	67	2,99
3	1	0	2	52	0	1	0	1	0	0	57	8,77
4	0	0	0	0	59	0	5	0	0	0	64	7,81
5	1	0	0	1	0	61	1	1	0	2	67	8,96
6	2	0	0	1	3	0	52	0	0	0	58	10,34
7	0	0	0	1	0	0	0	56	0	0	57	1,75
8	2	0	0	1	0	0	0	0	12	0	15	20,00
9	0	0	0	0	0	1	0	0	2	41	44	6,82
	30	39	67	56	62	64	58	58	21	45	500	8,00
	76,67	100,00	97,01	92,86	95,16	95,31	89,66	96,55	57,14	91,11	92,00	460

Matriz de confusão 4: Quadrado 128 (Análise da Variância)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
0	40	0	0	0	0	1	0	0	5	0	46	13,04
1	0	59	0	0	0	0	0	0	0	0	59	0,00
2	0	1	91	1	0	1	0	1	0	0	95	4,21
3	0	0	1	75	0	0	0	1	0	0	77	2,60
4	0	0	0	0	76	0	2	0	0	0	78	2,56
5	0	0	0	2	0	87	2	0	0	1	92	5,43
6	3	0	0	0	1	1	77	0	0	0	82	6,10
7	0	0	0	1	0	0	0	79	0	2	82	3,66
8	3	0	0	0	0	0	0	0	28	0	31	9,68
9	0	0	0	0	1	0	0	0	0	55	56	1,79
	46	60	92	79	78	90	81	81	33	58	698	4,44
	86,96	98,33	98,91	94,94	97,44	96,67	95,06	97,53	84,85	94,83	95,56	667

Matriz de confusão 5: Quadrado 256 (Análise da Variância)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
0	44	0	0	0	0	0	0	0	10	0	54	18,52
1	0	56	0	1	0	0	0	0	0	0	57	1,75
2	0	1	87	1	0	1	0	0	0	0	90	3,33
3	0	0	0	72	0	0	0	0	0	0	72	0,00
4	0	0	0	0	71	0	2	0	0	0	73	2,74
5	0	0	1	3	0	88	2	0	0	0	94	6,38
6	0	0	0	0	3	0	76	1	0	0	80	5,00
7	0	0	0	1	0	0	0	75	0	0	76	1,32
8	0	0	0	0	0	1	0	0	22	0	23	4,35
9	0	0	0	0	1	0	0	0	1	56	58	3,45
	44	57	88	78	75	90	80	76	33	56	677	4,43
	100,00	98,25	98,86	92,31	94,67	97,78	95,00	98,68	66,67	100,00	95,57	647

Matriz de confusão 6: Hexágono 128 (PCA)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
0	40	0	0	1	0	0	1	0	8	1	51	21,57
1	0	55	1	0	0	1	0	0	0	0	57	3,51
2	0	1	89	2	0	0	0	1	0	0	93	4,30
3	1	0	0	74	0	1	0	0	0	1	77	3,90
4	0	0	0	0	79	0	3	0	0	0	82	3,66
5	0	1	1	2	0	89	1	0	0	0	94	5,32
6	0	0	0	0	0	0	79	0	1	0	80	1,25
7	0	0	0	2	0	0	0	81	0	3	86	5,81
8	6	0	1	0	0	0	0	0	29	0	36	19,44
9	0	1	0	0	1	0	0	1	1	54	58	6,90
	47	58	92	81	80	91	84	83	39	59	714	6,30
	85,11	94,83	96,74	91,36	98,75	97,80	94,05	97,59	74,36	91,53	93,70	669

Matriz de confusão 7: Hexágono 256 (PCA)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
0	41	0	0	0	0	0	1	0	11	0	53	22,64
1	0	56	0	0	0	0	0	0	0	0	56	0,00
2	0	1	89	1	0	0	0	0	0	0	91	2,20
3	1	0	0	77	0	0	0	0	0	0	78	1,28
4	0	0	0	0	75	0	2	0	0	0	77	2,60
5	0	0	0	1	0	92	0	1	0	0	94	2,13
6	1	0	0	0	0	0	74	0	0	0	75	1,33
7	0	0	0	1	0	0	0	79	0	1	81	2,47
8	9	0	0	0	0	1	0	0	25	0	35	28,57
9	1	0	0	0	1	0	0	1	0	54	57	5,26
	53	57	89	80	76	93	77	81	36	55	697	5,02
	77,36	98,25	100,00	96,25	98,68	98,92	96,10	97,53	69,44	98,18	94,98	662

Matriz de confusão 8: Quadrado Rotacionado 128 (PCA)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
0	22	0	0	0	1	0	0	0	6	1	30	26,67
1	0	39	0	0	0	1	0	0	0	0	40	2,50
2	1	0	65	2	0	0	0	0	0	1	69	5,80
3	1	0	2	52	0	0	0	0	0	0	55	5,45
4	0	0	0	0	58	0	6	0	0	0	64	9,38
5	1	0	0	1	0	63	1	0	1	1	68	7,35
6	1	0	0	1	3	0	51	0	0	0	56	8,93
7	0	0	0	0	0	0	0	57	0	0	57	0,00
8	4	0	0	0	0	0	0	0	12	0	16	25,00
9	0	0	0	0	0	0	0	1	2	42	45	6,67
	30	39	67	56	62	64	58	58	21	45	500	7,80
	73,33	100,00	97,01	92,86	93,55	98,44	87,93	98,28	57,14	93,33	92,20	461

Matriz de confusão 9: Quadrado 128 (PCA)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
0	40	0	0	0	0	2	0	0	8	0	50	20,00
1	0	58	0	0	0	0	0	0	0	0	58	0,00
2	0	1	91	1	0	0	0	1	0	0	94	3,19
3	0	0	1	74	0	0	0	0	0	0	75	1,33
4	0	0	0	0	76	0	1	0	0	0	77	1,30
5	0	0	0	1	0	87	0	0	0	1	89	2,25
6	1	1	0	0	1	1	80	0	0	0	84	4,76
7	0	0	0	1	0	0	0	78	0	2	81	3,70
8	5	0	0	1	0	0	0	0	25	0	31	19,35
9	0	0	0	1	1	0	0	2	0	55	59	6,78
	46	60	92	79	78	90	81	81	33	58	698	4,87
	86,96	96,67	98,91	93,67	97,44	96,67	98,77	96,30	75,76	94,83	95,13	664

Matriz de confusão 10: Quadrado 256 (PCA)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
0	41	0	0	0	0	0	0	0	8	0	49	16,33
1	0	55	1	1	0	0	0	0	0	0	57	3,51
2	0	1	85	1	0	0	0	0	0	0	87	2,30
3	0	0	1	73	0	0	0	0	0	0	74	1,35
4	0	1	0	0	73	1	1	0	0	0	76	3,95
5	0	0	0	2	0	88	1	0	0	0	91	3,30
6	0	0	1	0	1	0	78	1	0	0	81	3,70
7	0	0	0	1	0	0	0	74	0	0	75	1,33
8	3	0	0	0	0	1	0	0	24	0	28	14,29
9	0	0	0	0	1	0	0	1	1	56	59	5,08
	44	57	88	78	75	90	80	76	33	56	677	4,43
	93,18	96,49	96,59	93,59	97,33	97,78	97,50	97,37	72,73	100,00	95,57	647

Matriz de confusão 11: Hexágono 128 (Melhor PCA)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
0	41	0	0	1	0	0	1	0	7	1	51	19,61
1	0	55	1	0	0	1	0	0	0	0	57	3,51
2	0	1	89	2	0	0	0	1	0	0	93	4,30
3	1	0	0	74	0	1	0	0	0	1	77	3,90
4	0	0	0	0	79	0	3	0	0	0	82	3,66
5	0	1	1	2	0	89	1	0	0	0	94	5,32
6	0	0	0	0	0	0	79	0	1	0	80	1,25
7	0	0	0	2	0	0	0	81	0	3	86	5,81
8	5	0	1	0	0	0	0	0	30	0	36	16,67
9	0	1	0	0	1	0	0	1	1	54	58	6,90
	47	58	92	81	80	91	84	83	39	59	714	6,02
	87,23	94,83	96,74	91,36	98,75	97,80	94,05	97,59	76,92	91,53	93,98	671

Matriz de confusão 12: Hexágono 256 (Melhor PCA)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
0	43	0	0	0	0	0	1	0	9	0	53	18,87
1	0	56	0	0	0	0	0	0	0	0	56	0,00
2	0	1	89	1	0	0	0	0	0	0	91	2,20
3	1	0	0	77	0	0	0	0	0	0	78	1,28
4	0	0	0	0	75	0	2	0	0	0	77	2,60
5	0	0	0	1	0	92	0	1	0	0	94	2,13
6	1	0	0	0	0	0	74	0	0	0	75	1,33
7	0	0	0	1	0	0	0	79	0	1	81	2,47
8	7	0	0	0	0	1	0	0	27	0	35	22,86
9	1	0	0	0	1	0	0	1	0	54	57	5,26
	53	57	89	80	76	93	77	81	36	55	697	4,45
	81,13	98,25	100,00	96,25	98,68	98,92	96,10	97,53	75,00	98,18	95,55	666

Matriz de confusão 13: Quadrado Rotacionado 128 (Melhor PCA)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
0	23	0	0	0	1	0	0	0	5	1	30	23,33
1	0	39	0	0	0	1	0	0	0	0	40	2,50
2	1	0	65	2	0	0	0	0	0	1	69	5,80
3	1	0	2	52	0	0	0	0	0	0	55	5,45
4	0	0	0	0	58	0	6	0	0	0	64	9,38
5	1	0	0	1	0	63	1	0	1	1	68	7,35
6	1	0	0	1	3	0	51	0	0	0	56	8,93
7	0	0	0	0	0	0	0	57	0	0	57	0,00
8	3	0	0	0	0	0	0	0	13	0	16	18,75
9	0	0	0	0	0	0	0	1	2	42	45	6,67
	30	39	67	56	62	64	58	58	21	45	500	7,40
	76,67	100,00	97,01	92,86	93,55	98,44	87,93	98,28	61,90	93,33	92,60	463

Matriz de Confusão 14: Quadrado 128 (Melhor PCA)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
0	44	0	0	0	0	2	0	0	5	0	51	13,73
1	0	58	0	0	0	0	0	0	0	0	58	0,00
2	0	1	91	1	0	0	0	1	0	0	94	3,19
3	0	0	1	74	0	0	0	0	0	0	75	1,33
4	0	0	0	0	76	0	1	0	0	0	77	1,30
5	0	0	0	1	0	87	0	0	0	1	89	2,25
6	1	1	0	0	1	1	80	0	0	0	84	4,76
7	0	0	0	1	0	0	0	78	0	2	81	3,70
8	1	0	0	1	0	0	0	0	28	0	30	6,67
9	0	0	0	1	1	0	0	2	0	55	59	6,78
	46	60	92	79	78	90	81	81	33	58	698	3,87
	95,65	96,67	98,91	93,67	97,44	96,67	98,77	96,30	84,85	94,83	96,13	671

Matriz de Confusão 15: Quadrado 256 (Melhor PCA)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
0	41	0	0	0	0	0	0	0	8	0	49	16,33
1	0	55	1	1	0	0	0	0	0	0	57	3,51
2	0	1	85	1	0	0	0	0	0	0	87	2,30
3	0	0	1	73	0	0	0	0	0	0	74	1,35
4	0	1	0	0	73	1	1	0	0	0	76	3,95
5	0	0	0	2	0	88	1	0	0	0	91	3,30
6	0	0	1	0	1	0	78	1	0	0	81	3,70
7	0	0	0	1	0	0	0	74	0	0	75	1,33
8	3	0	0	0	0	1	0	0	24	0	28	14,29
9	0	0	0	0	1	0	0	1	1	56	59	5,08
	44	57	88	78	75	90	80	76	33	56	677	4,43
	93,18	96,49	96,59	93,59	97,33	97,78	97,50	97,37	72,73	100,00	95,57	647

Matriz de Confusão 16: Mapa de Bits 256 (0 e 8)

	0	8		
0	60	0	60	0,00
8	1	53	54	1,85
	61	53	114	0,88
	98,36	100,00	99,12	113

Matriz de Confusão 17: Quadrado 128 + Mapa de Bits 256 (0 e 8)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
0	40	0	0	0	0	2	0	0	0	0	42	4,76
1	0	58	0	0	0	0	0	0	0	0	58	0,00
2	0	1	91	1	0	0	0	1	0	0	94	3,19
3	0	0	1	74	0	0	0	0	0	0	75	1,33
4	0	0	0	0	76	0	1	0	0	0	77	1,30
5	0	0	0	1	0	87	0	0	0	1	89	2,25
6	0	1	0	0	1	1	80	0	0	0	83	3,61
7	0	0	0	1	0	0	0	78	0	2	81	3,70
8	1	0	0	1	0	0	0	0	35	0	37	5,41
9	0	0	0	1	1	0	0	2	0	55	59	6,78
	41	60	92	79	78	90	81	81	35	58	695	3,02
	97,56	96,67	98,91	93,67	97,44	96,67	98,77	96,30	100,00	94,83	96,98	674

9.2.3.2 Letras

Matriz de confusão 1: Hexágono 128 (Análise da Variância)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z			
A	47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	6,00
B	0	19	0	8	0	0	2	0	0	0	1	0	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	45,71	
C	0	1	56	0	3	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63	11,11	
D	1	3	0	8	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	16	50,00	
E	0	0	2	0	9	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	25,00	
F	0	0	1	0	0	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	23	17,39	
G	0	1	0	1	0	0	18	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	25,00	
H	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	35,00	
I	0	0	2	0	1	0	0	0	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	28	14,29	
J	0	0	1	0	2	0	0	0	0	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	10,00	
K	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	46	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3	0	51	9,80	
L	0	0	3	0	0	0	0	2	0	1	0	131	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	139	5,76	
M	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	19	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	13,64	
N	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	1	30	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	37	18,92	
O	1	2	0	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	11	0	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	24	54,17	
P	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	16	18,75	
Q	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4	75,00	
R	2	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	1	0	0	0	14	35,71	
S	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	1	17	29,41	
T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	1	7	14,29	
U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	13	2	0	0	0	0	16	18,75	
V	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	3	0	15	40,00	
W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	
X	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	1	16	37,50	
Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	0	1	8	0	14	42,86	
Z	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	10	10,00
	52	30	67	20	16	19	25	22	24	29	55	131	25	37	21	14	7	15	14	9	15	16	2	14	13	11	703	19,35	
	90,38	63,33	83,58	40,00	56,25	100,00	72,00	59,09	100,00	93,10	83,64	100,00	76,00	81,08	52,38	92,86	14,29	60,00	85,71	66,67	86,67	56,25	0,00	71,43	61,54	81,82	80,65	567	

Matriz de confusão 2: Hexágono 256 (Análise da Variância)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z			
A	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	49	8,16
B	1	18	0	4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	37,93
C	1	0	62	0	0	0	2	0	0	0	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	11,43
D	1	4	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	45,00
E	0	0	1	0	12	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	33,33
F	0	0	0	0	0	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	1	0	23	17,39
G	1	0	0	0	1	0	21	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	12,50
H	0	0	0	0	0	0	0	17	0	0	8	0	2	4	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	32	46,88
I	0	0	0	0	0	0	0	0	20	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	9,09
J	1	0	1	0	1	0	0	0	1	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	12,50
K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
L	0	0	1	0	1	0	0	2	0	0	0	124	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	130	4,62
M	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	5	0	21	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	31	32,26
N	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	5	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	40	25,00
O	1	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	35,29
P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0,00
Q	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	100,00
R	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	35,29
S	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	14	14,29
T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	14	2	0	0	0	0	17	17,65
V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	13	0	0	4	0	20	35,00
W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	29	51,72
Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	5	0	7	28,57
Z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	11	14	21,43
	52	27	65	17	15	19	25	22	21	29	53	125	24	37	18	14	4	15	12	9	15	16	2	14	12	12	674	20,92	
	86,54	66,67	95,38	64,71	80,00	100,00	84,00	77,27	95,24	96,55	0,00	99,20	87,50	81,08	61,11	100,00	0,00	73,33	100,00	0,00	93,33	81,25	0,00	100,00	41,67	91,67	79,08	533	

Matriz de confusão 3: Quadrado Rotacionado 128 (Análise da Variância)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z			
A	29	0	0	0	0	0	0	1	3	1	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	39	25,64
B	1	8	0	4	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	4	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	2	26	69,23
C	0	2	34	0	1	0	4	0	0	0	4	2	1	0	2	0	0	4	0	2	0	0	0	0	0	0	1	57	40,35
D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
E	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	9	77,78
F	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	11	27,27
G	0	0	3	0	0	0	8	0	0	0	4	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	18	55,56
H	1	0	0	0	0	0	0	4	0	0	2	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	66,67
I	0	0	0	0	0	0	0	0	9	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	13	30,77
J	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0,00
K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
L	2	0	4	0	5	3	0	1	0	0	11	60	2	3	0	0	1	1	1	2	0	0	0	4	2	3	105	42,86	
M	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	1	0	7	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	13	46,15
N	2	2	0	1	1	0	1	5	0	0	1	4	2	16	3	0	0	1	0	0	0	1	1	3	0	1	45	64,44	
O	0	3	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	88,89
P	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	14,29
Q	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
S	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	8	12,50
T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0,00
U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	1	0	0	0	0	7	28,57
V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	7	0	0	4	0	14	50,00
W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	100,00
Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
Z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	100,00
	35	15	41	8	9	12	18	14	12	17	33	70	17	23	10	7	2	10	9	5	8	10	2	8	7	8	410	45,12	
	82,86	53,33	82,93	0,00	22,22	66,67	44,44	28,57	75,00	76,47	0,00	85,71	41,18	69,57	10,00	85,71	0,00	0,00	77,78	20,00	62,50	70,00	0,00	0,00	0,00	0,00	54,88	225	

Matriz de confusão 4: Quadrado 128 (Análise da Variância)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z			
A	49	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51	3,92
B	0	19	0	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	29,63
C	0	0	58	1	0	0	2	0	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	66	12,12
D	0	3	0	8	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	52,94
E	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0,00
F	0	0	0	0	0	19	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	21	9,52
G	0	0	1	0	0	0	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	4,55
H	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	4,76
I	0	0	0	0	0	0	0	0	16	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	22	27,27
J	0	0	1	0	0	0	0	0	0	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	4,17
K	0	0	3	0	0	0	0	1	0	0	50	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	57	12,28
L	0	0	2	0	1	0	0	0	3	0	0	129	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	139	7,19
M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	8,00
N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	32	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	37	13,51
O	0	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	47,62
P	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	6,67
Q	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
R	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	12,50
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0,00
T	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	7	28,57
U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	2	0	0	0	0	14	14,29
V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	12	0	0	4	0	17	29,41
W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	18	22,22
Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	9	0,00
Z	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	11	9,09
	51	26	66	15	15	20	25	21	24	31	57	129	25	38	17	14	5	15	15	8	15	14	2	14	13	11	686	12,97	
	96,08	73,08	87,88	53,33	93,33	95,00	84,00	95,24	66,67	74,19	87,72	100,00	92,00	84,21	64,71	100,00	0,00	93,33	100,00	62,50	80,00	85,71	0,00	100,00	69,23	90,91	87,03	5,97	

Matriz de confusão 5: Quadrado 256 (Análise da Variância)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z			
A	49	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	52	5,77
B	0	14	0	4	0	0	2	0	0	0	1	0	0	1	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	50,00
C	0	0	59	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	62	4,84
D	0	4	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	38,46
E	0	1	1	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	12,50
F	0	0	0	0	0	19	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	5,00
G	0	0	3	0	0	0	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	18,18
H	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	22,22
I	0	0	0	0	0	0	0	0	21	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	26	19,23
J	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	4,35
K	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	53	7,55
L	0	0	0	0	1	0	0	2	0	2	0	124	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	132	6,06
M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	22	4,55
N	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	36	16,67
O	0	2	0	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	10	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	44,44
P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0,00
Q	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
R	2	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	22,22
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	13	7,69
T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	7	14,29
U	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	14	2	0	0	0	0	19	26,32
V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	10	0	0	2	0	13	23,08
W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	15	20,00
Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	8	0,00
Z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	10	0,00
	51	24	64	15	15	19	24	20	21	29	55	125	24	36	17	13	4	15	13	7	15	14	2	13	11	11	657	13,09	
	96,08	58,33	92,19	53,33	93,33	100,00	75,00	70,00	100,00	75,86	89,09	99,20	87,50	83,33	58,82	100,00	0,00	93,33	92,31	85,71	93,33	71,43	0,00	92,31	72,73	90,91	86,91	571	

Matriz de confusão 6: Hexágono 128 (PCA)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z			
A	47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	6,00
B	0	23	0	3	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	33	30,30	
C	0	0	63	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	68	7,35	
D	1	0	0	11	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	16	31,25	
E	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0,00	
F	0	0	0	0	3	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	23	17,39	
G	0	3	1	0	0	0	18	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	25,00	
H	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	20	25,00	
I	0	0	2	0	0	0	0	0	22	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	28	21,43	
J	0	0	1	0	0	0	0	0	0	24	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	7,69	
K	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	49	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	54	9,26	
L	0	1	0	0	1	0	1	2	2	0	0	131	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	1	142	7,75	
M	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	22	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	27	18,52	
N	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	30	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	36	16,67	
O	1	1	0	6	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	12	0	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	28	57,14	
P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0,00	
Q	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	100,00	
R	2	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	15	26,67	
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	14	7,14	
T	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	1	8	25,00		
U	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	12	1	0	0	0	15	20,00	
V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	3	0	15	20,00	
W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	
X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	16	12,50	
Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	8	0	9	11,11	
Z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	10	10,00	
	52	30	67	20	16	19	25	22	24	29	55	131	25	37	21	14	7	15	14	9	15	16	2	14	13	11	703	15,36	
	90,38	76,67	94,03	55,00	62,50	100,00	72,00	68,18	91,67	82,76	89,09	100,00	88,00	81,08	57,14	100,00	0,00	73,33	92,86	66,67	80,00	75,00	0,00	100,00	61,54	81,82	84,64	595	

Matriz de confusão 7: Hexágono 256 (PCA)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z			
A	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	48	6,25
B	0	21	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	29	27,59	
C	1	0	64	0	0	0	2	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	8,57
D	2	3	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	40,00
E	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0,00
F	0	0	0	0	0	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	21	9,52
G	1	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	4,76
H	0	0	0	0	0	0	0	17	0	0	2	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	26,09
I	0	0	0	0	0	0	0	0	13	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	18,75
J	1	0	1	0	0	0	0	0	6	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	23,53
K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	2,00
L	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	0	123	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	129	4,65
M	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	8,70
N	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	32	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	38	15,79
O	1	1	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	40,91
P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0,00
Q	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	100,00
R	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	23,08
S	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	13	7,69
T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	7	0,00
U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	13	1	0	0	0	0	15	13,33
V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	13	0	0	3	0	18	27,78
W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	1	17	17,65
Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	6	0	7	14,29	
Z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	10	0,00
	52	27	65	17	15	19	25	22	21	29	53	125	24	37	18	14	4	15	12	9	15	16	2	14	12	12	674	12,61	
	86,54	77,78	98,46	70,59	100,00	100,00	80,00	77,27	61,90	89,66	92,45	98,40	87,50	86,49	72,22	100,00	0,00	66,67	100,00	77,78	86,67	81,25	0,00	100,00	50,00	83,33	87,39	589	

Matriz de confusão 8: Quadrado Rotacionado 128 (PCA)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z			
A	21	0	0	1	0	1	0	0	3	1	1	0	3	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	38	44,74
B	4	3	0	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	78,57	
C	1	1	24	0	0	0	4	1	0	0	1	2	0	1	3	0	0	3	0	0	0	0	0	2	1	0	44	45,45	
D	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	8	87,50	
E	0	0	1	0	4	0	1	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	11	63,64	
F	0	0	1	0	1	6	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	12	50,00	
G	0	2	3	0	1	0	2	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	81,82	
H	0	1	0	0	0	0	0	5	0	0	1	0	2	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	66,67	
I	0	0	0	0	0	0	1	0	9	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	12	25,00	
J	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	15	6,67	
K	0	0	7	0	1	0	1	2	0	0	18	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	34	47,06	
L	4	0	2	0	2	2	1	3	0	2	5	52	2	1	1	0	0	1	1	3	0	0	0	1	0	2	85	38,82	
M	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	2	1	5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	12	58,33	
N	1	1	2	0	0	0	0	2	0	0	1	1	1	8	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	20	60,00	
O	1	0	0	4	0	0	3	0	0	0	0	0	0	1	2	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	14	85,71	
P	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	11	45,45	
Q	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	
R	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	7	71,43	
S	0	2	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	11	45,45	
T	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	50,00	
U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	5	40,00	
V	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	0	0	2	9	66,67	
W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	
X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	2	7	71,43
Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	0	4	25,00	
Z	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	9	77,78
	35	15	41	8	9	12	18	14	12	17	33	70	17	23	10	7	2	10	9	5	8	10	2	8	7	8	410	50,73	
	60,00	20,00	58,54	12,50	44,44	50,00	11,11	35,71	75,00	82,35	54,55	74,29	29,41	34,78	20,00	85,71	0,00	20,00	66,67	20,00	37,50	30,00	0,00	25,00	42,86	25,00	49,27	202	

Matriz de confusão 9: Quadrado 128 (PCA)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z			
A	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48	0,00
B	0	20	0	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	25,93
C	0	0	61	1	0	0	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	67	8,96
D	0	2	0	9	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	35,71
E	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0,00
F	0	0	0	0	0	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	0,00
G	0	0	1	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	4,76
H	0	0	0	0	0	0	0	19	0	0	2	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	20,83
I	0	0	0	0	0	0	0	0	16	5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	27,27
J	0	0	1	0	0	0	0	0	0	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	4,17
K	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	51	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	56	8,93
L	0	0	1	0	1	0	0	0	3	0	0	129	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	138	6,52
M	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	24	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	11,11
N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	31	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	36	13,89
O	0	4	0	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	13	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	43,48
P	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	6,67
Q	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	33,33
R	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	11,76
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0,00
T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	8	12,50
U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	2	0	0	0	0	0	15	13,33
V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	11	0	0	6	0	18	38,89	
W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	17	17,65
Y	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	8	12,50
Z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	10	0,00
	51	26	66	15	15	20	25	21	24	31	57	129	25	38	17	14	5	15	15	8	15	14	2	14	13	11	686	11,81	
	94,12	76,92	92,42	60,00	93,33	95,00	80,00	90,48	66,67	74,19	89,47	100,00	96,00	81,58	76,47	100,00	40,00	100,00	100,00	100,00	87,50	86,67	78,57	0,00	100,00	53,85	90,91	88,19	605

Matriz de confusão 10: Quadrado 256 (PCA)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z				
A	49	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	51	392	
B	0	17	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	3	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	37,04	
C	0	0	61	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	66	7,58	
D	0	1	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	25,00	
E	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0,00	
F	0	0	0	0	0	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	19	5,26	
G	0	0	2	0	0	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	15,00	
H	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	21,05	
I	0	0	0	0	1	0	0	0	18	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	24	25,00	
J	0	0	1	0	0	0	1	0	0	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	7,69	
K	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	50	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53	5,66	
L	0	0	0	0	1	1	0	2	2	1	0	122	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	132	7,58		
M	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	24	8,33	
N	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	1	29	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	36	19,44	
O	0	4	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	20	40,00	
P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0,00	
Q	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	100,00	
R	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	18,75	
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0,00	
T	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	6	16,67	
U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	14	1	0	0	0	0	16	12,50	
V	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	10	0	0	3	0	15	33,33	
W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	
X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	14	7,14	
Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	7	14,29
Z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	10	0,00	
	51	24	64	15	15	19	24	20	21	29	55	125	24	36	17	13	4	15	13	7	15	14	2	13	11	11	657	12,33		
	96,08	70,83	95,31	80,00	86,67	94,74	70,83	75,00	85,71	82,76	90,91	97,60	91,67	80,56	70,59	100,00	0,00	86,67	100,00	71,43	93,33	71,43	0,00	100,00	54,55	90,91	87,67	576		

Matriz de confusão 11: Hexágono 128 (Melhor PCA)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z				
A	48	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	400	
B	0	23	0	6	0	0	2	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	32,35	
C	0	0	61	0	2	0	2	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	68	10,29	
D	1	2	0	11	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	31,25	
E	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	14	14,29	
F	0	0	1	0	0	19	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	23	17,39	
G	0	1	1	0	0	0	19	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	20,83	
H	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	2	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	22	31,82	
I	0	0	2	0	0	0	0	0	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	26	11,54	
J	0	0	1	0	0	0	0	0	1	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	7,14	
K	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	47	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	52	9,62
L	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	130	0	0	1	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	1	138	5,80		
M	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	20	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	25	20,00		
N	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	33	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	37	10,81	
O	0	0	0	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	13	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	35,00	
P	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	17	17,65	
Q	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	8	75,00	
R	3	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	31,25	
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	13	7,69	
T	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	8	12,50	
U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	13	1	0	0	0	0	15	13,33	
V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	3	0	14	28,57	
W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	
X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	16	12,50	
Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	9	0	10	10,00	
Z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	9	0,00	
	52	30	67	20	16	19	25	22	24	29	55	131	25	37	21	14	7	15	14	9	15	16	2	14	13	11	703	14,51		
	92,31	76,67	91,04	55,00	75,00	100,00	76,00	68,18	95,83	89,66	85,45	99,24	80,00	89,19	61,90	100,00	28,57	73,33	85,71	77,78	86,67	62,50	0,00	100,00	69,23	81,82	85,49	601		

Matriz de confusão 12: Hexágono 256 (Melhor PCA)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z			
A	46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47	2,13
B	0	19	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	24	20,83
C	1	0	63	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	69	8,70
D	1	5	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	47,83
E	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0,00
F	0	0	0	0	0	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	0,00
G	1	0	0	0	0	0	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	23	8,70
H	0	0	0	0	0	0	0	17	0	0	1	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	26,09
I	0	0	0	0	0	0	0	0	13	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	18,75
J	1	0	1	0	0	0	0	0	5	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	20,59
K	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	50	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53	5,66
L	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	123	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	129	4,65
M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	4,76
N	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	1	0	0	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	36	13,89
O	1	1	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	36,84
P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	6,67
Q	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,00	
R	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	20,00
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0,00
T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	1	9	11,11	
U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	14	1	0	0	0	0	17	17,65
V	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	14	0	0	2	0	18	22,22
W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0,00	
X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	15	6,67
Y	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	10	10,00
Z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	10	11	9,09
	52	27	65	17	15	19	25	22	21	29	53	125	24	37	18	14	4	15	12	9	15	16	2	14	12	12	674	11,57	
	88,46	70,37	96,92	70,59	93,33	100,00	84,00	77,27	61,90	93,10	94,34	98,40	83,33	83,78	66,67	100,00	25,00	80,00	100,00	88,89	93,33	87,50	50,00	100,00	75,00	83,33	88,43	596	

Matriz de confusão 13: Quadrado Rotacionado 128 (Melhor PCA)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z			
A	10	0	1	0	0	0	0	0	2	1	1	0	3	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	23	56,52
B	3	5	1	2	0	1	2	0	0	0	0	1	0	0	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	21	76,19
C	4	2	22	1	3	0	2	0	1	0	0	6	0	2	1	0	1	1	0	2	0	1	0	1	1	0	51	56,86	
D	2	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	8	87,50	
E	2	0	2	0	4	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	13	69,23
F	0	0	3	0	0	6	0	2	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	57,14
G	2	1	2	0	0	2	8	0	0	0	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	22	63,64
H	0	0	0	0	0	0	0	7	0	1	0	0	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	41,67
I	0	0	0	0	0	0	1	0	7	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	30,00
J	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	17	17,65
K	1	1	3	0	0	0	1	1	0	0	18	3	3	2	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	36	50,00
L	8	1	7	0	0	1	1	0	2	1	6	52	1	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	1	85	38,82
M	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	1	0	6	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	13	53,85
N	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	2	0	10	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	20	50,00
O	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	50,00
P	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	37,50
Q	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
R	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	8	75,00
S	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	9	11,11
T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	2	50,00
U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	4	25,00
V	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	7	1	0	3	0	14	50,00	
W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	2	2	10	60,00
Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
Z	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	100,00
	35	15	41	8	9	12	18	14	12	17	33	70	17	23	10	7	2	10	9	5	8	10	2	8	7	8	410	50,24	
	28,57	33,33	53,66	12,50	44,44	50,00	44,44	50,00	58,33	82,35	54,55	74,29	35,29	43,48	40,00	71,43	0,00	20,00	88,89	20,00	37,50	70,00	0,00	50,00	0,00	0,00	49,76	204	

Matriz de confusão 14: Quadrado 128 (Melhor PCA)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z			
A	49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	2,00
B	0	21	0	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	22,22	
C	0	0	60	1	0	0	2	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	67	10,45	
D	0	2	0	10	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	41,18	
E	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0,00	
F	0	0	0	0	0	19	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	21	9,52	
G	0	0	1	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	4,76	
H	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	16,67	
I	0	0	0	0	0	0	0	0	16	5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	23	30,43	
J	0	0	1	0	0	0	0	0	0	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	4,35	
K	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	52	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	56	7,14	
L	0	0	1	0	1	0	0	0	3	0	1	129	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	139	7,19	
M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	4,35	
N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	32	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	37	13,51	
O	0	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	38,10	
P	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	17,65	
Q	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0,00	
R	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	17	11,76	
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	15	0,00	
T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	5	0,00	
U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	2	0	0	0	0	15	13,33	
V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	12	0	0	4	0	17	29,41	
W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	
X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	16	12,50	
Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	9	0,00
Z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	10	0,00	
	51	26	66	15	15	20	25	21	24	31	57	129	25	38	17	14	5	15	15	8	15	14	2	14	13	11	686	11,37	
	96,08	80,77	90,91	66,67	93,33	95,00	80,00	95,24	66,67	70,97	91,23	100,00	88,00	84,21	76,47	100,00	40,00	100,00	100,00	62,50	86,67	85,71	0,00	100,00	69,23	90,91	88,63	608	

Matriz de confusão 15: Quadrado 256 (Melhor PCA)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z			
A	49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	51	3,92
B	0	17	0	0	0	0	3	0	0	0	3	0	0	1	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	28	39,29	
C	0	0	61	0	1	0	2	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	66	7,58	
D	0	2	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	27,78	
E	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0,00	
F	0	0	0	0	0	19	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	21	9,52	
G	0	0	2	0	0	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	22	22,73	
H	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	22,22	
I	0	0	0	0	0	0	0	0	21	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	16,00	
J	0	0	1	0	0	0	0	0	0	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	4,00	
K	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51	3,92	
L	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	124	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	129	3,88	
M	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	8,33	
N	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	29	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	35	17,14	
O	0	2	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	27,78	
P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0,00	
Q	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	
R	2	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	16	25,00	
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	13	7,69	
T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	5	0,00	
U	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	14	1	0	0	0	17	17,65	
V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	10	0	0	3	0	14	28,57	
W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0,00	
X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	14	7,14	
Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	8	0	9	11,11	
Z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	10	0,00	
	51	24	64	15	15	19	24	20	21	29	55	125	24	36	17	13	4	15	13	7	15	14	2	13	11	11	657	11,11	
	96,08	70,83	95,31	86,67	93,33	100,00	70,83	70,00	100,00	82,76	89,09	99,20	91,67	80,56	76,47	100,00	0,00	80,00	92,31	71,43	93,33	71,43	50,00	100,00	72,73	90,91	88,89	584	

Matriz de confusão 16: Quadrado Interno 256 (Melhor PCA)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z			
A	33	1	2	0	1	0	0	0	0	2	1	0	4	2	0	2	1	0	0	0	2	0	3	0	1	0	1	56	41,07
B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
C	2	0	31	5	1	0	1	0	0	0	0	5	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47	34,04	
D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
F	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	50,00	
G	0	0	1	2	0	0	13	0	0	1	0	4	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	24	45,83	
H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
I	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	40,00	
J	1	1	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	14,29	
K	3	16	0	0	7	13	6	13	12	4	32	0	13	19	0	5	0	10	11	4	1	7	2	10	6	3	197	83,76	
L	1	0	14	0	1	0	0	0	0	1	1	67	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	4	92	27,17	
M	1	3	0	0	1	0	0	4	0	0	1	0	3	4	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	1	0	22	86,36	
N	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	50,00	
O	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	7	0	1	0	1	0	8	0	0	0	0	0	22	68,18	
P	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	7	42,86	
Q	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
V	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	100,00	
W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	100,00
Z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
	43	21	49	10	11	15	20	18	16	20	39	77	21	30	12	11	2	13	12	6	12	12	2	11	8	9	500	57,80	
	76,74	0,00	63,27	0,00	0,00	13,33	65,00	0,00	18,75	60,00	82,05	87,01	14,29	13,33	58,33	36,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	42,20	211	

Matriz de confusão 17: Mapa de Bits (D e O)

	D	O		
D	14	3	17	17,65
O	1	14	15	6,67
	15	17	32	12,50
	93,33	82,35	87,50	28

Matriz de confusão 18: Mapa de Bits (B, D e O)

	B	D	O		
B	32	0	0	32	0,00
D	0	11	2	13	15,38
O	0	4	15	19	21,05
	32	15	17	64	9,37
	100,00	73,33	88,24	90,63	58

Matriz de confusão 19: Mapa de Bits (B, D, G e O)

	B	D	G	O		
B	21	0	1	0	22	4,55
D	0	10	0	3	13	23,08
G	0	0	19	0	19	0,00
O	0	0	0	11	11	0,00
	21	10	20	14	65	6,15
	100,00	100,00	95,00	78,57	93,85	61

Matriz de confusão 20: Mapa de Bits (B, D, G, I e O)

	B	D	G	I	O		
B	21	0	1	0	0	22	4,55
D	0	7	1	0	2	10	30,00
G	0	1	18	0	0	19	5,26
I	0	0	0	15	0	15	0,00
O	0	2	0	0	9	11	18,18
	21	10	20	15	11	77	9,09
	100,00	70,00	90,00	100,00	81,82	90,91	70

Matriz de confusão 21: Mapa de Bits (B, D, G, I, J e O)

	B	D	G	I	J	O		
B	18	0	1	0	0	0	19	5,26
D	0	9	1	0	0	2	12	25,00
G	2	0	17	0	0	0	19	10,53
I	0	0	0	15	0	0	15	0,00
J	0	0	1	0	20	0	21	4,76
O	1	1	0	0	0	9	11	18,18
	21	10	20	15	20	11	97	9,28
	85,71	90,00	85,00	100,00	100,00	81,82	90,72	88

Matriz de confusão 22: Mapa de Bits (B, D, G, I, J, L e O)

	B	D	G	I	J	L	O		
B	21	0	0	0	0	1	0	22	4,55
D	0	9	1	0	0	0	2	12	25,00
G	0	0	19	0	0	0	0	19	0,00
I	0	0	0	15	0	0	0	15	0,00
J	0	0	0	0	20	0	0	20	0,00
L	0	0	0	0	0	75	0	75	0,00
O	0	1	0	0	0	0	9	10	10,00
	21	10	20	15	20	76	11	173	2,89
	100,00	90,00	95,00	100,00	100,00	98,68	81,82	97,11	168

Matriz de confusão 23: Mapa de Bits (B, D, G, I, J, L, O e T)

	B	D	G	I	J	L	O	T		
B	21	0	1	0	0	0	0	0	22	4,55
D	0	9	0	0	0	0	3	0	12	25,00
G	0	0	18	0	0	0	0	0	18	0,00
I	0	0	0	15	0	1	0	1	17	11,76
J	0	0	0	0	20	0	0	1	21	4,76
L	0	0	0	0	0	75	0	0	75	0,00
O	0	1	0	0	0	0	8	0	9	11,11
T	0	0	1	0	0	0	0	3	4	25,00
	21	10	20	15	20	76	11	5	178	5,06
	100,00	90,00	90,00	100,00	100,00	98,68	72,73	0,00	94,94	169

Matriz de confusão 24: Mapa de Bits (B, D, G, I, J, L, O, T e V)

	B	D	G	I	J	L	O	T	V		
B	20	0	1	0	0	0	0	0	1	22	9,09
D	0	9	0	0	0	0	3	0	0	12	25,00
G	1	0	18	0	0	0	0	0	0	19	5,26
I	0	0	0	15	0	1	0	1	0	17	11,76
J	0	0	0	0	20	0	0	1	0	21	4,76
L	0	0	0	0	0	75	0	0	0	75	0,00
O	0	1	1	0	0	0	8	0	1	11	27,27
T	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3	0,00
V	0	0	0	0	0	0	0	0	10	10	0,00
	21	10	20	15	20	76	11	5	12	190	6,32
	95,24	90,00	90,00	100,00	100,00	98,68	72,73	60,00	83,33	93,68	178

Matriz de confusão 25: Mapa de Bits (B, D, G, I, J, L, O, T, V e Y)

	B	D	G	I	J	L	O	T	V	Y		
B	19	0	1	0	0	0	0	0	0	0	20	5,00
D	0	9	0	0	0	0	2	0	0	0	11	18,18
G	1	0	18	0	0	0	0	0	0	0	19	5,26
I	0	0	0	15	0	1	0	1	0	0	17	11,76
J	0	0	1	0	20	0	0	1	0	0	22	9,09
L	0	0	0	0	0	75	0	0	0	0	75	0,00
O	1	1	0	0	0	0	9	0	1	0	12	25,00
T	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3	0,00
V	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	10	0,00
Y	0	0	0	0	0	0	0	0	1	8	9	11,11
	21	10	20	15	20	76	11	5	12	8	198	6,06
	90,48	90,00	90,00	100,00	100,00	98,68	81,82	60,00	83,33	100,00	93,94	186

Matriz de confusão 26: Mapa de Bits 256

A	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	2,44	
B	0	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	0,00	
C	0	0	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49	8,16	
D	0	2	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	11	36,36	
E	0	0	1	0	10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	13	23,08	
F	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	12,50	
G	0	0	1	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	9,09	
H	1	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	5,88	
I	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0,00	
J	1	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	23	13,04	
K	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	35	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	38	7,89	
L	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	77	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	3,75	
M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	0,00	
N	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	28	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	34	17,65	
O	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	33,33	
P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	11	0	1	0	0	0	0	0	0	0	13	15,38	
Q	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,00	
R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	1	0	0	0	0	11	9,09	
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	12	0,00	
T	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	7	14,29	
U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	10	0,00	
V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	14	14,29	
W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	4	0	14	28,57	
Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3	0,00	
Z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	9	0,00
	43	21	49	10	11	15	20	18	16	20	39	77	21	30	12	11	2	13	12	6	12	12	2	11	8	9	500	9,00
	93,02	85,71	91,84	70,00	90,91	93,33	100,00	88,89	100,00	100,00	89,74	100,00	90,48	93,33	50,00	100,00	50,00	76,92	100,00	100,00	83,33	100,00	0,00	90,91	37,50	100,00	91,00	455

9.2.4. DETRAN-RJ

9.2.4.1 Dígitos

Matriz de confusão 1: PV 16 (“Alfa&Beta”)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
101	0	0	1	0	4	1	1	29	0	137	26,28
1	128	0	1	2	0	0	0	0	0	132	3,03
0	1	56	0	8	3	2	4	0	2	76	26,32
3	1	0	97	8	0	1	0	2	0	112	13,39
0	0	3	7	55	0	8	1	1	0	75	26,67
0	0	2	0	0	51	0	1	5	3	62	17,74
0	0	4	2	14	0	73	1	1	0	95	23,16
0	1	7	1	2	0	6	84	0	19	120	30,00
8	0	0	1	0	11	0	1	48	0	69	30,43
0	1	2	0	1	1	0	11	0	69	85	18,82
113	132	74	110	90	70	91	104	86	93	1206	36,82
89,38	96,97	75,68	88,18	61,11	72,86	80,22	80,77	55,81	74,19	63,18	762

Nr Rejeitados 243 20,15

Matriz de confusão 2: PH 16 (“Alfa&Beta”)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
110	4	3	5	0	1	1	0	6	0	130	15,38
2	109	0	0	0	0	0	5	0	1	117	6,84
2	4	91	4	1	0	0	1	0	0	103	11,65
0	0	11	99	0	1	1	1	0	0	113	12,39
0	0	0	0	117	0	0	0	0	0	117	0,00
0	0	0	1	0	99	0	0	2	0	102	2,94
1	0	0	1	1	1	115	0	2	0	121	4,96
0	8	0	0	0	0	0	116	0	2	126	7,94
4	0	1	1	0	1	1	1	103	3	115	10,43
1	3	0	0	0	0	0	1	0	103	108	4,63
120	128	106	111	119	103	118	125	113	109	1206	11,94
91,67	85,16	85,85	89,19	98,32	96,12	97,46	92,80	91,15	94,50	88,06	1062

Nr Rejeitados 54 4,48

Matriz de confusão 3: Quadrado 128 (“Alfa&Beta”)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
117	0	0	0	0	0	1	0	13	1	132	11,36
0	128	0	0	0	0	0	0	0	0	128	0,00
0	1	116	0	1	0	0	0	0	0	118	1,69
0	0	0	119	0	0	0	0	0	0	119	0,00
0	0	0	0	115	1	0	0	0	0	116	0,86
0	0	0	0	0	106	0	0	0	0	106	0,00
0	0	0	1	0	1	116	0	0	0	118	1,69
0	1	0	0	0	0	0	124	0	0	125	0,80
6	0	0	1	0	0	0	1	104	0	112	7,14
0	1	0	0	0	1	0	1	0	108	111	2,70
123	131	116	121	116	109	117	126	117	109	1206	4,39
95,12	97,71	100,00	98,35	99,14	97,25	99,15	98,41	88,89	99,08	95,61	1153

Nr Rejeitados 21 1,74

Matriz de confusão 4: Mapa de Bits 256 (“Alfa&Beta”)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
119	0	0	0	0	0	0	0	3	0	122	2,46
0	129	0	0	0	0	0	0	0	0	129	0,00
0	1	112	0	1	0	0	0	0	0	114	1,75
0	0	0	118	0	0	0	0	0	0	118	0,00
0	0	0	0	119	0	0	0	0	0	119	0,00
0	0	0	0	0	106	0	1	0	0	107	0,93
0	0	0	1	0	1	118	0	0	0	120	1,67
0	1	0	0	0	0	0	124	0	0	125	0,80
1	0	0	1	0	0	0	1	115	0	118	2,54
0	1	0	0	0	0	0	1	0	108	110	1,82
120	132	112	120	120	107	118	127	118	108	1206	3,15
99,17	97,73	100,00	98,33	99,17	99,07	100,00	97,64	97,46	100,00	96,85	1168

Nr Rejeitados 24 1,99

Matriz de confusão 5: PV + PH 32 (“Alfa&Beta”)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
118	0	0	1	0	1	0	0	7	0	127	7,09
2	129	0	0	0	0	0	0	1	0	132	2,27
0	1	111	0	2	2	2	1	0	1	120	7,50
1	0	0	115	0	0	1	0	0	0	117	1,71
1	0	0	0	114	0	1	0	0	0	116	1,72
0	0	0	1	1	103	1	0	1	0	107	3,74
0	0	1	1	1	0	112	0	1	0	116	3,45
0	2	0	0	0	0	0	123	0	0	125	1,60
3	0	1	2	0	0	1	1	100	1	109	8,26
0	1	0	0	0	0	0	1	1	108	111	2,70
125	133	113	120	118	106	118	126	111	110	1206	6,05
94,40	96,99	98,23	95,83	96,61	97,17	94,92	97,62	90,09	98,18	93,95	1133

Nr Rejeitados 26 2,16

Matriz de confusão 6: MB + PV + PH 288 (“Alfa&Beta”)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
120	0	0	0	0	0	1	0	3	0	124	3,23
0	128	0	0	0	0	0	0	0	0	128	0,00
0	1	114	0	1	0	0	0	0	0	116	1,72
0	0	0	117	0	0	0	0	0	0	117	0,00
0	0	0	0	118	0	0	0	0	0	118	0,00
0	0	0	0	0	108	0	1	0	0	109	0,92
0	0	0	1	0	1	117	0	0	0	119	1,68
0	1	0	0	0	0	0	124	0	0	125	0,80
0	0	0	1	0	0	0	1	115	0	117	1,71
0	1	0	0	0	0	0	0	0	109	110	0,91
120	131	114	119	119	109	118	126	118	109	1206	2,99
100,00	97,71	100,00	98,32	99,16	99,08	99,15	98,41	97,46	100,00	97,01	1170

Nr Rejeitados 23 1,91

Matriz de confusão 7: Mapa de bits 256 (0 e 8) - (“Alfa&Beta”)

	0	8		
0	132	1	133	0,75
8	3	106	109	2,75
	135	107	243	2,06
	97,78	99,07	97,94	238
Nr Rejeitados		1	0,41	

Matriz de confusão 8: PV 16 (“WTA”)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
0	106	0	0	2	0	4	1	0	30	0	143	25,87
1	0	127	0	1	1	0	0	0	0	0	129	1,55
2	0	1	77	0	8	5	4	10	2	2	109	29,36
3	1	0	0	104	11	0	3	0	1	0	120	13,33
4	0	1	6	11	73	0	11	1	0	0	103	29,13
5	0	0	5	0	0	67	3	0	11	5	91	26,37
6	0	1	9	5	20	1	88	2	0	0	126	30,16
7	0	1	16	0	5	7	10	103	0	25	167	38,32
8	15	0	3	1	0	22	0	1	73	2	117	37,61
9	3	2	1	0	2	3	0	12	2	76	101	24,75
	125	133	117	124	120	109	120	129	119	110	1206	25,87
	84,80	95,49	65,81	83,87	60,83	61,47	73,33	79,84	61,34	69,09	74,13	894

Matriz de confusão 9: PH 16 (“WTA”)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
0	98	5	3	0	0	1	0	0	6	0	113	13,27
1	10	115	0	2	0	0	0	2	0	3	132	12,88
2	2	1	98	2	1	0	0	1	0	0	105	6,67
3	3	2	13	114	0	1	2	0	0	0	135	15,56
4	0	0	2	1	118	0	0	0	0	0	121	2,48
5	2	0	0	2	0	104	1	1	4	1	115	9,57
6	1	1	0	0	1	1	115	0	3	0	122	5,74
7	0	4	0	0	0	0	0	124	0	0	128	3,13
8	7	1	1	3	0	1	2	1	106	3	125	15,20
9	2	4	0	0	0	1	0	0	0	103	110	6,36
	125	133	117	124	120	109	120	129	119	110	1206	9,20
	78,40	86,47	83,76	91,94	98,33	95,41	95,83	96,12	89,08	93,64	90,80	1095

Matriz de confusão 10: PV + PH 32 (“WTA”)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
0	116	0	0	1	0	0	0	0	7	0	124	6,45
1	2	129	0	0	0	0	0	0	0	0	131	1,53
2	0	1	114	1	2	2	1	2	0	1	124	8,06
3	2	0	0	115	0	0	0	0	0	0	117	1,71
4	0	0	0	0	118	1	1	0	0	0	120	1,67
5	0	0	1	4	0	105	1	0	2	0	113	7,08
6	3	0	0	1	0	1	116	1	3	0	125	7,20
7	0	1	1	0	0	0	0	124	0	0	126	1,59
8	2	0	1	2	0	0	1	1	107	3	117	8,55
9	0	2	0	0	0	0	0	1	0	106	109	2,75
	125	133	117	124	120	109	120	129	119	110	1206	4,64
	92,80	96,99	97,44	92,74	98,33	96,33	96,67	96,12	89,92	96,36	95,36	1150

Matriz de confusão 11: Quadrado 128 (“WTA”)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
0	117	0	0	0	0	0	1	0	9	0	127	7,87
1	0	130	0	0	0	0	0	0	0	0	130	0,00
2	0	1	115	0	1	0	0	0	0	1	118	2,54
3	0	0	1	120	0	0	0	0	0	0	121	0,83
4	0	0	0	1	117	0	1	1	0	0	120	2,50
5	0	0	0	1	0	105	0	0	0	0	106	0,94
6	0	0	0	1	2	1	118	0	0	0	122	3,28
7	0	1	0	0	0	0	0	126	0	0	127	0,79
8	8	0	0	1	0	2	0	1	110	0	122	9,84
9	0	1	1	0	0	1	0	1	0	109	113	3,54
	125	133	117	124	120	109	120	129	119	110	1206	3,23
	93,60	97,74	98,29	96,77	97,50	96,33	98,33	97,67	92,44	99,09	96,77	1167

Matriz de confusão 12: Mapa de bits 256 (“WTA”)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
0	120	0	0	0	0	0	0	0	2	0	122	1,64
1	2	129	2	0	0	0	0	1	0	0	134	3,73
2	0	1	114	1	1	0	0	1	0	0	118	3,39
3	1	0	1	120	0	0	0	0	0	0	122	1,64
4	0	0	0	0	119	0	0	0	0	0	119	0,00
5	0	0	0	1	0	108	0	1	1	0	111	2,70
6	0	1	0	1	0	1	120	0	0	0	123	2,44
7	0	1	0	0	0	0	0	124	0	0	125	0,80
8	2	0	0	1	0	0	0	1	116	0	120	3,33
9	0	1	0	0	0	0	0	1	0	110	112	1,79
	125	133	117	124	120	109	120	129	119	110	1206	2,16
	96,00	96,99	97,44	96,77	99,17	99,08	100,00	96,12	97,48	100,00	97,84	1180

Matriz de confusão 13: MB + PV + PH 288 (“WTA”)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
0	121	0	0	0	0	0	0	0	3	0	124	2,42
1	2	130	0	0	0	0	0	0	0	0	132	1,52
2	0	1	117	0	1	0	0	1	0	0	120	2,50
3	1	0	0	122	0	0	0	0	0	0	123	0,81
4	0	0	0	0	119	0	0	0	0	0	119	0,00
5	0	0	0	0	0	108	0	1	0	0	109	0,92
6	0	0	0	1	0	1	119	0	1	0	122	2,46
7	0	1	0	0	0	0	0	125	0	0	126	0,79
8	1	0	0	1	0	0	1	1	115	0	119	3,36
9	0	1	0	0	0	0	0	1	0	110	112	1,79
	125	133	117	124	120	109	120	129	119	110	1206	1,66
	96,80	97,74	100,00	98,39	99,17	99,08	99,17	96,90	96,64	100,00	98,34	1186

Matriz de confusão 14: Mapa de bits 256 (0 e 8) - (“WTA”)

	0	8		
0	133	1	134	0,75
8	3	106	109	2,75
	136	107	243	1,65
	97,79	99,07	98,35	239

Matriz de confusão 15: PV 16 (“TESTE”)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
0	93	0	0	2	1	4	0	0	17	0	117	20,51
1	2	107	0	0	4	1	0	1	0	0	115	6,96
2	0	0	60	2	8	5	5	6	1	4	91	34,07
3	5	1	0	90	11	1	2	0	3	0	113	20,35
4	1	0	5	9	62	0	8	4	0	1	90	31,11
5	2	0	5	1	4	64	3	1	12	2	94	31,91
6	0	0	13	1	14	1	64	0	0	1	94	31,91
7	3	0	11	0	7	2	6	81	0	8	118	31,36
8	16	1	1	2	0	13	1	0	48	1	83	42,17
9	1	0	5	1	2	5	2	16	0	53	85	37,65
	123	109	100	108	113	96	91	109	81	70	1000	27,80
	75,61	98,17	60,00	83,33	54,87	66,67	70,33	74,31	59,26	75,71	72,20	722

Matriz de confusão 16: PH 16 (“TESTE”)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
0	69	7	2	3	1	0	1	0	5	0	88	21,59
1	2	104	0	2	1	1	0	2	2	2	116	10,34
2	2	3	77	4	0	2	0	1	0	1	90	14,44
3	1	0	9	92	0	0	0	0	0	1	103	10,68
4	0	0	0	1	97	0	0	0	0	0	98	1,02
5	0	0	1	2	0	121	0	0	2	3	129	6,20
6	1	0	0	0	0	0	77	0	1	1	80	3,75
7	0	3	0	1	0	0	0	93	0	2	99	6,06
8	9	0	0	1	0	2	0	0	84	3	99	15,15
9	0	1	0	0	0	0	0	0	5	92	98	6,12
	84	118	89	106	99	126	78	96	99	105	1000	9,40
	82,14	88,14	86,52	86,79	97,98	96,03	98,72	96,88	84,85	87,62	90,60	906

Matriz de confusão 17: PV + PH 32 (“TESTE”)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
0	78	2	0	4	0	1	0	0	6	0	91	14,29
1	1	85	0	1	0	0	1	0	1	0	89	4,49
2	0	0	90	2	1	1	1	0	0	0	95	5,26
3	0	0	0	100	0	1	0	0	0	0	101	0,99
4	0	0	0	0	104	0	1	0	0	0	105	0,95
5	0	0	0	0	0	107	0	0	4	1	112	4,46
6	0	0	0	0	2	1	96	0	3	0	102	5,88
7	0	0	2	0	0	0	0	95	0	0	97	2,06
8	1	0	0	3	0	2	1	0	93	0	100	7,00
9	1	1	0	0	0	1	1	1	3	100	108	7,41
	81	88	92	110	107	114	101	96	110	101	1000	5,20
	96,30	96,59	97,83	90,91	97,20	93,86	95,05	98,96	84,55	99,01	94,80	948

Matriz de confusão 18: Quadrado 128 (“TESTE”)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
0	76	0	0	0	0	0	0	0	10	1	87	12,64
1	0	116	0	0	0	0	0	0	0	2	118	1,69
2	0	0	89	0	0	0	0	0	0	0	89	0,00
3	0	0	0	105	0	0	0	0	0	0	105	0,00
4	0	1	0	0	97	0	0	0	0	0	98	1,02
5	0	1	0	0	1	126	0	0	1	0	129	2,33
6	0	0	0	0	1	0	78	0	0	0	79	1,27
7	0	0	0	0	0	0	0	96	0	0	96	0,00
8	8	0	0	1	0	0	0	0	87	0	96	9,38
9	0	0	0	0	0	0	0	0	1	102	103	0,97
	84	118	89	106	99	126	78	96	99	105	1000	2,80
	90,48	98,31	100,00	99,06	97,98	100,00	100,00	100,00	87,88	97,14	97,20	972

Matriz de confusão 19: Mapa de bits 256 (“TESTE”)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
0	80	0	0	0	0	1	0	0	2	1	84	4,76
1	0	118	0	0	0	0	0	0	1	2	121	2,48
2	0	0	89	1	0	0	0	1	1	0	92	3,26
3	1	0	0	105	0	0	0	0	2	1	109	3,67
4	1	0	0	0	98	0	0	0	0	0	99	1,01
5	0	0	0	0	0	125	0	0	0	0	125	0,00
6	0	0	0	0	0	0	78	0	1	0	79	1,27
7	0	0	0	0	0	0	0	95	0	0	95	0,00
8	2	0	0	0	1	0	0	0	92	0	95	3,16
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	101	101	0,00
	84	118	89	106	99	126	78	96	99	105	1000	1,90
	95,24	100,00	100,00	99,06	98,99	99,21	100,00	98,96	92,93	96,19	98,10	981

Matriz de confusão 20: MB + PV + PH 288 (“TESTE”)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
0	80	0	0	0	0	1	0	0	3	0	84	4,76
1	0	118	0	0	0	0	0	0	0	0	118	0,00
2	0	0	89	1	0	0	0	1	0	0	91	2,20
3	1	0	0	104	0	0	0	0	1	1	107	2,80
4	1	0	0	0	98	0	0	0	0	0	99	1,01
5	0	0	0	0	0	125	0	0	0	0	125	0,00
6	0	0	0	0	0	0	78	0	1	0	79	1,27
7	0	0	0	1	0	0	0	95	0	1	97	2,06
8	1	0	0	0	1	0	0	0	93	0	95	2,11
9	1	0	0	0	0	0	0	0	1	103	105	1,90
	84	118	89	106	99	126	78	96	99	105	1000	1,70
	95,24	100,00	100,00	98,11	98,99	99,21	100,00	98,96	93,94	98,10	98,30	983

Matriz de confusão 21: (MB + PV + PH 288) + MB256_0e8 (“TESTE”)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
0	80	0	0	0	0	0	0	0	3	1	84	4,76
1	0	118	0	0	0	0	0	0	0	0	118	0,00
2	0	0	89	1	0	0	0	1	0	0	91	2,20
3	1	0	0	104	0	0	0	0	1	1	107	2,80
4	1	0	0	0	98	0	1	0	0	0	100	2,00
5	0	0	0	0	0	125	0	0	0	0	125	0,00
6	0	0	0	0	0	0	78	0	1	0	79	1,27
7	0	0	0	1	0	0	0	95	0	1	97	2,06
8	1	0	0	0	0	0	0	0	93	0	94	1,06
9	1	0	0	0	0	0	0	0	1	103	105	1,90
	84	118	89	106	98	125	79	96	99	106	1000	1,70
	95,24	100,00	100,00	98,11	100,00	100,00	98,73	98,96	93,94	97,17	98,30	983

Matriz de confusão 21: Quadrado 128 + MB256_0e8 (“TESTE”)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
0	83	0	0	0	0	0	0	0	3	0	86	3,49
1	0	116	0	0	0	0	0	0	0	2	118	1,69
2	0	0	89	0	0	0	0	0	0	0	89	0,00
3	0	0	0	105	0	0	0	0	0	0	105	0,00
4	0	1	0	0	97	0	0	0	0	0	98	1,02
5	0	1	0	0	1	126	0	0	1	0	129	2,33
6	0	0	0	0	1	0	78	0	0	0	79	1,27
7	0	0	0	0	0	0	0	96	0	0	96	0,00
8	1	0	0	0	0	0	0	0	94	0	95	1,05
9	1	0	0	0	0	0	0	0	1	103	105	1,90
	85	118	89	105	99	126	78	96	99	105	1000	1,30
	97,65	98,31	100,00	100,00	97,98	100,00	100,00	100,00	94,95	98,10	98,70	987

9.2.4.2 Letras

Matriz de confusão 2: PH 16 (“ALFA&BETA”)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z		
A	52	0	0	0	0	0	1	0	0	3	3	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	63	17,46
B	0	49	0	0	3	0	3	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0	63	22,22
C	0	1	58	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	4	0	1	0	0	0	0	0	0	2	71	18,31
D	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	10	0,00
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
F	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	6,67
G	0	1	1	0	0	0	18	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	14,29
H	0	1	0	0	0	0	0	24	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	30	20,00
I	0	0	1	0	0	0	0	0	13	0	3	0	0	6	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	26	50,00
J	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	10	70,00
K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	40	1	0	0	1	0	0	2	0	0	1	0	1	1	1	0	48	16,67
L	0	0	0	0	0	0	0	0	4	16	0	230	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	253	9,09
M	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	19	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	23	17,39
N	0	0	0	0	0	0	0	1	4	0	0	0	2	35	0	0	0	0	0	0	0	3	1	2	0	0	48	27,08
O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	15	6,67
Q	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0,00
R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0,00
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
T	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	16	6,25
U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
X	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	7	42,86
Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	12	8,33
Z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	11	0,00
	52	52	60	11	3	15	23	26	22	23	50	238	23	45	7	14	10	8	5	15	4	4	4	8	12	15	912	31,47
	100,00	94,23	96,67	72,73	0,00	93,33	78,26	92,31	59,09	13,04	80,00	96,64	82,61	77,78	0,00	100,00	50,00	25,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	50,00	91,67	73,33	68,53	625

Nr rejeitados 163 17,87

Matriz de confusão 3: PV + PH 32 (“ALFA&BETA”)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z				
A	52	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	54	3,70	
B	0	54	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	57	5,26	
C	0	0	62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64	3,13	
D	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0,00	
E	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0,00	
F	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	5,88	
G	0	1	0	0	0	0	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	20	10,00		
H	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	7,41	
I	0	0	0	0	0	0	0	0	26	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	3,70	
J	1	0	0	0	0	0	0	0	0	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	3,45	
K	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	53	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	58	8,62	
L	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	243	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	245	0,82	
M	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	4,00	
N	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	4	46	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	55	16,36	
O	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0,00	
P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	6,67	
Q	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0,00	
R	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	18,18	
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	1	0	0	0	8	0,00	
T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	14	0,00	
U	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	8	0,00	
V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	2	1	0	12	0,00		
W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	9	0,00	
X	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	9	11,11	
Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	12	0,00	
Z	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	13	7,69
	53	55	64	9	12	16	21	31	29	29	58	244	28	51	12	14	12	13	8	14	7	8	8	11	13	12	912	13,93		
	98,11	98,18	96,88	77,78	100,00	100,00	85,71	80,65	89,66	96,55	91,38	99,59	85,71	90,20	91,67	100,00	100,00	69,23	87,50	100,00	85,71	87,50	87,50	72,73	92,31	100,00	86,07	785		

Matriz de confusão 4: Mapa de bits 256 (“ALFA&BETA”)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z				
A	52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	52	0,00	
B	0	56	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	57	1,75	
C	0	0	58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	59	1,69	
D	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0,00	
E	0	1	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0,00	
F	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	6,25	
G	0	0	0	0	0	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	0,00	
H	0	0	0	0	0	0	0	29	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	6,45	
I	0	0	0	0	0	0	0	0	25	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	3,85	
J	0	0	0	0	0	0	0	0	1	27	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	6,90	
K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	62	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63	1,59	
L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	242	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	243	0,41	
M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	3,45	
N	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	57	5,26	
O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0,00	
P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0,00	
Q	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	6,67	
R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0,00	
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	1	0	0	10	0,00	
T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	15	0,00	
U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	6	0,00	
V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	11	0,00	
W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	5	0,00	
X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	8	0,00	
Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	13	0,00	
Z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	15	0,00
	52	57	59	12	13	15	18	31	26	28	63	243	28	58	13	15	15	12	9	15	6	11	5	9	13	15	912	9,76		
	100,00	98,25	98,31	100,00	100,00	100,00	94,44	93,55	96,15	96,43	98,41	99,59	100,00	93,10	76,92	100,00	93,33	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	88,89	100,00	100,00	90,24	823		

Matriz de confusão 5: Quadrado 128 (“ALFA&BETA”)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z			
A	52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	52	0,00
B	0	50	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58	13,79
C	0	0	59	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	63	6,35	
D	0	1	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0,00	
E	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0,00	
F	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	6,25	
G	0	0	0	0	0	0	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	0,00	
H	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	10,71	
I	0	0	0	0	0	0	0	0	26	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	3,70	
J	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	0,00	
K	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	63	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	66	4,55	
L	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	242	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	243	0,41	
M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	0,00	
N	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	55	3,64	
O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0,00	
P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0,00	
Q	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	14,29	
R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0,00	
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	1	0	0	12	0,00	
T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	14	0,00	
U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	11	0,00	
V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	11	0,00	
W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	6	0,00	
X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	6	16,67	
Y	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	13	7,69	
Z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	17	0,00
	52	52	60	11	15	15	25	27	27	29	65	243	30	56	12	15	16	15	11	14	11	11	7	6	12	17	912	9,65	
	100,00	96,15	98,33	81,82	100,00	100,00	92,00	92,59	96,30	96,55	96,92	99,59	96,67	94,64	66,67	100,00	75,00	86,67	100,00	100,00	100,00	100,00	85,71	83,33	100,00	100,00	90,35	824	

Matriz de confusão 6: MB + PV + PH 288 (“ALFA&BETA”)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z				
A	52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	52	0,00	
B	0	55	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	56	1,79	
C	0	0	62	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64	3,13	
D	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0,00	
E	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0,00	
F	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	6,25	
G	0	0	0	0	0	0	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	19	5,26	
H	0	0	0	0	0	0	0	28	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	6,67	
I	0	0	0	0	0	0	0	0	26	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	3,70	
J	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	0,00	
K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	66	3,03	
L	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	243	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	245	0,82	
M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	0,00	
N	0	0	1	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	6,67	
O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0,00	
P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0,00	
Q	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	7,14	
R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0,00	
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	1	0	0	0	12	0,00	
T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	15	0,00	
U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	7	0,00	
V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	11	0,00	
W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	6	0,00	
X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	8	0,00	
Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	13	0,00		
Z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	16	0,00
	52	55	63	11	13	15	20	31	28	28	65	244	27	59	9	14	13	13	12	15	7	11	7	9	13	16	912	8,77		
	100,00	100,00	98,41	100,00	100,00	100,00	90,00	90,32	92,86	96,43	98,46	99,59	100,00	94,92	88,89	100,00	100,00	100,00	91,67	100,00	100,00	100,00	85,71	88,89	100,00	100,00	91,23	832		

Nr rejeitados 62 680

Matriz de confusão 7: PV 16 (“WTA”)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z			
A	47	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	1	0	0	1	1	2	1	0	2	0	5	0	0	3	66	28,79
B	0	44	6	3	0	0	3	1	0	0	0	0	0	6	2	0	0	0	1	1	0	2	0	0	0	1	70	37,14	
C	0	6	43	0	3	1	0	0	0	0	3	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	2	1	0	0	0	62	30,65	
D	0	2	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	42,86	
E	0	0	2	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	30,77	
F	0	0	1	0	1	11	0	0	0	0	1	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	38,89	
G	0	0	3	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	16	25,00	
H	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	34	26,47	
I	1	0	0	0	0	0	0	0	26	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	13,33	
J	0	0	0	0	0	0	1	1	1	28	2	0	1	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	38	26,32	
K	0	0	4	0	0	0	1	0	0	0	51	1	1	1	1	0	0	4	0	0	1	1	0	0	0	0	65	21,54	
L	0	0	0	0	1	4	0	1	2	0	0	240	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	249	3,61	
M	0	2	2	1	0	0	0	3	0	0	0	0	19	7	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36	47,22	
N	0	2	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	4	23	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	34	32,35	
O	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	9	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	52,63	
P	0	0	2	2	1	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	42,11	
Q	0	2	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	3	1	2	0	11	0	1	0	0	0	0	0	0	0	24	54,17	
R	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	6	0	0	0	0	0	2	6	0	0	0	0	1	0	0	0	18	66,67	
S	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	6	0	0	1	0	1	0	0	10	40,00	
T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	11	0,00	
U	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	1	6	1	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	15	73,33	
V	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	4	2	2	0	0	11	63,64	
W	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	2	0	0	5	60,00		
X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	
Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	13	16	18,75	
Z	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	2	3	0	13	26	50,00	
	53	62	66	13	15	16	25	33	30	30	67	244	31	60	17	15	18	16	12	15	12	11	10	11	13	17	912	26,32	
	88,68	70,97	65,15	30,77	60,00	68,75	48,00	75,76	86,67	93,33	76,12	98,36	61,29	38,33	52,94	73,33	61,11	37,50	50,00	73,33	33,33	36,36	20,00	0,00	100,00	76,47	73,68	672	

Matriz de confusão 8: PH 16 (“WTA”)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z			
A	51	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	57	10,53
B	0	57	0	1	4	0	2	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	73	21,92
C	0	0	63	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	75	16,00
D	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	57,14
E	0	1	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	12	16,67
F	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	6,25
G	0	0	0	0	0	0	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	23	8,70
H	0	1	0	0	0	0	0	24	0	0	2	1	0	3	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	33	27,27
I	0	0	1	0	0	0	0	0	16	1	4	0	0	8	1	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	34	52,94
J	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	12	50,00
K	1	0	0	0	0	0	1	3	2	0	50	1	2	1	0	0	0	2	0	0	0	1	2	1	1	1	0	68	26,47
L	0	0	0	0	0	0	0	0	4	20	0	234	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	1	262	10,69
M	1	0	0	0	0	0	0	1	2	0	4	0	21	7	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	2	0	42	50,00	
N	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	4	38	0	0	0	0	0	0	1	6	1	3	1	0	0	57	33,33
O	0	0	1	3	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	8	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	20	60,00
P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	3	0	0	0	0	0	0	0	5	0	23	34,78
Q	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0,00
R	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	38,46
S	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	1	0	0	0	9	33,33
T	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	15	0	0	0	0	1	0	0	18	16,67	
U	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	1	0	1	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	10	50,00
V	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	5	80,00
W	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	5	80,00
X	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	5	3	0	14	0,00	
Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
Z	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	15	13,33
	53	62	66	13	15	16	25	33	30	30	67	244	31	60	17	15	18	16	12	15	12	11	10	11	13	17	912	24,23	
	96,23	91,94	95,45	46,15	66,67	93,75	84,00	72,73	53,33	20,00	74,63	95,90	67,74	63,33	47,06	100,00	11,11	50,00	50,00	100,00	41,67	9,09	10,00	45,45	0,00	76,47	75,77	691	

Matriz de confusão 9: PV + PH 32 (“WTA”)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z			
A	52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	54	3,70
B	0	57	0	1	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	64	10,94	
C	0	0	61	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	65	6,15	
D	0	0	1	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	18,18	
E	0	1	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	17	11,76	
F	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	5,88	
G	0	1	2	0	0	0	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	25	24,00	
H	0	0	0	0	0	0	0	27	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	31	12,90	
I	0	0	0	0	0	0	0	0	26	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	7,14	
J	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	31	9,68	
K	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	60	1	0	1	0	0	0	3	0	0	1	0	0	0	0	0	69	13,04	
L	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	243	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	245	0,82	
M	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	26	5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	34	23,53	
N	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	2	0	3	48	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	59	18,64	
O	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	23,08	
P	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	15	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	18	16,67	
Q	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	17,65	
R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	8,33	
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	1	0	0	8	12,50	
T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	15	0	0	0	0	0	0	16	6,25	
U	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	14	35,71	
V	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	12	16,67	
W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	7	0,00	
X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	10	0	12	0,00	
Y	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	14	0,00	
Z	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	19	10,53
	53	62	66	13	15	16	25	33	30	30	67	244	31	60	17	15	18	16	12	15	12	11	10	11	13	17	912	9,54	
	98,11	91,94	92,42	69,23	100,00	100,00	76,00	81,82	86,67	93,33	89,55	99,59	83,87	80,00	58,82	100,00	77,78	68,75	58,33	100,00	75,00	90,91	70,00	90,91	100,00	100,00	90,46	825	

Matriz de confusão 10: Quadrado 128 (“WTA”)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z			
A	52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	52	0,00
B	0	57	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65	12,31
C	0	1	63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	66	4,55
D	0	1	0	11	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	15,38
E	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0,00
F	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	18	11,11
G	0	0	1	0	0	0	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	4,00	
H	1	0	0	0	0	0	0	27	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	12,90
I	0	0	0	0	0	0	0	0	27	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	3,57	
J	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	0,00	
K	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	66	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	69	4,35
L	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	243	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	245	0,82	
M	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	6,25	
N	0	0	1	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	56	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	63	11,11	
O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	16,67	
P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0,00	
Q	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	31,58	
R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0,00	
S	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	1	0	0	13	15,38	
T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	15	0,00	
U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	11	0,00	
V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	11	0	0	1	0	13	15,38	
W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	9	0,00	
X	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	11	0,00	
Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	12	0,00	
Z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	17	0,00
	53	62	66	13	15	16	25	33	30	30	67	244	31	60	17	15	18	16	12	15	12	11	10	11	13	17	912	5,26	
	98,11	91,94	95,45	84,62	100,00	100,00	96,00	81,82	90,00	96,67	98,51	99,59	96,77	93,33	58,82	100,00	72,22	87,50	91,67	100,00	91,67	100,00	90,00	90,91	92,31	100,00	94,74	864	

Matriz de confusão 11: MB + PV + PH 288 (“WTA”)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z			
A	52	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53	1,89
B	0	59	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	61	3,28
C	0	1	65	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	70	7,14
D	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	7,14
E	0	1	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	6,25
F	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	11,11
G	0	0	0	0	0	0	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	8,70
H	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	33	9,09
I	0	0	0	0	0	0	0	0	28	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	6,67
J	1	0	0	0	0	0	0	0	1	28	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	33	15,15
K	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	66	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	69	4,35
L	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	243	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	245	0,82
M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0,00
N	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	56	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	60	6,67
O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	21,43
P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0,00
Q	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	22,22
R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0,00
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	1	0	0	12	8,33	
T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	15	0,00	
U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	10	10,00
V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	12	8,33
W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	8	0,00	
X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	10	0,00	
Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	13	0,00	
Z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	16	0,00
	53	62	66	13	15	16	25	33	30	30	67	244	31	60	17	15	18	16	12	15	12	11	10	11	13	17	912	4,71	
	98,11	95,16	98,48	100,00	100,00	100,00	84,00	90,91	93,33	93,33	98,51	99,59	96,77	93,33	64,71	93,33	77,78	93,75	91,67	100,00	75,00	100,00	80,00	90,91	100,00	94,12	95,29	869	

Matriz de confusão 12: Mapa de Bits 256 (“WTA”)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z			
A	52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	52	0,00
B	0	60	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	64	6,25
C	0	0	65	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	69	5,80
D	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	7,14
E	0	1	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	6,67
F	0	1	0	0	0	15	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	11,76
G	0	0	0	0	0	0	22	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	24	8,33
H	0	0	0	0	0	0	0	29	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	32	9,38
I	0	0	0	0	0	0	0	0	28	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	6,67
J	1	0	0	0	0	0	0	0	1	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	32	12,50
K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	66	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	67	1,49
L	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	243	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	247	1,62
M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0,00
N	0	0	1	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	56	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	61	8,20
O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	18,75
P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0,00
Q	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	7,14
R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0,00
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	1	0	0	0	12	8,33
T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	15	0,00
U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	11	18,18
V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	12	8,33
W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	9	0,00
X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	9	0,00
Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	13	0,00
Z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	16	17	5,88
	53	62	66	13	15	16	25	33	30	30	67	244	31	60	17	15	18	16	12	15	12	11	10	11	13	17	912	4,61	
	98,11	96,77	98,48	100,00	93,33	93,75	88,00	87,88	93,33	93,33	98,51	99,59	96,77	93,33	76,47	100,00	72,22	93,75	91,67	100,00	75,00	100,00	90,00	81,82	100,00	94,12	95,39	870	

Matriz de confusão 13: PV 16 (“TESTE”)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z			
A	30	1	1	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	1	0	1	0	0	4	45	33,33
B	0	38	6	4	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	3	0	2	0	2	0	0	0	1	0	0	0	59	35,59	
C	1	2	50	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	0	0	0	6	0	0	0	0	68	26,47	
D	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0,00	
E	0	1	3	0	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	54,55	
F	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	11,11	
G	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	21,43	
H	0	0	0	0	0	0	0	24	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	28	14,29	
I	0	0	0	0	0	0	0	0	23	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	4,17	
J	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	6,25	
K	0	1	2	0	1	0	1	0	0	0	36	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	46	21,74	
L	0	0	1	0	0	3	0	0	8	0	0	206	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	220	6,36	
M	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	19	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	13,64	
N	0	3	0	5	0	0	0	1	0	0	0	0	7	33	2	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	55	40,00	
O	0	1	0	6	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	11	90,91	
P	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	2	1	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	42,86	
Q	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	12	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	17	29,41	
R	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	8	62,50	
S	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	100,00	
T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	6	16,67	
U	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	4	25,00	
V	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	5	0	0	1	1	11	54,55	
W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	100,00	
X	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	1	0	6	0,00	
Y	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	17	22	22,73	
Z	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	1	0	0	4	13	69,23	
	38	48	64	20	11	14	15	27	32	31	47	208	31	40	7	13	19	13	12	7	7	13	4	2	18	9	750	23,47	
	78,95	79,17	78,13	10,00	45,45	57,14	73,33	88,89	71,88	96,77	76,60	99,04	61,29	82,50	14,29	61,54	63,16	23,08	0,00	71,43	42,86	38,46	0,00	50,00	94,44	44,44	76,53	574	

Matriz de confusão 14: PH 16 (“TESTE”)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z			
A	37	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	46	19,57
B	0	39	0	0	7	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	6	0	0	0	0	0	0	54	27,78	
C	0	1	58	4	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	4	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	74	21,62	
D	0	0	0	12	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	1	0	1	0	20	40,00	
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	
F	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	16	25,00	
G	0	1	1	1	1	0	10	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	17	41,18	
H	0	1	0	0	0	0	0	26	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	30	13,33	
I	0	0	0	0	0	0	0	0	21	0	4	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	30	30,00	
J	1	0	0	0	1	0	1	0	1	8	0	6	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	57,89	
K	0	1	2	2	0	0	4	0	3	0	34	0	0	2	1	0	1	0	0	0	0	3	0	1	0	0	54	37,04	
L	0	0	1	0	0	0	0	0	3	15	0	201	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	1	224	10,27	
M	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	24	2	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	1	0	33	27,27	
N	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	4	0	4	34	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	47	27,66	
O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	100,00	
P	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	14	21,43	
Q	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	28,57	
R	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	9	33,33	
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	
T	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	10	30,00	
U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	
V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	5	0	0	0	0	6	16,67	
W	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3	66,67	
X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0,00	
Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	17	0,00	
Z	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	11	27,27
	38	48	64	20	11	14	15	27	32	31	47	208	31	40	7	13	19	13	12	7	7	13	4	2	18	9	750	22,67	
	97,37	81,25	90,63	60,00	0,00	85,71	66,67	96,30	65,63	25,81	72,34	96,63	77,42	85,00	0,00	84,62	52,63	46,15	0,00	100,00	0,00	38,46	25,00	50,00	83,33	88,89	77,33	580	

Matriz de confusão 15: PV + PH 32 (“TESTE”)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z			
A	37	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	39	5,13	
B	0	42	0	1	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	49	14,29	
C	0	0	62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	62	0,00	
D	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	16	6,25	
E	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0,00	
F	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	16	18,75	
G	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	15	6,67	
H	1	0	0	0	0	0	0	26	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	10,34	
I	0	0	0	0	0	0	0	0	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	0,00	
J	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	3,45	
K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	42	4,76	
L	0	0	1	0	0	0	0	0	4	0	0	207	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	212	2,36	
M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	6,67	
N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	38	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	42	9,52	
O	0	2	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	64,29	
P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	13	7,69	
Q	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0,00	
R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	23,08	
S	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	14	21,43	
T	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	1	0	10	30,00		
U	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	6	16,67	
V	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	13	23,08	
W	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	4	50,00	
X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	3	0,00	
Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	0	19	0,00	
Z	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	10	10,00
	38	48	64	20	11	14	15	27	32	31	47	208	31	40	7	13	19	13	12	7	7	13	4	2	18	9	750	8,13	
	97,37	87,50	96,88	75,00	81,82	92,86	93,33	96,30	81,25	90,32	85,11	99,52	90,32	95,00	71,43	92,31	78,95	76,92	91,67	100,00	71,43	76,92	50,00	50,00	94,44	100,00	91,87	689	

Matriz de confusão 16: Quadrado 128 (“TESTE”)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z				
A	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	0,00	
B	0	43	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	14,00	
C	0	0	63	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65	3,08	
D	0	1	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	6,67	
E	0	0	1	0	11	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	15,38	
F	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0,00	
G	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0,00	
H	0	0	0	0	0	0	0	26	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	7,14	
I	0	0	0	0	0	0	0	0	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	0,00	
J	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	3,13	
K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47	2,13	
L	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	207	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	210	1,43	
M	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	3,57	
N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	40	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	42	4,76	
O	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	37,50	
P	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	7,14	
Q	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	15,00	
R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0,00	
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	13	7,69	
T	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	8	12,50	
U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	6	0,00	
V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	14	7,14	
W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3	0,00	
X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	3	0,00	
Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	0	18	0,00	
Z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	9	0,00
	38	48	64	20	11	14	15	27	32	31	47	208	31	40	7	13	19	13	12	7	7	13	4	2	18	9	750	4,40		
	97,37	89,58	98,44	70,00	100,00	92,86	93,33	96,30	87,50	100,00	97,87	99,52	87,10	100,00	71,43	100,00	89,47	92,31	100,00	100,00	85,71	100,00	75,00	100,00	100,00	100,00	95,60	717		

Matriz de confusão 17: Mapa de Bits 256 (“TESTE”)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z				
A	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	0,00	
B	0	48	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	51	5,88	
C	0	0	64	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	66	3,03	
D	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0,00	
E	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0,00	
F	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0,00	
G	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	6,67	
H	0	0	0	0	0	0	0	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	3,57	
I	0	0	0	0	0	0	0	0	27	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	3,57	
J	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	3,13	
K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46	0,00	
L	0	0	0	0	1	0	0	0	5	0	0	207	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	213	2,82	
M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	0,00	
N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	42	4,76	
O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0,00	
P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	7,14	
Q	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	5,26	
R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0,00	
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0,00	
T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	7	0,00	
U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	6	0,00	
V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	13	0,00	
W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3	0,00	
X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0,00	
Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	0,00	
Z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	9	0,00
	38	48	64	20	11	14	15	27	32	31	47	208	31	40	7	13	19	13	12	7	7	13	4	2	18	9	750	2,67		
	100,00	100,00	100,00	100,00	81,82	100,00	93,33	100,00	84,38	100,00	97,87	99,52	93,55	100,00	85,71	100,00	94,74	76,92	91,67	100,00	85,71	100,00	75,00	100,00	100,00	100,00	100,00	97,33	730	

Matriz de confusão 18: MB + PV + PH 288 (“TESTE”)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z			
A	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	0,00
B	0	48	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	53	9,43
C	0	0	64	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65	1,54
D	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0,00
E	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0,00
F	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0,00
G	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0,00
H	0	0	0	0	0	0	0	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	3,57
I	0	0	0	0	0	0	0	0	26	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	3,70
J	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	33	6,06
K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46	0,00
L	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	206	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	211	2,37
M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	31	3,23
N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	2,44
O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0,00
P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	7,14
Q	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	0,00
R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0,00
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0,00
T	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	8	12,50
U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	5	0,00
V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	13	0,00
W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3	0,00
X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0,00
Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	0	18	0,00	
Z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	9	0,00
	38	48	64	20	11	14	15	27	32	31	47	208	31	40	7	13	19	13	12	7	7	13	4	2	18	9	750	2,53	
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	93,33	100,00	81,25	100,00	97,87	99,04	96,77	100,00	100,00	100,00	94,74	76,92	91,67	100,00	71,43	100,00	75,00	100,00	100,00	100,00	100,00	97,47	731

Matriz de confusão 19: Comitê (“TESTE”)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z			
A	59	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	62	484
B	0	62	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65	462
C	0	0	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42	0,00
D	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	4,76
E	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0,00
F	0	0	0	0	0	10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	9,09
G	0	1	0	0	0	0	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	4,55
H	0	0	0	0	0	0	0	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	0,00
I	0	0	0	0	0	0	0	0	1	14	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	12,50
J	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	0,00
K	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	67	2,99
L	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	186	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	187	0,53
M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	0,00
N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49	2,04
O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	16,67
P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0,00
Q	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	30,77
R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0,00
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0,00
T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	1	0	12	8,33	
U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	13	0,00
V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	11	1	0	0	0	13	15,38	
W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	9	0,00	
X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3	0,00	
Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	9	0,00	
Z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	7	0,00
	59	63	44	23	14	10	22	23	15	28	66	186	24	48	17	14	11	11	6	11	14	11	10	3	10	7	750	3,20	
	100,00	98,41	95,45	86,96	100,00	100,00	95,45	95,65	93,33	96,43	98,48	100,00	100,00	100,00	58,82	100,00	81,82	90,91	100,00	100,00	92,86	100,00	90,00	100,00	90,00	100,00	96,80	726	

9.3. SAÍDAS DA REDE UTILIZADA NA ESTRUTURAÇÃO DA ESTRATÉGIA DE SAÍDA “ALFA & BETA”

Saída	Entradas da Rede																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
0	0,9644	0,9998	0,8800	0,5629	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0005	0,9440	0,0000	0,0017	0,0007	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,7278
1	0,0013	0,0002	0,0001	0,0015	0,0109	0,0000	0,0028	0,0000	0,0026	0,0030	0,0002	0,0005	0,0047	0,0055	0,0008	0,9929	0,0001	0,0021	0,0026	0,0001
2	0,0000	0,0001	0,0001	0,0001	0,0059	0,9975	0,0000	0,0015	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,9745	0,0001	0,0000	0,0001	0,0011	0,0000	0,0000	0,0008
3	0,0001	0,0000	0,0000	0,0001	0,0013	0,0034	0,0163	0,0025	0,0014	0,0032	0,0000	0,0013	0,0000	0,0010	0,0017	0,0001	0,0012	0,0034	0,0081	0,0000
4	0,1491	0,0000	0,0000	0,0000	0,9848	0,0000	0,0003	0,8171	0,0021	0,0003	0,0000	0,0082	0,0000	0,9993	0,0067	0,0005	0,9986	0,0029	0,0005	0,0000
5	0,6341	0,0056	0,0001	0,0008	0,0043	0,0001	0,9989	0,0002	0,9993	0,9994	0,0003	0,9988	0,0000	0,0002	0,9989	0,0038	0,0000	0,9994	0,9991	0,0007
6	0,0001	0,0175	0,0000	0,0001	0,0095	0,0002	0,0003	0,3085	0,0002	0,0004	0,0014	0,0001	0,0126	0,0005	0,0002	0,0000	0,0004	0,0002	0,0002	0,0090
7	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0003	0,0019	0,0008	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0128	0,0000	0,0000	0,0065	0,0002	0,0000	0,0001	0,0000
8	0,0001	0,0005	0,1910	0,0572	0,0000	0,0003	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0190	0,0000	0,0000	0,0002	0,0001	0,0000	0,0002	0,0001	0,0000	0,2723
9	0,0097	0,0006	0,0136	0,1955	0,0000	0,0000	0,0009	0,0000	0,0017	0,0011	0,0104	0,0005	0,0002	0,0000	0,0003	0,0001	0,0000	0,0005	0,0006	0,0096
Beta	0,3425			0,6527																
Padrão	0	0	0	0	4	2	5	4	5	5	0	5	2	4	5	1	4	5	5	0
Saída	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
0	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0004	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0008	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,7724	0,0000	0,1272	0,0000	0,0000	0,0000
1	0,0000	0,0002	0,0013	0,0001	0,9935	0,0006	0,9859	0,0003	0,0000	0,0000	0,0027	0,0001	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0008
2	0,9998	0,0006	0,0001	0,0021	0,0001	0,0000	0,0002	0,0089	0,0002	0,0008	0,0000	0,9984	0,9764	0,0004	0,0004	0,0012	0,0011	0,0033	0,0087	0,9821
3	0,0015	0,0206	0,0027	0,0018	0,0000	0,0018	0,0094	0,9985	0,0021	0,0032	0,0055	0,0008	0,0787	0,0009	0,0000	0,0074	0,0009	0,0195	0,9875	0,0051
4	0,0000	0,9947	0,0017	0,9995	0,0001	0,0030	0,0025	0,0003	0,0012	0,0007	0,0005	0,0000	0,0000	0,9542	0,0001	0,9996	0,0001	0,9988	0,0005	0,0002
5	0,0000	0,0012	0,9978	0,0000	0,0064	0,9992	0,0076	0,0009	0,0002	0,0001	0,9993	0,0002	0,0007	0,0001	0,0039	0,0001	0,0003	0,0001	0,0026	0,0001
6	0,0011	0,0078	0,0002	0,0001	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000	0,0003	0,0004	0,0002	0,0000	0,0002	0,0644	0,0016	0,0015	0,0007	0,0049	0,0001	0,0001
7	0,0029	0,0002	0,0000	0,0000	0,0040	0,0000	0,0059	0,0067	0,0000	0,0000	0,0001	0,0006	0,0104	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0140	0,0011
8	0,0000	0,0000	0,0001	0,0029	0,0000	0,0002	0,0000	0,0004	0,9997	0,9996	0,0000	0,0001	0,0003	0,0001	0,2811	0,0001	0,8880	0,0001	0,0003	0,0034
9	0,0004	0,0000	0,0011	0,0000	0,0100	0,0010	0,0003	0,0000	0,0005	0,0003	0,0006	0,0001	0,0000	0,0000	0,0020	0,0000	0,0004	0,0000	0,0001	0,0000
Beta																				
Padrão	2	4	5	4	1	5	1	3	8	8	5	2	2	4	0	4	8	4	3	2

Saída	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
0	0,0001	0,0000	0,0491	0,0023	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,8370	0,0000	0,0000	0,9995	0,0000	0,0000	0,9635
1	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0003	0,9741	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001	0,0012	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000	0,0002
2	0,0018	0,0004	0,0000	0,0006	0,9935	0,9992	0,0007	0,0001	0,9895	0,0050	0,9948	0,0186	0,0000	0,0001	0,9915	0,9977	0,0003	0,9993	0,0003	0,0001
3	0,0028	0,9866	0,0001	0,0015	0,0306	0,0013	0,0028	0,0000	0,0163	0,9973	0,0084	0,9387	0,0053	0,0000	0,0107	0,0373	0,0000	0,0012	0,0007	0,0001
4	0,0001	0,0001	0,0051	0,0002	0,0000	0,0000	0,0007	0,0130	0,0000	0,0001	0,0000	0,0008	0,0006	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,9988	0,0006
5	0,0000	0,0004	0,0010	0,0007	0,0001	0,0000	0,0000	0,0003	0,0001	0,0001	0,0002	0,0001	0,9469	0,0001	0,0001	0,0001	0,0047	0,0000	0,0000	0,0029
6	0,0016	0,0001	0,0002	0,0092	0,0001	0,0002	0,0027	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0005	0,0117	0,0003	0,0002	0,0004	0,0005	0,0001	0,0016	0,0013
7	0,0000	0,0106	0,0000	0,0001	0,0125	0,0001	0,0000	0,0914	0,0160	0,0016	0,0004	0,0035	0,0077	0,0000	0,0019	0,0065	0,0000	0,0004	0,0001	0,0001
8	0,9996	0,0003	0,9049	0,9578	0,0010	0,0002	0,9998	0,0000	0,0007	0,0016	0,0014	0,0191	0,0000	0,0953	0,0003	0,0002	0,0004	0,0001	0,0000	0,0500
9	0,0001	0,0019	0,0037	0,0000	0,0000	0,0025	0,0013	0,0001	0,0004	0,0003	0,0001	0,0001	0,0006	0,0125	0,0000	0,0000	0,0057	0,0002	0,0000	0,0001
Beta																				
Padrão	8	3	0	8	2	2	8	1	2	3	2	3	5	0	2	2	0	2	4	0
Saída	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,5042	0,0000	0,9791	0,0000	0,0000	0,0025	0,0025	0,0000	0,0000	0,9808	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
1	0,0010	0,0000	0,0001	0,0005	0,0000	0,0015	0,0001	0,0002	0,0000	0,0021	0,0006	0,9928	0,0001	0,0006	0,0004	0,0006	0,0005	0,0001	0,0001	0,0001
2	0,0000	0,9896	0,0058	0,0167	0,0000	0,0000	0,0000	0,0005	0,0002	0,0000	0,0000	0,0001	0,9978	0,0000	0,0000	0,0050	0,0032	0,0019	0,0001	0,0007
3	0,0042	0,0049	0,9983	0,9970	0,0001	0,0009	0,0001	0,8475	0,0019	0,0030	0,0531	0,0047	0,0007	0,0000	0,0013	0,9956	0,9943	0,9964	0,0002	0,0001
4	0,0008	0,0000	0,0010	0,0003	0,0000	0,0016	0,0001	0,0001	0,0006	0,0001	0,0122	0,0012	0,0009	0,0001	0,0001	0,0001	0,0000	0,0005	0,9992	0,0001
5	0,9987	0,0000	0,0004	0,0008	0,0003	0,9991	0,0010	0,0106	0,0004	0,9888	0,0632	0,0026	0,0003	0,0120	0,9903	0,0089	0,0095	0,0025	0,0000	0,0008
6	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000	0,0002	0,0002	0,0014	0,0001	0,0001	0,0070	0,0197	0,0001	0,0000	0,0289	0,0005	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0002
7	0,0000	0,0568	0,0024	0,0008	0,0006	0,0000	0,0006	0,0000	0,0000	0,0025	0,0002	0,0001	0,0001	0,0000	0,0001	0,0034	0,0024	0,0040	0,0000	0,0000
8	0,0002	0,0077	0,0013	0,0005	0,3434	0,0005	0,0639	0,0102	0,9998	0,0000	0,0034	0,0000	0,0037	0,0080	0,0020	0,0000	0,0000	0,0005	0,0002	0,9995
9	0,0006	0,0004	0,0000	0,0002	0,0072	0,0040	0,0023	0,0005	0,0001	0,0002	0,0000	0,0002	0,0001	0,0090	0,0067	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0046
Beta																				
Padrão	5	2	3	3	8	5	0	3	8	5	8	1	2	0	5	3	3	3	4	8
Saída	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
0	0,0000	0,0001	0,0000	0,5103	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,9361	0,0000	0,9948	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,8310	0,0000	0,0000	0,0000
1	0,0002	0,0008	0,0003	0,0001	0,0008	0,0040	0,0000	0,0001	0,0001	0,0007	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,9915	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
2	0,0001	0,0005	0,0100	0,0007	0,0000	0,0002	0,9988	0,0002	0,0003	0,0000	0,0000	0,9893	0,9531	0,0017	0,0004	0,0000	0,0002	0,0001	0,9967	0,0209
3	0,0634	0,0000	0,9963	0,0001	0,0018	0,0015	0,0017	0,0002	0,0000	0,0020	0,0000	0,0001	0,0002	0,0039	0,0000	0,0000	0,0000	0,0004	0,0011	0,0013
4	0,0004	0,0000	0,0007	0,0003	0,0057	0,0033	0,0000	0,9984	0,0000	0,0018	0,0000	0,0000	0,0000	0,9980	0,0000	0,0003	0,0000	0,9858	0,0000	0,9986
5	0,0002	0,0023	0,0016	0,0035	0,9996	0,9926	0,0001	0,0001	0,0062	0,9993	0,0085	0,0000	0,0002	0,0001	0,0019	0,0084	0,0021	0,0001	0,0001	0,0001
6	0,0003	0,0000	0,0000	0,0017	0,0002	0,0000	0,0003	0,0011	0,0022	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000	0,0004	0,0000	0,0000	0,0009	0,0100	0,0001	0,0006
7	0,0000	0,0008	0,0011	0,0000	0,0000	0,0000	0,0047	0,0000	0,0000	0,0000	0,0021	0,0058	0,0063	0,0000	0,0021	0,0038	0,0000	0,0000	0,0014	0,0001
8	0,9984	0,0042	0,0003	0,4681	0,0002	0,0002	0,0000	0,0001	0,0476	0,0002	0,0091	0,0000	0,0003	0,0001	0,0264	0,0000	0,1571	0,0002	0,0004	0,0002
9	0,0001	0,9998	0,0000	0,0008	0,0009	0,0009	0,0000	0,0000	0,0010	0,0006	0,0119	0,0003	0,0000	0,0000	0,9982	0,0002	0,0017	0,0000	0,0000	0,0000
Beta																				
Padrão	8	9	3	8	5	5	2	4	0	5	0	2	2	4	9	1	0	4	2	4

Saída	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,5362	0,8940	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0050	0,2064	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
1	0,0001	0,0001	0,0003	0,0014	0,0000	0,0002	0,0008	0,0000	0,0002	0,0012	0,0000	0,0000	0,0000	0,0017	0,0003	0,9949	0,0029	0,0007	0,0006	0,0001
2	0,0087	0,0071	0,0051	0,0003	0,9901	0,0028	0,0000	0,0002	0,0009	0,0001	0,9993	0,9898	0,0001	0,0002	0,0000	0,0001	0,0000	0,0185	0,0159	0,0008
3	0,0024	0,0019	0,9957	0,0001	0,0173	0,0004	0,0018	0,0001	0,0000	0,0007	0,0004	0,0138	0,0005	0,0000	0,0002	0,0000	0,0031	0,9990	0,9991	0,0000
4	0,9989	0,9991	0,0002	0,0000	0,0000	0,0089	0,0013	0,0000	0,0000	0,9945	0,0000	0,0000	0,9983	0,0000	0,0000	0,0016	0,0016	0,0001	0,0001	0,0001
5	0,0000	0,0000	0,0001	0,0004	0,0001	0,0001	0,9990	0,0015	0,0005	0,0001	0,0001	0,0001	0,0000	0,0063	0,0014	0,0020	0,9988	0,0038	0,0027	0,0009
6	0,0005	0,0006	0,0004	0,0000	0,0001	0,9778	0,0001	0,0028	0,0005	0,0003	0,0001	0,0001	0,0015	0,0000	0,0010	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000
7	0,0000	0,0000	0,0001	0,0420	0,0015	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0004	0,0055	0,0000	0,0019	0,0000	0,0020	0,0001	0,0022	0,0022	0,0390
8	0,0002	0,0003	0,0011	0,0051	0,0016	0,0001	0,0004	0,4216	0,0878	0,0001	0,0002	0,0048	0,0002	0,0015	0,7528	0,0000	0,0000	0,0002	0,0001	0,0008
9	0,0000	0,0000	0,0007	0,9559	0,0000	0,0000	0,0009	0,0009	0,0024	0,0000	0,0005	0,0000	0,0000	0,9976	0,0065	0,0003	0,0002	0,0001	0,0001	0,9718
Beta								0,2137												
Padrão	4	4	3	9	2	6	5	0	0	4	2	2	4	9	8	1	5	3	3	9
Saída	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140
0	0,0000	0,1021	0,0000	0,0000	0,0021	0,0601	0,0000	0,0000	0,0004	0,0000	0,0000	0,0000	0,0241	0,0000	0,0003	0,0000	0,0000	0,0002	0,0001	0,0001
1	0,0004	0,0038	0,0000	0,0011	0,0000	0,0000	0,0072	0,0051	0,9864	0,0028	0,9948	0,0000	0,0001	0,0012	0,0017	0,0055	0,0043	0,0002	0,0000	0,9961
2	0,0016	0,0000	0,0002	0,0041	0,0000	0,0000	0,0140	0,0000	0,0000	0,0086	0,0001	0,9890	0,0000	0,0097	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0002	0,0006
3	0,9910	0,0001	0,0003	0,9941	0,0006	0,0002	0,9949	0,0033	0,0076	0,9957	0,0001	0,0056	0,0002	0,9973	0,0015	0,0063	0,0144	0,0024	0,0000	0,0082
4	0,0006	0,9972	0,0178	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0048	0,0353	0,0000	0,0011	0,0000	0,0002	0,0004	0,0029	0,0019	0,0004	0,0002	0,0031	0,0028
5	0,0007	0,0118	0,0000	0,0099	0,0006	0,0029	0,0024	0,9988	0,0002	0,0051	0,0019	0,0001	0,0001	0,0015	0,9990	0,9996	0,9988	0,0002	0,0001	0,0008
6	0,0000	0,0016	0,9875	0,0000	0,0014	0,0010	0,0001	0,0003	0,0000	0,0001	0,0000	0,0001	0,0007	0,0000	0,0003	0,0003	0,0003	0,0010	0,9972	0,0000
7	0,0044	0,0000	0,0000	0,0010	0,0000	0,0000	0,0005	0,0001	0,0009	0,0002	0,0039	0,0101	0,0000	0,0004	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000	0,0012
8	0,0031	0,0030	0,0008	0,0003	0,9978	0,8792	0,0010	0,0000	0,0000	0,0005	0,0000	0,0000	0,9481	0,0007	0,0000	0,0000	0,0000	0,9995	0,0087	0,0001
9	0,0000	0,0007	0,0000	0,0001	0,0011	0,0005	0,0005	0,0003	0,0000	0,0014	0,0001	0,0001	0,0008	0,0001	0,0017	0,0005	0,0002	0,0008	0,0000	0,0001
Beta																				
Padrão	3	4	6	3	8	8	3	5	1	3	1	2	8	3	5	5	5	8	6	1
Saída	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160
0	0,0003	0,0000	0,0000	0,0012	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0019	0,0368	0,6908	0,0187	0,0000	0,0000	0,2903	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
1	0,9956	0,0004	0,0010	0,0018	0,0000	0,0000	0,0000	0,0005	0,0002	0,0092	0,0001	0,0003	0,0001	0,0001	0,0011	0,0006	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000
2	0,0000	0,0004	0,0009	0,0003	0,8721	0,0053	0,9927	0,0125	0,0000	0,0001	0,0000	0,0011	0,0013	0,0238	0,0001	0,0059	0,0023	0,0004	0,0273	0,0000
3	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0221	0,0005	0,0129	0,9978	0,0009	0,0000	0,0001	0,0000	0,0008	0,3698	0,0001	0,0000	0,0001	0,0000	0,0013	0,0002
4	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0041	0,0000	0,0002	0,9982	0,0000	0,0014	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0030	0,0027	0,0135	0,0151
5	0,0086	0,0010	0,0006	0,0075	0,0002	0,0000	0,0000	0,0032	0,0003	0,0039	0,1372	0,0002	0,0966	0,0048	0,0009	0,2515	0,0001	0,0002	0,0000	0,0002
6	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,9983	0,0000	0,0000	0,0021	0,0000	0,0020	0,0032	0,0469	0,0002	0,0002	0,0024	0,9968	0,9950	0,9900	0,9706
7	0,0011	0,0056	0,0059	0,0020	0,0022	0,0001	0,0131	0,0014	0,0000	0,0018	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0058	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000
8	0,0000	0,0078	0,0098	0,0011	0,1431	0,0003	0,0105	0,0001	0,0004	0,0004	0,0162	0,3139	0,0070	0,0105	0,0002	0,0002	0,0002	0,0015	0,0002	0,0099
9	0,0013	0,9957	0,9965	0,9987	0,0005	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000	0,9995	0,0007	0,0029	0,0001	0,0155	0,9977	0,0023	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Beta												0,5456								
Padrão	1	9	9	9	2	6	2	3	4	9	8	0	8	3	9	8	6	6	6	6

Saída	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180
0	0,0000	0,0017	0,0001	0,0026	0,4696	0,0001	0,0002	0,0009	0,0003	0,0021	0,0000	0,0000	0,2448	0,0239	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0329
1	0,0000	0,0034	0,0016	0,0000	0,0001	0,0000	0,0009	0,0000	0,9963	0,0004	0,0010	0,0000	0,0001	0,0097	0,0001	0,0000	0,0001	0,0000	0,9923	0,0000
2	0,9166	0,0001	0,0000	0,0007	0,0003	0,0007	0,0003	0,0005	0,0007	0,0002	0,0000	0,0003	0,0004	0,0000	0,0016	0,0019	0,0006	0,9998	0,0001	0,0004
3	0,0107	0,0000	0,0024	0,0002	0,0001	0,0010	0,0000	0,0009	0,0135	0,0000	0,0017	0,0001	0,0000	0,0006	0,0011	0,0002	0,9942	0,0030	0,0000	0,0003
4	0,0000	0,0000	0,0012	0,0001	0,0000	0,0002	0,0000	0,0002	0,0082	0,0000	0,0017	0,0246	0,0001	0,9752	0,0008	0,0069	0,0003	0,0000	0,0005	0,0002
5	0,0007	0,0069	0,9995	0,0009	0,0025	0,0001	0,0076	0,0002	0,0004	0,0052	0,9990	0,0002	0,0019	0,0007	0,0002	0,0000	0,0126	0,0000	0,0013	0,0001
6	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001	0,0002	0,0002	0,0000	0,0004	0,0000	0,0000	0,0001	0,9673	0,0004	0,0214	0,0003	0,9966	0,0000	0,0005	0,0000	0,0322
7	0,0112	0,0011	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0017	0,0000	0,0009	0,0021	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0005	0,0031	0,0036	0,0003
8	0,0011	0,0050	0,0000	0,9960	0,5339	0,9998	0,0137	0,9988	0,0000	0,0043	0,0004	0,0043	0,7684	0,0029	0,9999	0,0001	0,0005	0,0000	0,0000	0,9585
9	0,0000	0,9964	0,0008	0,0058	0,0034	0,0007	0,9993	0,0003	0,0000	0,9983	0,0015	0,0000	0,0120	0,0002	0,0002	0,0000	0,0012	0,0001	0,0001	0,0003
Beta																				
Padrão	2	9	5	8	0	8	9	8	1	9	5	6	0	4	8	6	3	2	1	8
Saída	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200
0	0,0001	0,0003	0,0000	0,0000	0,8077	0,0001	0,0000	0,0018	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0004	0,0051
1	0,9956	0,0000	0,0006	0,9955	0,0002	0,9947	0,0002	0,0000	0,0001	0,9877	0,0003	0,0010	0,0008	0,8483	0,0001	0,0004	0,0003	0,0000	0,0036	0,0056
2	0,0001	0,0001	0,0000	0,0005	0,0002	0,0002	0,0019	0,0008	0,0001	0,0006	0,0033	0,0000	0,0000	0,0020	0,0002	0,0013	0,0019	0,9983	0,0001	0,0000
3	0,0001	0,0001	0,0011	0,0236	0,0000	0,0017	0,9942	0,0000	0,0001	0,0092	0,9901	0,0033	0,0007	0,0157	0,0032	0,9965	0,9979	0,0002	0,0020	0,0005
4	0,0016	0,0014	0,0022	0,0013	0,0001	0,0008	0,0003	0,0018	0,8018	0,0029	0,0003	0,9690	0,0079	0,0022	0,9928	0,0003	0,0002	0,0000	0,9994	0,0004
5	0,0017	0,0003	0,9988	0,0032	0,0054	0,0019	0,0182	0,0001	0,0003	0,0015	0,0138	0,0029	0,0010	0,0043	0,0007	0,0042	0,0061	0,0000	0,0020	0,9998
6	0,0000	0,9915	0,0004	0,0000	0,0013	0,0000	0,0000	0,9966	0,0900	0,0000	0,0000	0,0270	0,7472	0,0000	0,0018	0,0000	0,0000	0,0002	0,0005	0,0001
7	0,0022	0,0000	0,0000	0,0006	0,0000	0,0007	0,0008	0,0000	0,0000	0,0021	0,0009	0,0000	0,0000	0,0011	0,0000	0,0002	0,0007	0,0017	0,0000	0,0000
8	0,0000	0,0055	0,0004	0,0003	0,1487	0,0000	0,0000	0,0004	0,0807	0,0005	0,0001	0,0033	0,1135	0,0056	0,0066	0,0001	0,0001	0,0000	0,0001	0,0000
9	0,0000	0,0000	0,0012	0,0001	0,0022	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0006	0,0000	0,0003	0,0001	0,0002	0,0000	0,0059
Beta																				
Padrão	1	6	5	1	0	1	3	6	4	1	3	4	6	1	4	3	3	2	4	5
Saída	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220
0	0,0147	0,0000	0,0013	0,0000	0,0050	0,0000	0,0000	0,9150	0,0002	0,0001	0,0000	0,8715	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0228	0,0000	
1	0,0014	0,0005	0,0000	0,0008	0,0000	0,0027	0,0003	0,0002	0,9963	0,9959	0,0001	0,0000	0,0005	0,0003	0,0014	0,0001	0,0003	0,0009	0,0648	0,0023
2	0,0004	0,0060	0,0001	0,0026	0,0001	0,0007	0,0001	0,0009	0,0002	0,0001	0,9949	0,0000	0,0093	0,0008	0,0089	0,0146	0,0035	0,0022	0,0000	0,0001
3	0,0000	0,9914	0,0003	0,0009	0,0003	0,0040	0,0002	0,0000	0,0017	0,0000	0,0002	0,0000	0,9947	0,0000	0,9912	0,0214	0,9962	0,0017	0,0004	0,0025
4	0,0000	0,0002	0,0001	0,0007	0,0003	0,0131	0,9992	0,0000	0,0013	0,0009	0,0000	0,0000	0,0003	0,0000	0,0001	0,0000	0,0002	0,0000	0,9819	0,0000
5	0,0082	0,0031	0,0002	0,0001	0,0003	0,0002	0,0001	0,0023	0,0010	0,0043	0,0002	0,0003	0,0013	0,0015	0,0048	0,0000	0,0033	0,0001	0,0004	0,8209
6	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	0,0029	0,0000	0,0004	0,0043	0,0000	0,0000	0,0000	0,0004	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	0,0143	0,0000	
7	0,0005	0,0006	0,0000	0,9969	0,0000	0,9974	0,0000	0,0000	0,0013	0,0012	0,0002	0,0001	0,0008	0,0045	0,0010	0,9855	0,0012	0,9883	0,0004	0,0010
8	0,0020	0,0007	0,9961	0,0000	0,9677	0,0001	0,0131	0,0864	0,0000	0,0000	0,0019	0,1301	0,0003	0,0226	0,0022	0,0000	0,0001	0,0000	0,0006	0,0000
9	0,9983	0,0001	0,0017	0,0011	0,0005	0,0014	0,0000	0,0012	0,0000	0,0001	0,0007	0,0033	0,0000	0,9926	0,0001	0,0011	0,0000	0,0136	0,0001	0,0093
Beta																				
Padrão	9	3	8	7	8	7	4	0	1	1	2	8	3	9	3	7	3	7	4	5

Saída	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240
0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0173	0,0001	0,0003	0,0000	0,9924	0,9914	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000
1	0,0000	0,0011	0,0032	0,0002	0,0021	0,9968	0,9953	0,0000	0,0005	0,0007	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001	0,9907	0,0003	0,0006	0,0027
2	0,9956	0,0001	0,0035	0,9923	0,0146	0,0000	0,0001	0,0029	0,0000	0,0080	0,0010	0,0003	0,0010	0,0240	0,0002	0,0001	0,0008	0,0010	0,0011	0,0002
3	0,0038	0,0069	0,9814	0,0112	0,9952	0,0000	0,0000	0,0020	0,0004	0,0020	0,0005	0,0002	0,0000	0,0004	0,0000	0,0000	0,0157	0,0038	0,0055	0,0005
4	0,0000	0,0016	0,0003	0,0000	0,0004	0,0003	0,0003	0,9969	0,0001	0,9897	0,0005	0,0180	0,0049	0,0108	0,0001	0,0002	0,0551	0,0004	0,0004	0,9999
5	0,0000	0,9974	0,0076	0,0003	0,0018	0,0044	0,0050	0,0001	0,0958	0,0002	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0211	0,0249	0,0006	0,0001	0,0000	0,0000
6	0,0000	0,0001	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0031	0,0000	0,0078	0,0063	0,9969	0,9979	0,9972	0,0010	0,0005	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001
7	0,0213	0,0003	0,0001	0,0001	0,0005	0,0026	0,0059	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0003	0,0000	0,0000	0,0032	0,9980	0,9987	0,0000
8	0,0054	0,0000	0,0009	0,0001	0,0010	0,0000	0,0000	0,0042	0,5801	0,0010	0,9793	0,0013	0,0005	0,0085	0,0049	0,0120	0,0001	0,0000	0,0000	0,0299
9	0,0001	0,0007	0,0005	0,0160	0,0000	0,0003	0,0001	0,0000	0,0021	0,0002	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0012	0,0025	0,0000	0,0006	0,0004	0,0000
Beta																				
Padrão	2	5	3	2	3	1	1	4	0	4	8	6	6	6	0	8	1	7	7	4
Saída	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260
0	0,0000	0,8970	0,0000	0,3335	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0070	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
1	0,0000	0,0004	0,0002	0,0004	0,0002	0,0004	0,0003	0,0001	0,0003	0,0007	0,9945	0,0000	0,9842	0,0004	0,0009	0,0000	0,0001	0,9951	0,0004	0,0000
2	0,9984	0,0001	0,0031	0,0004	0,0135	0,0055	0,0020	0,0009	0,0015	0,0001	0,0001	0,0019	0,0001	0,0021	0,0031	0,3124	0,0065	0,0000	0,0282	0,0008
3	0,0008	0,0001	0,0045	0,0001	0,0095	0,9978	0,9958	0,0415	0,9939	0,0001	0,0000	0,0001	0,0001	0,0291	0,0140	0,8569	0,0000	0,0000	0,9913	0,0007
4	0,0000	0,0001	0,0001	0,0002	0,0000	0,0013	0,0002	0,0015	0,0001	0,9975	0,0004	0,0015	0,0006	0,0001	0,0001	0,0001	0,0036	0,0061	0,0003	0,9766
5	0,0000	0,0048	0,0000	0,0004	0,0000	0,0028	0,0161	0,0000	0,0215	0,0002	0,0113	0,0000	0,0004	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0007	0,0006	0,0002
6	0,0001	0,0020	0,0000	0,0033	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0010	0,0000	0,9988	0,0000	0,0000	0,0000	0,0006	0,9987	0,0000	0,0000	0,0094
7	0,0003	0,0000	0,9938	0,0001	0,9986	0,0009	0,0005	0,9926	0,0005	0,0000	0,0061	0,0001	0,0121	0,9984	0,9969	0,0003	0,0001	0,0047	0,0005	0,0000
8	0,0008	0,1189	0,0000	0,7676	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0013	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0011	0,0001	0,0000	0,0032	0,0319
9	0,0021	0,0020	0,0014	0,0007	0,0001	0,0000	0,0000	0,0004	0,0000	0,0000	0,0025	0,0000	0,0004	0,0003	0,0037	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000
Beta				0,5655												0,635				
Padrão	2	8	7	8	7	3	3	7	3	4	1	6	1	7	7	3	6	1	3	4
Saída	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280
0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0006	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0077	0,0001
1	0,9277	0,0006	0,0002	0,0003	0,0000	0,9947	0,0000	0,0002	0,0005	0,0000	0,0015	0,9713	0,0003	0,0015	0,0010	0,0001	0,0028	0,0000	0,0000	0,0001
2	0,0001	0,0048	0,8474	0,0002	0,9905	0,0001	0,0003	0,0010	0,0001	0,0004	0,0023	0,0001	0,0020	0,0011	0,0001	0,0034	0,0000	0,0329	0,0012	0,0005
3	0,0202	0,0028	0,0742	0,0000	0,0463	0,0000	0,0004	0,0000	0,0319	0,0010	0,0312	0,0001	0,0069	0,0041	0,0098	0,0099	0,0043	0,0004	0,0009	0,0000
4	0,0006	0,0004	0,0000	0,9968	0,0000	0,0034	0,9949	0,0000	0,0001	0,9992	0,0002	0,0033	0,0006	0,0069	0,0007	0,0002	0,0001	0,0000	0,0003	0,0000
5	0,0008	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	0,0017	0,0000	0,0012	0,9939	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001	0,0001	0,9954	0,0000	0,9981	0,0000	0,0004	0,0014
6	0,0000	0,0001	0,0075	0,0047	0,0014	0,0000	0,0072	0,0001	0,0015	0,0010	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0003	0,0338	0,0000
7	0,0065	0,9960	0,0032	0,0000	0,0003	0,0031	0,0001	0,0016	0,0003	0,0003	0,9976	0,1388	0,9981	0,9996	0,0002	0,9946	0,0003	0,6394	0,0000	0,0120
8	0,0020	0,0000	0,0094	0,0419	0,0015	0,0000	0,0001	0,0045	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0001	0,0000	0,0002	0,9781	0,0074
9	0,0003	0,0063	0,0003	0,0002	0,0001	0,0001	0,0000	0,9982	0,0019	0,0000	0,0015	0,0002	0,0005	0,0002	0,0001	0,0004	0,0002	0,0016	0,0001	0,9889
Beta																				
Padrão	1	7	2	4	2	1	4	9	5	4	7	1	7	7	5	7	5	7	8	9

Saída	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300
0	0,0000	0,0000	0,0667	0,0001	0,0002	0,0003	0,0003	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0203	0,0000	0,0000	0,0000	0,0425	0,0000	0,0000	0,0000
1	0,0016	0,0001	0,0002	0,0001	0,0023	0,0000	0,0058	0,9970	0,0001	0,9933	0,0006	0,0015	0,0000	0,0000	0,0013	0,0002	0,0000	0,0000	0,9913	0,0003
2	0,0001	0,9923	0,0004	0,0004	0,0000	0,0003	0,0000	0,0001	0,0006	0,0001	0,0024	0,0000	0,0000	0,9803	0,0003	0,0290	0,0001	0,0002	0,0001	0,0004
3	0,0015	0,0066	0,0007	0,0000	0,0033	0,0000	0,0048	0,0000	0,0007	0,0000	0,0043	0,0013	0,0005	0,0034	0,0010	0,9677	0,0002	0,0002	0,0000	0,0000
4	0,9961	0,0000	0,0001	0,0000	0,0001	0,0035	0,0000	0,0010	0,9784	0,0016	0,0009	0,0022	0,0000	0,0001	0,0003	0,0050	0,0002	0,9930	0,0010	0,0001
5	0,0001	0,0000	0,0003	0,0020	0,9986	0,0000	0,9987	0,0043	0,0000	0,0031	0,0001	0,9982	0,0001	0,0001	0,0002	0,0014	0,0026	0,0000	0,0017	0,0013
6	0,0110	0,0007	0,0134	0,0001	0,0002	0,9972	0,0003	0,0000	0,0191	0,0000	0,0000	0,0002	0,0002	0,0002	0,0000	0,0000	0,0014	0,0028	0,0000	0,0000
7	0,0000	0,0010	0,0000	0,0004	0,0002	0,0000	0,0003	0,0013	0,0000	0,0021	0,9990	0,0000	0,0007	0,0157	0,9976	0,0099	0,0000	0,0002	0,0143	0,0057
8	0,0003	0,0012	0,9501	0,0847	0,0000	0,0043	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0005	0,9592	0,0017	0,0000	0,0385	0,9590	0,0003	0,0000	0,0013
9	0,0000	0,0003	0,0006	0,9983	0,0002	0,0000	0,0008	0,0004	0,0000	0,0001	0,0009	0,0039	0,0019	0,0000	0,0014	0,0000	0,0008	0,0000	0,0009	0,9967
Beta																				
Padrão	4	2	8	9	5	6	5	1	4	1	7	5	8	2	7	3	8	4	1	9
Saída	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320
0	0,0000	0,0000	0,0216	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0003	0,0000	0,9890	0,0159	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0266	0,0000
1	0,0028	0,0016	0,0018	0,0000	0,0016	0,9766	0,0025	0,0033	0,0008	0,0013	0,0004	0,0003	0,0624	0,0004	0,0009	0,0000	0,0002	0,0005	0,0000	0,0000
2	0,0006	0,0129	0,0001	0,9305	0,0000	0,0004	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0008	0,0001	0,0001	0,0070	0,0000	0,0013	0,0013	0,0161	0,0001	0,0000
3	0,0004	0,9975	0,0002	0,0502	0,0031	0,0736	0,0049	0,0002	0,0047	0,0001	0,9944	0,0001	0,0000	0,9802	0,0010	0,0001	0,9937	0,9916	0,0001	0,0002
4	0,0001	0,0004	0,9771	0,0001	0,0019	0,0016	0,0028	0,9917	0,0005	0,9996	0,0001	0,0001	0,0000	0,0009	0,0033	0,0068	0,0003	0,0004	0,0064	0,0000
5	0,0000	0,0023	0,0005	0,0001	0,9972	0,0270	0,9995	0,0004	0,9958	0,0003	0,0051	0,0027	0,0103	0,0006	0,9995	0,0004	0,0372	0,0046	0,0000	0,0007
6	0,0002	0,0000	0,0055	0,0001	0,0001	0,0000	0,0001	0,0171	0,0001	0,0005	0,0000	0,0048	0,0001	0,0009	0,0002	0,9890	0,0000	0,0000	0,9975	0,0011
7	0,9166	0,0016	0,0001	0,0060	0,0000	0,0009	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0014	0,0000	0,0000	0,0000	0,0006	0,0009	0,0000	0,0001
8	0,0000	0,0002	0,0008	0,0014	0,0003	0,0003	0,0000	0,0005	0,0001	0,0019	0,0003	0,0103	0,0002	0,0036	0,0002	0,0012	0,0000	0,0001	0,0087	0,9567
9	0,1219	0,0000	0,0001	0,0000	0,0017	0,0008	0,0003	0,0000	0,0003	0,0000	0,0010	0,0004	0,9973	0,0006	0,0012	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0015
Beta																				
Padrão	7	3	4	2	5	1	5	4	5	4	3	0	9	3	5	6	3	3	6	8
Saída	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340
0	0,0001	0,0000	0,0000	0,0065	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,7533	0,0000	0,0000	0,0000	0,0007
1	0,0000	0,0004	0,0009	0,0000	0,0006	0,0001	0,0000	0,0001	0,0001	0,0003	0,0002	0,9960	0,0000	0,0011	0,0000	0,0002	0,0000	0,0008	0,0010	0,0000
2	0,0001	0,0055	0,0000	0,0001	0,0031	0,0018	0,0112	0,0015	0,0042	0,0004	0,0029	0,0004	0,9937	0,0067	0,9959	0,0001	0,0005	0,0000	0,0003	0,0008
3	0,0001	0,9979	0,0021	0,0002	0,9982	0,0026	0,0039	0,0000	0,9460	0,0000	0,9970	0,0018	0,0079	0,9965	0,0030	0,0001	0,0028	0,0012	0,9961	0,0000
4	0,0068	0,0003	0,0012	0,0002	0,0004	0,9984	0,0000	0,0001	0,0007	0,0000	0,0008	0,0021	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000	0,0002	0,0008	0,0000	0,0028
5	0,0000	0,0027	0,9989	0,0001	0,0011	0,0001	0,0001	0,0046	0,0004	0,0027	0,0009	0,0008	0,0007	0,0025	0,0000	0,0014	0,0000	0,9988	0,0814	0,0001
6	0,9963	0,0000	0,0001	0,0010	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0003	0,0006	0,0023	0,0001	0,0001	0,9984
7	0,0000	0,0045	0,0000	0,0001	0,0011	0,0003	0,9917	0,0012	0,0023	0,0049	0,0025	0,0032	0,0011	0,0010	0,0437	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001	0,0000
8	0,0035	0,0001	0,0001	0,9919	0,0003	0,0027	0,0000	0,0524	0,0373	0,0055	0,0016	0,0000	0,0002	0,0007	0,0011	0,2125	1,0000	0,0002	0,0001	0,0009
9	0,0000	0,0000	0,0003	0,0010	0,0001	0,0000	0,0002	0,9961	0,0000	0,9970	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0006	0,0002	0,0005	0,0012	0,0001
Beta																				
Padrão	6	3	5	8	3	4	7	9	3	9	3	1	2	3	2	0	8	5	3	6

Saída	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360
0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0013	0,0000	0,0000	0,0000	0,0003	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0043	0,0348	0,0000	0,0073	0,0005	0,0000	0,0000
1	0,0387	0,0001	0,0001	0,0000	0,0006	0,0006	0,0000	0,0002	0,9906	0,0000	0,0006	0,0885	0,0001	0,0270	0,0002	0,0012	0,0018	0,0130	0,9155	0,0010
2	0,0024	0,0152	0,0136	0,0039	0,0008	0,0000	0,9865	0,0016	0,0000	0,9992	0,0008	0,0028	0,0009	0,0001	0,0003	0,0015	0,0003	0,0001	0,0002	0,5141
3	0,0148	0,0030	0,0009	0,0005	0,0000	0,0024	0,0085	0,0080	0,0001	0,0017	0,9987	0,9836	0,0027	0,0000	0,0005	0,0182	0,0000	0,0663	0,0000	0,2550
4	0,0000	0,0000	0,0000	0,0052	0,0000	0,0022	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0019	0,0002	0,0002	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	0,0003	0,0020	0,0000
5	0,0012	0,0001	0,0000	0,0000	0,0033	0,9960	0,0004	0,0001	0,0211	0,0000	0,0002	0,0018	0,0001	0,0123	0,0005	0,0001	0,0012	0,5062	0,0019	0,0281
6	0,0000	0,0000	0,0000	0,9915	0,0001	0,0002	0,0001	0,0000	0,0000	0,0004	0,0013	0,0003	0,0016	0,0000	0,0017	0,0000	0,0003	0,0026	0,0000	0,0005
7	0,7074	0,9865	0,9816	0,0001	0,0004	0,0000	0,0065	0,9981	0,0008	0,0003	0,0031	0,0144	0,0000	0,0060	0,0000	0,9993	0,0013	0,0000	0,0047	0,0002
8	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0102	0,0015	0,0008	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000	0,9991	0,0001	0,9431	0,0000	0,0008	0,0004	0,0000	0,0442
9	0,0009	0,0009	0,0044	0,0000	0,9989	0,0011	0,0000	0,0003	0,0024	0,0002	0,0001	0,0002	0,0001	0,9990	0,0175	0,0005	0,9987	0,2293	0,0001	0,0006
Beta																				0,5040
Padrão	7	7	7	6	9	5	2	7	1	2	3	3	8	9	0	7	9	8	1	2
Saída	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380
0	0,0034	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0015	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0075	0,9263	0,9859	0,0020	0,0000
1	0,0121	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0052	0,0000	0,0004	0,0000	0,0001	0,0002	0,0001	0,0000	0,0004	0,0001	0,0109	0,0001	0,0001	0,0010	0,0001
2	0,0000	0,0002	0,9717	0,9913	0,0213	0,0001	0,0004	0,0013	0,0010	0,0047	0,9633	0,0002	0,9823	0,0006	0,0005	0,0000	0,0001	0,0000	0,0003	0,0232
3	0,0020	0,0002	0,0006	0,0024	0,7746	0,0000	0,0002	0,0002	0,0052	0,0043	0,0023	0,0053	0,0013	0,0000	0,0000	0,0003	0,0000	0,0000	0,0000	0,0028
4	0,0041	0,0092	0,0002	0,0000	0,0002	0,0000	0,0241	0,0003	0,9988	0,0000	0,0000	0,9997	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
5	0,0034	0,0000	0,0001	0,0002	0,0002	0,0050	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0006	0,0000	0,0001	0,0048	0,0053	0,9995	0,0062	0,0027	0,0038	0,0000
6	0,0026	0,9975	0,0000	0,0001	0,0001	0,0000	0,9824	0,0009	0,0007	0,0000	0,0000	0,0009	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001	0,0005	0,0009	0,0000	0,0003
7	0,0000	0,0000	0,0058	0,0047	0,0001	0,0033	0,0000	0,0000	0,0000	0,9977	0,0002	0,0002	0,0024	0,0074	0,0020	0,0000	0,0000	0,0000	0,0009	0,9568
8	0,0631	0,0022	0,0257	0,0001	0,4536	0,0205	0,0012	0,9972	0,0002	0,0000	0,0949	0,0320	0,0006	0,0130	0,0239	0,0000	0,0974	0,0159	0,0074	0,0001
9	0,0048	0,0000	0,0003	0,0000	0,0000	0,9981	0,0000	0,0065	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000	0,0001	0,9968	0,9952	0,0386	0,0029	0,0035	0,9992	0,0004
Beta					0,4144															
Padrão	0	6	7	2	3	9	6	8	4	7	2	4	2	9	9	5	0	0	9	7
Saída	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400
0	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0008	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
1	0,0001	0,0019	0,0025	0,0002	0,0027	0,0000	0,0004	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,9900	0,0000	0,0000	0,0000	0,9934	0,0000	0,0001	0,0003	0,0026
2	0,0025	0,0000	0,0000	0,0065	0,0068	0,9949	0,0008	0,9907	0,0434	0,0017	0,9974	0,0000	0,9975	0,0004	0,0007	0,0001	0,9586	0,7690	0,0001	0,0000
3	0,3336	0,0025	0,0036	0,0004	0,9882	0,0025	0,0024	0,0004	0,0018	0,0001	0,0079	0,0000	0,0010	0,0012	0,0002	0,0001	0,0561	0,0719	0,0088	0,0006
4	0,0043	0,0028	0,0013	0,0035	0,0001	0,0000	0,0003	0,0000	0,0233	0,0001	0,0000	0,0032	0,0000	0,0158	0,0248	0,0003	0,0000	0,0000	0,9970	0,0500
5	0,0001	0,9997	0,9997	0,0001	0,0076	0,0000	0,0001	0,0000	0,0001	0,0002	0,0001	0,0010	0,0000	0,0001	0,0001	0,0026	0,0002	0,0008	0,0005	0,9956
6	0,0000	0,0001	0,0001	0,9962	0,0000	0,0000	0,0004	0,0000	0,9811	0,0001	0,0002	0,0000	0,0001	0,9985	0,9547	0,0000	0,0002	0,0000	0,0018	0,0000
7	0,8836	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001	0,0069	0,0000	0,0035	0,0001	0,0000	0,0089	0,0043	0,0080	0,0000	0,0000	0,0048	0,0193	0,0257	0,0001	0,0022
8	0,0046	0,0001	0,0000	0,0001	0,0032	0,0024	0,9996	0,0071	0,0006	0,9983	0,0000	0,0000	0,0001	0,0125	0,0209	0,0000	0,0001	0,0001	0,0001	0,0000
9	0,0003	0,0007	0,0007	0,0000	0,0007	0,0022	0,0046	0,0012	0,0000	0,0057	0,0000	0,0002	0,0002	0,0001	0,0000	0,0003	0,0000	0,0001	0,0000	0,0002
Beta																				
Padrão	7	5	5	6	3	2	8	3	6	8	2	1	2	6	6	1	2	2	4	5

Saída	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420
0	0,0000	0,3929	0,0005	0,0000	0,5971	0,0001	0,0000	0,0000	0,0002	0,0006	0,0002	0,0000	0,0000	0,9068	0,0000	0,0005	0,0000	0,0002	0,0018	0,0002
1	0,0000	0,0000	0,9969	0,0000	0,0000	0,9943	0,0003	0,0002	0,9968	0,0000	0,9973	0,0003	0,0005	0,0001	0,0005	0,0008	0,0000	0,9963	0,0005	0,0041
2	0,9793	0,0001	0,0000	0,0001	0,0001	0,0000	0,0001	0,0027	0,0000	0,0011	0,0000	0,0015	0,0035	0,0001	0,0015	0,0010	0,0049	0,0002	0,0014	0,0000
3	0,0002	0,0001	0,0000	0,0015	0,0001	0,0000	0,0006	0,0071	0,0000	0,0001	0,0000	0,9858	0,0036	0,0000	0,0191	0,0000	0,0002	0,0017	0,0000	0,0040
4	0,0000	0,0000	0,0000	0,0142	0,0000	0,0003	0,9994	0,0003	0,0001	0,0020	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0046	0,0013	0,0000	0,0001
5	0,0000	0,0004	0,0076	0,0001	0,0015	0,0057	0,0001	0,0000	0,0096	0,0000	0,0106	0,0089	0,0004	0,0030	0,0001	0,0070	0,0000	0,0010	0,0032	0,9974
6	0,0003	0,0017	0,0000	0,9872	0,0002	0,0000	0,0006	0,0000	0,0000	0,9987	0,0000	0,0000	0,0000	0,0016	0,0000	0,0000	0,9919	0,0000	0,0002	0,0004
7	0,0077	0,0000	0,0036	0,0000	0,0000	0,0030	0,0000	0,9987	0,0024	0,0001	0,0020	0,0011	0,9603	0,0000	0,9989	0,0010	0,0001	0,0013	0,0008	0,0002
8	0,0004	0,5113	0,0000	0,0036	0,5192	0,0000	0,0062	0,0000	0,0000	0,0004	0,0000	0,0002	0,0003	0,0817	0,0000	0,0118	0,0007	0,0000	0,0088	0,0000
9	0,0052	0,0015	0,0010	0,0000	0,0072	0,0003	0,0000	0,0004	0,0009	0,0000	0,0007	0,0000	0,0106	0,0010	0,0006	0,9989	0,0000	0,0000	0,9966	0,0009
Beta					0,1305															
Padrão	2	0	1	6	0	1	4	7	1	6	1	3	7	0	7	9	6	1	9	5
Saída	421	422	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432	433	434	435	436	437	438	439	440
0	0,0104	0,0249	0,0016	0,0000	0,0001	0,0015	0,0007	0,0000	0,0000	0,0398	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0047	0,0115	0,0127	0,0037	0,9975
1	0,0042	0,0003	0,0074	0,0001	0,9960	0,0030	0,0000	0,0000	0,0002	0,0003	0,9931	0,9936	0,0001	0,0004	0,0005	0,0001	0,0001	0,0000	0,0001	0,0001
2	0,0002	0,0022	0,0003	0,0000	0,0004	0,0001	0,0009	0,9985	0,0239	0,0006	0,0001	0,0001	0,9571	0,0013	0,0002	0,0015	0,0004	0,0000	0,0003	0,0001
3	0,0000	0,0001	0,0000	0,0002	0,0020	0,0000	0,0001	0,0005	0,9961	0,0000	0,0001	0,0001	0,0006	0,0072	0,0000	0,0000	0,0008	0,0003	0,0000	0,0000
4	0,0000	0,0004	0,0000	0,0582	0,0029	0,0000	0,0018	0,0000	0,0002	0,0000	0,0025	0,0021	0,0000	0,0003	0,0000	0,0000	0,0005	0,0002	0,0150	0,0000
5	0,0068	0,0008	0,0112	0,0004	0,0008	0,0100	0,0000	0,0000	0,0002	0,0087	0,0022	0,0019	0,0003	0,0001	0,0039	0,0019	0,0004	0,0004	0,0002	0,0017
6	0,0001	0,0011	0,0000	0,9285	0,0000	0,0000	0,9972	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0002	0,0082	0,0014	0,9672	0,0005
7	0,0027	0,0000	0,0030	0,0000	0,0019	0,0010	0,0001	0,0031	0,0004	0,0042	0,0024	0,0029	0,0003	0,9992	0,0053	0,0027	0,0001	0,0003	0,0000	0,0000
8	0,0003	0,9673	0,0092	0,0078	0,0000	0,0063	0,0002	0,0009	0,0292	0,0003	0,0000	0,0000	0,0271	0,0000	0,0074	0,0020	0,9861	0,9641	0,0005	0,0064
9	0,9893	0,0019	0,9964	0,0000	0,0001	0,9982	0,0000	0,0014	0,0004	0,9860	0,0001	0,0001	0,0000	0,0004	0,9955	0,9848	0,0001	0,0001	0,0000	0,0067
Beta																				
Padrão	9	8	9	6	1	9	6	2	3	9	1	1	2	7	9	9	8	8	6	0
Saída	441	442	443	444	445	446	447	448	449	450	451	452	453	454	455	456	457	458	459	460
0	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,1665	0,0014	0,0000	0,0008	0,0000	0,0009	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0015	0,0042
1	0,9907	0,0012	0,0030	0,0004	0,0008	0,0001	0,0004	0,0046	0,0028	0,0022	0,0000	0,0001	0,0004	0,0000	0,0000	0,0000	0,0006	0,0001	0,0003	0,0000
2	0,0008	0,0001	0,0003	0,0010	0,0002	0,0001	0,0001	0,0056	0,0000	0,0000	0,0005	0,0002	0,0035	0,0002	0,0003	0,9876	0,0000	0,0001	0,0001	0,0001
3	0,0157	0,0002	0,0020	0,0031	0,0016	0,0012	0,9918	0,1148	0,0001	0,0008	0,0058	0,0000	0,0029	0,0000	0,0000	0,0532	0,0013	0,0003	0,0015	0,0007
4	0,0551	0,9992	0,0001	0,0000	0,0001	0,9984	0,0000	0,0000	0,9958	0,9968	0,0006	0,0016	0,0813	0,0048	0,0046	0,0000	0,0033	0,9998	0,0000	0,0002
5	0,0006	0,0004	0,0001	0,0001	0,0002	0,0002	0,0144	0,0009	0,0049	0,0011	0,0001	0,0002	0,0000	0,0000	0,0001	0,0003	0,9989	0,0000	0,0002	0,0000
6	0,0000	0,0012	0,0001	0,0001	0,0000	0,0015	0,0003	0,0000	0,0015	0,0142	0,0005	0,9927	0,0000	0,9945	0,9969	0,0001	0,0001	0,0001	0,0002	0,0296
7	0,0032	0,0000	0,9964	0,9988	0,9974	0,0000	0,0001	0,8600	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,9128	0,0000	0,0000	0,0061	0,0000	0,0000	0,0000	0,0003
8	0,0001	0,0008	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0002	0,0003	0,0032	0,0046	0,9999	0,0006	0,0021	0,0035	0,0015	0,0008	0,0001	0,0029	0,9915	0,9955
9	0,0000	0,0000	0,0014	0,0001	0,0011	0,0000	0,0004	0,0033	0,0004	0,0000	0,0001	0,0000	0,0010	0,0000	0,0000	0,0000	0,0005	0,0000	0,0022	0,0003
Beta																				
Padrão	1	4	7	7	7	4	3	7	4	4	8	6	7	6	6	2	5	4	8	8

Saída	461	462	463	464	465	466	467	468	469	470	471	472	473	474	475	476	477	478	479	480
0	0,8901	0,0000	0,9744	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000	0,0003	0,1319	0,3897	0,0203	0,0002	0,0000	0,8300	0,0000	0,0000	0,0000	0,9828	0,0000
1	0,0003	0,0020	0,0000	0,0001	0,0003	0,9969	0,9937	0,0002	0,0000	0,0015	0,0000	0,0001	0,0035	0,0000	0,0004	0,0000	0,0001	0,9962	0,0001	0,0001
2	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	0,0020	0,0002	0,0005	0,0007	0,0010	0,0000	0,0012	0,0008	0,0000	0,0120	0,0008	0,0007	0,0040	0,0000	0,0000	0,0007
3	0,0001	0,0036	0,0000	0,0004	0,0138	0,0001	0,0059	0,9947	0,0002	0,0001	0,0000	0,0000	0,0008	0,0002	0,0001	0,0008	0,0095	0,0000	0,0000	0,0000
4	0,0000	0,0024	0,0001	0,9498	0,0003	0,0002	0,0043	0,0002	0,0001	0,9885	0,0000	0,0000	0,0005	0,0020	0,0000	0,9981	0,0001	0,0006	0,0000	0,0000
5	0,0003	0,9997	0,0034	0,0018	0,0001	0,0023	0,0018	0,0135	0,0004	0,0070	0,0047	0,0015	0,9994	0,0001	0,0007	0,0000	0,0000	0,0076	0,0095	0,0012
6	0,0020	0,0001	0,0064	0,0554	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0003	0,0014	0,0073	0,0006	0,0001	0,9956	0,0046	0,0034	0,0000	0,0000	0,0034	0,0000
7	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,9994	0,0073	0,0004	0,0008	0,0000	0,0001	0,0000	0,0059	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,9953	0,0106	0,0000	0,0083
8	0,1132	0,0000	0,0345	0,0012	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,9976	0,0073	0,4084	0,0045	0,0000	0,0024	0,1823	0,0056	0,0000	0,0000	0,0118	0,0037
9	0,0007	0,0006	0,0011	0,0001	0,0004	0,0001	0,0001	0,0001	0,0005	0,0015	0,0010	0,6979	0,0057	0,0000	0,0013	0,0000	0,0004	0,0003	0,0019	0,9883
Beta																				
Padrão	0	5	0	4	7	1	1	3	8	4	0	9	5	6	0	4	7	1	0	9
Saída	481	482	483	484	485	486	487	488	489	490	491	492	493	494	495	496	497	498	499	500
0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0003	0,0012	0,0000	0,0000	0,0000	0,8588	0,0000	0,0000	0,0002	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
1	0,0017	0,0000	0,0000	0,0006	0,0007	0,9958	0,0151	0,0189	0,9965	0,0001	0,0000	0,0000	0,0001	0,9966	0,9955	0,9952	0,0001	0,0002	0,0002	0,0006
2	0,0008	0,0008	0,0204	0,0035	0,0000	0,0000	0,0000	0,0047	0,0001	0,0001	0,0001	0,0002	0,0045	0,0001	0,0002	0,0001	0,9939	0,0020	0,0008	0,0049
3	0,0048	0,0002	0,0041	0,9945	0,0016	0,0000	0,0006	0,0456	0,0000	0,0004	0,0000	0,0000	0,0042	0,0007	0,0008	0,0021	0,0006	0,0087	0,0064	0,0011
4	0,0040	0,0031	0,0001	0,0000	0,0012	0,0002	0,9918	0,0001	0,0011	0,9982	0,0001	0,0026	0,0001	0,0010	0,0036	0,0141	0,0000	0,0001	0,0004	0,0006
5	0,9926	0,0001	0,0000	0,0212	0,9989	0,0102	0,0003	0,0001	0,0035	0,0000	0,0010	0,0001	0,0001	0,0014	0,0014	0,0002	0,0000	0,0001	0,0002	0,0001
6	0,0000	0,9970	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0047	0,0000	0,0000	0,0010	0,0013	0,9874	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0006	0,0000	0,0000	0,0000
7	0,0000	0,0000	0,9941	0,0011	0,0000	0,0009	0,0000	0,9585	0,0022	0,0001	0,0001	0,0000	0,9979	0,0022	0,0011	0,0034	0,0012	0,9975	0,9984	0,9791
8	0,0034	0,0008	0,0000	0,0002	0,0003	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000	0,0013	0,1424	0,0040	0,0000	0,0000	0,0000	0,0003	0,0000	0,0000	0,0000	0,0004
9	0,0010	0,0000	0,0031	0,0004	0,0006	0,0015	0,0001	0,0016	0,0003	0,0000	0,0002	0,0000	0,0004	0,0000	0,0000	0,0006	0,0005	0,0010	0,0009	0,0107
Beta																				
Padrão	5	6	7	3	5	1	4	7	1	4	0	6	7	1	1	1	2	7	7	7
Saída	501	502	503	504	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516	517	518	519	520
0	0,2575	0,0001	0,0778	0,9652	0,0000	0,0185	0,0000	0,0000	0,9218	0,0000	0,0000	0,0000	0,0012	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
1	0,0003	0,0039	0,0000	0,0002	0,0001	0,0105	0,0005	0,0011	0,0003	0,0003	0,9942	0,0000	0,0010	0,0005	0,0005	0,0000	0,0029	0,0003	0,0001	0,0004
2	0,0007	0,0000	0,0000	0,0005	0,9643	0,0021	0,0089	0,0024	0,0002	0,0020	0,0000	0,9884	0,0004	0,0000	0,0129	0,0005	0,0001	0,0019	0,9951	0,0006
3	0,0001	0,0035	0,0000	0,0000	0,1938	0,0000	0,9934	0,0066	0,0001	0,0097	0,0000	0,0046	0,0000	0,0051	0,0001	0,0030	0,0065	0,0022	0,0006	0,0000
4	0,0000	0,0003	0,0003	0,0000	0,0000	0,9894	0,0003	0,0000	0,0000	0,0003	0,0008	0,0000	0,0000	0,0027	0,0035	0,0011	0,1609	0,0004	0,0000	0,0001
5	0,0018	0,9989	0,0003	0,0018	0,0009	0,0109	0,0052	0,0001	0,0090	0,0001	0,0047	0,0001	0,0014	0,9961	0,0000	0,0000	0,9939	0,0003	0,0003	0,0009
6	0,0037	0,0001	0,0003	0,0017	0,0001	0,0005	0,0000	0,0000	0,0040	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000	0,0066	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
7	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000	0,0186	0,0000	0,0020	0,9881	0,0000	0,9989	0,0035	0,0008	0,0009	0,0002	0,2496	0,0000	0,0002	0,9973	0,0003	0,0011
8	0,7594	0,0000	0,8924	0,0103	0,0003	0,0002	0,0001	0,0000	0,0754	0,0000	0,0000	0,0266	0,0018	0,0008	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0083
9	0,0049	0,0001	0,0067	0,0003	0,0000	0,0004	0,0000	0,0018	0,0010	0,0004	0,0001	0,0001	0,9950	0,0002	0,0022	0,0003	0,0001	0,0019	0,0001	0,9994
Beta																0,9483				
Padrão	0	5	0	8	2	4	3	7	0	7	1	2	9	5	7	0	5	7	2	9

Saída	521	522	523	524	525	526	527	528	529	530	531	532	533	534	535	536	537	538	539	540
0	0,0000	0,0000	0,0027	0,0005	0,0000	0,0158	0,9969	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,3424	0,0028	0,0000	0,6876	0,0000	0,3310	0,0247	0,0018	0,0004
1	0,0004	0,0000	0,0015	0,9968	0,0006	0,0026	0,0044	0,0019	0,0001	0,0000	0,0000	0,0005	0,0001	0,0000	0,0002	0,0001	0,0012	0,0001	0,0009	0,0001
2	0,0023	0,9888	0,0006	0,0006	0,0022	0,0002	0,0000	0,0000	0,0015	0,9989	0,0003	0,0008	0,0000	0,9850	0,0005	0,0017	0,0005	0,0005	0,0003	0,0003
3	0,0282	0,0039	0,0000	0,0002	0,0124	0,0000	0,0002	0,0029	0,0009	0,0008	0,0004	0,0001	0,0026	0,0275	0,0002	0,0192	0,0000	0,0000	0,0000	0,0003
4	0,0001	0,0000	0,0000	0,0005	0,0001	0,0000	0,0136	0,0071	0,0199	0,0000	0,9970	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,9991	0,0001	0,0006	0,0000	0,4585
5	0,0000	0,0003	0,0036	0,0015	0,0000	0,0048	0,1624	0,9996	0,0000	0,0000	0,0002	0,0003	0,9965	0,0003	0,0019	0,0001	0,0014	0,0033	0,0093	0,0000
6	0,0001	0,0002	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0004	0,0001	0,0003	0,0001	0,0016	0,0018	0,0005	0,0001	0,0114	0,0014	0,0183	0,9194	0,0000	0,3057
7	0,9994	0,0016	0,0019	0,0038	0,9982	0,0005	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000	0,0014	0,0017	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0025	0,0000
8	0,0000	0,0000	0,0008	0,0000	0,0000	0,0039	0,0006	0,0001	1,0000	0,0004	0,0001	0,6144	0,0000	0,0009	0,3237	0,0002	0,4384	0,0088	0,0055	0,0001
9	0,0002	0,0000	0,9921	0,0001	0,0005	0,9972	0,0610	0,0005	0,0003	0,0003	0,0000	0,0031	0,0030	0,0000	0,0008	0,0000	0,0040	0,0000	0,9986	0,0000
Beta																				0,3333
Padrão	7	2	9	1	7	9	0	5	0	2	4	0	5	2	0	4	0	6	9	4
Saída	541	542	543	544	545	546	547	548	549	550	551	552	553	554	555	556	557	558	559	560
0	0,0000	0,7810	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0004	0,0000	0,0007	0,0001	0,0000	0,0001	0,0014	0,8509	0,0000	0,0061	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
1	0,0000	0,0002	0,0004	0,0004	0,0015	0,0001	0,0015	0,0000	0,0007	0,0011	0,0002	0,9723	0,0000	0,0002	0,0005	0,0011	0,0004	0,0001	0,0030	0,0000
2	0,9963	0,0002	0,0033	0,0003	0,0242	0,0060	0,0000	0,9971	0,0000	0,0002	0,0035	0,0001	0,0005	0,0003	0,0000	0,0003	0,0157	0,0002	0,0000	0,0058
3	0,0031	0,0001	0,0198	0,0000	0,9865	0,9961	0,0002	0,0162	0,0005	0,0003	0,9977	0,0000	0,0006	0,0000	0,0027	0,0000	0,0107	0,0047	0,0037	0,0002
4	0,0000	0,0001	0,0002	0,0000	0,0000	0,0009	0,9994	0,0000	0,0006	0,8076	0,0002	0,0001	0,0004	0,0007	0,0035	0,0000	0,0039	0,9991	0,0001	0,0016
5	0,0002	0,0041	0,0000	0,0032	0,0045	0,0004	0,0000	0,0000	0,9962	0,0009	0,0092	0,0011	0,0003	0,0160	0,9992	0,0186	0,0000	0,0001	0,9986	0,0000
6	0,0001	0,0040	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0005	0,0002	0,0002	0,0059	0,0000	0,0016	0,0063	0,0005	0,0001	0,0000	0,0010	0,0003	0,0001	0,9984
7	0,0041	0,0000	0,9984	0,0019	0,0003	0,0038	0,0001	0,0279	0,0000	0,0583	0,0008	0,0337	0,0000	0,0000	0,0000	0,0034	0,9070	0,0001	0,0005	0,0001
8	0,0001	0,2456	0,0000	0,0212	0,0036	0,0010	0,0093	0,0003	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,9980	0,0906	0,0001	0,0005	0,0710	0,0007	0,0000	0,0000
9	0,0000	0,0009	0,0017	0,9991	0,0007	0,0000	0,0000	0,0000	0,0018	0,0000	0,0000	0,0134	0,0001	0,0029	0,0007	0,9962	0,0261	0,0000	0,0002	0,0000
Beta																				
Padrão	2	0	7	9	3	3	4	2	5	4	3	1	8	0	5	9	7	4	5	6
Saída	561	562	563	564	565	566	567	568	569	570	571	572	573	574	575	576	577	578	579	580
0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0284	0,7277	0,0052	0,0061	0,0142	0,0003	0,7238	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
1	0,0006	0,9893	0,9878	0,0000	0,0008	0,0000	0,0008	0,0030	0,0000	0,9899	0,0000	0,0107	0,0001	0,0001	0,0002	0,0011	0,0004	0,0000	0,0003	0,0267
2	0,0239	0,0004	0,0002	0,9373	0,0059	0,9990	0,0017	0,0000	0,0000	0,0008	0,0001	0,0000	0,0021	0,0000	0,0023	0,0002	0,0018	0,0006	0,0033	0,0133
3	0,9721	0,0743	0,0113	0,0350	0,0015	0,0009	0,9871	0,0008	0,0000	0,0000	0,0003	0,0002	0,0004	0,0000	0,0073	0,0000	0,9962	0,0001	0,9989	0,0046
4	0,0000	0,1518	0,1143	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,9713	0,0000	0,0000	0,0001	0,9850	0,0000	0,0000	0,0005	0,0000	0,0001	0,0019	0,0001	0,0000
5	0,0016	0,0016	0,0002	0,0007	0,0001	0,0000	0,0742	0,0067	0,0011	0,0016	0,0005	0,0031	0,0002	0,0030	0,0003	0,0179	0,0138	0,0001	0,0008	0,0001
6	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	0,0053	0,0014	0,0001	0,0074	0,0063	0,0004	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,9881	0,0001	0,0001
7	0,0002	0,0001	0,0009	0,0014	0,9767	0,0018	0,0004	0,0000	0,0001	0,0009	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,9984	0,0097	0,0018	0,0000	0,0009	0,8573
8	0,0265	0,0063	0,0014	0,0040	0,0000	0,0001	0,0001	0,0023	0,1900	0,0001	0,9836	0,0023	0,9985	0,0739	0,0000	0,0198	0,0000	0,0010	0,0001	0,0000
9	0,0011	0,0006	0,0017	0,0000	0,0050	0,0000	0,0002	0,0009	0,0011	0,0027	0,0002	0,0004	0,0002	0,0017	0,0006	0,9935	0,0000	0,0000	0,0001	0,0056
Beta																				
Padrão	3	1	1	2	7	2	3	4	0	1	8	4	8	0	7	9	3	6	3	7

Saída	581	582	583	584	585	586	587	588	589	590	591	592	593	594	595	596	597	598	599	600
0	0,0008	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0088	0,0001	0,0004	0,0000	0,0000	0,9913	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0046	0,0000	0,0000
1	0,0022	0,0007	0,0014	0,0003	0,0109	0,0000	0,0007	0,9964	0,9967	0,0000	0,0003	0,0001	0,0004	0,0006	0,0004	0,0001	0,0000	0,0002	0,0004	0,0002
2	0,0002	0,0046	0,0016	0,0041	0,0280	0,2422	0,0000	0,0003	0,0000	0,9885	0,0034	0,0000	0,0034	0,0000	0,0020	0,0002	0,9985	0,0003	0,0011	0,0013
3	0,0000	0,9949	0,0330	0,0086	0,9903	0,0001	0,0026	0,0009	0,0000	0,0015	0,0031	0,0001	0,9849	0,0013	0,0000	0,0002	0,0034	0,0008	0,0092	0,0381
4	0,0000	0,0005	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0016	0,0024	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0012	0,0003	0,9986	0,0000	0,0001	0,0001	0,0001
5	0,0051	0,0015	0,0000	0,0000	0,0047	0,0045	0,9953	0,0015	0,0137	0,0001	0,0000	0,0038	0,0010	0,9991	0,0009	0,0001	0,0000	0,0002	0,0001	0,0000
6	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0002	0,0005	0,0001	0,0000	0,0000	0,0002	0,0002	0,0008	0,0000	0,0002	0,0000	0,0026	0,0010	0,0005	0,0000	0,0000
7	0,0018	0,0052	0,9982	0,9986	0,0009	0,0001	0,0001	0,0014	0,0013	0,0089	0,9981	0,0002	0,0035	0,0000	0,0440	0,0000	0,0091	0,0000	0,9812	0,9970
8	0,0019	0,0002	0,0000	0,0000	0,0017	0,0469	0,0000	0,0000	0,0000	0,0011	0,0000	0,0274	0,0019	0,0003	0,0035	0,0001	0,0000	0,9946	0,0000	0,0000
9	0,9986	0,0004	0,0019	0,0004	0,0045	0,1239	0,0006	0,0000	0,0015	0,0000	0,0001	0,0016	0,0000	0,0008	0,9780	0,0000	0,0000	0,0004	0,0036	0,0008
Beta						0,9700														
Padrão	9	3	7	7	3	2	5	1	1	2	7	0	3	5	9	4	2	8	7	7
Saída	601	602	603	604	605	606	607	608	609	610	611	612	613	614	615	616	617	618	619	620
0	0,0000	0,0000	0,0072	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0004	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0002	0,0006	0,0013	0,0000	0,0000	0,0000
1	0,0000	0,0001	0,0000	0,0001	0,0095	0,0019	0,0002	0,0009	0,9951	0,0021	0,0006	0,0000	0,0000	0,0036	0,9980	0,0000	0,0016	0,0009	0,0002	0,0005
2	0,9990	0,9238	0,0001	0,0001	0,0011	0,0000	0,0024	0,0000	0,0002	0,0001	0,0000	0,9962	0,9919	0,0000	0,0001	0,0642	0,0002	0,0000	0,0028	0,0070
3	0,0002	0,2733	0,0051	0,0008	0,0095	0,0029	0,0003	0,0110	0,0000	0,0002	0,0172	0,0084	0,0167	0,0023	0,0000	0,0001	0,0000	0,0016	0,0253	0,9970
4	0,0000	0,0000	0,0003	0,9977	0,0000	0,0013	0,0025	0,0003	0,0019	0,9997	0,0012	0,0000	0,0000	0,0015	0,0002	0,0073	0,0000	0,0009	0,0003	0,0004
5	0,0000	0,1851	0,0000	0,0005	0,0002	0,9996	0,0001	0,9972	0,0014	0,0005	0,9966	0,0002	0,0002	0,9992	0,0124	0,0000	0,0067	0,9989	0,0000	0,0039
6	0,0001	0,0042	0,9902	0,0027	0,0005	0,0001	0,9987	0,0005	0,0000	0,0006	0,0002	0,0002	0,0001	0,0001	0,0000	0,9744	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000
7	0,0006	0,0052	0,0000	0,0000	0,9922	0,0000	0,0001	0,0001	0,0073	0,0000	0,0000	0,0032	0,0047	0,0002	0,0048	0,0001	0,0020	0,0000	0,9986	0,0014
8	0,0000	0,0000	0,2396	0,0000	0,0000	0,0000	0,0004	0,0000	0,0000	0,0008	0,0001	0,0001	0,0003	0,0000	0,0000	0,0000	0,0024	0,0002	0,0000	0,0001
9	0,0003	0,0000	0,0001	0,0000	0,0004	0,0008	0,0000	0,0005	0,0000	0,0000	0,0013	0,0000	0,0000	0,0002	0,0008	0,0000	0,9980	0,0004	0,0002	0,0000
Beta																				
Padrão	2	2	8	4	7	5	6	5	1	4	5	2	2	5	1	4	9	5	7	3
Saída	621	622	623	624	625	626	627	628	629	630	631	632	633	634	635	636	637	638	639	640
0	0,0000	0,0001	0,0002	0,0000	0,9931	0,0000	0,1435	0,0335	0,8828	0,0000	0,0000	0,0362	0,0001	0,0000	0,0010	0,0000	0,8651	0,0001	0,0000	0,0077
1	0,0001	0,0000	0,0001	0,0001	0,0007	0,0000	0,0028	0,0595	0,0004	0,0000	0,0000	0,0001	0,9970	0,0013	0,0459	0,9960	0,0000	0,9962	0,0005	0,0015
2	0,0005	0,0002	0,0001	0,0015	0,0002	0,9973	0,0000	0,0000	0,0001	0,0007	0,9989	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0003	0,0000	0,0003	0,0021	0,0003
3	0,0019	0,0000	0,0002	0,9951	0,0000	0,0028	0,0001	0,0000	0,0001	0,0004	0,0030	0,0003	0,0000	0,0006	0,0000	0,0068	0,0000	0,0014	0,0017	0,0000
4	0,0006	0,0019	0,9924	0,0001	0,0000	0,0000	0,0003	0,0001	0,0001	0,0220	0,0000	0,0001	0,0004	0,9961	0,0000	0,0042	0,0000	0,0024	0,0014	0,0000
5	0,0000	0,0001	0,0004	0,0033	0,0005	0,0001	0,9990	0,2550	0,0004	0,0000	0,0000	0,0009	0,0088	0,0000	0,0045	0,0018	0,0002	0,0006	0,0001	0,0117
6	0,0004	0,9964	0,0217	0,0000	0,0015	0,0000	0,0002	0,0011	0,0020	0,9850	0,0001	0,0027	0,0000	0,0012	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000
7	0,0000	0,0000	0,0000	0,0034	0,0000	0,0021	0,0000	0,0003	0,0001	0,0000	0,0005	0,0000	0,0034	0,0000	0,0086	0,0004	0,0001	0,0031	0,9977	0,0026
8	1,0000	0,0040	0,0007	0,0025	0,0069	0,0001	0,0000	0,0000	0,1302	0,0002	0,0002	0,9522	0,0000	0,0002	0,0002	0,0002	0,1520	0,0000	0,0000	0,0006
9	0,0020	0,0000	0,0000	0,0005	0,0061	0,0001	0,0069	0,9580	0,0007	0,0000	0,0005	0,0005	0,0011	0,0000	0,9964	0,0001	0,0128	0,0000	0,0031	0,9977
Beta																				
Padrão	8	6	4	3	0	2	5	9	8	6	2	8	1	4	9	1	0	1	7	9

Saída	641	642	643	644	645	646	647	648	649	650	651	652	653	654	655	656	657	658	659	660
0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,9712	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0057	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000	0,0022	0,0000	0,0000	0,0000
1	0,0006	0,0001	0,0008	0,0000	0,0001	0,0008	0,0007	0,0003	0,0006	0,0000	0,0000	0,0003	0,0000	0,0005	0,0000	0,9956	0,0000	0,0001	0,0000	0,0005
2	0,0017	0,1058	0,0000	0,0007	0,0001	0,0009	0,0009	0,0056	0,0003	0,0004	0,0001	0,0014	0,0010	0,0002	0,0000	0,0001	0,0001	0,0004	0,0001	0,0039
3	0,0045	0,9406	0,0015	0,0001	0,0000	0,0073	0,0000	0,9987	0,0000	0,0000	0,0002	0,0085	0,0002	0,0000	0,0002	0,0008	0,0000	0,0001	0,0001	0,9302
4	0,0005	0,0001	0,0005	0,0027	0,0001	0,0008	0,0000	0,0002	0,0000	0,0072	0,0000	0,0003	0,0035	0,0000	0,0495	0,0002	0,0004	0,9875	0,0000	0,0003
5	0,0000	0,0004	0,9986	0,0000	0,0012	0,0001	0,0020	0,0023	0,0042	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0055	0,0001	0,0024	0,0003	0,0000	0,0019	0,0030
6	0,0000	0,0002	0,0002	0,9975	0,0015	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,9948	0,0006	0,0000	0,9807	0,0000	0,9241	0,0000	0,9816	0,0003	0,0000	0,0000
7	0,9990	0,0014	0,0000	0,0000	0,0001	0,9995	0,0042	0,0022	0,0015	0,0000	0,0000	0,9991	0,0000	0,0018	0,0000	0,0020	0,0000	0,0000	0,0024	0,0015
8	0,0000	0,0029	0,0004	0,0009	0,0346	0,0000	0,0018	0,0001	0,0250	0,0025	0,9856	0,0000	0,0023	0,0247	0,0116	0,0000	0,3171	0,6875	0,5007	0,0096
9	0,0015	0,0000	0,0008	0,0000	0,0014	0,0002	0,9985	0,0000	0,9991	0,0000	0,0008	0,0005	0,0000	0,9985	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,8876	0,0000
Beta																				0,4359
Padrão	7	3	5	6	0	7	9	3	9	6	8	7	6	9	6	1	6	4	9	3
Saída	661	662	663	664	665	666	667	668	669	670	671	672	673	674	675	676	677	678	679	680
0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0024	0,0925	0,0382	0,0013	0,3557	0,0006	0,0016	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0003
1	0,0002	0,9837	0,0000	0,0002	0,0005	0,0002	0,0005	0,0008	0,0000	0,0000	0,0031	0,0001	0,0003	0,0029	0,0046	0,0003	0,0000	0,9911	0,0004	0,0052
2	0,0203	0,0009	0,0004	0,0024	0,0018	0,0006	0,0022	0,0002	0,0002	0,0012	0,0002	0,0006	0,0005	0,0002	0,0000	0,0054	0,9977	0,0001	0,0000	0,0000
3	0,9345	0,0007	0,0001	0,9985	0,9950	0,9925	0,0000	0,0010	0,0009	0,0005	0,0005	0,0010	0,0001	0,0000	0,0011	0,9950	0,0013	0,0000	0,0003	0,0014
4	0,0003	0,0448	0,0139	0,0003	0,0000	0,0001	0,0003	0,9943	0,0039	0,0001	0,0002	0,0001	0,0000	0,0000	0,0002	0,0003	0,0000	0,0004	0,9974	0,0029
5	0,0002	0,0014	0,0000	0,0010	0,0160	0,0386	0,0022	0,0002	0,0004	0,0007	0,0015	0,0002	0,0028	0,0053	0,9995	0,0017	0,0001	0,0029	0,0000	0,9996
6	0,0001	0,0000	0,9896	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0073	0,0017	0,0450	0,0043	0,0017	0,0043	0,0000	0,0002	0,0000	0,0002	0,0000	0,0033	0,0001
7	0,0006	0,0013	0,0000	0,0013	0,0006	0,0005	0,0032	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0019	0,0001	0,0026	0,0088	0,0062	0,0000	0,0001
8	0,0336	0,0007	0,0014	0,0003	0,0001	0,0001	0,0107	0,0000	0,9984	0,8952	0,9194	0,9980	0,6349	0,0004	0,0000	0,0003	0,0000	0,0000	0,0031	0,0000
9	0,0000	0,0001	0,0000	0,0001	0,0002	0,0005	0,9992	0,0000	0,0008	0,0001	0,0014	0,0003	0,0045	0,9982	0,0014	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0004
Beta																				
Padrão	3	1	6	3	3	3	9	4	8	8	8	8	0	9	5	3	2	1	4	5
Saída	681	682	683	684	685	686	687	688	689	690	691	692	693	694	695	696	697	698	699	700
0	0,0008	0,0187	0,0008	0,0000	0,0041	0,0001	0,0000	0,0069	0,0000	0,0000	0,0128	0,0000	0,0000	0,0003	0,0000	0,0003	0,6007	0,0000	0,0000	0,0000
1	0,0000	0,0002	0,0037	0,0000	0,0000	0,0000	0,0004	0,0000	0,0002	0,0001	0,0071	0,0000	0,0000	0,0009	0,0012	0,0000	0,0001	0,0001	0,0001	0,0013
2	0,0438	0,9981	0,0001	0,0012	0,0002	0,0007	0,0006	0,0000	0,0060	0,0057	0,0000	0,0027	0,0014	0,0003	0,0138	0,0029	0,0004	0,0032	0,0055	0,0009
3	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0004	0,0001	0,9962	0,0004	0,0360	0,0124	0,0003	0,0012	0,0002	0,0000	0,9972	0,0001	0,0001	0,9917	0,9968	0,0006
4	0,0001	0,0000	0,0000	0,0011	0,0001	0,0006	0,0000	0,0002	0,0002	0,0001	0,9988	0,0044	0,9605	0,0000	0,0000	0,0004	0,0000	0,0003	0,0007	0,0003
5	0,0004	0,0002	0,0054	0,0001	0,0005	0,0001	0,0111	0,0002	0,0002	0,0007	0,0010	0,0000	0,0000	0,0036	0,0038	0,0001	0,0011	0,0016	0,0009	0,0001
6	0,9953	0,0003	0,0000	0,9980	0,0021	0,9979	0,0002	0,0012	0,0000	0,0000	0,0003	0,9914	0,0305	0,0000	0,0001	0,9967	0,0072	0,0000	0,0000	0,0000
7	0,0000	0,0008	0,0012	0,0000	0,0001	0,0000	0,0004	0,0001	0,9974	0,9940	0,0000	0,0001	0,0000	0,0021	0,0007	0,0001	0,0000	0,0129	0,0054	0,9963
8	0,0000	0,0000	0,0003	0,0005	0,9935	0,0008	0,0000	0,9918	0,0000	0,0000	0,0002	0,0062	0,0282	0,0040	0,0017	0,0000	0,3181	0,0005	0,0004	0,0000
9	0,0212	0,0090	0,9993	0,0000	0,0002	0,0000	0,0002	0,0005	0,0003	0,0013	0,0000	0,0000	0,0000	0,9983	0,0003	0,0000	0,0018	0,0001	0,0000	0,0054
Beta																				0,4705
Padrão	6	3	9	6	8	6	3	8	7	7	4	6	4	9	3	6	0	3	3	7

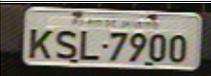
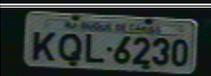
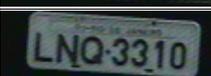
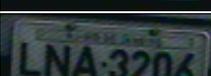
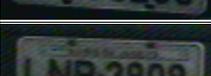
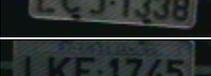
Saída	701	702	703	704	705	706	707	708	709	710	711	712	713	714	715	716	717	718	719	720
0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0054	0,5010	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0070	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,1537	0,0000	0,0003	0,0002	0,0022	0,0006
1	0,0004	0,0013	0,0003	0,0875	0,0014	0,0007	0,0016	0,9950	0,0000	0,0003	0,0003	0,0009	0,0005	0,0027	0,0001	0,0005	0,0070	0,0031	0,0019	0,0003
2	0,0020	0,0011	0,0018	0,0002	0,0000	0,0045	0,0000	0,0000	0,0021	0,0004	0,0066	0,0000	0,0012	0,0058	0,0199	0,0011	0,0001	0,0000	0,0003	0,0001
3	0,0000	0,0030	0,9934	0,0001	0,0033	0,9968	0,0035	0,0000	0,0008	0,0000	0,9976	0,0160	0,0001	0,1621	0,0006	0,0098	0,0020	0,0037	0,0000	0,0004
4	0,0002	0,0012	0,0001	0,0000	0,0004	0,0002	0,0036	0,0008	0,0053	0,0000	0,0002	0,0000	0,0010	0,0000	0,0000	0,0005	0,0001	0,0001	0,0000	0,9499
5	0,0016	0,0000	0,0194	0,0259	0,9788	0,0019	0,9995	0,0041	0,0000	0,0053	0,0025	0,0797	0,0129	0,0000	0,0000	0,0001	0,9986	0,9989	0,0070	0,0013
6	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0008	0,0000	0,0001	0,0000	0,9942	0,0000	0,0000	0,0001	0,9612	0,0001	0,0015	0,0000	0,0003	0,0003	0,0000	0,1960
7	0,0141	0,9977	0,0012	0,0005	0,0000	0,0003	0,0000	0,0099	0,0003	0,0052	0,0082	0,0001	0,0000	0,9867	0,0000	0,9996	0,0000	0,0003	0,0012	0,0003
8	0,0034	0,0001	0,0000	0,0016	0,0000	0,0005	0,0001	0,0000	0,0002	0,0006	0,0002	0,1428	0,0045	0,0000	0,8349	0,0000	0,0000	0,0000	0,0020	0,0011
9	0,9933	0,0044	0,0000	0,9905	0,0195	0,0002	0,0003	0,0022	0,0000	0,9934	0,0000	0,9781	0,0000	0,0009	0,0001	0,0002	0,0011	0,0005	0,9988	0,0000
Beta																				
Padrão	9	7	3	9	5	3	5	1	6	9	3	9	6	7	8	7	5	5	9	4
Saída	721	722	723	724	725	726	727	728	729	730	731	732	733	734	735	736	737	738	739	740
0	0,0001	0,0004	0,0060	0,0001	0,0001	0,0147	0,0007	0,6302	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0013	0,0000	0,0003	0,6430	0,0000	0,9913	0,0001
1	0,0000	0,0001	0,0028	0,0006	0,0001	0,0001	0,0001	0,0002	0,0000	0,0000	0,0007	0,0020	0,0005	0,0000	0,0000	0,0003	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000
2	0,0011	0,0009	0,0000	0,0002	0,0003	0,0007	0,0007	0,0694	0,9982	0,0165	0,0016	0,0018	0,0016	0,0001	0,9749	0,0009	0,0000	0,1754	0,0000	0,0025
3	0,0003	0,0001	0,0005	0,0002	0,0002	0,0005	0,0004	0,0000	0,0007	0,0002	0,0892	0,0184	0,0177	0,0000	0,0231	0,0000	0,0000	0,0004	0,0000	0,0000
4	0,0101	0,0003	0,9845	0,0002	0,0020	0,0002	0,0001	0,0000	0,0000	0,0131	0,0000	0,0000	0,0000	0,0016	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
5	0,0000	0,0005	0,0003	0,0035	0,0002	0,0009	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0001	0,0019	0,0006	0,0001	0,0012	0,0004
6	0,9885	0,0000	0,0060	0,0006	0,0053	0,0054	0,0008	0,0210	0,0007	0,9974	0,0001	0,0007	0,0000	0,9964	0,0004	0,0001	0,0027	0,0000	0,0013	0,0002
7	0,0005	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001	0,0008	0,9871	0,9623	0,9978	0,0000	0,0163	0,0005	0,0004	0,9148	0,0000	0,0010
8	0,0169	0,9987	0,0018	0,9966	0,9995	0,9858	0,9988	0,0236	0,0004	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0045	0,0017	0,1042	0,2984	0,0003	0,0140	0,0412
9	0,0000	0,0020	0,0000	0,0031	0,0060	0,0006	0,0045	0,0765	0,0133	0,0000	0,0028	0,0010	0,0011	0,0000	0,0000	0,9978	0,0006	0,0001	0,0011	0,9872
Beta																	0,5359			
Padrão	6	8	4	8	8	8	8	0	2	6	7	7	7	6	2	9	0	7	0	9
Saída	741	742	743	744	745	746	747	748	749	750	751	752	753	754	755	756	757	758	759	760
0	0,0000	0,0001	0,0001	0,0000	0,0001	0,8403	0,0001	0,0000	0,3187	0,0000	0,0004	0,0000	0,0003	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
1	0,0000	0,0001	0,0000	0,0001	0,9901	0,0001	0,9979	0,0000	0,0001	0,0037	0,0031	0,0004	0,0019	0,0002	0,0010	0,0003	0,0002	0,0000	0,9905	0,0005
2	0,0007	0,0005	0,0001	0,0024	0,0003	0,0001	0,0001	0,0160	0,0008	0,0001	0,0000	0,0051	0,0000	0,0020	0,0058	0,0000	0,0016	0,9989	0,0001	0,0014
3	0,0006	0,0000	0,0020	0,0106	0,0073	0,0001	0,0000	0,0012	0,0000	0,0000	0,0054	0,9973	0,0037	0,0003	0,0020	0,0641	0,9962	0,0013	0,0000	0,0004
4	0,9948	0,0000	0,0006	0,0000	0,0096	0,0001	0,0007	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0004	0,0002	0,0009	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	0,0005	0,9993
5	0,0001	0,0049	0,0001	0,0001	0,0003	0,0022	0,0081	0,0001	0,0037	0,0009	0,9979	0,0030	0,9985	0,0238	0,0001	0,0326	0,0047	0,0000	0,0028	0,0000
6	0,0033	0,0000	0,0003	0,0000	0,0000	0,0007	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0014	0,0000	0,0013	0,7206	0,0001	0,0001	0,0000	0,0001	0,0000	0,0002
7	0,0000	0,0138	0,0001	0,9948	0,0177	0,0000	0,0022	0,9801	0,0017	0,0042	0,0001	0,0011	0,0001	0,0001	0,9908	0,0002	0,0028	0,0015	0,0048	0,0000
8	0,0325	0,0006	0,9999	0,0000	0,0001	0,1431	0,0000	0,0002	0,0004	0,0077	0,0000	0,0001	0,0000	0,0061	0,0000	0,2260	0,0002	0,0000	0,0000	0,0053
9	0,0000	0,9911	0,0028	0,0009	0,0000	0,0009	0,0002	0,0006	0,9485	0,9949	0,0002	0,0000	0,0005	0,0000	0,0010	0,9642	0,0001	0,0002	0,0006	0,0000
Beta																				
Padrão	4	9	8	7	1	0	1	7	9	9	5	3	5	6	7	9	3	2	1	4

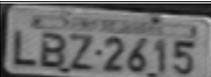
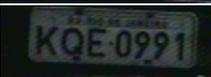
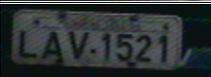
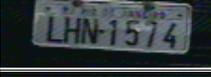
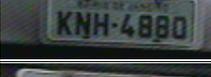
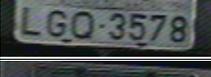
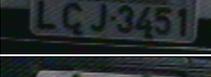
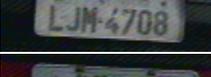
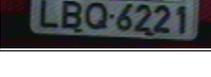
Saída	761	762	763	764	765	766	767	768	769	770	771	772	773	774	775	776	777	778	779	780
0	0,0000	0,0151	0,0000	0,0000	0,0035	0,0001	0,0001	0,0000	0,1136	0,0000	0,0000	0,0000	0,4868	0,4687	0,0004	0,0001	0,0000	0,0000	0,0125	0,0000
1	0,0003	0,0001	0,0000	0,0001	0,0054	0,9961	0,9880	0,0000	0,0000	0,0000	0,0003	0,0005	0,0000	0,0001	0,0021	0,0125	0,0001	0,0006	0,0092	0,0000
2	0,0004	0,0005	0,0028	0,0001	0,0000	0,0002	0,0001	0,9974	0,0002	0,9951	0,0022	0,0003	0,0001	0,0003	0,0001	0,0000	0,0004	0,0012	0,0000	0,0005
3	0,0001	0,0005	0,0001	0,0015	0,0018	0,0000	0,0012	0,0061	0,0000	0,0094	0,9957	0,0039	0,0001	0,0001	0,0000	0,0003	0,0000	0,0046	0,0001	0,0005
4	0,0311	0,0094	0,0017	0,9993	0,0001	0,0003	0,0040	0,0000	0,0001	0,0000	0,0003	0,0103	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,9862	0,0480
5	0,0001	0,0004	0,0001	0,0000	0,9964	0,0052	0,0002	0,0000	0,0001	0,0000	0,0124	0,9968	0,0007	0,0017	0,0028	0,9876	0,0044	0,0001	0,0128	0,0000
6	0,9896	0,0009	0,9969	0,0001	0,0020	0,0000	0,0000	0,0006	0,0001	0,0008	0,0000	0,0000	0,0024	0,0018	0,0000	0,0014	0,0000	0,0000	0,0026	0,9706
7	0,0001	0,0001	0,0000	0,0004	0,0002	0,0079	0,0742	0,0064	0,0000	0,0132	0,0009	0,0001	0,0001	0,0000	0,0037	0,0004	0,0100	0,9979	0,0000	0,0000
8	0,0000	0,9924	0,0003	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,9032	0,0002	0,0000	0,0000	0,4405	0,4381	0,0011	0,0000	0,0023	0,0000	0,0012	0,0046
9	0,0000	0,0004	0,0000	0,0000	0,0004	0,0006	0,0001	0,0002	0,0128	0,0000	0,0000	0,0001	0,0003	0,0011	0,9893	0,0036	0,9905	0,0006	0,0006	0,0000
Beta														0,0653						
Padrão	6	8	6	4	5	1	1	2	8	2	3	5	8	0	9	5	9	7	4	6
Saída	781	782	783	784	785	786	787	788	789	790	791	792	793	794	795	796	797	798	799	800
0	0,0018	0,0006	0,0000	0,0000	0,0014	0,0001	0,0000	0,0000	0,9962	0,0000	0,9707	0,0005	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0010	0,0109	0,0000
1	0,0028	0,0023	0,0000	0,0133	0,0003	0,0001	0,0021	0,0009	0,0006	0,0001	0,0010	0,9321	0,0387	0,0000	0,0003	0,0000	0,0000	0,0001	0,0039	0,0000
2	0,0002	0,0000	0,0026	0,0000	0,0001	0,0001	0,0002	0,0095	0,0001	0,0013	0,0007	0,0005	0,0000	0,9790	0,0059	0,9939	0,9962	0,0013	0,0000	0,0120
3	0,0000	0,0016	0,0001	0,0021	0,0001	0,0110	0,0000	0,9984	0,0001	0,0001	0,0000	0,0001	0,0089	0,0059	0,0062	0,0009	0,0021	0,0010	0,0012	0,9864
4	0,0000	0,0003	0,0052	0,9993	0,0751	0,0000	0,0000	0,0003	0,0000	0,0073	0,0000	0,0002	0,0002	0,0000	0,9949	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001	0,0013
5	0,0193	0,9990	0,0004	0,0013	0,0007	0,0001	0,0265	0,0009	0,0009	0,0000	0,0007	0,0014	0,9372	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001	0,9992	0,0001
6	0,0000	0,0002	0,9864	0,0006	0,7728	0,0009	0,0000	0,0000	0,0082	0,9965	0,0028	0,0001	0,0038	0,0275	0,0094	0,0000	0,0001	0,0007	0,0003	0,0000
7	0,0006	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0003	0,0098	0,0004	0,0001	0,0001	0,0000	0,0668	0,0001	0,0082	0,0003	0,0125	0,0085	0,0000	0,0000	0,0052
8	0,0013	0,0000	0,0004	0,0007	0,0036	0,9997	0,0414	0,0006	0,0063	0,2433	0,0177	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0005	0,0000	0,9976	0,0000	0,0123
9	0,9980	0,0003	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001	0,9937	0,0001	0,0005	0,0001	0,0090	0,0538	0,0056	0,0000	0,0000	0,0006	0,0000	0,0001	0,0041	0,0000
Beta																				
Padrão	9	5	6	4	6	8	9	3	0	6	0	7	5	2	4	2	2	8	5	3
Saída	801	802	803	804	805	806	807	808	809	810	811	812	813	814	815	816	817	818	819	820
0	0,9984	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0016	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0004	0,0000	0,0000	0,0019	0,0000	0,7117	0,0000	0,9847
1	0,0000	0,0000	0,0002	0,0002	0,0005	0,0001	0,0000	0,0025	0,0008	0,0008	0,0001	0,0003	0,0014	0,0007	0,0000	0,0000	0,0003	0,0000	0,5230	0,0002
2	0,0001	0,0026	0,0047	0,0000	0,0054	0,0004	0,0002	0,0000	0,0076	0,0070	0,0007	0,0021	0,0000	0,0010	0,9954	0,0000	0,0003	0,0000	0,0001	0,0000
3	0,0000	0,0001	0,0047	0,0055	0,0124	0,0003	0,0006	0,0082	0,9974	0,9961	0,0017	0,0035	0,0021	0,0000	0,0112	0,0002	0,0007	0,0000	0,0000	0,0000
4	0,0000	0,0012	0,0008	0,0008	0,0002	0,9982	0,0004	0,0002	0,0002	0,0003	0,9994	0,0003	0,0000	0,0001	0,0001	0,0002	0,9936	0,0001	0,0000	0,0000
5	0,0011	0,0000	0,0000	0,8714	0,0000	0,0001	0,0001	0,9978	0,0025	0,0028	0,0001	0,0001	0,9950	0,0027	0,0034	0,0001	0,0045	0,0007	0,0032	0,0067
6	0,0022	0,9952	0,0000	0,0005	0,0000	0,0012	0,0007	0,0005	0,0000	0,0000	0,0007	0,0000	0,0009	0,0000	0,0005	0,0002	0,0002	0,0020	0,0024	0,0009
7	0,0003	0,0001	0,9975	0,0021	0,9717	0,0000	0,0000	0,0004	0,0005	0,0020	0,0000	0,9982	0,0078	0,0108	0,0036	0,0006	0,0000	0,0004	0,1512	0,0000
8	0,0009	0,0001	0,0001	0,0599	0,0006	0,0001	0,9985	0,0000	0,0004	0,0001	0,0002	0,0000	0,0000	0,0028	0,0000	0,9805	0,0000	0,1237	0,0000	0,0155
9	0,0069	0,0000	0,0011	0,0005	0,0021	0,0000	0,0010	0,0006	0,0001	0,0000	0,0000	0,0010	0,0003	0,9926	0,0000	0,0014	0,0000	0,0007	0,0194	0,0009
Beta																			0,7109	
Padrão	0	6	7	5	7	4	8	5	3	3	4	7	5	9	2	8	4	0	1	0

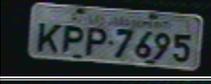
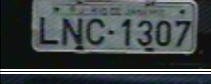
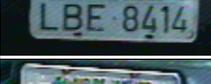
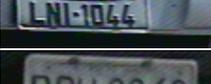
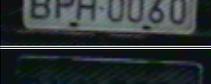
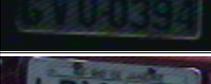
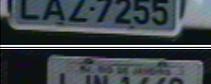
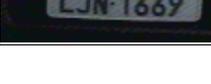
Saída	821	822	823	824	825	826	827	828	829	830	831	832	833	834	835	836	837	838	839	840
0	0,0000	0,4641	0,2807	0,0000	0,0000	0,0013	0,0021	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0010	0,0266	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
1	0,0007	0,0001	0,0001	0,0000	0,0002	0,0039	0,0065	0,0006	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0007	0,0000	0,0005	0,0000	0,0004	0,0008	0,0007	0,0003
2	0,0000	0,0002	0,0000	0,0001	0,0007	0,0001	0,0000	0,0005	0,9936	0,0166	0,0014	0,0012	0,0005	0,9634	0,0023	0,9844	0,0004	0,0008	0,0034	0,0109
3	0,0014	0,0001	0,0002	0,0009	0,3086	0,0000	0,0013	0,0181	0,0014	0,0027	0,0003	0,0000	0,0000	0,0269	0,0143	0,0021	0,0000	0,0000	0,0019	0,0045
4	0,0058	0,0001	0,0052	0,1320	0,0000	0,0000	0,0006	0,9952	0,0000	0,7960	0,0018	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0001	0,0010	0,0002
5	0,9992	0,0093	0,0067	0,0006	0,0022	0,0040	0,9999	0,0009	0,0001	0,0000	0,0000	0,0023	0,0025	0,0000	0,0000	0,0005	0,0017	0,0013	0,0001	0,0001
6	0,0003	0,0001	0,0001	0,5473	0,0028	0,0001	0,0001	0,0356	0,0000	0,2721	0,9934	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
7	0,0000	0,0000	0,0003	0,0000	0,0000	0,0010	0,0000	0,0003	0,0022	0,0000	0,0001	0,0006	0,0012	0,0023	0,9996	0,0078	0,0036	0,0051	0,9943	0,9654
8	0,0002	0,4637	0,7560	0,0012	0,9501	0,0007	0,0000	0,0000	0,0017	0,0003	0,0003	0,0117	0,0015	0,0314	0,0000	0,0007	0,0123	0,0016	0,0001	0,0001
9	0,0006	0,0058	0,0016	0,0005	0,0953	0,9996	0,0033	0,0000	0,0046	0,0000	0,0000	0,9932	0,9899	0,0002	0,0003	0,0000	0,9964	0,9961	0,0049	0,0057
Beta		0,0009	0,6287	0,7588																
Padrão	5	0	8	6	8	9	5	4	2	4	6	9	9	2	7	2	9	9	7	7
Saída	841	842	843	844	845	846	847	848	849	850	851	852	853	854	855	856	857	858	859	860
0	0,0001	0,0000	0,0000	0,0001	0,0008	0,0000	0,9590	0,0000	0,0000	0,0000	0,0151	0,0017	0,0000	0,0000	0,0000	0,7333	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000
1	0,0001	0,0000	0,0000	0,9936	0,0000	0,9967	0,0002	0,0008	0,0000	0,0038	0,0011	0,0047	0,0003	0,0012	0,0000	0,0001	0,0002	0,0000	0,0002	0,0000
2	0,0003	0,9956	0,9977	0,0000	0,0001	0,0000	0,0001	0,0000	0,9962	0,0001	0,0004	0,0000	0,0024	0,0000	0,1323	0,0002	0,0045	0,0002	0,0007	0,9974
3	0,0005	0,0017	0,0027	0,0000	0,0006	0,0000	0,0001	0,0039	0,0052	0,0314	0,0000	0,0015	0,0025	0,0020	0,1534	0,0001	0,0003	0,0014	0,0002	0,0039
4	0,9728	0,0000	0,0000	0,0004	0,0000	0,0002	0,0001	0,0015	0,0000	0,0011	0,0000	0,0004	0,0014	0,0014	0,0002	0,0000	0,0013	0,0008	0,9925	0,0000
5	0,0000	0,0002	0,0001	0,0022	0,0001	0,0068	0,0046	0,9983	0,0000	0,9991	0,0077	0,9993	0,0003	0,9994	0,0001	0,0008	0,0001	0,0000	0,0001	0,0000
6	0,0095	0,0000	0,0002	0,0000	0,0002	0,0000	0,0067	0,0003	0,0001	0,0011	0,0000	0,0008	0,0000	0,0004	0,0000	0,0027	0,9986	0,0004	0,0046	0,0001
7	0,0002	0,0007	0,0035	0,0020	0,0000	0,0039	0,0000	0,0001	0,0066	0,0006	0,0042	0,0000	0,9972	0,0000	0,3443	0,0000	0,0001	0,0001	0,0000	0,0071
8	0,0000	0,0003	0,0000	0,0000	0,9987	0,0000	0,0342	0,0000	0,0003	0,0000	0,0008	0,0000	0,0000	0,0002	0,0006	0,4036	0,0000	0,9998	0,0000	0,0002
9	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0016	0,0001	0,0006	0,0003	0,0000	0,0020	0,9965	0,0019	0,0022	0,0009	0,0001	0,0045	0,0000	0,0032	0,0000	0,0063
Beta															0,5545	0,4496				
Padrão	4	2	2	1	8	1	0	5	2	5	9	5	7	5	7	0	6	8	4	2
Saída	861	862	863	864	865	866	867	868	869	870	871	872	873	874	875	876	877	878	879	880
0	0,0000	0,0000	0,0146	0,0015	0,8615	0,9512	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0031	0,0000	0,0002	0,3007	0,0000	0,0000	0,0002	0,0002	0,0001	0,0000
1	0,0010	0,0001	0,0000	0,0043	0,0001	0,0003	0,0000	0,0002	0,9942	0,0011	0,0000	0,0006	0,0000	0,0000	0,0005	0,0005	0,9966	0,9653	0,0005	0,0006
2	0,0003	0,9931	0,0001	0,0000	0,0000	0,0001	0,0003	0,0024	0,0001	0,0008	0,0022	0,0001	0,0021	0,0000	0,0089	0,0163	0,0003	0,0001	0,0001	0,0011
3	0,0000	0,0024	0,0000	0,0006	0,0000	0,0001	0,0000	0,9911	0,0000	0,0120	0,0002	0,0070	0,0009	0,0001	0,9987	0,9887	0,0052	0,0008	0,0003	0,0000
4	0,0001	0,0000	0,0000	0,9948	0,0000	0,0000	0,0014	0,0004	0,0011	0,0003	0,0001	0,0037	0,0002	0,0006	0,0001	0,0001	0,0026	0,0001	0,9993	0,0002
5	0,0004	0,0000	0,0031	0,0043	0,0011	0,0005	0,0001	0,0376	0,0028	0,0001	0,0003	0,9972	0,0000	0,0007	0,0031	0,0007	0,0009	0,0037	0,0001	0,0005
6	0,0000	0,0004	0,0010	0,0150	0,0143	0,0006	0,9964	0,0000	0,0000	0,0000	0,0031	0,0001	0,0015	0,0018	0,0000	0,0004	0,0000	0,0000	0,0015	0,0000
7	0,0256	0,0022	0,0009	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000	0,0008	0,0022	0,9996	0,0000	0,0000	0,0000	0,0003	0,0014	0,0024	0,0010	0,0271	0,0000	0,0066
8	0,0012	0,0034	0,0208	0,0013	0,0571	0,0337	0,0019	0,0000	0,0000	0,0000	0,9304	0,0000	0,9992	0,5849	0,0002	0,0003	0,0000	0,0000	0,0001	0,0059
9	0,9875	0,0000	0,0117	0,0003	0,0011	0,0084	0,0000	0,0000	0,0004	0,0003	0,0024	0,0006	0,0005	0,0023	0,0001	0,0000	0,0000	0,0012	0,0000	0,9964
Beta			0,2981																	
Padrão	9	2	8	4	0	0	6	3	1	7	8	5	8	0	3	3	1	1	4	9

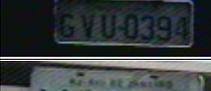
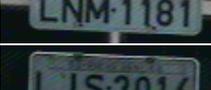
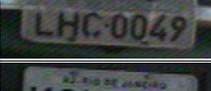
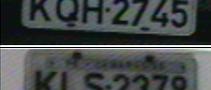
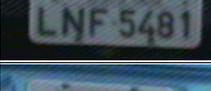
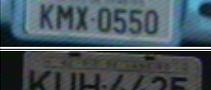
Saída	881	882	883	884	885	886	887	888	889	890	891	892	893	894	895	896	897	898	899	900
0	0,0009	0,0000	0,0000	0,0012	0,0005	0,0004	0,9944	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0001	0,0000	0,9793	0,0000	0,0000	0,0000	0,0059	0,0000
1	0,0112	0,0000	0,0013	0,0000	0,0000	0,0023	0,0001	0,0035	0,0006	0,0000	0,0006	0,0028	0,0002	0,0030	0,0001	0,0000	0,0010	0,0005	0,0159	0,0073
2	0,0000	0,9919	0,0000	0,0001	0,0001	0,0023	0,0000	0,0000	0,0005	0,9980	0,0005	0,0011	0,0018	0,0463	0,0001	0,9987	0,0015	0,0023	0,0003	0,0062
3	0,0002	0,0042	0,0024	0,0000	0,0017	0,0000	0,0000	0,0030	0,0000	0,0010	0,0000	0,0048	0,0008	0,9962	0,0001	0,0016	0,0060	0,0153	0,0000	0,9972
4	0,9997	0,0000	0,0040	0,0040	0,0000	0,0005	0,0000	0,0003	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0004	0,0000	0,0001	0,0000	0,0005	0,0005	0,0000	0,0002
5	0,0004	0,0000	0,9996	0,0000	0,0001	0,0000	0,0016	0,9994	0,0015	0,0001	0,0008	0,0005	0,0000	0,0026	0,0014	0,0000	0,0001	0,0000	0,0089	0,0008
6	0,0001	0,0001	0,0002	0,9979	0,0006	0,0000	0,0011	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0296	0,0024	0,0002	0,0170	0,0006	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001
7	0,0000	0,0123	0,0000	0,0000	0,0002	0,7199	0,0000	0,0001	0,0008	0,0004	0,0057	0,0000	0,0000	0,0025	0,0000	0,0002	0,9981	0,9995	0,0012	0,0011
8	0,0001	0,0006	0,0001	0,0025	0,9979	0,0000	0,0054	0,0000	0,0053	0,0006	0,0033	0,9940	0,9998	0,0002	0,0237	0,0003	0,0000	0,0000	0,0004	0,0004
9	0,0000	0,0000	0,0010	0,0000	0,0001	0,2037	0,0061	0,0004	0,9996	0,0001	0,9959	0,0026	0,0018	0,0005	0,0003	0,0012	0,0003	0,0005	0,9990	0,0004
Beta																				
Padrão	4	2	5	6	8	7	0	5	9	2	9	8	8	3	0	2	7	7	9	3
Saída	901	902	903	904	905	906	907	908	909	910	911	912	913	914	915	916	917	918	919	920
0	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0678	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000	0,0097	0,0000	0,0000	0,0000
1	0,9720	0,9957	0,0009	0,0000	0,0007	0,0000	0,0003	0,0011	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000	0,0001	0,0050	0,0021	0,0001	0,0050	0,0000	0,0013	0,0001
2	0,0000	0,0002	0,0023	0,9984	0,0026	0,0004	0,0004	0,0005	0,9753	0,0005	0,0011	0,0000	0,0004	0,0000	0,0002	0,0476	0,0003	0,9959	0,0128	0,0150
3	0,0000	0,0000	0,9966	0,0008	0,0029	0,0001	0,0000	0,0000	0,0035	0,0000	0,0001	0,0002	0,0000	0,0000	0,0098	0,0012	0,0000	0,0035	0,9968	0,0020
4	0,0067	0,0024	0,0003	0,0000	0,9912	0,0014	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0018	0,0000	0,0006	0,0000	0,0332	0,9883	0,0000	0,0000	0,0002	0,0139
5	0,0006	0,0011	0,0009	0,0000	0,0013	0,0000	0,0018	0,0033	0,0001	0,0006	0,0000	0,0002	0,0002	0,0028	0,0000	0,0008	0,0106	0,0000	0,0008	0,0000
6	0,0001	0,0000	0,0005	0,0008	0,0021	0,9990	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,9971	0,0032	0,9979	0,0003	0,0000	0,0023	0,0001	0,0003	0,0000	0,9851
7	0,0019	0,0079	0,0020	0,0013	0,0001	0,0000	0,0017	0,0012	0,0070	0,0167	0,0000	0,0002	0,0000	0,0015	0,2478	0,0001	0,0010	0,0047	0,0014	0,0002
8	0,0008	0,0000	0,0003	0,0001	0,0011	0,0009	0,0590	0,0167	0,0205	0,0018	0,0005	0,7615	0,0037	0,0006	0,0001	0,0000	0,0005	0,0005	0,0012	0,0002
9	0,0011	0,0000	0,0022	0,0003	0,0000	0,0000	0,9979	0,9997	0,0008	0,9847	0,0000	0,0037	0,0000	0,9953	0,0006	0,0000	0,9995	0,0072	0,0002	0,0000
Beta															0,8660					
Padrão	1	1	3	2	4	6	9	9	2	9	6	8	6	9	7	4	9	2	3	6
Saída	921	922	923	924	925	926	927	928	929	930	931	932	933	934	935	936	937	938	939	940
0	0,0000	0,2997	0,0000	0,0000	0,0000	0,3523	0,0000	0,9996	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0091	0,6429	0,0006	0,0000	0,0019	0,6246	0,0009
1	0,0004	0,0001	0,0001	0,0002	0,9931	0,0001	0,0005	0,0001	0,0000	0,0001	0,0009	0,0000	0,9868	0,0009	0,0001	0,0027	0,0000	0,0001	0,0003	0,0000
2	0,0001	0,0002	0,0079	0,0389	0,0000	0,0004	0,0035	0,0001	0,0015	0,0690	0,0000	0,9983	0,0002	0,0003	0,0001	0,0000	0,9967	0,0008	0,0009	0,0038
3	0,0001	0,0003	0,9558	0,8139	0,0000	0,0001	0,0002	0,0000	0,0001	0,9456	0,0015	0,0039	0,0002	0,0000	0,0000	0,0032	0,0095	0,0005	0,0001	0,0004
4	0,9991	0,0000	0,0001	0,0000	0,0005	0,0000	0,0000	0,0000	0,0669	0,0000	0,0011	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0008	0,0000	0,0004	0,0000	0,0001
5	0,0000	0,0007	0,0008	0,0012	0,0041	0,0023	0,0007	0,0076	0,0000	0,0008	0,9985	0,0001	0,0009	0,0111	0,0000	0,9995	0,0000	0,0001	0,0004	0,0001
6	0,0010	0,0031	0,0000	0,0000	0,0000	0,0019	0,0000	0,0011	0,8943	0,0023	0,0002	0,0002	0,0000	0,0000	0,0068	0,0002	0,0003	0,0021	0,0038	0,0014
7	0,0000	0,0000	0,0009	0,0002	0,0043	0,0000	0,3398	0,0001	0,0004	0,0010	0,0000	0,0058	0,0134	0,0025	0,0005	0,0000	0,0056	0,0000	0,0000	0,0000
8	0,0007	0,6899	0,0241	0,0347	0,0000	0,5371	0,0393	0,0003	0,0001	0,0034	0,0002	0,0000	0,0000	0,0005	0,0351	0,0000	0,0018	0,9964	0,3132	0,9971
9	0,0000	0,0007	0,0000	0,0000	0,0002	0,0020	0,1336	0,0054	0,0000	0,0000	0,0004	0,0000	0,0015	0,9981	0,0025	0,0015	0,0002	0,0004	0,0014	0,0001
Beta							0,6068												0,4986	
Padrão	4	0	3	3	1	0	7	0	6	3	5	2	1	9	0	5	2	8	0	8

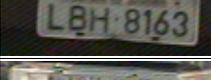
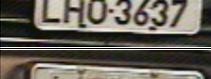
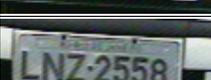
9.4. ANEXO D - COMPARAÇÃO COM OS SISTEMAS SIAV E O SEECAR

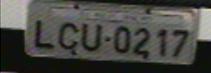
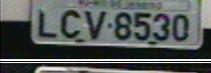
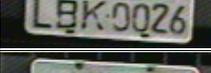
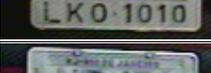
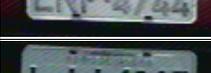
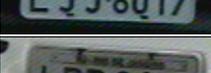
QUANT	PLACA	SIAV	SEECAR	DETRAN
1				X
2		X	X	X
3			X	
4				
5			X	X
6			X	X
7				
8		X	X	X
9		X	X	
10		X	X	
11		X		X
12				X
13		X	X	
14		X	X	X
15			X	X
16				X
17				X
18		X		X

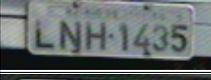
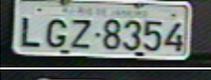
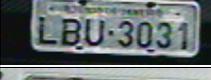
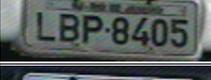
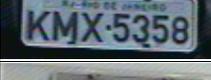
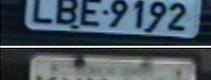
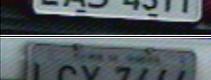
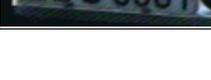
19		X		
20		X		
21		X	X	
22		X	X	
23				
24				X
25		X		
26				X
27		X		X
28		X		X
29				
30				
31				X
32		X		
33				X
34		X	X	X
35				
36				X
37				
38				X

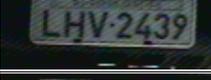
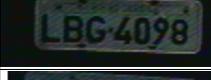
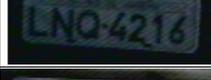
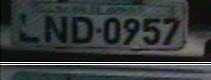
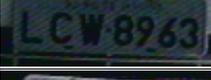
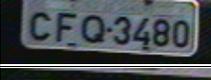
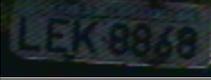
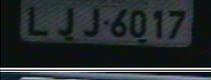
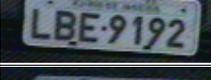
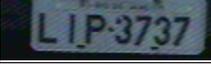
39		X	X	X
40		X	X	X
41			X	X
42		X	X	X
43			X	X
44		X	X	X
45			X	X
46		X	X	X
47				X
48		X		X
49			X	X
50		X	X	X
51				
52				
53			X	X
54				
55		X	X	X
56				
57		X	X	X
58		X	X	X

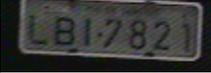
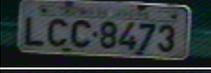
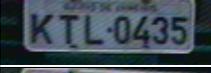
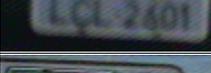
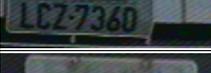
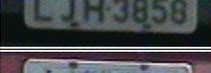
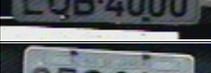
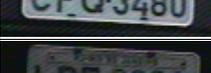
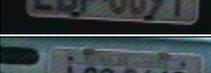
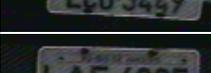
59				X
60			X	X
61				
62				
63		X	X	X
64		X		X
65		X	X	X
66		X		X
67				X
68		X	X	X
69		X		X
70			X	X
71		X		X
72			X	X
73				
74				
75		X	X	X
76		X		X
77			X	
78		X		X

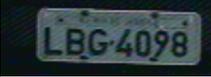
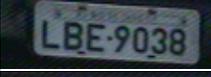
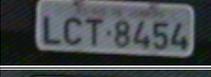
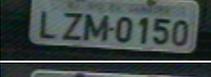
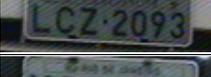
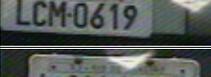
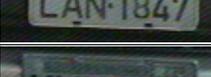
79		X	X	X
80				
81		X	X	X
82				X
83		X	X	X
84		X	X	X
85		X	X	X
86			X	X
87				
88		X	X	X
89		X	X	X
90				
91				
92		X		
93			X	
94		X	X	X
95				X
96				
97		X	X	
98			X	X

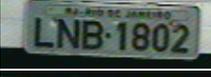
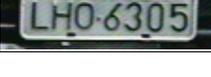
99		X		X
100			X	X
101		X		X
102			X	X
103		X	X	X
104		X	X	X
105				X
106		X		X
107		X		X
108			X	X
109		X		X
110				
111		X		
112			X	X
113		X	X	
114				
115				
116			X	
117				
118			X	X

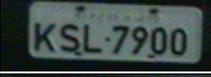
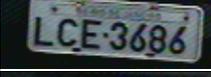
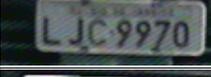
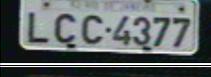
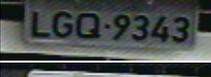
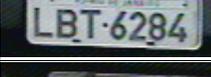
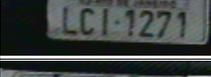
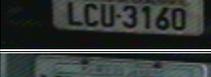
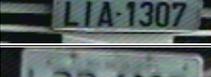
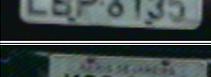
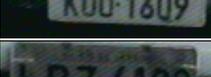
119		X	X	X
120		X	X	X
121		X	X	X
122			X	X
123		X	X	
124			X	X
125		X	X	X
126		X	X	X
127				
128		X	X	X
129				
130		X		X
131		X	X	X
132			X	
133				X
134		X	X	X
135		X		X
136				X
137		X		X
138				

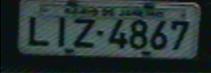
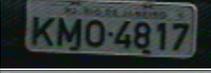
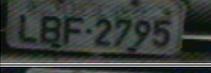
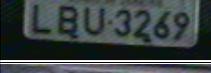
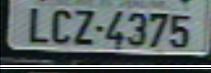
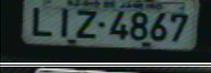
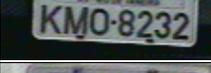
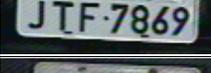
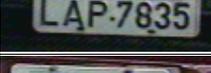
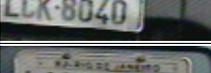
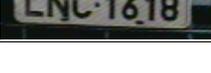
139		X	X	X
140				
141		X	X	
142			X	
143				X
144			X	X
145				
146				
147				
148			X	X
149				
150			X	
151		X	X	X
152				
153		X	X	X
154		X	X	X
155				X
156		X	X	X
157		X	X	X
158		X	X	X

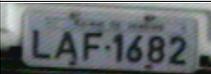
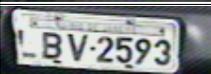
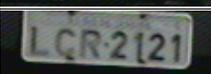
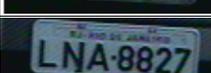
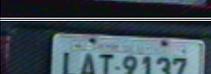
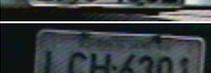
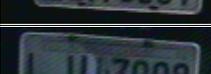
159		X	X	X
160		X	X	X
161				X
162		X		X
163		X		X
164		X	X	X
165		X	X	X
166		X	X	X
167			X	
168				X
169				
170				
171				
172		X	X	X
173				X
174				X
175			X	X
176				
177				
178		X		X

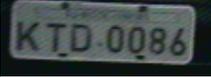
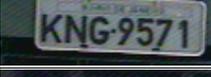
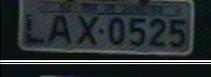
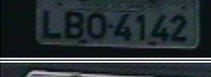
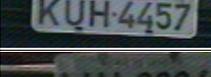
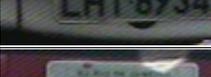
179		X		X
180				X
181		X	X	X
182			X	
183				X
184		X	X	X
185		X	X	X
186			X	
187				X
188				X
189		X		X
190				X
191		X	X	X
192			X	X
193			X	X
194			X	X
195				
196				
197				
198				

199		X	X	
200		X		X
201				
202			X	X
203				X
204		X	X	X
205				X
206		X		X
207		X	X	X
208			X	X
209		X		
210				X
211		X	X	X
212			X	X
213				
214			X	
215				
216		X		
217				
218		X	X	X

219				
220		X	X	X
221		X		X
222		X		X
223		X	X	X
224				X
225		X	X	
226		X	X	X
227			X	X
228		X	X	X
229				X
230		X	X	
231		X	X	X
232		X	X	
233				X
234		X	X	X
235		X		
236			X	X
237				
238		X	X	X

239		X		X
240			X	X
241		X	X	X
242			X	X
243		X	X	X
244		X	X	X
245		X		X
246		X	X	X
247			X	X
248			X	
249		X	X	X
250		X	X	
251			X	
252		X	X	
253		X		X
254			X	X
255				
256			X	
257		X	X	X
258			X	X

259		X		X
260		X		X
261		X		X
262		X	X	X
263				
264		X	X	X
265				
266		X		X
267		X	X	X
268				
269				
270		X	X	X
271		X	X	
272		X	X	X
273		X		X
274				
275			X	X
276		X		
277			X	X
278				X

279				X
280				X
281		X		X
282		X	X	
283		X		X
284		X	X	X
285			X	X
286				
287				X
288				X
289		X		X
290			X	X
291		X	X	X
292		X		
293			X	X
294				X
295				X
296				
297				
298				X

299				X
300			X	X

OBS: A letra “X” representa que a placa foi corretamente reconhecida.

9.5. ANEXO D - ARTIGOS PUBLICADOS E SUBMETIDOS

9.5.1. *3rd WSEAS - Conference on Neural Networks and Applications NNA'02, Fuzzy Sets and Fuzzy Systems FSFS'02, Evolutionary Computation EC'02, Interlaken – Switzerland, Fev 2002. (Publicado)*

9.5.2. *2º Congresso Brasileiro de Computação, Itajaí-SC, Ago 2002. (Publicado)*

9.5.3. *7º Simpósio de Informática e 2ª Mostra Regional de Software Acadêmico, PUCRS - Uruguaiana-RS, Nov 2002. (Publicado)*

9.5.4. *6º Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente, Bauru-SP, Set 2003. (Submetido)*

RECONHECIMENTO AUTOMÁTICO DE PLACAS DE VEÍCULOS AUTOMOTORES ATRAVÉS DE REDES NEURAI ARTIFICIAIS

Bruno Clemente Guingo

bcguingo@posgrad.nce.ufrj.br

Antonio Carlos Gay Thomé

thome@nce.ufrj.br

Roberto José Rodrigues

rjr@nce.ufrj.br

Área de Ensino e Pesquisa, NCE/IM

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Cidade Universitária - Ilha do Fundão, Caixa Postal 2324 - CEP: 20001-970 - Rio de Janeiro-RJ

BRASIL

RESUMO

Neste artigo descreve-se a estratégia adotada para a concepção e desenvolvimento de um sistema para reconhecimento automático de placas de veículos automotores. A abordagem do problema é modular, dividida em seis etapas, que cobrem desde a tomada da imagem até o reconhecimento de cada um dos caracteres que compõe a placa. Técnicas de processamento de imagens e de inteligência computacional - redes neurais, são intensivamente empregadas.

Palavras-chave: monitoração do tráfego, localização de carros roubados, controle de acesso, aplicação de multas, reconhecimento de placas, segmentação de caracteres, extração de características, redes neurais.

ABSTRACT

This article describes the adopted strategy for the conception and development of a system for automatic recognition of automotives vehicles plates. We used a modular solution to approach this problem that is divided in six phases starting on the capture of the image and ending on the recognition of each one of the characters in the plate. Image Process and computational intelligence techniques more specifically neural networks system, are strongly used.

Key-words: traffic controllers, stolen localization cars, access controls, fines application, plates recognition, characters segmentation, extraction of characteristics, neural networks.

Categoria do Artigo: Sessões Técnicas - Inteligência Artificial

RECONHECIMENTO AUTOMÁTICO DE PLACAS DE VEÍCULOS AUTOMOTORES ATRAVÉS DE REDES NEURAIIS ARTIFICIAIS

RESUMO

Neste artigo descreve-se a estratégia adotada para a concepção e desenvolvimento de um sistema para reconhecimento automático de placas de veículos automotores. A abordagem do problema é modular, dividida em seis etapas, que cobrem desde a tomada da imagem até o reconhecimento de cada um dos caracteres que compõe a placa. Técnicas de processamento de imagens e de inteligência computacional - redes neurais, são intensivamente empregadas.

Palavras-chave: monitoração do tráfego, localização de carros roubados, controle de acesso, aplicação de multas, reconhecimento de placas, segmentação de caracteres, extração de características, redes neurais.

ABSTRACT

This article describes the adopted strategy for the conception and development of a system for automatic recognition of automotives vehicles plates. We used a modular solution to approach this problem that is divided in six phases starting on the capture of the image and ending on the recognition of each one of the characters in the plate. Image Process and computational intelligence techniques more specifically neural networks system, are strongly used.

Key-words: traffic controllers, stolen localization cars, access controls, fines application, plates recognition, characters segmentation, extraction of characteristics, neural networks.

1 Introdução

Com o constante crescimento da frota mundial de veículos surgem problemas cada vez mais complicados de serem rapidamente resolvidos e que por isso, carecem de soluções criativas e automatizadas. Existe hoje uma grande necessidade da engenharia de tráfego em conseguir informações rápidas e precisas no que diz respeito ao reconhecimento de placas dos automóveis, pois através dele é possível aumentar a eficiência do controle e da monitoração do tráfego, bem como baixar os custos de operação.

O reconhecimento de placas não tem utilização somente no controle e na monitoração do tráfego. Existem outras aplicações que podem ser beneficiadas, tais como: localizar carros roubados, aplicar multas aos condutores infratores, controlar o acesso a estacionamentos, coletar estatísticas de fluxo de entrada e saída de certos locais ou mesmo gerar subsídios para a área de turismo. Mesmo nas grandes metrópoles brasileiras, a identificação do veículo, a partir das fotografias tiradas pelos inúmeros equipamentos espalhados nas vias públicas, ainda é feita manualmente e não em tempo real. Com um sistema automatizado o ganho não se restringe tão

somente ao tempo de resposta, mas principalmente na imediata disponibilidade da informação para uso em inúmeras outras aplicações, como nas áreas de segurança, planejamento e turismo.

Tendo em vista a grande concentração de veículos nos grandes centros e, que a maioria das grandes cidades brasileiras já utilizam câmeras para o controle de tráfego ou mesmo para a aplicação de multas, a utilização de um sistema de reconhecimento automático de placas seria um excelente aliado aos órgãos fiscalizadores de trânsito, aos estacionamentos de grande rotatividade, às concessionárias das rodovias privatizadas e a outros setores que possam fazer uso da informação colocada rapidamente à disposição.

2 Obtenção dos Dados

Para a realização desta pesquisa, foi imprescindível a obtenção de uma grande quantidade de fotografias digitais, pois é através delas que o estudo e o desenvolvimento de um modelo computacional se torna possível. O Departamento de Estrada e Rodagem do Estado do Rio de Janeiro (DER-RJ), através da empresa Perkons Equipamentos Eletrônicos Ltda, firma que presta serviços de informática ao DER-RJ, forneceu um conjunto de 9.079 (nove mil e setenta e nove) imagens digitais de veículos. As imagens fornecidas foram obtidas através das diversas câmeras espalhadas pelas rodovias do Estado do Rio de Janeiro, utilizadas na fiscalização e aplicação de multas.

O uso de fotos obtidas em condições reais enriquece o estudo, uma vez que apresenta problemas concretos que precisam ser avaliados e abordados, tais como: neblina, chuva, luminosidade, ângulos, distâncias e velocidades diferentes de obtenção das imagens.

3 Análise das Imagens

Foi realizada uma primeira análise no conjunto de imagens visando verificar a quantidade de fotografias capazes de serem identificadas pelo ser humano. Das 9.079 imagens, levantou-se que 42,4% não puderam ser identificadas, por diversos problemas, tais como: imagens de veículo sem placa, imagens sem veículo, completamente escuras, com excessiva luminosidade na placa, com caracteres mal definidos na placa e com baixo grau de resolução.

Em resumo, o estudo foi realizado com base nas 5.233 (cinco mil e duzentos e trinta e três) fotos restantes.

4 Metodologia Utilizada

O sistema é constituído de forma modular, cabendo a cada módulo uma funcionalidade específica.

- **Módulo 1: Obtenção da fotografia do veículo**

Responsável pela captura da imagem. Nesta fase, as imagens são obtidas pelas câmeras espalhadas pelos diversos pontos das vias públicas. Este é o procedimento atualmente empregado pelos órgãos fiscalizadores de trânsito brasileiro. Na Fig.1 pode-se verificar como isto é feito.



Fig.1: Câmera de detecção

Existem três formas de obtenção das imagens: através de vídeo, de fotografias digitais ou de fotografias analógicas (convencional). Uma boa qualidade de imagem é fundamental para o desempenho do sistema de reconhecimento. Na Fig.2 pode-se observar o padrão de qualidade de uma imagem capturada pelo sistema utilizado pelo DER-RJ. Apesar da baixa definição, a imagem deste exemplo é considerada uma das melhores em relação a todo o conjunto de dados.



Fig.2: Imagem obtida pela câmera de detecção

- **Módulo 2: Localização da região da placa**

Responsável por localizar a placa ou regiões candidatas à placa. Tem como entrada a foto inteira e seu objetivo é fornecer como saída uma região onde esteja provavelmente localizada a placa.

- **Módulo 3: Seleção e extração da região da placa**

Responsável por selecionar, dentre as regiões candidatas, aquela mais provável, extrair a região da imagem e guardá-la em um arquivo para a execução da fase seguinte.

- **Módulo 4: Segmentação dos caracteres da placa**

Responsável por separar os caracteres um do outro e constituir sete novos arquivos menores, cada um contendo a imagem de apenas um dos caracteres que compõem a placa.

- **Módulo 5: Extração das características dos caracteres segmentados**

Responsável por extrair de cada caractere segmentado, informações tais que permitam que o mesmo seja mais facilmente classificado pelo módulo de reconhecimento.

- **Módulo 6: Reconhecimento dos caracteres**

Responsável por reconhecer cada caractere que compõe a placa, através das informações disponibilizadas pelo módulo de extração das características. O reconhecimento é realizado através das técnicas de redes neurais.

5 Módulos Correntemente em Desenvolvimento

Os módulos do sistema de reconhecimento automático de placas estão sendo desenvolvidos conforme o seguinte:

5.1 Localização da região da placa

Conforme o artigo 1º da resolução nº 45/98 do Conselho Nacional de Trânsito - CONTRAN [9], as dimensões (em milímetros) aceitas para as placas são as seguintes:

a) ideal: altura=130 - largura=400; b) máxima: altura=143 - largura=440; c) mínima: altura=117 - largura=360.

A dimensão dos caracteres da placa é de 63 mm de altura para todos os caracteres. A largura é definida para cada letra e algarismo, sendo o maior valor para a letra “W” (49 mm) e o menor para a letra “I” (10 mm). O processo de localização em estudo envolve a aplicação de algoritmos de processamento de imagens para a localização de regiões candidatas à placa. Após está localização, as regiões da placa são extraídas e guardadas cada uma em um arquivo diferente, os quais são utilizados na fase seguinte.

5.2 Seleção e extração da região da placa

Os algoritmos utilizados no módulo de localização da região da placa nem sempre são capazes de identificar uma única região para a placa, devido à diversidade de condições das diferentes fotografias. Há fotos em que os veículos não possuem placa e há fotos em que mais de uma região candidata é encontrada.

Um conjunto neural é então utilizado para, dentre as regiões de imagem encontradas, selecionar aquela com a maior probabilidade de ser uma placa. A decisão final sobre a aceitação ou não das regiões candidatas à placa também é feita por rede neural. Para suportar o estudo e a concepção de ambos os módulos, foi desenvolvido um programa que possibilita a extração manual de regiões com e sem a placa incluída.

5.3 Segmentação dos caracteres da placa

Após a extração da região que contém a placa, a próxima etapa é a segmentação dos caracteres, onde é realizada a separação de cada caractere um do outro, criando sete arquivos, cada um com a imagem de um caractere da placa [1], conforme mostra a Fig.3. Nem sempre a segmentação consegue separar todos os caracteres em sete arquivos distintos, pois devido aos problemas de baixa resolução da imagem e de distorção, alguns caracteres ficam com uma proximidade muito grande entre seus vizinhos, tendo como consequência à união de dois caracteres. O percentual de segmentação da placa em sete caracteres distintos, até o presente momento é de 76.61%, isto devido ao conjunto de dados do DER-RJ, ter em sua grande maioria fotos de baixíssima qualidade. Em fotos de boa qualidade a taxa de acerto da segmentação tem sido de 100%.

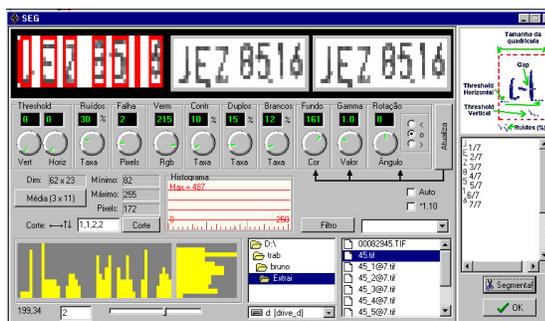


Fig.3: Segmentação dos caracteres da placa

Pode ser visto nas Fig.4 e 5 abaixo, um exemplo com a imagem inicial (entrada) e a imagem segmentada (saída) de uma placa.



Fig.4: Imagem inicial



Fig.5: Imagem segmentada

5.4 Extração das características dos caracteres segmentados

Nesta fase são extraídas características de cada imagem segmentada, de forma a compor uma assinatura para cada caractere. A extração é feita por uma técnica desenvolvida pelo grupo, que é derivada dos algoritmos de detecção de contorno [4] e [5]. A técnica é baseada na projeção do contorno da imagem sobre os lados de um polígono regular, posicionado em torno de cada caractere. Os vetores de características são baseados na computação de um conjunto de distâncias tiradas a partir do contorno da imagem até um polígono de referência.

O polígono de referência deve ser regular porém pode ter qualquer número de lados. Este deverá ser posicionado em torno da imagem-alvo como mostrado na Figura 6. Qualquer polígono pode ser construído com base nas equações Equações (1,2, 3 e 4).

O processo básico toma a distância de cada lado do polígono até o contorno da imagem e armazena esta distância em um vetor que também contém o número de lados e o número de pontos (tamanho do lado) para cada lado. O número de características extraídas pode não ser o mesmo para diferentes tipos de polígonos, não obstante o número de características desejadas seja o mesmo. O número de características computado é sempre muito próximo do desejado e isto acontece devido a diferença na geometria e inclinação dos lados para os polígonos escolhidos. Esta diferença é sempre pequena e portanto, não é relevante para o problema em si.

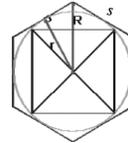
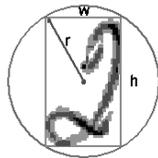


Figura 6a: círculo circunscrito à imagem Figura 6b: polígono circunscrito ao círculo

$$r = \frac{1}{2} \sqrt{h^2 + w^2} \quad (1)$$

$$R = \frac{r}{\cos\left(\frac{\pi}{n}\right)} \quad (2)$$

$$R = \frac{1}{2} \sqrt{h^2 + w^2} * \cos\left(\frac{\pi}{n}\right)^{-1} \quad (3)$$

$$s = \sqrt{h^2 + w^2} * \tan\left(\frac{\pi}{n}\right) \quad (4)$$

Onde,

r = raio do círculo circunscrito (metade da diagonal)

h = altura da imagem

w = comprimento da imagem

n = número de lados do polígono

R = raio do círculo circunscrito (em relação ao hexágono) – lado do hexágono

s = tamanho do lado do hexágono.

Usando um algoritmo de reconstrução a partir dos vetores de características gerados (Figura 7) foi possível perceber que a fidelidade resultante não se mostrou favorável com polígonos de número ímpar de lados. Desta forma, ficou decidido concentrar a investigação em cima de polígonos com número par de lados, mais especificamente o quadrado (Figura 8).



Figura 7: reconstrução do processo de vetorização gerado.



Figura 8: Sequência de procedimentos de projeção para o quadrado

Como descrito anteriormente o vetor de entrada possui uma dimensão predefinida e as características são as distâncias computadas em número de pixels e tomadas a partir de cada lado do polígono até o contorno da imagem. Este método não só provou ter um bom poder de discriminação como também resolver problemas relacionados com escala, rotação e translação da imagem original. Uma vez que o *bitmap* esteja inicialmente centralizado dentro de um retângulo antes de ser circundado pelo polígono desejado, o problema da translação é automaticamente eliminado. A aplicação de um esquema de interpolação na tomada dos pontos para o cômputo da distância ao contorno resolve o problema de escala e, o problema da rotação, pode ser solucionado aplicando-se uma rotação circular no vetor resultante para a direita ou para esquerda, conforme for a inclinação do caractere.

O desempenho da técnica foi avaliado através do estudo de diferentes polígonos como mostrado na Fig.9 abaixo:

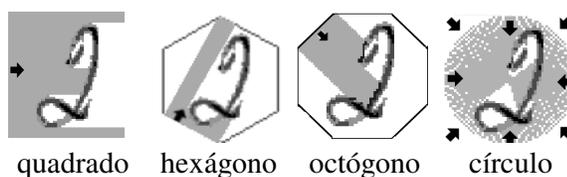


Fig.9: Métodos de extração de características

Neste trabalho, está sendo utilizado o método do quadrado, apontado em [6] como o mais adequado para este tipo de aplicação. O tamanho adotado para o quadrado é de 32 pixels para cada lado, o que totaliza um vetor de características com 128 medidas de distância.

Estes vetores foram gerados através de um programa especialmente desenvolvido para ler uma imagem *bitmap* e produzir os valores para todos os tipos de polígonos, assim como para diversos tamanhos dos respectivos lados.

Do conjunto de placas disponíveis para estudo gerou-se uma base de dados com letras e dígitos numéricos, que apresenta a seguinte distribuição.

Tabela 1: Distribuição das letras em cada classe

Letra	%	Letra	%	Letra	%	Letra	%
A	5.38	H	2.04	O	3.36	V	1.74
B	6.32	I	4.76	P	2.56	W	0.79
C	10.24	J	4.09	Q	2.68	X	2.14
D	1.83	K	10.13	R	3.06	Y	1.59
E	1.78	L	15.95	S	2.56	Z	1.44
F	0.98	M	3.13	T	2.23	Total	7.70
G	3.67	N	3.48	U	2.07		
Total	30.2	Total	43.58	Total	18.52		

Tabela 2: Distribuição dos dígitos numéricos em cada classe.

Dígito	%	Dígito	%	Dígito	%
0	9.80	4	10.30	8	7.80
1	9.35	5	9.65	9	11.20
2	10.40	6	10.90	Total	19.00
3	9.80	7	10.80		
Total	39.35	Total	41.65		

Pode-se verificar que a frequência de distribuição das letras não é homogênea, havendo uma incidência maior das letras “C”, “K” e “L” e muito menor das letras “F” e “W”. Já no conjunto de dígitos, a distribuição ficou mais homogênea.

5.5 Reconhecimento dos caracteres

A partir das características extraídas do conjunto de caracteres de uma placa, é dado início a fase de reconhecimento. A entrada da rede para cada placa é composta por uma matriz de tamanho 128x7. Os três primeiros para a rede de letras e os quatro restantes para a rede de dígitos. A saída para cada caractere foi configurada como um vetor ortogonal de dimensão 10 para os dígitos e 26 para as letras.[tabela 3].

As duas redes neurais são do tipo Feedforward Multi-Layer Perceptron [2] e [8], treinadas com o algoritmo *backpropagation*. O software utilizado foi o MatLab versão 5.2 [7]. A função de ativação utiliza um somatório simples das entradas ajustadas pelos seus respectivos pesos. Como função de propagação utilizou-se a função logística sigmoidal (“*logsig*” no MATLAB) tanto na camada escondida quanto na camada de saída.

Diversas topologias e arquiteturas foram testadas, onde os “melhores” resultados obtidos foram através de redes compostas de duas camadas, uma oculta e outra de saída. Ambas as redes operam com uma entrada de 128 características, obtidas pelo “método do quadrado”. A primeira camada, a oculta, é composta por 47 neurônios e a saída é por 10 neurônios, no caso da

rede especializada no reconhecimento de dígitos numéricos, e por 26 neurônios na rede especializada em letras.

A saída da rede neural foi selecionada de acordo com a estratégia “The Winner Takes All”, onde o maior valor entre todas as saídas foi alterado para um (1) e o restante foi alterado para zero (0). Dessa forma tem-se índice zero (0) de rejeição. O vetor de saída foi escolhido como sendo ortogonal para facilitar o processo de treinamento. A tabela 3 abaixo, mostra a codificação utilizada na saída da rede de dígitos numéricos e letras.

Tabela 3. Codificação da saída dos dígitos numéricos e letras.

Dígitos	Saída	Letras	Saída
0	0000000001	A	10000000000000000000000000000000
1	0000000010	B	01000000000000000000000000000000
...
9	1000000000	Z	00000000000000000000000000000001

- **Pré-processamento dos dados**

O conjunto de dados foi dividido em dois subconjuntos distintos: um para treinamento com 80% das amostras e outro para teste com os 20% restantes [3]. Todas as informações da entrada (treinamento e teste) foram normalizadas por um fator, onde este fator representa a distância entre os lados opostos do polígono usado. A finalidade da utilização deste fator é colocar todos os valores de entrada da rede dentro do intervalo compreendido entre 0 e 1. A Fig.10 apresenta como este fator é extraído para o caso do quadrado.

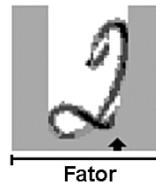


Fig.10: Representação do fator de normalização

Um outro procedimento adotado para a preparação do conjunto de dados foi à eliminação de todas as linhas com variância zero. Este procedimento bem simples elimina algumas variáveis do espaço de entrada, e desta forma, reduz a sua dimensionalidade. Por exemplo: a entrada de tamanho 128 para a rede especializada em letras foi reduzida para 109; e na rede especializada em números foi reduzida de 128 para 99.

Conforme descrito anteriormente, o experimento foi desenvolvido utilizando-se o *toolbox* de redes neurais do MATLAB versão 5.2 e o treinamento da rede foi realizado usando a opção “*traingdx*”, com momento e taxa de aprendizado adaptável.

- **Resultados**

No conjunto de testes obteve-se os seguintes resultados:

Tabela 4. Resultado das redes

Atributos	Dígitos	Letras
Nº epoch para treinamento	6000	10000
Nº epochs realizados	6000	10000
% Classificação Correta	79.75	72.26
% Classificações Incorretas	20.25	27.74
% Rejeições	0.00	0.00

6 Conclusões

Os resultados obtidos se mostraram bastante abaixo do desejado, especialmente o da rede responsável pelo reconhecimento de letras, porém há alguns fatores determinantes para este resultado final. O mais importante foi a baixa qualidade geral das fotos à disposição. A baixa resolução, aliada a dificuldades como iluminação, ruído gerado pelo ambiente (chuva, neblina, etc.) e problemas com as câmeras em si (falta de foco, localização inadequada, ângulo de visão impróprio, etc.), causaram problemas que com certeza, foi a fonte das dificuldades enfrentadas por toda a execução do trabalho.

No módulo de segmentação o resultado foi de 76.61% de acerto, considerando os sete caracteres de cada placa. Desempenho este, mais uma vez, longe do esperado, reflexo da baixa qualidade das fotos originais. No módulo de reconhecimento, foram detectadas algumas confusões mais frequentes que ocorreram entre “B”, “D” e “O” para a rede de letras e entre “0” e “8” na rede de dígitos. Isso acontece porque o exterior desses caracteres, seguindo a fonte utilizada na fabricação das placas, tem um desenho muito semelhante.

Tendo em vista os baixos resultados obtidos, principalmente, em casos como a distinção entre “0” e “8”, tentou-se diversas soluções alternativas. Uma delas envolveu o uso de uma rede especializada na diferenciação entre “0” e “8”. No entanto, mesmo tal tentativa foi mal-sucedida, tendo em vista a grande influência da má qualidade dos dados. Esta rede teve como melhor resultado apenas 57% de acerto. Para uma rede de apenas 2 saídas, isso equivale a dizer que o treinamento não surtiu efeito nenhum, pois a rede estava literalmente dando respostas aleatórias.

Em resumo, pode-se concluir que para uma melhoria no reconhecimento, faz-se necessário uma melhor qualidade de imagens, que devem ser obtidas por um equipamento que tenha uma taxa de resolução mais alta. O investimento para a aquisição de tal equipamento não é tão alto, levando-se em consideração, no caso de aplicação de multas, a quantidade de veículos que não podem ser notificados, devido à má qualidade da imagem. Lembrando que 3.846 fotos

não puderam ser aproveitadas. Para o prosseguimento deste trabalho, estão sendo obtidas imagens com maior resolução e ainda, está sendo desenvolvida uma nova técnica de extração de características, cuja finalidade é reduzir as confusões que ocorreram no reconhecimento das letras “B”, “D” e “O” e os algarismos “0” e “8”.

... – Referências Bibliográficas

- [1] Rodrigues, R. J.; Thomé, A. C. G.; Cursive character recognition - a character segmentation method using projection profile-based technique, The 4th World Multiconference on Systemics, Cybernetics and Informatics SCI 2000 and The 6th International Conference on Information Systems, Analysis and Synthesis ISAS 2000 - Orlando, USA - August 2000.
- [2] Bishop, C. M.; Neural Networks for Pattern Recognition, Oxford University Press, 1995.
- [3] Duda, R. O; Hart, P. E. Pattern Classification and Scene Analysis, John Wiley & Sons, 1973.
- [4] Kupac, G. V.; Rodrigues, R. J.; Thomé, A. C. G.; Extração de características para reconhecimento de dígitos cursivos, VIth Brazilian Symposium on Neural Networks - SBRN2000, Rio de Janeiro, november 2000.
- [5] Rodrigues, R. J.; Kupac, G. V.; Thomé, A. C. G.; Character Feature Extraction Using Polygonal Projection Sweep (Contour Detection), accepted for presentation at IWANN2001. Granada - Spain, June 2001.
- [6] Rodrigues, R. J.; Silva, E.; Thomé, A. C. G.; Feature Extraction Using Contour Projection, accepted for presentation at SCI2001. Orlando - USA, July 2001.
- [7] Demuth, H.; Beale, M.; Neural Network Toolbox User's Guide Version 3.0, MathWorks, Inc, 1997.
- [8] Haykin, S., Neural Networks: A Comprehensive Foundation, Prentice Hall, 1999.
- [9] Justiça, Conselho Nacional de Trânsito-CONTRAN, <http://www.mj.gov.br/contran/>, 1997.

Automatic Identification for Automotives Vehicles Plates

BRUNO C. GUINGO¹

ROBERTO J. RODRIGUES²

ANTONIO CARLOS G. THOME³
 (Área de Ensino e Pesquisa, NCE/IM)
 Teach and Research Area, NCE/IM
 Federal University of Rio de Janeiro

Cidade Universitária – Ilha do Fundão, Caixa Postal 2324 - CEP: 20001-970 - Rio de Janeiro

BRAZIL

bcguingo@posgrad.nce.ufrj.br¹, rjr@nce.ufrj.br², thome@nce.ufrj.br³

Abstract: - This article describes the adopted strategy for the conception and development of a system for automatic recognition of automotives vehicles plates. We used a modular solution to approach this problem that is divided in six phases. It covers from the way of taking the images to how to recognize each one of the characters in the plate. Process images and intelligence computational techniques were used as well as neural networks system.

key Words: - traffic controllers, stolen localization cars, access controls, fines application, plates recognition, characters segmentation, extraction of characteristics, neural networks.

1 Introduction

With the constant growth of the vehicles fleet in the world, more and more traffic problems are getting complicated to solve and therefore, they need more creative and automatic solutions. Today, There is a big need to obtain quick information from the traffic controller engineer and plates recognition of the cars. So that it is possible to increase the efficiency of controlling and monitoring of the traffic, as well as lower the costs of those operations.

Plate recognition is not only useful in controlling or in monitoring the traffic. Other application exists that can be benefited, such as: stolen located cars, fines application in bad drivers, control access of a parking areas, statistics flow data of entrance and exit of cars in a certain local areas or even generate subsidies for the tourism area.

In Brazilian metropolitan cities the vehicle identifications, using photographs that exists in an endless number of remote indicating equipments in the public roads, are still deed manually and not in real time. With an automated system one can earned timing of answer, but can also immediately earned informations from countless other applications, such as in the areas of security, planning and tourism.

Having in mind a big concentration of vehicles in the big centers and knowing that the majority of the big Brazilian cities are already utilizing cameras for theirs traffic controlling or for fines application, the use of an automatic system for plates recognition it would be an excellent ally to the public traffic controllers, to the big

parking areas and to the highways privatized concessionaires that needs fast information available .

2 Obtaining Data

For the achievement of this research was necessary to obtain a big quantity of digital photographs. It is through them that the study and the development of a computational model became possible. The Federal Road Department of the State of the Rio de Janeiro (DER-RJ) through the Perkons Electronic Equipment Ltda company, firm that lends services of data processing to the DER-RJ, supplied with a set of 9.079 (nine thousand and seventy-nine) digital vehicles images. The images supplied were obtained through several cameras located in the highways of the Rio de Janeiro State, utilized in the fines applications and controlling.

These pictures were obtained in real conditions which enriches the study, It presents real problems which are necessary to be evaluated and approached, such as: fog, rain, brightness, angles and unlike speeds obtained from the images.

3 Analysis of the Images

A first analysis was carried out with a the set of images to verify the ability of the human being to identify a large quantity of photographs. From 9.079 images, 42,4% could not be identified by several problems, such as: Images of vehicle without plate, images without vehicle or completely dark, excessive brightness in the plate, bad characters defined in the plate or with slow

rank of resolution. In summary, the study is being carried out with 5.233 (five thousand and two hundred and thirty-three) remaining pictures.

4 Approach Utilized

The system is constituted of modulate forms, like the plan shown in the Fig. 1, each of these module have a specific functionality.

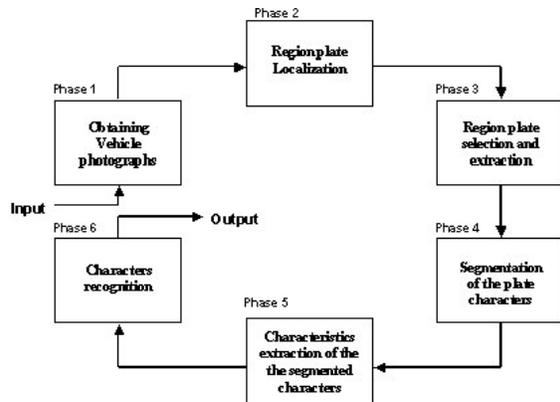


Fig. 1: Block Diagram of the system

• Obtaining vehicle photographs

Responsible for the capture of the images. In this phase, the images are obtained by the cameras located in diverse points of public streets. This is the present procedure by the public controllers of the Brazilian traffic. The Fig. 2 shows how it is done.



Fig.2: detecting Camera

Three forms of images can be obtained: video, digital or analog (conventional) photographs. A good quality of image is fundamental to the performance recognition of the system. The Fig. 3 shows the standard quality of an image captured by the system utilized by the DER-RJ. Despite the low definition, the image of this example is considered one of the best, regarding all data set.



Fig. 3: Image obtained by the detecting camera

• Region plate Localization

Responsible of locating plates or candidates regions for it. The input is the entire picture and its objective is to supply as exit, a region where the plate is probably located.

• Region plate selection and extraction

Responsible of selecting, amongst the candidates regions, the more probable one. Extract the region from the image and keep it in a file for execution in the following phase.

• Segmentation of the plate characters

Responsible of separating the characters one from another and making seven each small news files. Each one of them containing the image of the character that composes the plate.

• Characteristics extraction of the segmented characters

Responsible of extracting from each segmented character informations that allows it to be more easily classified by the recognition module.

• Characters recognition

Responsible of recognizing each character that composes the plate, through out the available characteristics extracting module informations. This recognition is carried out through the neural networks technique.

5 Modules in Development

The modules of the plates automatic recognition system are being developed as following:

5.1 Region plate localization

Based on the government enforcement article 1° from the resolution n° 45/98 of the National Traffic Council - CONTRAN [9], the dimensions (in millimeters) accepted for the plates are the following:

- a) ideal: height=130 width=400;
- b) maximum: height=143 width=440;
- c) minimum: height=117 width=360.

The character dimension for the plates are 63 mm height. The width is to be defined for each one of the letters and numbers. The highest value is for the letter “W” (49 mm) and the lowest for the letter “I” (10 mm).

The study of this localization process involves algorithms processing application of images for the candidates of regions localization plate. After its localization, the regions from the plate are extracted and kept each one of them in a peculiar file, they will be used in the following phase.

5.2 Region plate selection e extraction

The algorithms utilized in the module for the region plate localization are not always capable of identifying the plate’s region. It happens because of the peculiar diversity conditions of the photographs. There are pictures in that the vehicles do not possess plate and there are pictures in that more then one region candidate is found.

An set of neural system is used to, amongst the regions of image found, select the better probability of then region’s plate. The final decision about accepting or not regions candidates, It is also been done by a neural network system. To support the study and the conception of both the modules, it was developed a program (Fig.4) that enables a manual extraction of regions with or without the plate included.

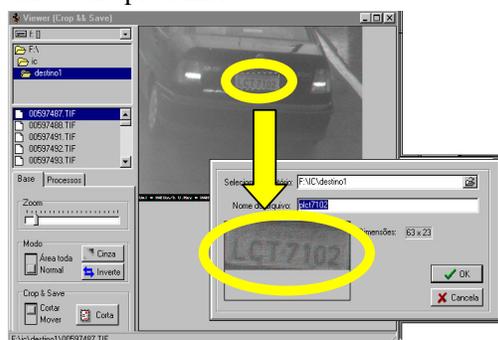


Fig. 4: Extraction of the region’s plate

5.3 Segmentation of the plates characters

After extracting the region from the plate, the next phase is the characters segmentation which is carried out the detachment of each character from another and creating seven files. Each one of them with the image of the character from the plate [1], showing in the Fig. 5. The segmentation is not always obtained all the characters in seven distinct files. Problems with low resolution and

distortion image of some characters and close approximate among them, makes an union between two characters. The segmentation percentage of the seven distinct plate’s characters, in the present moment is 76.61%. This must be because of the set data of the DER-RJ, wich has in its big majority pictures of lowest quality. In good photos quality the rate of certainly from the segmentation has been of 100%.



Fig.5: Segmentation of the caracteres from the plate

It can be seen in the Fig. 6 and 7 down, an example of the initial image (input) and the image segmented (output) of a plate.



Fig.6: Initial image



Fig.7: Segmented image

5.4 Extraction of the characteristics of the caracteres segmented

In this phase are extracted characteristics of each image segmented, in order to compose a signature for each character. The extraction is done by a technic developed by the group, that is derived from the algorithms of detention of contour [4] and [5]. The technic is based on the projection of the contour of the image from the sides of a regular polygon, positioned around each character.

The surrounding polygon can be of any number of sides, from 3 (triangle) to many sides (circle). The vector of characteristics is formed by the perpendicular distances taken from each side of the polygon to the contour from of image. The performance of the technic was evaluated through the study of peculiar polygons as shown in the Fig. 8 down:

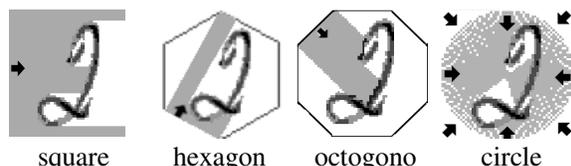


Fig. 8: Characteristics extraction approaches

In this work it, is being utilized the square's approach, aimed in [6] as the adequate one for this kind of application.

The size adopted for the square is of 32 pixels for each side, what totals up a vetor of characteristics with 128 measures of distance.

These vetores were generated through a program specially developed to read an image bitmap and produce the values for all kinds of polygons, as well as for the diverse sizes of the respective sides (Fig.9).

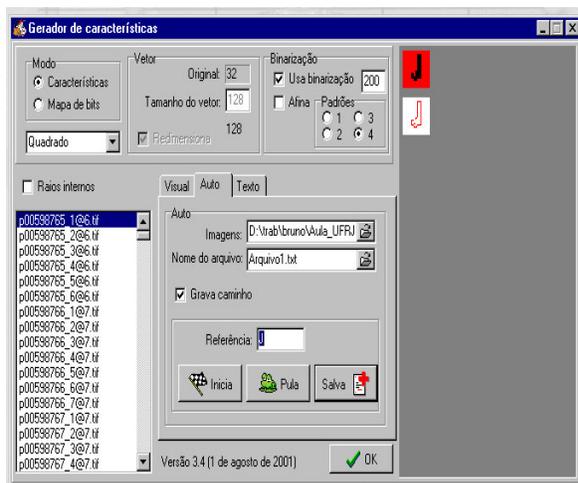


Fig. 9: Program extrator of characteristics

Of the available set of plates for to be studied, it was a base of data composee of letter and numerical digits, that presents to following distribution.

Table 1: Distribution of the letter in each class

Letter	Percentage	Letter	Percentage
A	5.38	N	3.48
B	6.32	O	3.36
C	10.24	P	2.56
D	1.83	Q	2.68

E	1.78	R	3.06
F	0.98	S	2.56
G	3.67	T	2.23
H	2.04	U	2.07
I	4.76	V	1.74
J	4.09	W	0.79
K	10.13	X	2.14
L	15.95	Y	1.59
M	3.13	Z	1.44
Total	70.30	Total	29.70

Table 2: Distribution of the numerical digit in each class

Digit	Percentage
0	9.80
1	9.35
2	10.40
3	9.80
4	10.30
5	9.65
6	10.90
7	10.80
8	7.80
9	11.20
Total	100.00

It can be verified that the frequency of distribution of the letter is not homogeneous, having a bigger incidence of the letter "C", "K" and "L" and a smaller one from the letters "F" and "W". On the other hand, among the set of digits, the distribution was more homogeneous.

5.5 Caracteres Recognition

From the characteristics extracted from the set of caracteres of a plate, it is given the beginning of phase recognition. The input of the neural networks for each plate is composed of a matrix of 128x7. The three first caracteres for the neural networks letters and the four remainders for the neural networks of digits. The output to each caractere was configured like a vetor orthogonal of dimension 10 for the digits and 26 for the letters. [table 3 and 4]. Fig. 9 down illustrates the process of recognition of the caracteres through of a neural networks.

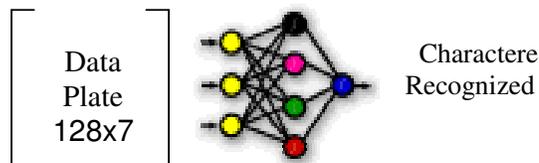


Fig. 9: Recognition neural

The kind of the two neural networks are Feedforward Multi-Layer Perceptron [2] and [8], trained with the algorithm backpropagation. The software utilized was the MatLab version 5.2. [7] The function of activation utilizes a simple sum of the entrances adjusted by its respective weights. As function of propagation the logistic function sigmoidal was used (“logsig” in the MATLAB) both in the hidden layer as well as in the output layer.

Various topologies and architectures were tested, where the “best” results obtained were through neural networks composed of two layers, one hidden and an output one. Both the neural networks operate with an input of 128 characteristics, obtained by the “method of the square”. The first layer, the hidden one, is composed of 47 neurons and the output one of 10 neurons, in case of specialized neural network in the recognition of numerical digits, and for 26 neurons in the one specialized in letters.

The output of the neural network was selected according the strategy “The Winner Takes All”, where the greatest value among all the output altered for one (1) and the remainder was altered for zero (0). Doing this an index zero (0) of rejection is obtained.

The output vector was chosen as being orthogonal to facilitate the training process. The tables 3 and 4 down, show the codification utilized in the output numerical neural network digits.

Table 3. Codification from the output of the numerical digits.

Digit	Output
0	0000000001
1	0000000010
...	...
9	1000000000

Table 4. Codification from the output of the letters.

Letter	Output
A	10000000000000000000000000000000
B	01000000000000000000000000000000
...	...
Z	00000000000000000000000000000001

• Data pre-processing

The dataset was divided in two distinct subgroups: one for training with 80% of the samples and another for test with the 20% remainders [3]. All the information from the input (training and test) were normalized by a factor, where this factor represents the distance between the

opposite sides of the used polygon. The purpose of the utilization of this factor is to put all the input values from the neural network inside the interval between 0 and 1. Fig. 10 presents how this factor is extracted in the case of the square.



Fig.10: Representation of the factor of normalization

Another procedure adopted for the preparation of the was dataset was the elimination of all rows with variance zero. This simple procedure eliminates some variables of the input space, thus reducing its dimensionality. For example: the input of 128 size for the neural networks specialized in letter was reduced for 109; and in the neural networks specialized in numbers it was reduced from 128 to 99.

As written previously, the experiment was developed utilizing the toolbox of neural networks of the MATLAB version 5.2 and the training from the neural networks was carried out using the option “traingdx”, with moment and rate of learning adaptable.

• Results

In the dataset test the following results weew obtained:

Neural networks: Numerical Digit	
N° epoch from training	6000
N° epochs carried out	6000
% Correct Classifications	79.75
% Incorrect Classifications	20.25
% Rejects	0.00
Neural networks: Letters	
N° epochs from training	10000
N° epochs carried out	10000
% Correct Classifications	72.26
% Incorrect Classifications	27.74
% Rejects	0.00

6 Conclusion

The results obtained were much lower than expected showed enough, specially the one responsible for the recognition of letters, however there are some determinant factors for these final results.

The most important was the low quality of the pictures in disposal. To low resolution, ally to difficulties as lighting, noises generated by the environment (rain, fog, etc) and problems with the cameras itself (absence of

focus, localization inadequate, improper angle of vision, etc.), caused problems which certainly were the difficulties resources faced by the execution of the work.

In the module of segmentation the result was 76.61% of right, considering the seven characteres of each plate. A performance, once more, lower than expected, consequence of low quality of the original photos.

In the module of recognition, were detected some more frequent confusion occurred among "B", "D" and "O" for the neural networks of letters and between "0" and "8" in the neural networks of digits. That happens because the outside of those characteres, following the utilized resource in the making of the plates, has an very similar design.

Having in mind the short results obtained, mainly, in cases of distinction between "0" and "8", many alternative solutions were tried. One of them involved the use of a neural networks specialized in the unbundling between "0" and "8". However, even such attempt went wrong, having in mind the big influence from the bad quality of the data. This neural networks had as the best result barely 57% of right. For a neural networks of barely 2 output, this means to say that the training did not work out for the neural networks was giving randoms answers.

To sum up, it can be concluded that for an improvement in the recognition, it's necessary a better quality of images, that should be obtained through an equipment with a higher rate of resolution. The investment for the acquisition of such equipment is not so high, taking in to consideration, in case of application fines, the quantity of vehicles that can not be notified, due to the bad image quality. Remembering that 3.846 could not be used.

For the continuation of this work, images of better resolution are being obtained, and still, a new technique of characteristics extraction is being developed, which purpose is to reduce the confusion that occurred in the recognition of the letter "B", "D" and "O" and the algarismos "0" and "8".

References:

- [1] Rodrigues, R. J.; Thomé, A. C. G.; Cursive character recognition - a character segmentation method using projection profile-based technique, The 4th World Multiconference on Systemics, Cybernetics and Informatics SCI 2000 and The 6th International Conference on Information Systems, Analysis and Synthesis ISAS 2000 - Orlando, USA - August 2000.
- [2] Bishop, C. M.; Neural Networks for Pattern Recognition, Oxford University Press, 1995.
- [3] Duda, R. O; Hart, P. E. Pattern Classification and Scene Analysis, John Wiley & Sons, 1973.
- [4] Kupac, G. V.; Rodrigues, R. J.; Thomé, A. C. G.; Extração de características para reconhecimento de

dígitos cursivos, VIth Brazilian Symposium on Neural Networks - SBRN2000, Rio de Janeiro, november 2000.

[5] Rodrigues, R. J.; Kupac, G. V.; Thomé, A. C. G.; Character Feature Extraction Using Polygonal Projection Sweep (Contour Detection), accepted for presentation at IWANN2001. Granade - Spain, June 2001.

[6] Rodrigues, R. J.; Silva, E.; Thomé, A. C. G.; Feature Extraction Using Contour Projection, accepted for presentation at SCI2001. Orlando - USA, July 2001.

[7] Demuth, H.; Beale, M.; Neural Network Toolbox User's Guide Version 3.0, MathWorks, Inc, 1997.

[8] Haykin, S., Neural Networks: A Comprehensive Foundation, Prentice Hall, 1999.

[9] Justiça. Conselho Nacional de Trânsito-CONTRAN, <http://www.mj.gov.br/contran/>, 1997.

ESTRATÉGIAS PARA O RECONHECIMENTO AUTOMÁTICO DA LICENÇA DE VEÍCULOS

Bruno Clemente Guingo
Antonio Carlos Gay Thomé

Universidade Federal do Rio de Janeiro
Área de Ensino e Pesquisa, NCE/IM
Cidade Universitária - Ilha do Fundão
Caixa Postal 2324
CEP: 20001-970 - Rio de Janeiro-RJ
bruno.guingo@ufrj.br, thome@nce.ufrj.br

Resumo Este artigo descreve a metodologia e as estratégias utilizadas no reconhecimento da licença dos veículos, bem como os métodos empregados nas etapas de segmentação e de extração de características, que o antecedem. As técnicas aplicadas neste estudo estão concentradas no processamento de imagens e na inteligência computacional.

Palavras Chaves: reconhecimento de placas, segmentação de caracteres, extração de características, redes neurais.

Abstract: This paper describes the methodology and the strategy adopted for the recognition of the characters on the vehicles' license plates, as well as the methods used for segmentation and features extraction. The techniques and algorithms used on this research are supported by computational intelligence and image processing.

Keywords: recognition of plates, segmentation of characters, extraction of characteristics, neural networks.

1 INTRODUÇÃO

O reconhecimento da placa dos veículos é uma aplicação que está inserida no contexto do reconhecimento de imagens, um ramo da ciência que se interessa pela descrição, classificação e também reconhecimento de objetos ou partes de uma imagem digital. O reconhecimento de padrões lida com técnicas para associar os padrões às suas respectivas classes, de forma automática e com a menor intervenção humana possível (GONZALEZ & THOMASON, 1978.).

O trabalho de reconhecimento de placas pode parecer uma aplicação de fácil solução, pois o objeto do reconhecimento, a placa, é constituído de caracteres impressos com formas bem definidas. Este fato pode criar erroneamente a expectativa de que um sistema de reconhecimento ótico de caractere (OCR) convencional possa resolver o problema com facilidade.

A dificuldade inerente ao reconhecimento dos caracteres que constituem a placa de um veículo se deve a fatores próprios do problema, tais como: variações da posição relativa da placa, tamanho da placa, inclinação, cor, contraste, a forma e a qualidade dos caracteres, além de outros que dificultam

sobremaneira a concepção de uma solução única, genérica e invariante aos mesmos.

No Brasil, o desafio deste reconhecimento é ainda maior devido o artigo 96, seção I, capítulo IX, do Código de Trânsito Brasileiro - Lei nº 9.503 de 23 de setembro de 1997 (CONTRAN, 2001.), prever seis padrões diferentes de placas para os veículos, causando uma diversidade de tipos e cores que introduzem um grande número de variáveis ao processo de reconhecimento como um todo.

2 METODOLOGIA EMPREGADA

A estrutura do reconhecimento de placas de automóveis é basicamente organizada em três etapas com características e desafios tecnológicos bem distintos. A primeira etapa diz respeito a captura e a digitalização da imagem do veículo, a segunda engloba todo o processamento da imagem e o reconhecimento dos caracteres que compõem a placa e, finalmente, a terceira etapa se constitui do sistema aplicativo, de alto nível, que a partir do número da licença do veículo realiza as consultas e as operações específicas desejadas pelo usuário.

Neste trabalho é proposta a adoção de uma metodologia que aborda o problema de forma modular, onde o reconhecimento da placa é dividido em seis fases distintas (módulos), e cada uma destas tendo uma funcionalidade específica.

2.1 Passo Inicial – Obtenção dos Dados

A base de dados montada para este estudo foi fornecida pela Companhia de Engenharia e Tráfego do Município do Rio de Janeiro (CETRIO) e têm 2.395 (duas mil e trezentos e noventa e cinco) fotos. As imagens são coloridas, com resolução de 1536x1024 pixels e são provenientes de fotos capturadas pelos "pardais" (câmeras fotográficas) instalados em diversas vias da cidade do Rio de Janeiro, cuja utilização específica é a aplicação de multas aos condutores infratores.

Neste trabalho buscou-se levar em consideração somente fotos obtidas em condições reais, com o objetivo de fazer-se assim

face aos problemas e dificuldades que caracterizam a realidade das diferentes aplicações e contextos.

2.2 Localização da região da placa

Este módulo tem como entrada a foto inteira e seu objetivo é fornecer como saída uma região reduzida onde esteja provavelmente localizada a placa. O processo de localização ainda encontra-se em estudo e envolve a aplicação de algoritmos de processamento de imagens para a localização de regiões candidatas à placa.

A execução deste módulo se deu manualmente, através de um programa especialmente criado para este fim. Apesar desta região ser manualmente localizada e posteriormente extraída, ela apresenta alguns problemas, dentre os quais pode-se destacar: imagens com interferências (chuva, luminosidade excessiva/fraca) e inclinação na placa, que podem influenciar negativamente o módulo de segmentação devido a imagem não ter uma boa definição.

2.3 Seleção e Extração da Região da Placa

Responsável por selecionar, dentre as regiões candidatas, aquela mais provável, extrair a região da imagem e guardá-la em um arquivo para a execução da fase seguinte.

Os algoritmos utilizados no módulo de localização da região da placa nem sempre são capazes de identificar uma única região para a placa, devido à diversidade de condições das diferentes fotografias. Há fotos em que os veículos não possuem placa e há fotos em que mais de uma região candidata é encontrada.

Um conjunto neural é então utilizado para, dentre as regiões de imagem encontradas, selecionar aquela com a maior probabilidade de ser uma placa.

Existe uma etapa que antecede a seleção desta região, a extração de características. Para realizar este processo foram estudados dois tipos de extração de características das regiões candidatas, a primeira faz a análise do contorno e a segunda da projeção vertical da região. A finalidade desta extração de características é fornecer informações de cada região (placa e não placa) para o treinamento da rede neural e posteriormente servir de entrada para o teste da região escolhida. A taxa de acerto com a extração de características feita pelo contorno foi de 99,38%, já com o uso da projeção vertical foi de 93,24%. A decisão final sobre a aceitação ou não das regiões candidatas à placa também é feita por rede neural.

2.4 Segmentação dos caracteres da placa

Este módulo realizada a separação de cada caractere contido na placa, criando sete arquivos, cada um com a imagem de um caractere da placa. Nem sempre a segmentação consegue identificar e separar os sete caracteres, devido a problemas como ruído, distorção da imagem, baixo contraste, etc, e a placa pode ser segmentada em um número menor ou maior de segmentos.

O processo de segmentação utilizado neste trabalho foi desenvolvido por (RODRIGUES, 2003.) e atingiu o percentual de 87,16% de acerto na separação dos sete caracteres da placa. Vale ressaltar que várias das imagens apresentam problemas (completamente escuras, placa em má estado, placa encoberta) alguns inclusive que impossibilitam a própria leitura humana.

Pode ser visto nas figuras 1 e 2 a seguir, um exemplo com a imagem inicial (entrada) e a imagem segmentada (saída) de uma placa.



Figura 1: Imagem inicial



Figura 2: Imagem segmentada

2.5 Extração de Características

O módulo de extração de características produz em sua saída, vetores que são baseados no cálculo de um conjunto de distâncias tiradas a partir de um polígono de referência, ajustado ao redor da imagem, até o contorno da imagem. Outras técnicas também usadas são a matriz de bits e as projeções vertical ou horizontal.

O polígono de referência deve ser regular, porém pode ter qualquer número de lados e deverá ser posicionado em torno da imagem-alvo como mostrado nas figuras 3 e 4. Qualquer polígono pode ser criado com base nas equações 1, 2, 3 e 4.

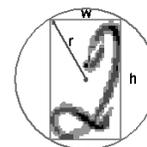


Figura 3: Círculo circunscrito à imagem

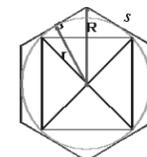


Figura 4: Polígono circunscrito ao círculo

O processo básico toma a distância de cada lado do polígono até o contorno da imagem e armazena esta distância em um vetor que também contém o número de lados e o número de pontos (tamanho do lado) para cada lado. O número de características extraídas pode não ser o mesmo para diferentes tipos de polígonos, não obstante o número de características desejadas seja o mesmo (RODRIGUES, 2003.).

O número de características computado é sempre muito próximo do desejado e isto acontece devido à diferença na geometria e inclinação dos lados para os polígonos escolhidos. Esta diferença é sempre pequena e, portanto, não é relevante para o resultado

$$r = \frac{1}{2} \sqrt{h^2 + w^2} \quad (1)$$

$$R = \frac{r}{\cos\left(\frac{\pi}{n}\right)} \quad (2)$$

$$R = \frac{1}{2} \sqrt{h^2 + w^2} * \cos\left(\frac{\pi}{n}\right)^{-1} \quad (3)$$

$$s = \sqrt{h^2 + w^2} * \tan\left(\frac{\pi}{n}\right) \quad (4)$$

Onde,

r = raio do círculo circunscrito (metade da diagonal)

h = altura da imagem

w = comprimento da imagem

n = número de lados do polígono

R = raio do círculo circunscrito (em relação ao hexágono) – lado do hexágono

s = tamanho do lado do hexágono.

Segundo (RODRIGUES, 2003.), o método apresenta melhores resultados quando o polígono de referência possui número par e não muito grande de lados. Razão pela qual optou-se por concentrar nos estudos poligonais do quadrado (figura 5), do quadrado rotacionado (figura 6) e do hexágono (figura 7).

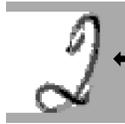


Figura 5: Projeção para o quadrado



Figura 6: Projeção para o quadrado rotacionado – 45°



Figura 7: Projeção para o hexágono

Também foi avaliada a extração de características pela matriz de bits. Os bits brancos foram marcados com o algarismo 0 (zero) e os bits pretos com o algarismo 1 (um) na construção de um vetor com 256 posições (figura 8).

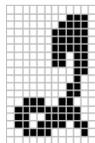


Figura 8: Mapa de Bits (16 x 16 pixels)

Os vetores de características foram gerados através de um programa especialmente desenvolvido para ler uma imagem bitmap e produzir os valores para todos os tipos de polígonos, assim como para diversos tamanhos dos respectivos lados.

A formatação do arquivo de saída gerado pelo processo de extração de características segue o padrão ASCII e tem um registro para cada caractere utilizado. O layout do arquivo produzido é mostrado na figura 9.



Figura 9: Detalhe de uma linha do arquivo de características

Uma observação importante é quanto à dimensão dos vetores de características, pois quando o tamanho do vetor de

características for dividido pelo número de lados de um polígono, e esta divisão não der um valor exato, o tamanho real do vetor é aumentado para o valor do inteiro mais próximo. Por exemplo, para o hexágono, a divisão 256 (tamanho do vetor) por 6 (número de lados) é igual a 42,666 (não é exato), sendo assim, o valor acima mais próximo é o 43, então o vetor de características fica com 258 (43*6=258). Esta diferença é muito pequena e não interfere no resultado final.

2.6 Reconhecimento dos caracteres

É o módulo responsável por reconhecer cada caractere que compõe a placa, através das informações disponibilizadas pelo módulo de extração das características. Neste estudo o reconhecimento é realizado através da técnica de redes neurais.

Para o processo de reconhecimento, duas configurações distintas de redes neurais foram utilizadas, uma para as letras e outra para os dígitos. Os três primeiros dados da placa vão para o módulo de reconhecimento de letras e os quatro restantes para o de dígitos. Ambas são do tipo “*Feedforward Multi-Layer Perceptron*” (BISHOP, 1995.) e (HAYKIN, 1999.) treinadas com o algoritmo “*backpropagation*”.

O software utilizado para a simulação foi o MatLab versão 6.0. A função de ativação utiliza um somatório simples das entradas ajustadas pelos seus respectivos pesos. Como função de propagação utilizou-se a função logística sigmoideal (“*logsig*” no matlab), tanto na camada escondida quanto na camada de saída. O treinamento da rede foi realizado usando a opção “*traingdx*”, com momento e taxa de aprendizado adaptável.

As redes operam com uma entrada de dimensão alfa (tamanho do vetor de características). A camada oculta, é composta por beta neurônios, onde beta é igual à média aritmética da entrada com a saída. A saída é composta por um vetor ortogonal de 10 neurônios, no caso da rede de dígitos, e por 26 neurônios, na rede de letras (tabelas 1 e 2) e foi selecionada de acordo com a estratégia “The Winner Takes All”.

Tabela 1 – Codificação da saída dos dígitos

Dígitos	Saída
0	1000000000
1	0100000000
2	0010000000
...	...
9	0000000001

Tabela 2 – Codificação da saída das letras

Letras	Saída
A	10000000000000000000000000000000
B	01000000000000000000000000000000
C	00100000000000000000000000000000
...	...
Z	00000000000000000000000000000001

A entrada da rede para cada placa é composta por uma matriz de tamanho $\lambda \times 7$, onde o tamanho de λ depende do número de características extraídas.

2.6.1 Pré-Processamento

Do conjunto de placas disponíveis para estudo, gerou-se duas bases de dados, uma contendo as letras e outra contendo os dígitos (que apresentavam uma forma considerada razoavelmente definida).

Letras e dígitos que sofreram muita distorção no processo de segmentação foram eliminados e o conjunto final ficou com a seguinte distribuição:

Tabela 3 - Distribuição das letras em cada classe

Letras	%
A	7,51
B	4,24
C	9,64
D	2,80
E	2,22
F	2,74
G	3,52
H	3,12
I	3,46
J	4,07
K	7,94
L	18,79
M	3,61
N	5,28
O	2,97
P	1,99
Q	0,92
R	2,05
S	1,93
T	1,24
U	2,14
V	2,22
W	0,20
X	1,93
Y	1,85
Z	1,59
Total	100,00

Tabela 4 – Distribuição dos dígitos em cada classe

Dígitos	%
0	6,61
1	8,07
2	12,91
3	11,39
4	11,22
5	12,80
6	11,81
7	11,61
8	5,37
9	8,21
Total	100,00

Pode-se verificar que a frequência de distribuição das letras não é homogênea, havendo uma incidência maior das letras “A”, “C”, “K” e “L” e muito menor das letras “Q”, “T” e “W”. Já no conjunto de dígitos, apenas “0”, “1”, “8” e “9” foram os que apresentaram menor quantidade.

Os conjuntos de dados (letras e dígitos) foram divididos em dois subconjuntos distintos: um para treinamento com 80% das amostras e outro para teste com os 20% restantes, conforme é recomendado em (Duda & Hart, 1973.). Todas as informações da entrada (treinamento e teste) foram normalizadas por um fator, onde este fator representa a distância entre os lados opostos do polígono usado. A finalidade da utilização deste fator é colocar todos os valores de entrada da rede dentro do intervalo compreendido entre 0 e 1. As figuras 10 e 11 apresentam como este fator é extraído para o caso do quadrado e do hexágono, respectivamente.

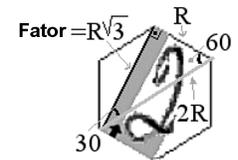
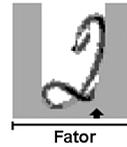


Figura 10: Representação do fator de normalização para o quadrado **Figura 11: Representação do fator de normalização para o hexágono**

Um outro procedimento adotado para a preparação dos conjuntos de dados foi à eliminação de todas as linhas com variância zero. Este procedimento bem simples elimina algumas variáveis do espaço de entrada, e desta forma, reduz a sua dimensionalidade. Posteriormente, aplicou-se a técnica de PCA (Análise dos Componentes Principais), onde foram retiradas as linhas que não tinham grande representatividade nos conjuntos. Os resultados estão apresentados na tabela 5.

Tabela 5 – Redução da entrada dos dados

Método	Tipo	1	2	3
Hexágono 128	Dígitos	138	137	89
	Letras	138	136	84
Hexágono 256	Dígitos	258	251	95
	Letras	258	251	80
Quad Rot 128	Dígitos	256	204	97
	Letras	256	221	89
Quadrado 128	Dígitos	128	94	64
	Letras	128	106	65
Quadrado 256	Dígitos	256	192	70
	Letras	256	206	68

Legenda:

- 1: dados originais;
- 2: redução dos dados originais pela eliminação das variáveis com variância zero;
- 3: aplicação PCA nos dados resultantes da variância zero.

Pode-se verificar que a utilização da técnica de PCA reduz em muito a dimensão da entrada da rede, diminuindo consideravelmente a sua complexidade e o tempo de treinamento.

3 RESULTADOS

Para o treinamento das redes neurais, diversas topologias foram testadas. Os testes foram realizados nos dados que sofreram uma redução da dimensão da entrada através da aplicação do PCA (tabela 6).

Tabela 6 – Resultados atingidos com PCA

Método	Tipo	% Acerto Teste	Nr Ciclos Treinamento	Rede
Hexágono 128	Dígitos	93,70	925	89-49-10
	Letras	84,64	2000	84-55-26
Hexágono 256	Dígitos	94,84	1000	95-52-10
	Letras	87,39	2000	80-53-26
Quad Rot 128	Dígitos	92,20	533	97-53-10
	Letras	49,27	1000	89-57-26
Quadrado 128	Dígitos	95,13	2000	64-37-10
	Letras	88,19	1834	64-45-26
Quadrado 256	Dígitos	95,57	3000	70-40-10
	Letras	87,67	2000	68-47-26

Para verificar a estabilidade dos modelos e suas respectivas margens de tolerância, fez-se uma bateria de vinte

experimentos para cada configuração. Na tabela 7, são apresentados os melhores resultados deste experimento.

Tabela 7 – Resultados bateria de teste

Método	Tipo	% Acerto Teste	Nr Ciclos Treinamento	Rede
Hexágono 128	Dígitos	93,98	1140	89-49-10
	Letras	85,49	2000	84-55-26
Hexágono 256	Dígitos	95,55	974	95-52-10
	Letras	88,43	2000	80-53-26
Quad Rot 128	Dígitos	92,60	404	97-53-10
	Letras	49,76	2000	89-57-26
Quadrado 128	Dígitos	96,13	1033	64-37-10
	Letras	88,63	674	64-45-26
Quadrado 256	Dígitos	95,57	1145	70-40-10
	Letras	88,89	3000	68-47-26

Analisando a matriz de confusão do melhor resultado dos dígitos foi possível observar que das confusões ocorridas, a mais elevada foi entre os dígitos “0” e “8”. Para tentar resolver este problema e os que também ocorreram em (GUINGO, RODRIGUES & THOMÉ, 2002.), foi criada uma rede somente para a diferenciação de “0” e “8”. Foi escolhido como método de extração de características o mapa de bits 256, tendo em vista que neste método o traço central do dígito “8” é computado no vetor de características e no caso do dígito “0” tal traço não existe, fazendo assim uma diferenciação que no método do quadrado não é feita. Foi realizada uma bateria de vinte treinamentos, onde o melhor resultado está representado na tabela 8.

Tabela 8 – Resultados mapa de bits 256 (0 e 8)

Método	% Acerto Teste	Nr Ciclos Trein	Rede
Mapa de Bits 256 (0 e 8)	99,12	106	60-31-2

Como o resultado da rede que trata apenas a diferenciação entre “0” e “8” obteve um bom resultado, foi então implementada uma nova rede, onde os dígitos “1”, “2”, “3”, “4”, “5”, “6”, “7” e “9” são discriminados através de uma rede que faz uso do método do quadrado 128 e uma segunda rede para realizar o reconhecimento dos dígitos “0” e “8”. O modelo usado nessa estratégia está representado na figura 12. O resultado obtido por esta estratégia foi de 96,98% de acerto.

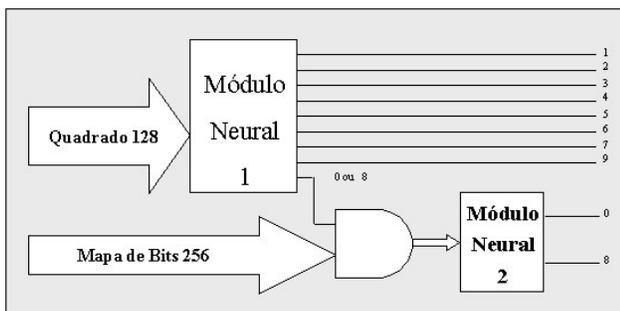


Figura 12: Estratégia com dois módulos neurais – Dígitos

Nas letras, através da análise da matriz de confusão do melhor resultado obtido (quadrado 256) foi observado que as confusões mais frequentes ocorreram entre (“B” e “D”), (“B” e “O”), (“D” e “O”), (“G” e “B”), (“T” e “L”), (“J” e “I”), (“T” e “I”) e (“Y” e “V”).

Na tentativa de acabar ou diminuir com as confusões ocorridas, duas novas abordagens foram testadas. Todas as redes tiveram

20 treinamentos distintos e os melhores resultados são apresentados na tabela 9.

Tabela 9 – Resultados novas abordagens nas letras

Método	% Acerto Teste	Nr Ciclos Trein	Rede
Mapa de Bits 256	91,00	1459	83-54-26
Quadrado 128 – medidas internas	42,20	2000	18-22-26

4 CONCLUSÃO

O processo de segmentação obteve 87,16% de acerto, considerando os sete caracteres de cada placa. Desempenho este, ainda um pouco longe do esperado, reflexo da grande diversidade do processo de captura das fotos pelos vários “pardais” fixos e móveis, utilizados pela CET-RIO. O grande problema enfrentado ocorre quando a imagem capturada do veículo é originária de uma pista de três vias, pois à distância do “pardal” até o veículo é muito grande, ocasionando uma degradação na qualidade da imagem. Outro fator importante, que tem grande influência na segmentação é o ângulo existente entre o “pardal” e o eixo de deslocamento do veículo, pois quanto maior for este ângulo, mais inclinado estará a foto capturada, e maior será o tratamento dedicado a esta imagem.

Na extração das características, foram utilizados os métodos poligonais do quadrado 128 e 256, o hexágono 128 e 256, o quadrado rotacionado 128 e o método do mapa de bits 256. O método que proporcionou o melhor desempenho para o reconhecimento, foi o do quadrado 128 combinado com o mapa de bits 256 para os dígitos e o mapa de bits 256 para as letras. A aplicação da técnica de PCA nos dados de entrada da rede, além de reduzir a dimensionalidade do vetor de características, ainda trouxe resultados melhores que os apresentados quando da utilização do vetor em sua forma original.

No reconhecimento dos dígitos fez-se uso de duas redes neurais, a primeira empregou o método poligonal do quadrado 128 para a extração de características e fazia o reconhecimento dos dígitos “1”, “2”, “3”, “4”, “5”, “6”, “7” e “9” a outra rede, fez uso do mapa de bits 256 para reconhecer somente os dígitos “0” e “8”. A taxa de reconhecimento dos dígitos foi de 96,98%. Para as letras, foi utilizada uma única rede, com o método do mapa de bits 256 para a extração de características e sua taxa de acerto foi de 91,00%. Foram detectadas algumas confusões mais frequentes que ocorreram entre “8” e “0” para a rede de dígitos e “B” e “D”, “B” e “O”, “D” e “O”, “G” e “B”, “I” e “L”, “J” e “I”, “T” e “I” e “Y” e “V” para a rede de letras. Isso ocorre devido o exterior desses caracteres, seguindo a fonte utilizada na fabricação das placas, ter um desenho muito semelhante. Um aspecto muito importante que deve ser destacado é a pouca representatividade no conjunto de treinamento das letras “W”, “Q” e “T”, pois para estas letras o treinamento não surte o efeito esperado, tendo como consequência o erro desses padrões, causando uma queda no percentual de acerto da rede. A pequena quantidade dessas letras deve-se ao fato de que o banco de dados é constituído basicamente por veículos com placas da cidade do Rio de Janeiro, onde a incidência dessas letras na composição dos caracteres da placa é ínfima.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

Bishop, C. M. (1995). Neural Networks for Pattern Recognition, Oxford University Press.

- Duda, R. O; Hart, P. E. (1973). Pattern Classification and Scene Analysis, John Wiley & Sons.
- Haykin, S. (1999). Neural Networks: A Comprehensive Foundation, Prentice Hall.
- Justiça, M. D. (2001). Código de Trânsito Brasileiro, <http://www.mj.gov.br/contran>
- Gonzales, R. C. and Thomason, M. G. (1978). Syntatic Pattern Recognition: An Introduction, Addison-Wesley Publishing Company, Inc.
- Guingo, B. C.; Rodrigues, R. J. and Thomé, A. C. G. (2002). Automatic Identification for Automotives Vehicles Plates. 3rd WSEAS - Conference on Neural Networks and Applications NNA'02, Fuzzy Sets and Fuzzy Systems FSFS'02, Evolutionary Computation EC'02, Interlaken - Switzerland.
- Guingo, B. C.; Rodrigues, R. J. and Thomé, A. C. G. (2002). Reconhecimento Automático de Placas de Veículos Automotores através de Redes Neurais Artificiais. 2^o Congresso Brasileiro de Computação, Itajaí-SC.
- Guingo, B. C.; Rodrigues, R. J. and Thomé, A. C. G. (2002). Técnicas de Segmentação de Imagens, Extração de Características e Reconhecimento de Caracteres de Placas de Veículos. 7^o Simpósio de Informática e 2^a Mostra Regional de Software Acadêmico, PUCRS - Uruguaiana-RS.
- Rodrigues, R. J. (2003). Segmentação e extração de características para reconhecimento automático de caracteres – Estudo e propostas, Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Técnicas de Segmentação de Imagens, Extração de Características e Reconhecimento de Caracteres de Placas de Veículos

Bruno Clemente Guingo¹

Roberto José Rodrigues²

Antonio Carlos Gay Thomé³

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Área de Ensino e Pesquisa, NCE/IM,

Cidade Universitária - Ilha do Fundão, Caixa Postal 2324 - CEP: 20001-970 - Rio de Janeiro-RJ

BRASIL

bruno.guingo@ufrj.br¹, rjr@nce.ufrj.br², thome@nce.ufrj.br³

Resumo — *Este artigo apresenta a avaliação da técnica utilizada na segmentação dos caracteres, os métodos usados para a extração de características e o reconhecimento dos caracteres das placas dos veículos, que está baseado em um time de redes neural.*

Palavras Chave — reconhecimento de placas, segmentação de caracteres, extração de características, redes neurais.

I. INTRODUÇÃO

Recentemente, com o grande aumento do número de veículos nos grandes centros, surgiu à necessidade da engenharia de tráfego em conseguir informações rápidas e precisas no que diz respeito ao reconhecimento de placas dos automóveis, pois através dele é possível aumentar a eficiência do controle e da monitoração do tráfego, bem como baixar os custos de operação. Desta forma, vários são os grupos de pesquisa [11 e 12] hoje dedicados ao estudo deste assunto, pois trata-se de uma aplicação de elevado interesse econômico, estratégico e de segurança.

Entretanto, não só a engenharia de tráfego pode fazer uso de tal informação, ela também pode ser disponibilizada para outras áreas de aplicação, como estacionamentos de grande rotatividade, órgãos fiscalizadores de trânsito, condomínios residenciais, concessionárias das rodovias privatizadas e qualquer outro setor que possa utilizá-la.

Pela grandeza da utilização de sua aplicação, pesquisar uma solução para este problema torna-se muito importante, pois pode-se automatizar todo o trabalho que nos dias atuais, ainda é feito manualmente.

Embora a placa seja constituída de caracteres impressos com formas bem definidas, o que pode induzir o pensamento de que um sistema de OCR convencional pode facilmente resolver o problema, a realidade mostra o contrário. O reconhecimento da licença de veículo apresenta características

próprias advindas, por exemplo, de efeitos como velocidade de deslocamento do veículo, ângulo de tomada da imagem, distância e qualidade técnica do equipamento de captura, luminosidade natural, sombra, reflexo, diferenças de padrão, estado da placa e outros, que tornam o problema muito mais complexo e difícil de ser tratado.

Esta pesquisa ainda encontra-se em andamento, sendo apresentado aqui alguns resultados parciais, porém apesar de serem considerados “bons”, ainda não são conclusivos.

II. CONJUNTO DE DADOS

As imagens que compõem a base de dados montada para esta pesquisa são coloridas, têm uma resolução de 1536x1024 pixels e são provenientes de fotos capturadas pelos “pardais” (câmeras fotográficas) instalados em diversas vias da cidade do Rio de Janeiro. A Companhia de Engenharia de Tráfego do Município do Rio de Janeiro (CET-RIO), órgão responsável pela fiscalização de trânsito, nos forneceu um conjunto de 2.986 (duas mil e novecentos e oitenta e seis) imagens digitais de veículos. Estas imagens são oriundas de veículos que cometeram infração por excesso de velocidade e/ou avanço de sinal.

Para o presente estudo foram selecionadas 2.395 (duas mil e trezentos e noventa e cinco) imagens. Esta diferença em relação ao conjunto original deve-se basicamente ao fato de existirem imagens de veículos sem placa e imagens sem veículo.

Um aspecto muito importante e de grande relevância para este estudo, foi o uso de fotos obtidas em condições reais, uma vez que o principal objetivo é lidar com problemas concretos, tais como: neblina, chuva, luminosidade, qualidade do equipamento de captura, ângulos, distâncias e velocidades diferentes dos veículos no momento da obtenção das imagens e a diversidade dos tipos de veículo e de placas.

Para suportar o estudo foi desenvolvido um programa para a extração manual de regiões que contém a placa, uma vez que a extração automática ainda é objeto de pesquisa do grupo. Este programa recebe como entrada a foto original e manualmente, é feito o recorte da região da placa, que é guardada em um novo arquivo. Foi criado assim um novo conjunto, composto apenas de imagens de placa, com tamanho médio de 67,7x31,7 pixels.

III. SEGMENTAÇÃO DOS CARACTERES

A segmentação consiste em realizar a separação de cada um dos caracteres da placa, criando sete recortes, cada um com a imagem de um caractere da placa, conforme mostra a Fig.1. A metodologia de segmentação utilizada neste estudo está descrita em [3].

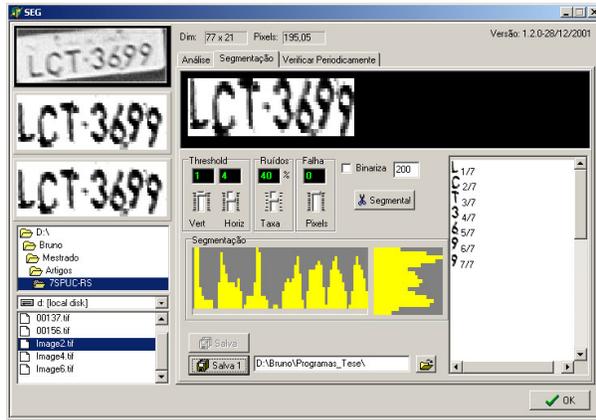


Fig. 1. Segmentação dos caracteres da placa.

O percentual de segmentação correta da placa em sete caracteres distintos foi de 87,16% em relação a todo conjunto de dados. Vale ressaltar que várias das imagens apresentam problemas (completamente escuras, placa em má estado, placa encoberta) alguns inclusive que impossibilitam a própria leitura humana. O tamanho médio dos caracteres segmentados é de 8,7x15,6 pixels.

Pode ser visto nas Fig.2 e 3 a seguir, um exemplo com a imagem inicial (entrada) e a imagem segmentada (saída) de uma placa.



Fig.2: Imagem inicial

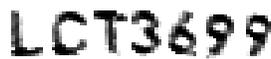


Fig.3: Imagem segmentada

IV. EXTRAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS

São extraídas características de cada imagem segmentada, de forma a compor uma assinatura para cada caractere. A extração é feita por uma técnica desenvolvida pelo grupo [2 e 10], que é derivada dos algoritmos de detecção de contorno e encontra-se descrita em [4] e [5]. A técnica é baseada na projeção do contorno da imagem sobre os lados de um

polígono regular, posicionado em torno de cada caractere. O polígono circundante pode ser de qualquer número de lados, a partir de 3 (triângulo) até infinitos lados (círculo). O vetor de características é formado pelas distâncias perpendiculares tomadas a partir de cada lado do polígono até o contorno da imagem. O desempenho da técnica foi avaliado através do estudo dos polígonos com 4 e 6 lados, conforme mostrado na Fig.4 abaixo:

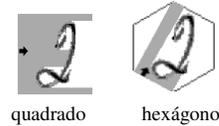


Fig.4: Métodos de extração de características

Neste trabalho, foram utilizados os métodos acima referenciados e ainda, em função das confusões no reconhecimento entre letras e números apresentados em [1 e 13], foi desenvolvido um novo método de extração de características. Analisando o método do quadrado que considera as projeções apenas em quatro sentidos e o método do hexágono que considera a projeção em seis sentidos, constatou-se, experimentalmente, que o primeiro mostrou-se mais eficiente. A justificativa para este fato é que as projeções realizadas pelo método do quadrado varrem completamente e sem redundância todo o contorno do caractere. Já no caso do hexágono estas projeções perdem detalhes (o comprimento do lado é menor) e passam a incluir redundâncias desnecessárias.

Baseado nesta constatação foi acrescentado um melhoramento ao método de projeção poligonal, mais especificamente ao método do quadrado. Este melhoramento possibilitou a extração das características dos caracteres com a combinação do quadrado e o quadrado rotacionado de 45° de sua posição original. Desta forma tornou-se possível extrair detalhes dos caracteres que não eram possíveis de serem extraídos com o método convencional do quadrado.

A Fig.5 exemplifica as varreduras realizadas pela nova representação do método do quadrado. Com esta modificação o vetor de características passou a ser composto pelas características extraídas segundo o quadrado convencional concatenadas com as características extraídas segundo o quadrado rotacionado.



Fig.5: Sequência de procedimentos de projeção para o quadrado rotacionado

O tamanho adotado para o quadrado é de 32 ou 64 pixels para cada lado, o que totaliza um vetor de características com 128 ou 256 medidas de distância, respectivamente. Estes vetores foram gerados através de um programa especialmente desenvolvido para ler uma imagem bitmap e produzir os valores para todos os tipos de polígonos, assim como para diversos tamanhos dos respectivos lados (Fig.6).

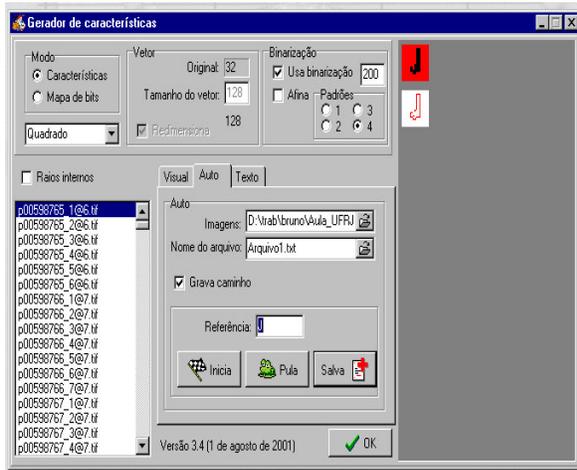


Fig.6: Programa extrator de características

Do conjunto de placas disponíveis para estudo, gerou-se uma base de dados somente com letras e dígitos numéricos, que apresentavam uma forma razoavelmente bem definida. Letras e dígitos que sofreram muita distorção no processo de segmentação foram eliminados e o conjunto final ficou com a seguinte distribuição:

TABELA I
DISTRIBUIÇÃO DAS LETRAS

Letras	Total	Trein	Teste
A	260	208	52
B	147	118	29
C	334	267	67
D	97	78	19
E	77	62	15
F	95	76	19
G	122	98	24
H	108	86	22
I	120	96	24
J	141	113	28
K	275	220	55
L	651	521	130
M	125	100	25
N	183	146	37
O	103	82	21
P	69	55	14
Q	32	26	6
R	71	57	14
S	67	54	13
T	43	34	9
U	74	59	15
V	77	62	15
W	7	6	1
X	67	54	13
Y	64	51	13
Z	55	44	11
Total	3464	2771	693

TABELA II
DISTRIBUIÇÃO DOS DÍGITOS

Dígitos	Total	Trein	Teste
0	235	188	47
1	287	230	57
2	459	367	92
3	405	324	81
4	399	319	80
5	455	364	91
6	420	336	84
7	413	330	83
8	191	153	38
9	292	234	58
Total	3556	2845	711

Pode-se verificar que a frequência de distribuição das letras não é homogênea, havendo uma incidência maior das letras “A”, “C”, “K” e “L” e muito menor das letras “Q”, “T” e “W”. Já no conjunto de dígitos, apenas “0”, “1”, “8” e “9” ficaram com uma menor representação.

V. RECONHECIMENTO DOS CARACTERES

O reconhecimento dos caracteres visa classificar cada um dos caracteres da placa a partir das informações geradas pela extração de características. Para a execução desta tarefa foi utilizada a técnica de redes neurais artificiais, onde foram empregadas duas redes neurais, uma para o reconhecimento das letras e outra para os dígitos. Ambas são do tipo “*Feed-forward Multi-Layer Perceptron*” [6] e [7], treinadas com o algoritmo “*backpropagation*”. O software utilizado foi o MatLab versão 6.0 [8]. A função de ativação utiliza um somatório simples das entradas ajustadas pelos seus respectivos pesos. Como função de propagação utilizou-se a função logística sigmoideal (“*logsig*” no matlab) tanto na camada escondida quanto na camada de saída. O treinamento da rede foi realizado usando a opção “*traindx*”, com momento e taxa de aprendizado adaptáveis.

Ambas redes operam com uma entrada de dimensão α (tamanho do vetor de características obtido pelo método do quadrado ou hexágono). A camada oculta, é composta por β neurônios, onde β é igual à média aritmética da entrada com a saída. A saída é composta por 10 neurônios, no caso da rede especializada no reconhecimento de dígitos numéricos, e por 26 neurônios na rede especializada em letras.

A entrada da rede para cada placa é composta por uma matriz de tamanho 128×7 ou 256×7 , dependendo do método utilizado. Os três primeiros vetores são dirigidos para a rede de letras e os quatro restantes para a rede de dígitos. A saída para cada caractere foi configurada como um vetor ortogonal de dimensão 10 para os dígitos e 26 para as letras.[tabela III e IV].

A saída da rede neural foi selecionada de acordo com a estratégia “*The Winner Takes All*”, onde o maior valor entre todas as saídas foi alterado para um (1) e o restante foi alterado para zero (0). Dessa forma tem-se índice zero (0) de rejeição.

Na tabela VIII, são apresentados os melhores resultados deste experimento.

TABELA VIII
MELHORES RESULTADOS

Método	Tipo	Rede PCA	Ciclos	Acerto	Erro
Hexágono 128	Dígitos	89-49-10	1140	93,98	6,02
	Letras	84-55-26	2000	85,49	14,51
Hexágono 256	Dígitos	95-52-10	974	95,55	4,45
	Letras	80-53-26	2000	88,43	11,57
Quad Rot 128	Dígitos	97-53-10	404	92,60	7,80
	Letras	89-57-26	2000	49,76	50,24
Quadrado 128	Dígitos	64-37-10	1033	96,13	3,87
	Letras	65-45-26	674	88,63	11,37
Quadrado 256	Dígitos	70-40-26	1145	95,57	4,43
	Letras	68-47-26	3000	88,89	11,11

VI. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos mostraram-se bastante expressivos, apesar de serem ainda preliminares, pois a pesquisa se encontra praticamente no início.

Na segmentação o resultado foi de 87,16 % de acerto, considerando os sete caracteres de cada placa. Desempenho este, ainda um pouco longe do esperado, reflexo da grande diversidade do processo de captura das fotos pelos vários “pardais” fixos e móveis, utilizados pela CET-RIO. O grande problema enfrentado ocorre quando a imagem capturada do veículo é originária de uma pista de três vias, pois a distância do “pardal” até o veículo é muito grande, ocasionando uma degradação na qualidade da imagem. Outro fator importante, que tem grande influência na segmentação é o ângulo existente entre o “pardal” e o eixo de deslocamento do veículo, pois quanto maior for este ângulo, mais inclinada estará a foto capturada, e maior será o tratamento dedicado a esta imagem.

Na extração das características, o método que proporcionou o melhor desempenho no reconhecimento, foi o do “quadrado 128” para os dígitos e “quadrado 256” para as letras. Entretanto, observando o resultado das letras, verifica-se que os resultados tanto com o “quadrado 128” quanto com o “quadrado 256” são bem próximos. Sendo assim, em virtude da redução da dimensionalidade da entrada, é melhor fazer uso do “quadrado 128”.

No reconhecimento, a taxa de acerto das letras foi de 88,89% e dos dígitos 96,13%. Foram detectadas algumas confusões mais frequentes que ocorreram entre (“B” e “D”), (“B” e “O”), (“D” e “O”), (“G” e “B”), (“I” e “L”), (“J” e “I”), (“T” e “I”) e (“Y” e “V”), para a rede de letras e entre (“8” e “0”) na rede de dígitos. Isso acontece porque o exterior desses caracteres, seguindo a fonte utilizada na fabricação das placas, tem um desenho muito semelhante. Estão sendo estudadas novas abordagens para tentar acabar ou diminuir as confusões mais comuns observadas. Um aspecto muito importante que deve ser destacado é a pouca representatividade no conjunto de treinamento das letras “W” (seis amostras), “Q” (vinte e seis amostras) e “T” (trinta e quatro amos-

tras), pois para estas letras o treinamento não surte o efeito, tendo como conseqüência o erro desses padrões, causando uma queda no percentual de acerto da rede. A pequena quantidade dessas letras deve-se ao fato que o banco de dados é constituído basicamente por veículos com placas da cidade do Rio de Janeiro, onde a incidência dessas letras na composição dos caracteres da placa é ínfima. Uma solução para este problema é aumentar as amostras dessas letras para que o treinamento possa “aprender” os seus padrões e melhorar a taxa de reconhecimento da rede.

Abstract. — *This article presents the evaluation of the technique utilized in the segmentation of characters, methods used for the extraction of features and the recognition of characters in vehicles' license plates, that's based on a teams of neural networks.*

Keywords — recognition of plates, segmentation of characters, features extraction, networks neural.

REFERÊNCIAS

- [1] B. C. Guingo, R. J. Rodrigues, and A. C. G. Thomé. “Automatic Identification for Automotives Vehicles Plates”, 3rd WSEAS - Conference on Neural Networks and Applications NNA '02, Fuzzy Sets and Fuzzy Systems FSFS'02, Evolutionary Computation EC'02, Interlaken - Switzerland, February 2002.
- [2] E. Silva., R. J. Rodrigues, and A. C. G. Thomé. “Extração de Características para o Reconhecimento de Letras Manuscritas”, 5^o SBAl - Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente, Canela – RS, Novembro 2001.
- [3] R. J. Rodrigues, and A. C. G. Thomé. “Cursive character recognition - a character segmentation method using projection profile-based technique”, 4th World Multiconference on Systemics, Cybernetics and Informatics SCI 2000 and 6th International Conference on Information Systems, Analysis and Synthesis ISAS 2000, Orlando - USA, August 2000.
- [4] G. V. Kuppac; R. J. Rodrigues, and A. C. G. Thomé. “Extração de características para reconhecimento de dígitos cursivos”, 7th Brazilian Symposium on Neural Networks, Rio de Janeiro-RJ, November 2000.
- [5] G. V. Kuppac; R. J. Rodrigues, and A. C. G. Thomé. “Character Feature Extraction Using Polygonal Projection Sweep”, accepted for presentation at IWANN2001. Granada - Spain, June 2001.
- [6] Bishop, C. M.; Neural Networks for Pattern Recognition, Oxford University Press, 1995.
- [7] Haykin, S., Neural Networks: A Comprehensive Foundation, Prentice Hall, 1999.
- [8] Neural Network Toolbox 4.0 Release Notes, Chapter 32, Guide is. Matlab6.0
- [9] Duda, R. O; Hart, P. E. Pattern Classification and Scene Analysis, John Wiley & Sons, 1973.
- [10] R. J. Rodrigues, E. Silva and A. C. G. Thomé. Feature Extraction Using Contour Projection, accepted for presentation at SCI2001. Orlando - USA, July 2001.
- [11] Barroso, J.; Rafael, A.; Dagless, E. L. and Bulas-Cruz, J. *Number plate reading using computer vision*. <http://www.utad.pt/~jbarroso/html/isie97.htm> 29/05/2001.
- [12] Souza, F. P. C. and Susin, A. *SIIV – Um Sistema de Identificação Automática de Veículos*. CBA2000, Florianópolis-SC, Setembro de 2000.
- [13] B. C. Guingo, R. J. Rodrigues, and A. C. G. Thomé. “Reconhecimento Automático de Placas de Veículos Automotores através de Redes Neurais Artificiais”, 2^o Congresso Brasileiro de Computação, Itajaí-SC, Agosto de 2002.