

5 Testes em Imagens

Uma vez feito o estudo do desempenho do código LT quando é usado em um canal ruidoso, nosso objetivo agora, centra-se na análise de seu possível uso em um esquema para a transmissão de imagens de sensoriamento remoto. Nos iremos realizar o estudo com imagens genéricas.

Com diferentes propósitos imagens são obtidas por um satélite como o fim delas serem transmitidas para uma estação térrea, nesta seção a dita estação pode ser considerada como o usuário final. As limitações em potência e largura de faixa são características próprias destes sistemas. Por tanto, procura-se comprimir a imagem antes de ser transmitida e no processo de compressão e transmissão ter o mínimo custo energético possível.

O uso de um Código FEC, neste caso o código LT, além de outras vantagens, serve para obter uma melhora na taxa de erro de bit, isto permite que seja possível transmitir para uma certa taxa de erro com uma potência menor à que se precisaria num esquema sem código. Se fizeram testes usando as imagens, Lena, Figura 5.2, Prédio, Figura 5.9. Mostram-se as imagens originais e as imagens obtidas para taxas de compressão de 0.1 bpp e 0.5 bpp quando a imagem é transmitida através de um canal AWGN com $E_b/N_0 = 6\text{dB}$ sem uso do método para controle de erro e usando o esquema para controle de erro mostrado na Figura 5.1.

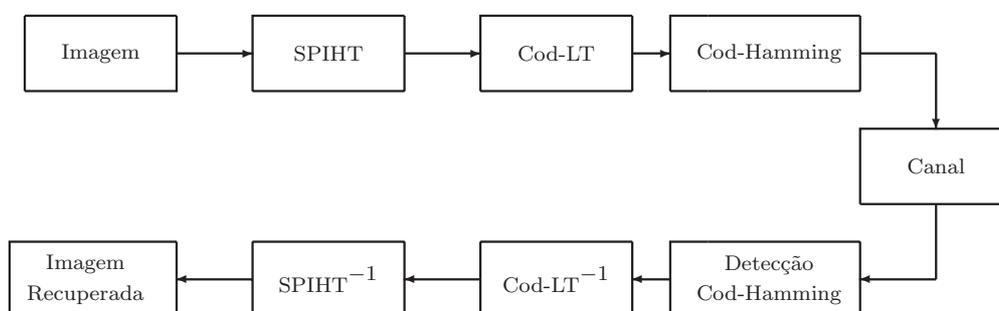


Figura 5.1: Esquema de proteção com detecção de erros LT Hamming.



Figura 5.2: Lena Original 512×512 .

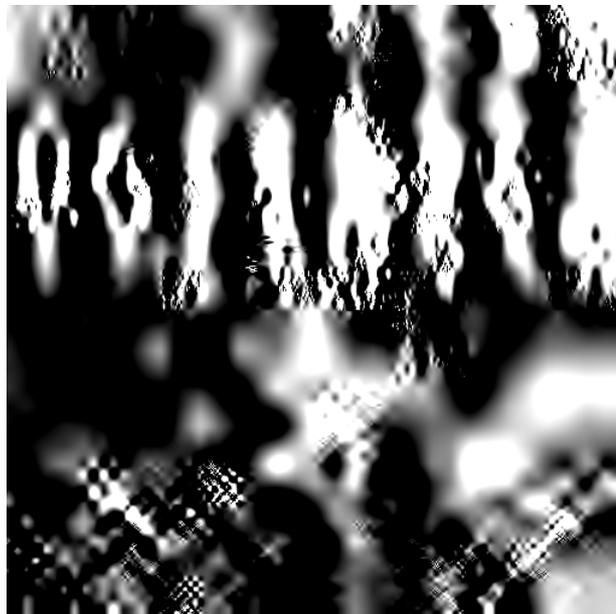


Figura 5.3: Lena 512×512 com erro catastrófico logo de atravessar um canal AWGN com $E_b/\mathcal{N}_0 = 6dB$, sem controle de erro, com compressão de 0.1 bpp, $PSNR = 1,25dB$.

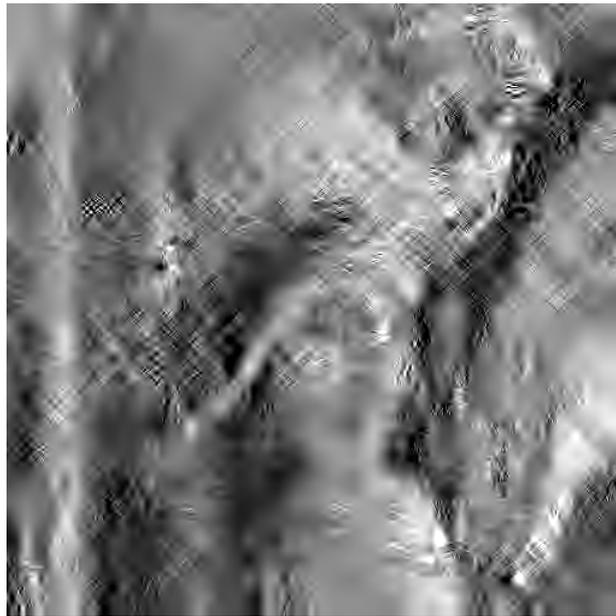


Figura 5.4: Lena 512×512 logo de atravessar um canal AWGN com $E_b/\mathcal{N}_0 = 6dB$, sem controle de erro, com compressão de 0.1 bpp, $PSNR = 19,03dB$.



Figura 5.5: Imagem Lena Obtida depois de atravessar um canal AWGN com $E_b/\mathcal{N}_0 = 6dB$ usando para controle de erro LT-Hamming, com compressão de 0.1 bpp, $PSNR = 29.8139$.

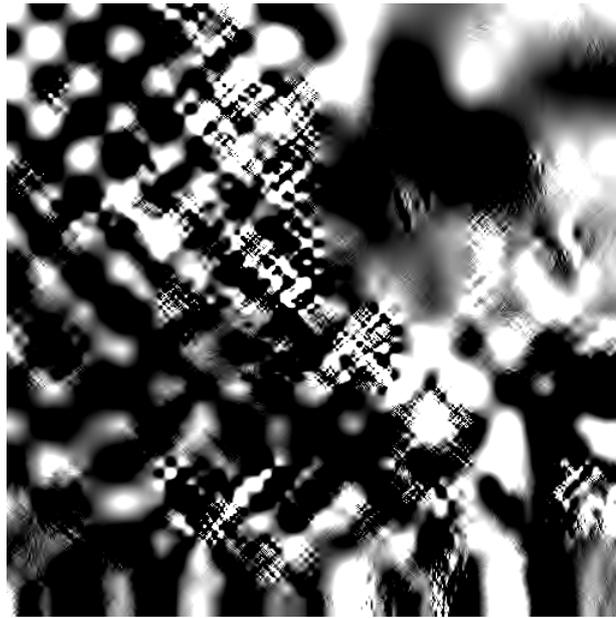


Figura 5.6: Lena 512×512 com erro catastrófico logo de atravessar um canal AWGN com $E_b/\mathcal{N}_0 = 6dB$, sem controle de erro, com compressão de 0.5 bpp, $PSNR = 0,95dB$.

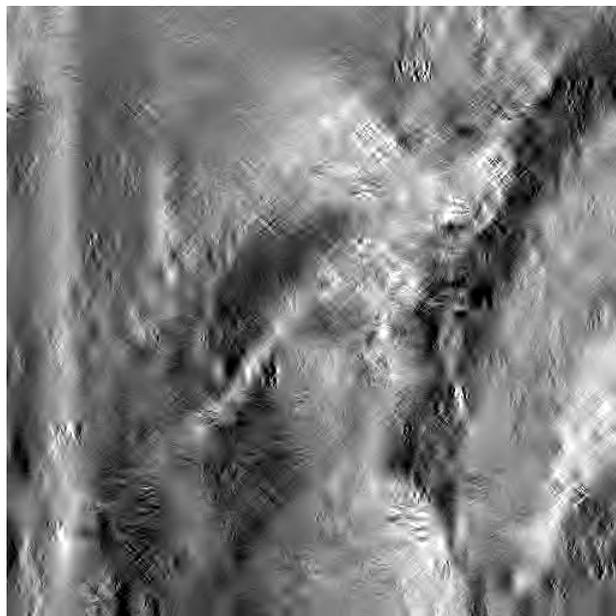


Figura 5.7: Lena Original 512×512 logo de atravessar um canal AWGN com $E_b/\mathcal{N}_0 = 6dB$, sem controle de erro com compressão de 0.5 bpp, $PSNR = 19,08dB$.



Figura 5.8: Imagem Lena Obtida depois de atravessar um canal AWGN com $E_b/\mathcal{N}_0 = 6dB$ usando para controle de erro LT-Hamming, com compressão de 0.5 bpp, $PSNR = 36.7851dB$.



Figura 5.9: Prédio original 512×512

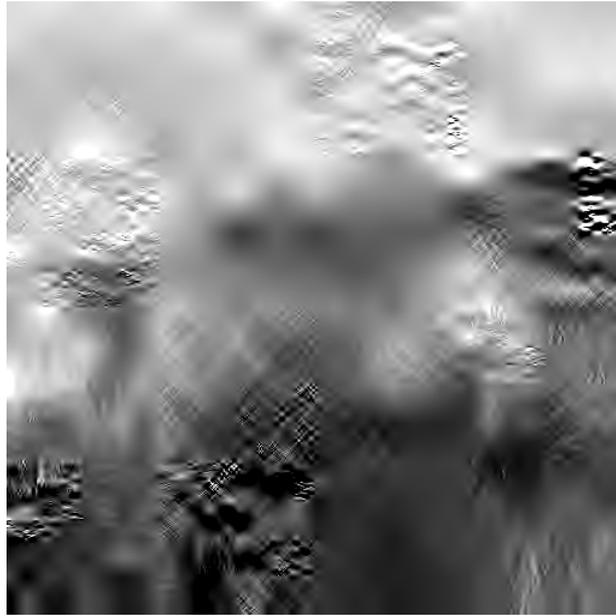


Figura 5.10: Imagem Prédio 512×512 logo de atravessar um canal AWGN com $E_b/\mathcal{N}_0 = 6\text{dB}$ com compressão de 0.1 bpp sem controle de erro PSNR=15,42 dB



Figura 5.11: Imagem Prédio com compressão de 0.1 bpp e obtida depois de atravessar um canal AWGN com $E_b/\mathcal{N}_0 = 6\text{dB}$, usando para controle de erro LT-Hamming, $PSNR = 24.8235$

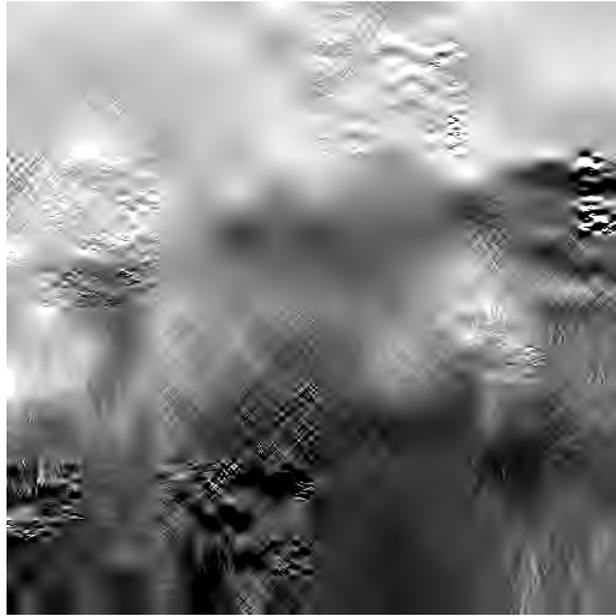


Figura 5.12: Imagem Prédio 512×512 logo de atravessar um canal AWGN com $E_b/\mathcal{N}_0 = 6\text{dB}$ com compressão de 0.5 bpp sem controle de erro PSNR=13,40 dB



Figura 5.13: Imagem Prédio com compressão de 0.5 bpp e obtida depois de atravessar um canal AWGN com $E_b/\mathcal{N}_0 = 6\text{dB}$, usando para controle de erro LT-Hamming, $PSNR = 32.2189$

As Figuras 5.3, 5.6, evidenciam erros ocorridos no começo do *bitstream* recuperado já que apresentam-se decodificações catastróficas em tanto as Figuras 5.4, 5.7, 5.10, 5.12 ainda sua decodificação não seja catastrófica apresentam uma qualidade visual muito baixa, as Figuras 5.5, 5.8, 5.11, 5.13 mostram a efetividade da implementação do método para controle de erro LT-Hamming.

5.1

UEP usando codificação LT

Uma característica própria da técnica de compressão SPIHT é que a informação da imagem comprimida está espalhada em bits de maior e menor importância. Os bits mais importantes situam-se no começo de *bitstream* transmitido. Quando um erro de decodificação ocorre no início do *bitstream* é muito mais sério, chegando a ser catastrófico, aqui a proteção da informação em forma desigual resulta vantajosa para transmitir com uma maior confiabilidade.

Uma característica notável do Código LT é que ele é um código com taxa versátil, é dizer, não tem uma taxa fixa, e as mudanças nesta taxa resulta simplesmente do aumento de símbolos codificados. Uma diferenciação na proteção da informação pode-se fazer dividendo o *bitstream* correspondente a imagem comprimida em blocos de igual comprimento, para eles logo ser codificados, o número de símbolos gerados na codificação terá a ver com a importância do bloco, assim, se um bloco precisa de maior proteção, maior quantidade de símbolos serão gerados na codificação de dito bloco. Se a taxa de transmissão é fixa, pode-se aumentar a quantidade de símbolos em aqueles blocos importantes e diminuir em aqueles outros não tão importantes, o anterior permite ter um esquema de UEP (*Unequal Error Protection*) em nosso sistema. As Figuras 5.16. e 5.17 mostram uma simulação onde a imagem original é dividida em 10 blocos de igual comprimento e codificado cada bloco com um *Overhead* próprio, nestas imagens com formato RGB, foi processada cada componente R, G e B por separado. No esquema de UEP foi simulado para um $E_b/\mathcal{N}_0 = 4\text{dB}$, parte da redundância dos últimos blocos codificados foi agregada nos primeiros para diminuir a probabilidade de descompressão com erro catastrófico.



Figura 5.14: Frutas original



Figura 5.15: Imagem frutas Obtida depois de atravessar um canal AWGN com $E_b/\mathcal{N}_0 = 6\text{dB}$ com compressão de 0.1 bpp, usando uma divisão do *bitstream* em 10 blocos com Overhead igual para cada bloco: $0v=[0.5\ 0.5\ 0.5\ 0.5\ 0.5\ 0.5\ 0.5\ 0.5\ 0.5]$, $PSNR = 28,2161$



Figura 5.16: Imagem frutas Obtida depois de atravessar um canal AWGN com $E_b/\mathcal{N}_0 = 4\text{dB}$ com compressão de 0.1 bpp usando uma divisão na codificação do *bitstream* em 10 blocos com Overhead igual para cada bloco: $0v=[0.5\ 0.5\ 0.5\ 0.5\ 0.5\ 0.5\ 0.5\ 0.5]$, $PSNR = 24, 3191$



Figura 5.17: Imagem frutas Obtida depois de atravessar um canal AWGN com $E_b/\mathcal{N}_0 = 4\text{dB}$ com compressão de 0.1 bpp e UEP usando uma divisão na codificação do *bitstream* de 10 blocos com Overhead diferenciado para cada bloco: $0v=[0.6\ 0.6\ 0.6\ 0.6\ 0.6\ 0.6\ 0.6\ 0.6\ 0.2\ 0.1]$, $PSNR = 27, 3201$

Das Figuras 5.16. e 5.17 pode-se notar que a diferença na qualidade visual e objetiva medida como o parâmetro PSNR é considerável, sem a necessidade de mudar a taxa global de transmissão e com uma proteção diferenciada conseguiu-se um melhor desempenho comparado ao esquema sem diferenciação na codificação, por tanto no caso em que as condições do canal piorem, pode-se proteger de maneira diferenciada cada bloco, sem afetar consideravelmente a qualidade visual da imagem recuperada. Diminuindo também a probabilidade de erro catastrófico. Na Figura 5.18 mostra-se o desempenho do esquema usando UEP e sem uso de este para a imagem frutas para uma taxa de compressão 0.1 bpp, usando a diferenciação na proteção mostrada nas Figuras 5.16. e 5.17.

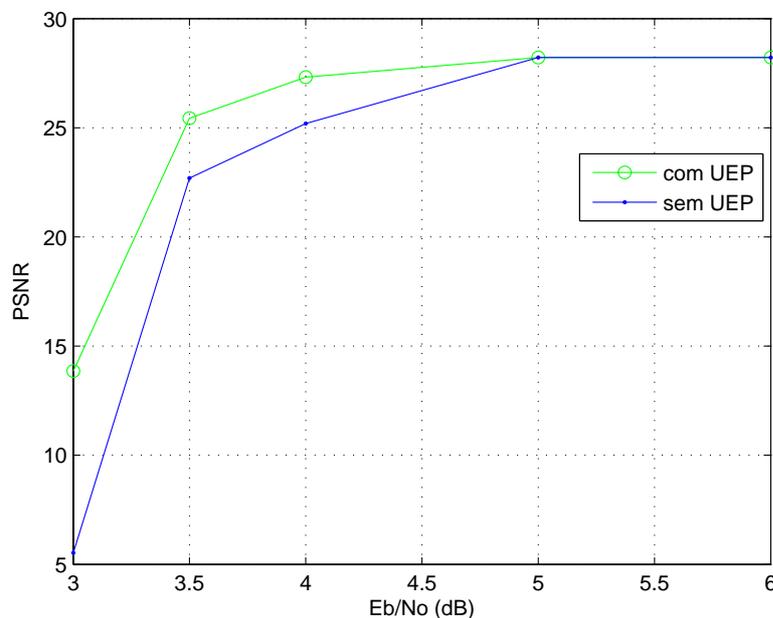


Figura 5.18: Desempenho dos esquemas LT-Hamming com UEP e LT-Hamming sem UEP para imagem a frutas, comprimindo com SPIHT a uma taxa de 0.1 bpp.

Uma possível aplicação para este trabalho é seu uso em sistemas de transmissão de imagens de sensoriamento remoto, as características apresentadas ao longo deste trabalho, tanto na parte da compressão da imagem e codificação para canal se ajustam as necessidades de um sistema deste tipo, como por exemplo, problemas com o uso de um canal de retorno, baixa complexidade, maior velocidade, menor custo em processamento, etc. Na Figura 5.19 e 5.20 mostrou-se o comportamento para uma imagem com estas características.

Mostrou-se que ainda o Código LT ser desenvolvido para canal com



Figura 5.19: PUC Original

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0721360/CA



Figura 5.20: Imagem PUC comprimida com SPIHT 0.5 bpp e recuperada depois de passar por um canal AWGN com $E_b/N_0 = 6\text{dB}$, usando LT-Hamming para controle de erro, $PSNR = 21,55\text{ dB}$.

apagamento é possível obter um bom desempenho de ele em um canal ruidoso com a inclusão de parâmetros como zona de apagamento, no esquema de canal BESC (*Binary and Erasure Symetric Channel*), ou com o uso de concatenação de códigos no caso do esquema LT-Hamming.

No esquema de canal BESC encontrou-se que o desempenho do código LT esta limitado pela incapacidade de detetar erros de símbolo, consegue-se a diminuição destes erros aumentando o tamanho da zona de apagamento, em consequência, pelas características do código LT ele precisa de um tamanho de bloco maior, para que o decodificador consiga recuperar a mensagem original já que o nível de apagamentos aumenta, mas o aumento do tamanho do bloco gerará também uma maior complexidade nos processos de codificação e decodificação.

O esquema de codificação LT-Hamming, mostrou que incluir uma ferramenta de detecção de erros melhora o desempenho do código LT, sem afetar suas características principais como por exemplo sua versatilidade na taxa.

O uso de codificação LT pode ajudar para obter un esquema UEP (*Unequal Error Protection*), isto se faz com o aumento do número de símbolos codificados para aquela parte da informação que precisa de maior proteção, e assim poder ser usado em técnicas de transmissão progressiva, como é o caso da técnica SPIHT (*Set Partitioning in Hierarchical Trees*) protegendo com prioridade a primeira parte do bitstream codificado para diminuir a probabilidade de ocorrência de uma descompressão catastrófica.

5.2

Resumo

Neste capítulo baseados nos resultados do capítulo anterior foi implementado o esquema LT-Hamming para testar a transmissão de imagens através de um canal ruidoso fazendo uso de simulações. No começo foram testadas as imagens em preto e branco, Lena e prédio, usando uma relação sinal-ruído de $E_b/N_o = 6dB$. Foi proposto um método para proteção da informação de forma diferenciada ou UEP e foram testadas imagens em formato RGB onde a relação sinal-ruído foi diminuída a um valor de $4dB$, foram apresentadas diferentes simulações que evidenciam a efetividade do método proposto.