

CAPÍTULO V

CONCLUSÕES, CONTRIBUIÇÕES DESTE TRABALHO E SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS

5.1 – Conclusões

O tema sobre compressão de imagens vem se desenvolvendo rapidamente devido às contribuições de pesquisadores em todo o mundo. Cada vez mais se busca melhorar a qualidade da imagem para altas taxas de compressão, e como consequência deste processo tem surgido vários algoritmos rápidos e eficientes.

O objetivo principal deste trabalho foi alcançado, pois através do método de algoritmo genético foi possível se obter uma tabela de quantização robusta com uma relação sinal ruído superior a todas as outras tabelas produzidas para imagens naturais e médicas. As dimensões das imagens naturais utilizadas neste trabalho são 256 x 256 pixels, com blocos de 8 x 8 pixels e para as imagens do olho humano de tamanho de 320 x 280 pixels também são utilizados blocos de 8 x 8 pixels.

Nos testes realizados neste trabalho utilizando-se as melhores tabelas de quantização produzidas pelo algoritmo genético, a qualidade das imagens naturais e as imagens do olho humano reconstruídas foram superiores às imagens obtidas com a tabela de quantização padrão JPEG. Isso ocorreu, principalmente pelo fato de que o método do algoritmo genético conseguiu extrair de acordo com a característica de cada imagem, os melhores coeficientes possíveis na formação da tabela de quantização.

Devido à estrutura do algoritmo genético ser bem flexível, foi possível modificar alguns parâmetros de entrada como: número de gerações e o número de cromossomos ou matrizes. O número de gerações controla a porcentagem da população que será substituída, significando que com valores altos a maior parte da população será substituída, porém não se pode aumentar indiscriminadamente este parâmetro para não ocorrer perda de estrutura com alta aptidão. No programa, concluiu-se que o aumento do número de gerações até 24 gerações, implicou em um incremento nas probabilidades de obtenção das matrizes mais aptas e, portanto pôde-se melhorar as características da tabela de quantização produzida.

O aumento do número de cromossomos influenciou no desempenho global e na eficiência dos algoritmos genéticos, de forma que ocorreu uma abrangência mais expressiva no domínio do problema, além de possibilitar a prevenção de convergências prematuras para soluções locais ao invés de globais, resultando em um aumento da SNR na maioria das imagens.

Na maioria das imagens do olho humano mesmo que a relação sinal ruído tenha convergido para um valor limite após um determinado número de gerações e do tamanho da população inicial escolhidos, ela ainda foi maior que a máxima SNR produzida até então, prova disso foi que em 16 das 20 imagens do olho humano testadas, aumentando-se o número de gerações de 10 para 15, 20 e 30 e o número de cromossomos de 8 para 16 e 24, a relação sinal ruído gerada pelo algoritmo genético também aumentou ficando acima da máxima SNR obtida em 10 gerações, ou seja, a variação positiva dos parâmetros iniciais em conjunto, aumentou a SNR para 80% das imagens analisadas, conforme mostrado no Capítulo 4 deste trabalho.

O programa desenvolvido neste trabalho mostrou que a contribuição de cada parte em menor ou maior nível produzindo imagens de alto grau de qualidade, dependeu das seguintes etapas:

1. Da escolha da população inicial definida por um conjunto de matrizes onde os coeficientes embora gerados aleatoriamente, foram ordenados em linhas e colunas, observando às características da tabela de quantização padrão JPEG tornando mais ágil a atuação dos operadores genéticos;
2. Da seleção natural pelo método da roleta, onde cada matriz foi representada proporcionalmente ao seu índice de aptidão na busca dos pares de matrizes para cruzamento;
3. Do operador *crossover* para uma taxa fixa e definida empiricamente dentro de um intervalo $[0,5 - 0,95]$ obteve-se um bom desempenho, sendo que para valores altos de px ($px \geq 0,95$) estruturas com boas aptidões foram retiradas muito rapidamente possibilitando perda de estrutura com alta aptidão; porém com valores baixos de px , ($px \leq 0,5$) o algoritmo tornou-se mais lento;
4. Da mesma forma, foi controlada a taxa de *mutação* (pm), dentro do intervalo $[0,01 - 0,1]$ evitando-se usar taxas maiores do que o máximo valor do intervalo para que o processo de busca não seja essencialmente aleatório;
5. Do critério de otimização da função de aptidão da população estabelecido pela análise da relação sinal ruído;
6. A comparação entre as matrizes - pais e as matrizes - filhas e finalmente o reordenamento da matriz resultante, produzindo uma tabela de quantização mais robusta.

Testes revelaram que um número maior de tabelas de quantização robustas produzidas pelo algoritmo genético originou-se das imagens do olho humano, em que para cada imagem produziu-se de três a nove tabelas de quantização com SNR maiores do que os da tabela padrão JPEG, mesmo tendo reduzido o número de gerações para 10.

Porém foi da imagem *bridge* (imagem natural) que resultou a melhor tabela de quantização gerada para as duas classes de imagens, pois o seu histograma revelou maior alargamento na escala dinâmica de níveis de cinza $[0, 255]$, significando maior contraste da imagem e sem descontinuidades nos níveis de cinza, refletindo em blocos com maiores diferenças entre os seus coeficientes comparados com os blocos das outras imagens, esta característica teve uma forte influencia no resultado final. Isto possibilita concluir que, se o bloco da imagem original tiver coeficientes com características de espalhamento maiores, a qualidade da imagem obtida por ela pelo processamento do algoritmo genético será superior à uma outra imagem em que os coeficientes estejam mais próximos entre si.

O histograma das imagens do olho humano também nos mostrou que com exceção das imagens 026, 284, 260 e 258, todas as outras imagens apresentavam descontinuidades.

Os testes realizados primeiramente em imagens naturais e depois em imagens do olho humano foram apropriados, comprovando que é possível extrair de uma única imagem a melhor tabela de quantização para qualquer outra imagem independentemente de sua classe.

A aplicação do método de algoritmos genéticos é eficiente em relação à tabela de quantização padrão JPEG, onde ele permitiu construir imagens recuperadas com qualidade superior as imagens obtidas utilizando a tabela de quantização padrão JPEG.

5.2 – Contribuições deste Trabalho

Ao comparar-se a imagem reconstruída com a original, verificou-se que as imagens recuperadas possuíram menos perdas visíveis para as duas classes de imagens apresentadas, é possível ainda estender esta análise para outras classes de imagens com bons resultados.

Em todos os casos o tempo de processamento do programa dependeu do número de gerações e do número de cromossomos escolhidos pelo usuário e o tempo aumentou com o aumento desses dois parâmetros no AG.

Com base nos resultados obtidos nesta dissertação recomenda-se utilizar a tabela de quantização 8 x 8 obtida pelo algoritmo genético para a imagem *bridge* nas imagens com níveis de cinza de 8 bits/pixel naturais e do olho humano cujo processo de compressão é baseado no padrão JPEG, pois ela apresentou os melhores resultados que a tabela padrão JPEG.

5.3 – Sugestões para Futuros Trabalhos

O algoritmo genético para um número maior ou igual a 20 imagens possibilita a existência de mais elementos para se trabalhar produzindo-se outros valores de relação sinal ruído ainda maiores do que os já obtidos.

Orienta-se ainda que se trabalhe com o número máximo de cromossomos igual a 16 ou 24 e número máximo de gerações igual a 30 devido a três motivos: 1º - acima destes parâmetros a relação sinal ruído se torna praticamente constante, ou seja, não se observa uma melhoria na qualidade da imagem além do que a já existente; 2º - valores mais altos do que estes vão demandar um tempo de processamento muito elevado; 3º - usando-se essas informações sugeridas a qualidade da imagem recuperada será melhor do que aquelas alcançadas até então utilizando os parâmetros testados pelo programa.

5.4 – Publicações em Congressos Científicos

Com este trabalho foram publicados três artigos científicos em Congressos Internacionais referentes à obtenção de uma tabela robusta de quantização utilizando-se o método de algoritmos genéticos.

1. Quantization Table using Genetic Algorithm - IASTED International Conference on Signal and Image Processing (ACIT-CIP 2005) – Novosibirski, Rússia, junho de 2005.
2. A model of Quantization Table for Medic Images using Genetic Algorithms – IASTED International Conference on Modelling and Simulation (MS 2005) – Cancun, México, maio de 2005.
3. Identification of the best Quantization Table using Genetic Algorithms – IEEE Pacific Rim Conference on Communications, Computers and Signal Processing (PacRim 2005) – Victoria, Canadá, agosto de 2005.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Neto, J. F. Compressão sem perdas de Imagens Digitais. Universidade de Tiradentes, CAMPUS II. Aracaju - SE.1999.
- [2] Gonzalez R. C. & Woods R. E. Processamento de Imagens Digitais. Editora Edgard Blücher LTDA. pp 218-258. 1992.
- [3] Batista L. V. Introdução a Teoria da Informação Notas de Aula. pp 3-42. 2005.
- [4] Wallace, G. The JPEG Still Picture Compression Standard, IEEE Transactions on Consumer Electronics, Maynard, Massachusetts, pp 1-16, dezembro. 1991.
- [5] Goldberg D. E. Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning, Addison Longman, Inc. 1989, University of Alabama, pp 1-87.
- [6] Salvador, O. Introdução a Algoritmos Genéticos. Curso de Ciências da Computação - Universidade Católica de Pelotas – RS. Brazil.
- [7] Sherlock B. G.; Nagpal A. & Monro D. M. A Model for JPEG Quantization. International Symposium on Speech, Image Processing and Neural Networks, 13-16 de abril. 1994. Hong Kong.
- [8] Fan Z. & Queiroz R. L. Identification of Bitmap Compression History: JPEG Detection and Quantizer Estimation. IEEE Transactions on Image Processing, vol. 12. nº 2, fevereiro. 2003.
- [9] Fan Z. & Queiroz R. L. Maximum Likelihood Estimation of JPEG Quantization Table in the Identification of Bitmap Compression History, 800 Phillips Road, Webster, NY 14580.
- [10] Chang L.W.; Wang C.Y & Lee S.M., Designing JPEG Quantization Tables Based on Human Visual System, Department of Computer Science. National Tsing Hua University, Hsinchu 300, Taiwan, 1999.

- [11] Kam R. A. V.; Wong P. W. & Gray R. M. JPEG Compliant Percentual Coding for a Grayscale Image Printing Pipeline. IEEE Transactions on Image Processing, vol. 8, n° 1, janeiro. 1999.
- [12] Fabregas C. S. & Trip P. N. Ultrasound Image Coding using Shape-Adaptative DCT and Adaptative Quantization. Signal Processing Laboratory. Swiss Federal Institute of Technology CH-1015 Lausanne, Switzerland.

ANEXO

A.1 - Imagens de saída

São mostradas 5 imagens naturais e 5 imagens do olho humano com níveis de cinza e dimensões 256 x 256 pixels e 320 x 280 pixels respectivamente como resposta do programa. As imagens obtidas pelo algoritmo genético permitiram comparar visualmente a imagem original e a recuperada utilizando a tabela do algoritmo genético e a tabela padrão JPEG. Os parâmetros de saída do programa são:

1. Imagem original – imagem de entrada definida pelo usuário;
2. Recuperada pelo algoritmo – imagem recuperada obtida pela melhor tabela de quantização gerada pelo algoritmo genético;
3. Recuperada padrão – imagem obtida pela tabela de quantização padrão JPEG;
4. Erro do algoritmo – imagem erro, calculada pela diferença entre os coeficientes da imagem original e a imagem recuperada pelo algoritmo genético;
5. Erro padrão – imagem erro, calculada pela diferença entre os coeficientes da imagem original e a imagem recuperada utilizando-se a tabela padrão JPEG, e;
6. SNR – gráfico da comparação entre a relação sinal ruído obtida com a tabela padrão e a SNR obtida pela tabela gerada por algoritmo genético.

A.2 - Figuras

As Figuras A1 a A10 mostram os parâmetros de saída para as 5 imagens naturais e as 5 imagens do olho humano.

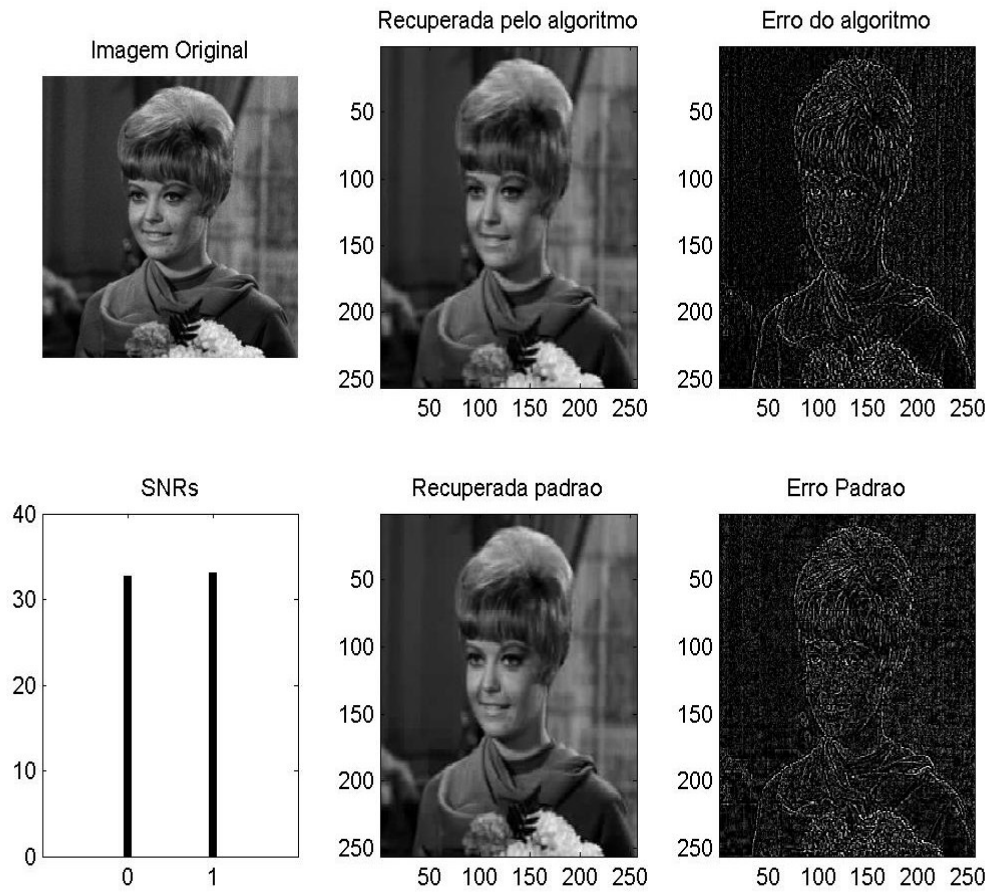


Figura A.1 – Comparação entre a imagem original e a imagem recuperada utilizando a tabela obtida pelo AG e a tabela padrão JPEG considerando o número de cromossomos igual a 8 e 5 gerações para a imagem agirl.

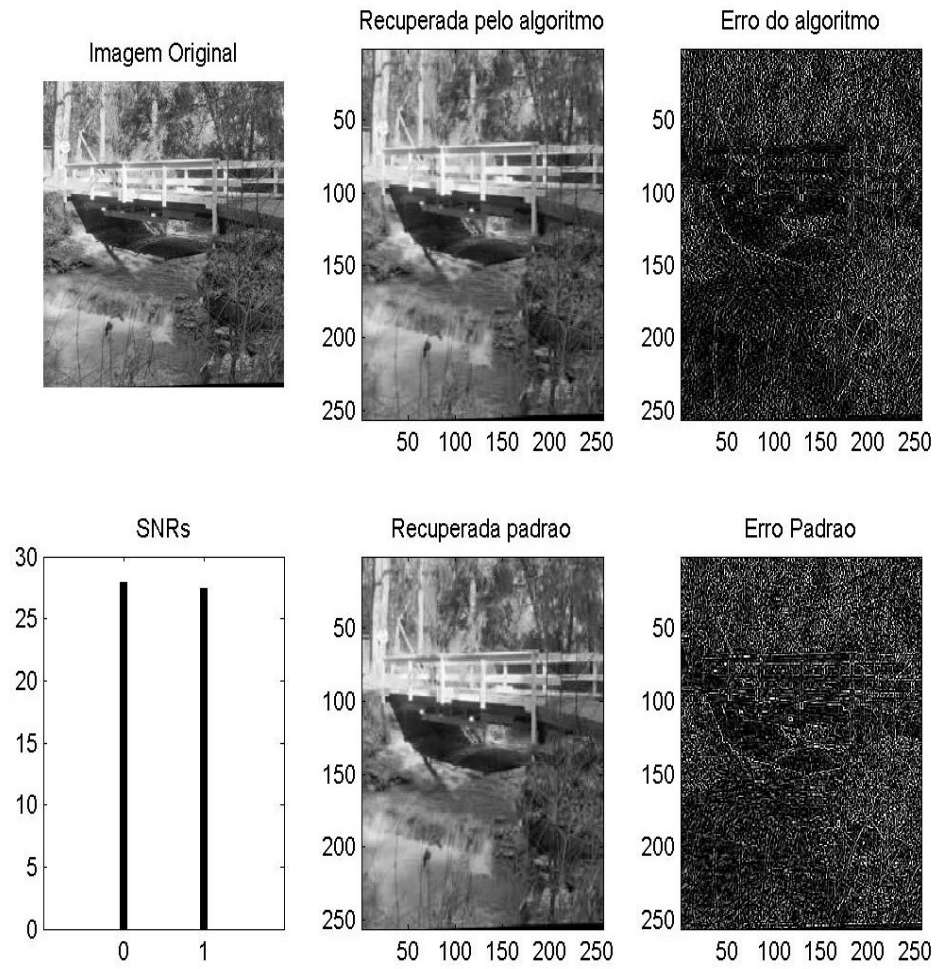


Figura A.2 – Comparação entre a imagem original e a imagem recuperada utilizando a tabela produzida pelo AG e a tabela padrão JPEG considerando o número de cromossomos igual a 8 e 8 gerações para a imagem bridge.

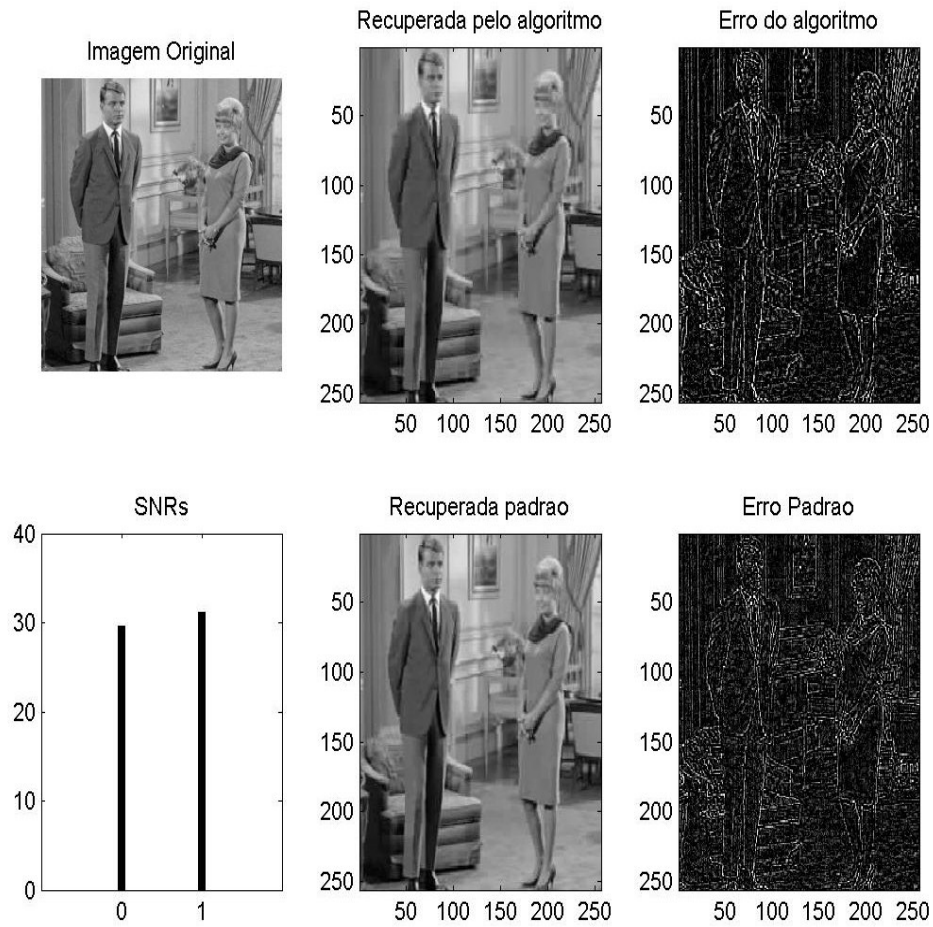


Figura A.3 – Comparação entre a imagem original e a imagem recuperada utilizando a tabela produzida pelo AG e a tabela padrão considerando o número de cromossomos igual a 8 e 3 gerações para a imagem couple.

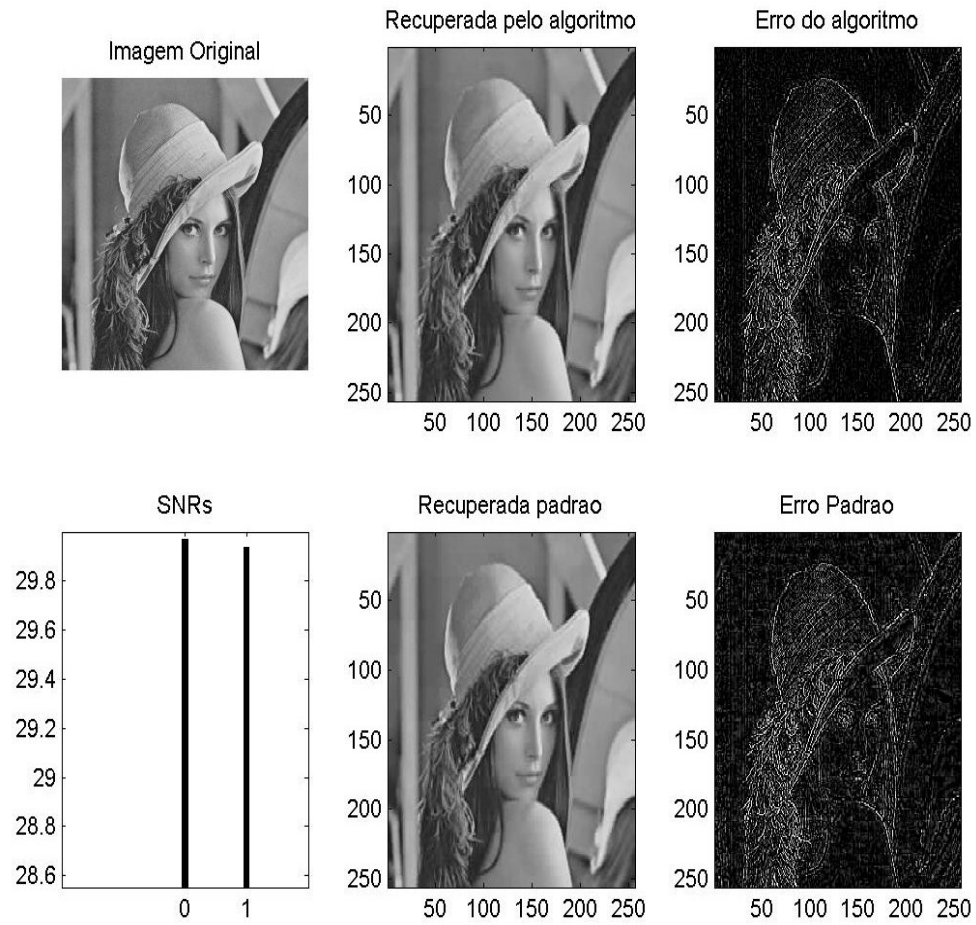


Figura A.4 – Comparação entre a imagem original e a imagem recuperada utilizando a tabela produzida pelo AG e a tabela padrão considerando o número de cromossomos igual a 16 e 3 gerações para a imagem lena.

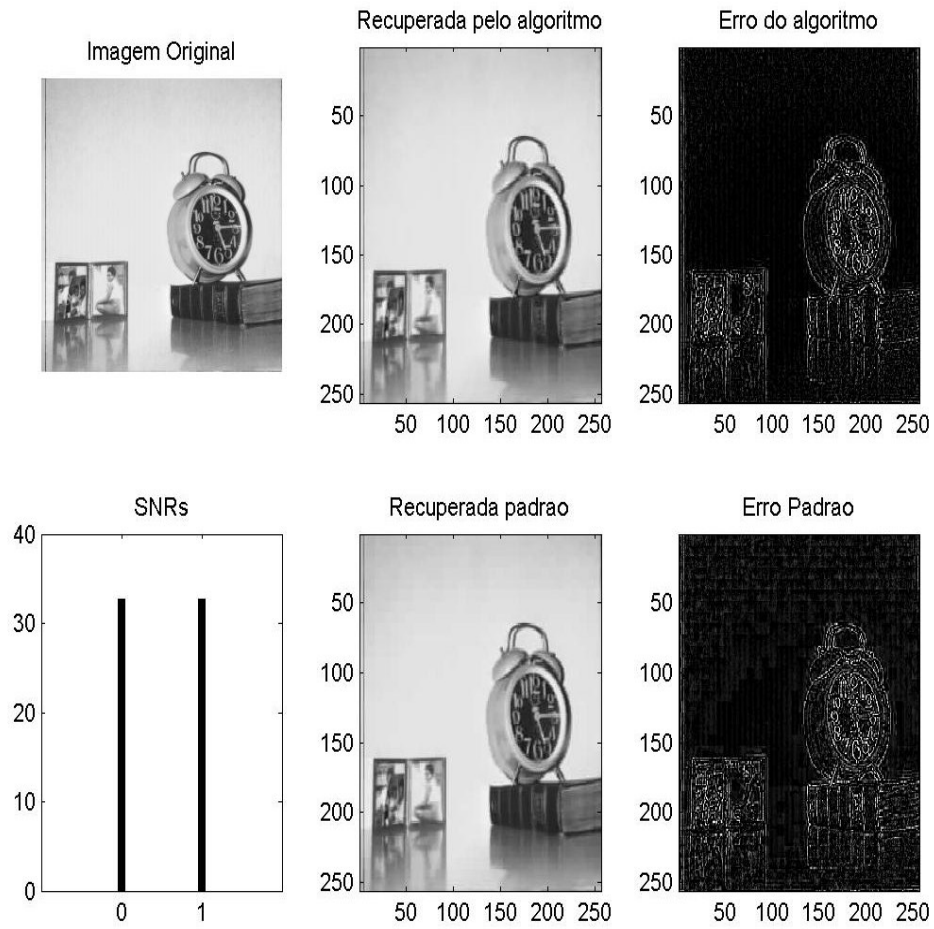


Figura A.5 – Comparação entre a imagem original e a imagem recuperada utilizando a tabela produzida pelo AG e a tabela padrão considerando o número de cromossomos igual a 8 e 6 gerações para a imagem clock..

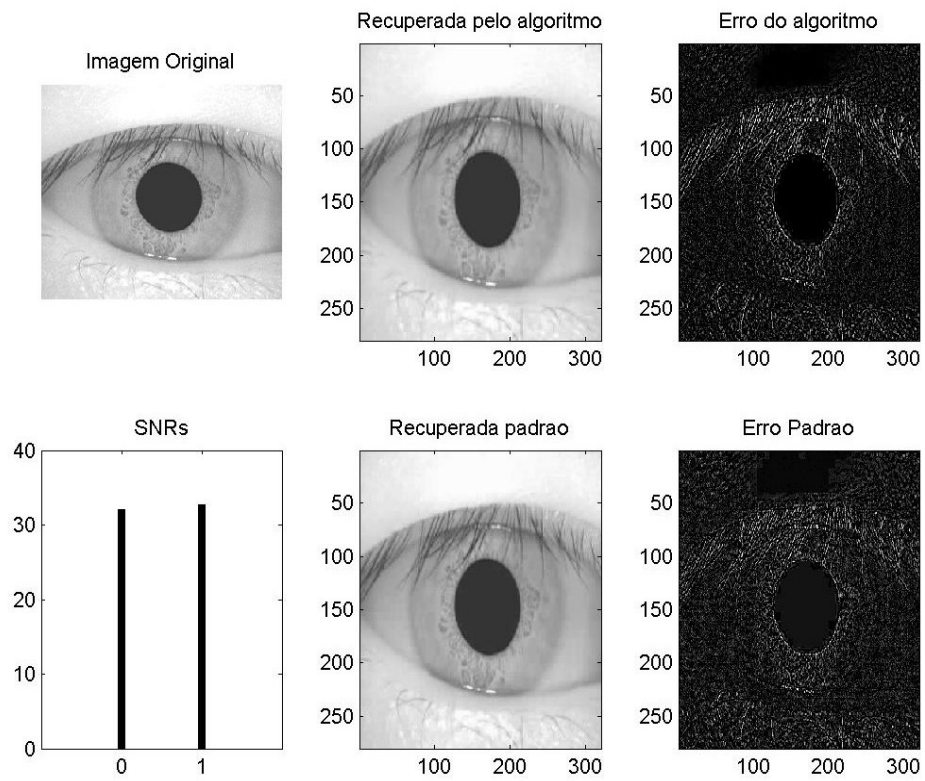


Figura A.6 – Comparação entre a imagem original e a imagem recuperada utilizando a tabela produzida pelo AG e a tabela padrão considerando o para número de cromossomos igual a 16 e 3 gerações para a imagem 1.

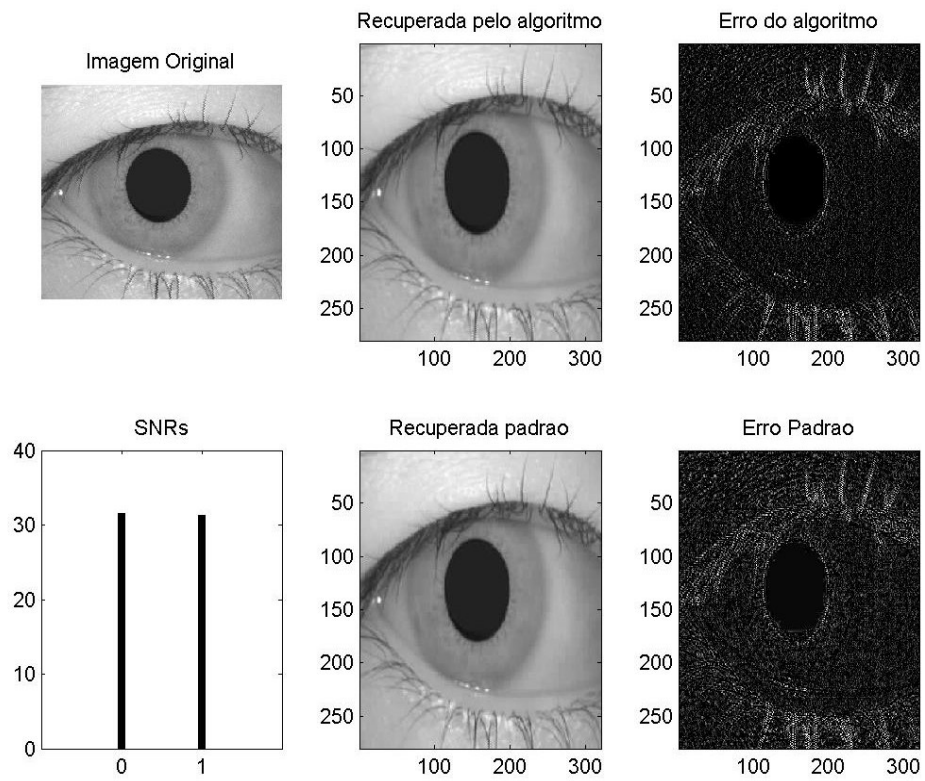


Figura A.7 – Comparação entre a imagem original e a imagem recuperada utilizando a tabela produzida pelo AG e a tabela padrão considerando o número de cromossomos igual a 16 e 12 gerações para a imagem 26.

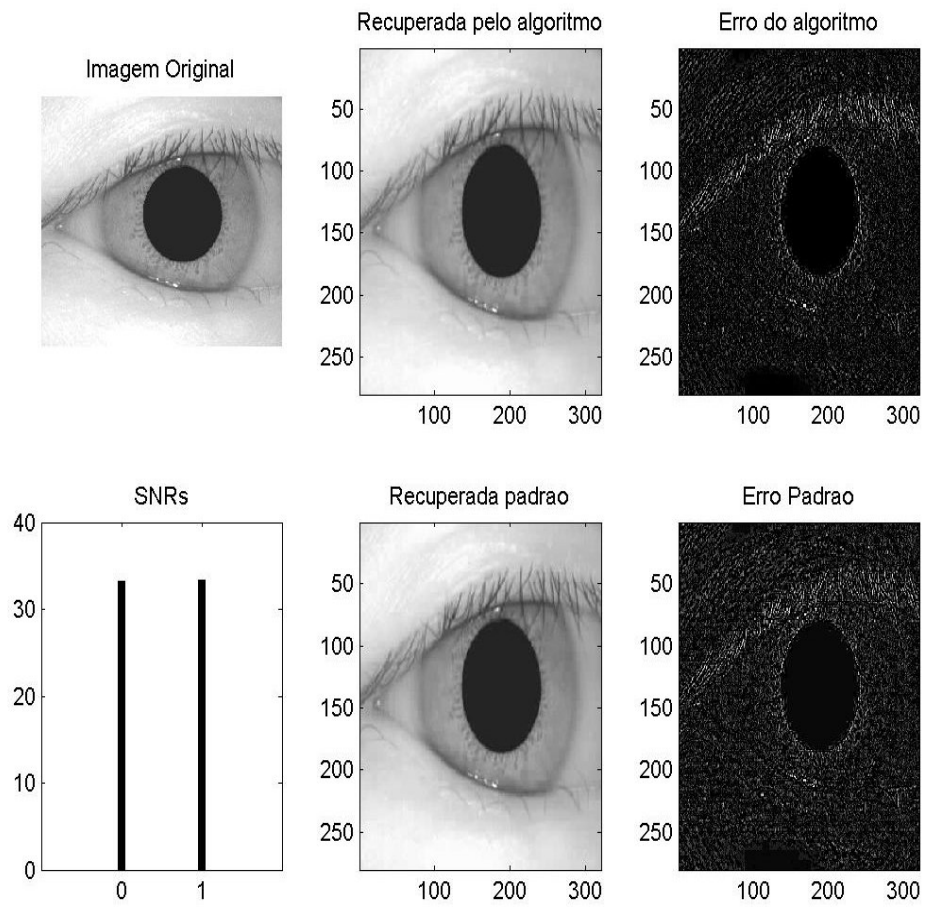


Figura A.8 – Comparação entre a imagem original e a imagem recuperada utilizando a tabela produzida pelo AG e a tabela padrão considerando o número de cromossomos igual a 16 e 5 gerações para a imagem 284.

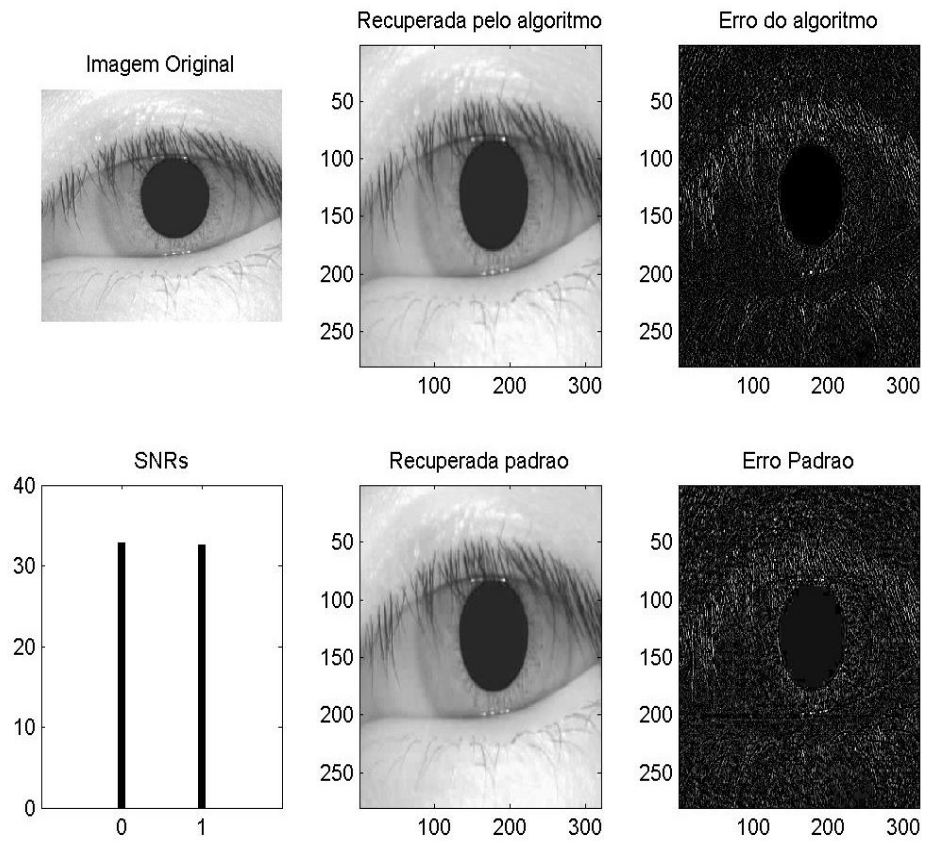


Figura A.9 – Comparação entre a imagem original e a imagem recuperada utilizando a tabela produzida pelo AG e a tabela padrão considerando o número de cromossomos igual a 16 e 20 gerações para a imagem 470.

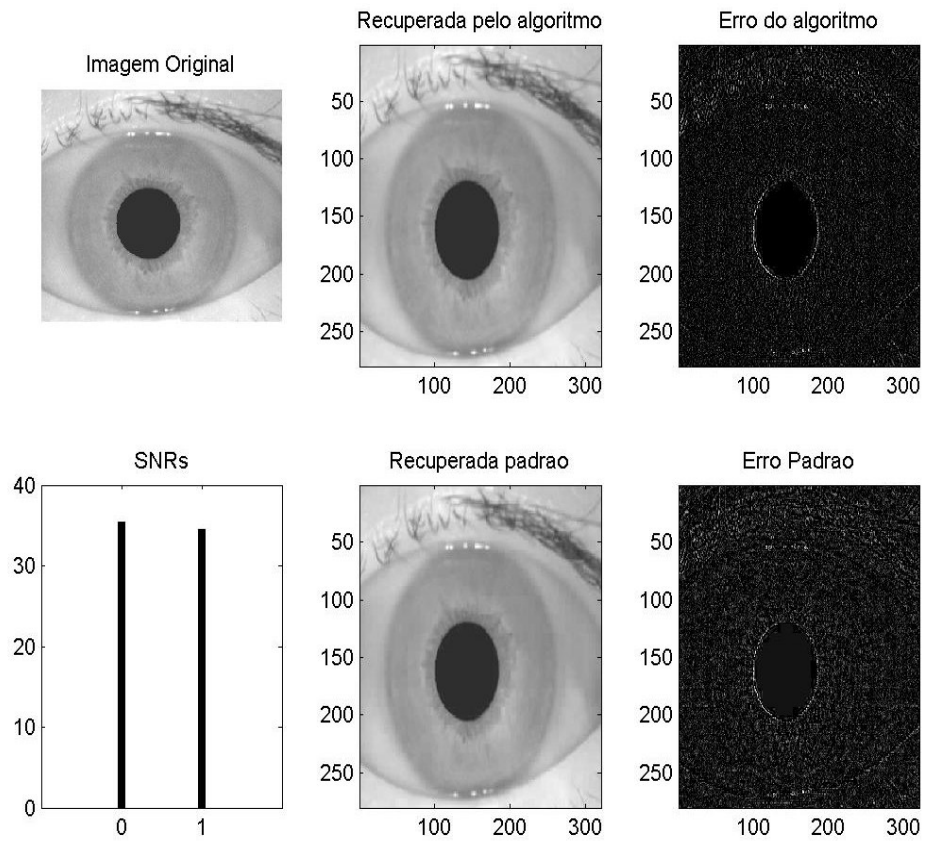


Figura A.10 – Comparação entre a imagem original e a imagem recuperada utilizando a tabela produzida pelo AG e a tabela padrão considerando o número de cromossomos igual a 16 e 9 gerações para a imagem 627.

A.3 – Gráficos

As Figuras A.11 a A.19 mostram a comparação entre as SNRs obtidas ao utilizar as tabelas de quantização padrão JPEG e as obtidas pelo algoritmo genético para as 5 imagens naturais e para as 5 imagens de fundo de olho mostrados no item 6.2 deste capítulo.

SNR PADRÃO X SNR DO ALGORITMO - AGIRL

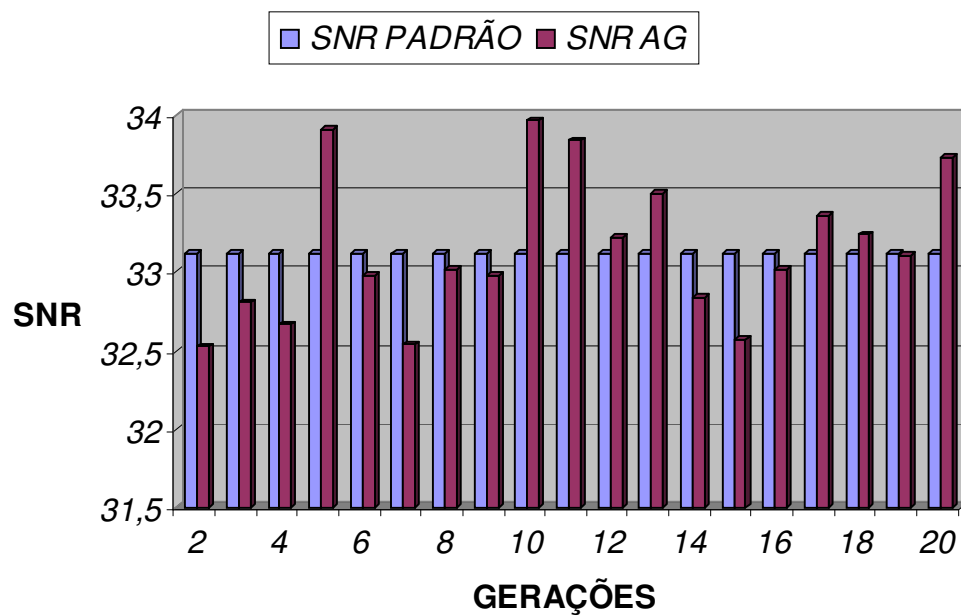


Figura A.11 – Gráfico comparativo do SNR para a imagem *agirl*

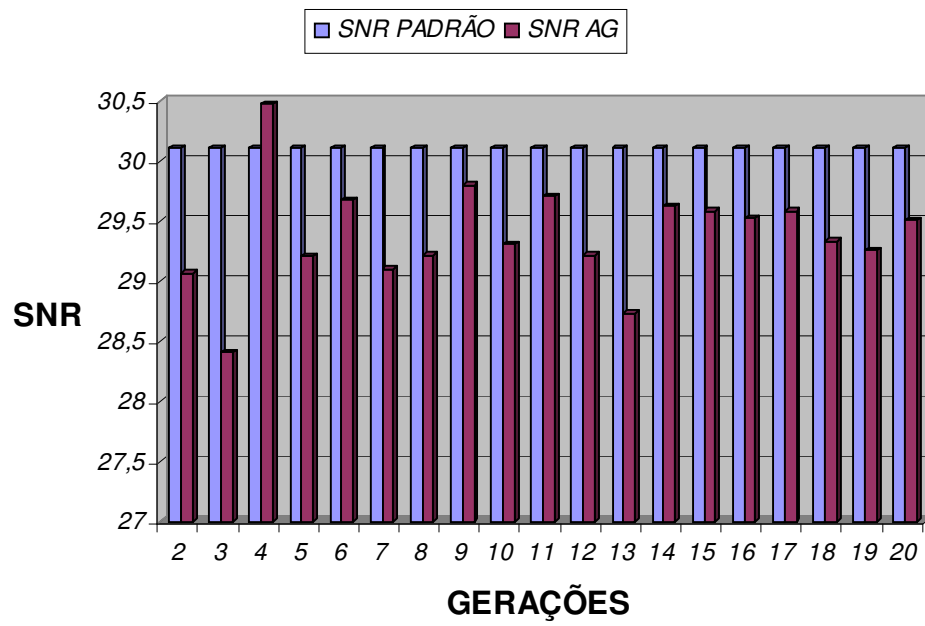
SNR PADRÃO X SNR DO ALGORITMO - LENNA

Figura A.12 – Gráfico comparativo do SNR para a imagem lenna

SNR PADRÃO X SNR DO ALGORITMO - ANTENA

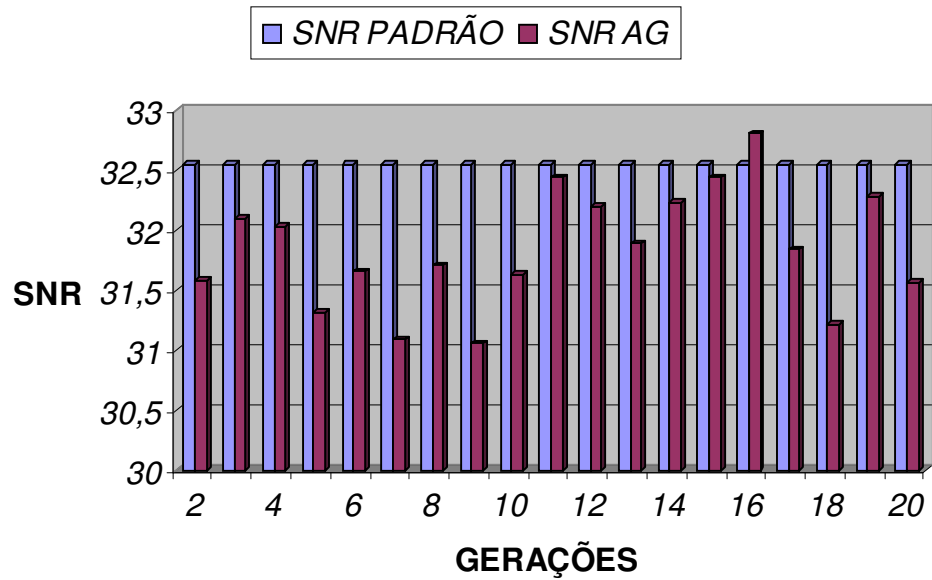


Figura A.13 – Gráfico comparativo do SNR para a imagem antenna

SNR PADRÃO X SNR DO ALGORITMO - MAN

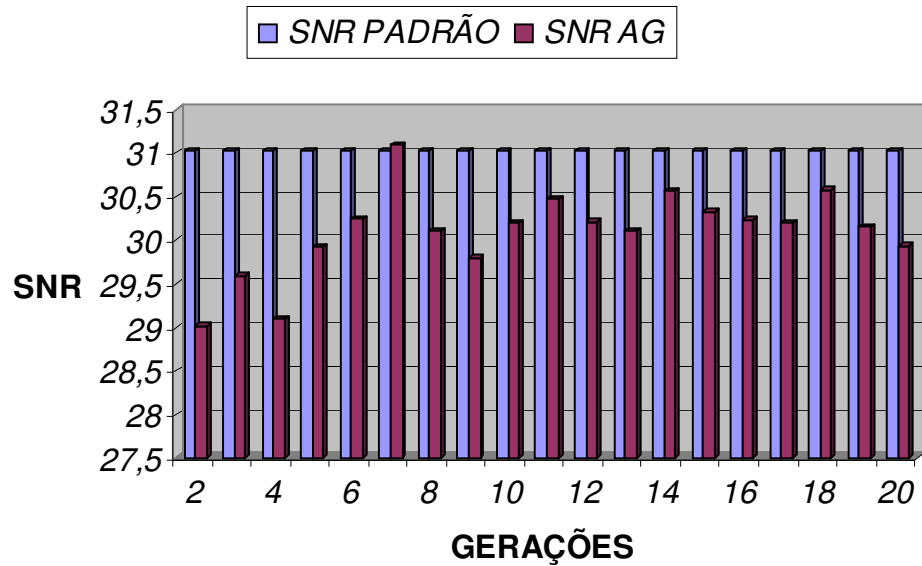


Figura A.14 – Gráfico comparativo do SNR para a imagem man

SNR PADRÃO X SNR DO ALGORITMO - BRIDGE

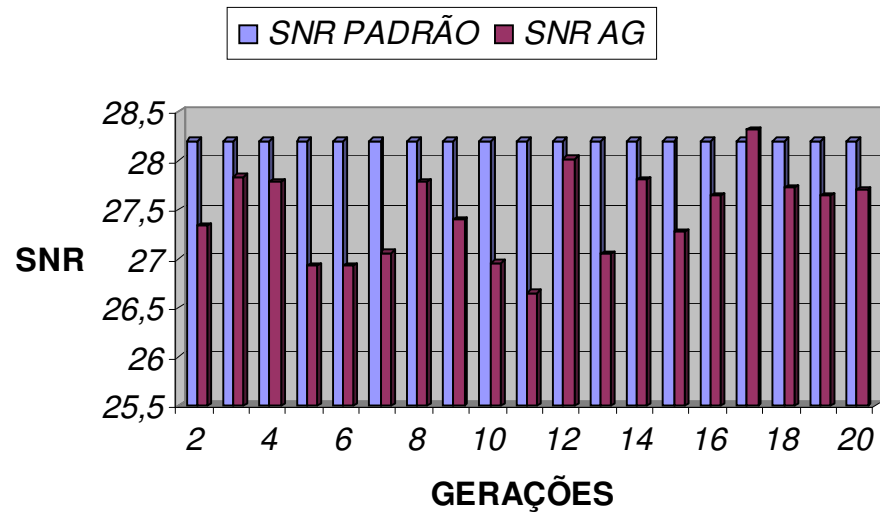


Figura A.15 – Gráfico comparativo do SNR para a imagem bridge

SNR PADRÃO X SNR DO ALGORITMO - IMAGEM 1

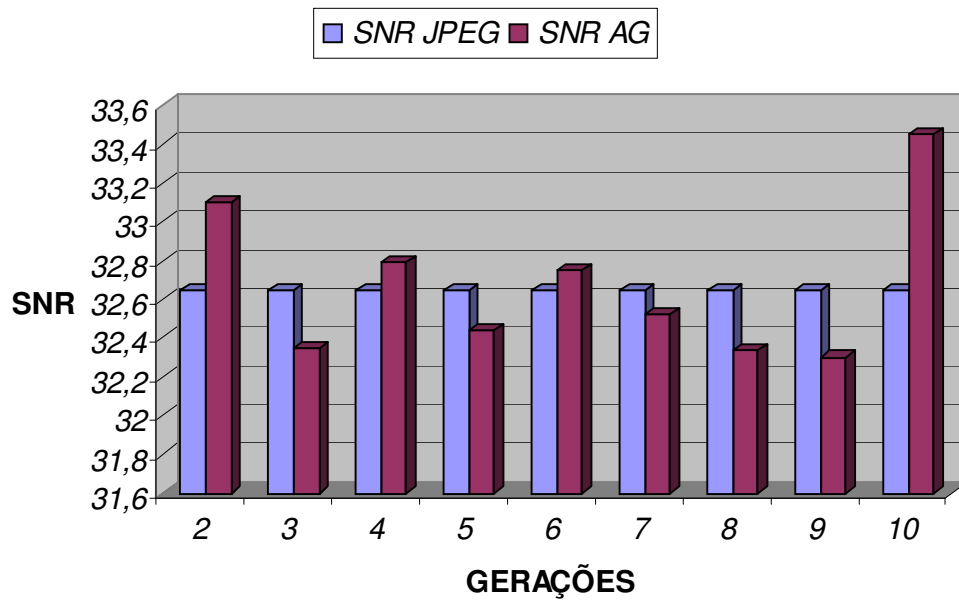


Figura A.16 – Gráfico comparativo do SNR para a imagem 001

SNR PADRÃO X SNR DO ALGORITMO- IMAGEM 742

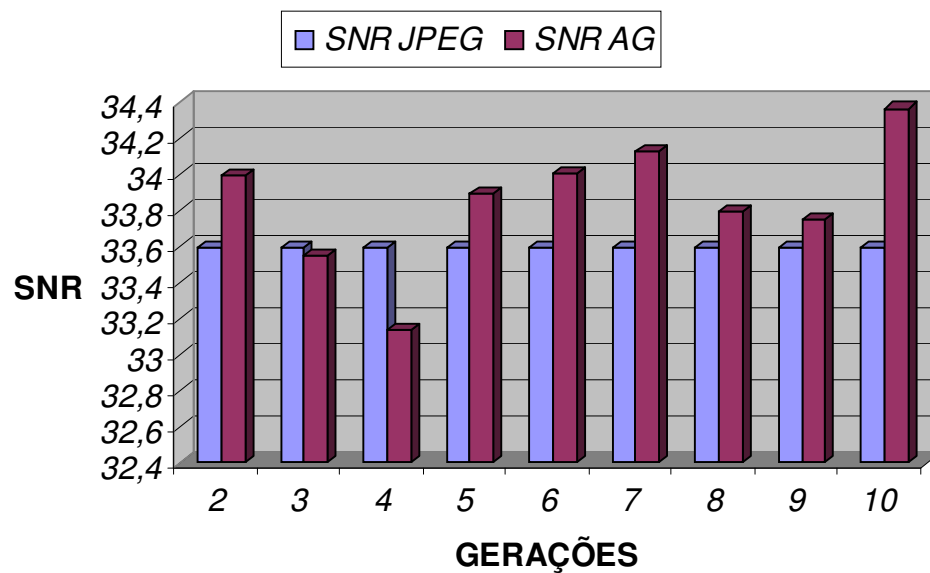


Figura A.17 – Gráfico comparativo do SNR para a imagem 742

SNR PADRÃO X SNR DO ALGORITMO - IMAGEM 746

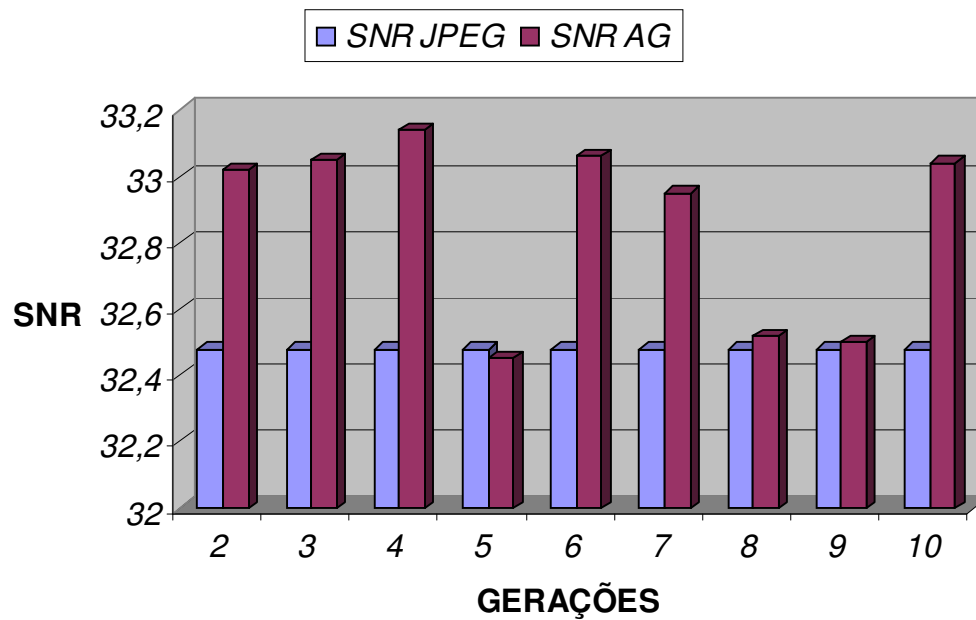


Figura A.18 – Gráfico comparativo do SNR para a imagem 746

A Figura A.19 mostra a comparação da SNR da imagem bridge com as máximas SNRs das demais imagens do olho humano.

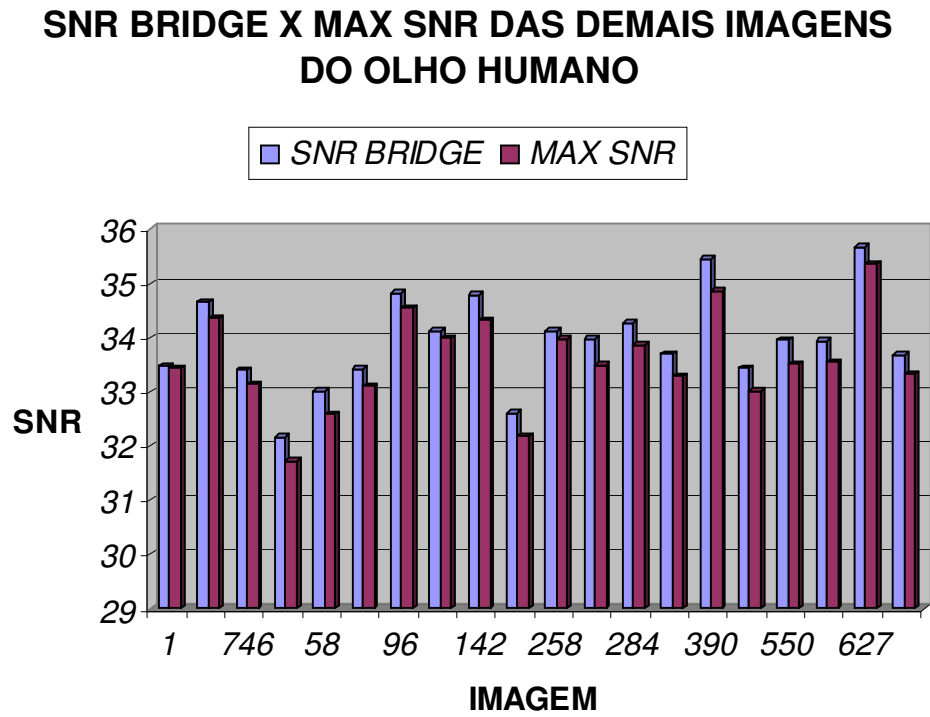


Figura A.19 – SNR bridge x máximo SNR das demais imagens do olho humano.