



Universidade Federal de Uberlândia  
Faculdade de Engenharia Elétrica - Campus Patos de Minas  
Engenharia Eletrônica e de Telecomunicações

**FÁBIO CAMPOS FERREIRA**

**RESUMO MÓDULO 5**

**SISTEMAS DE TELEVISÃO**

Patos de Minas

2021

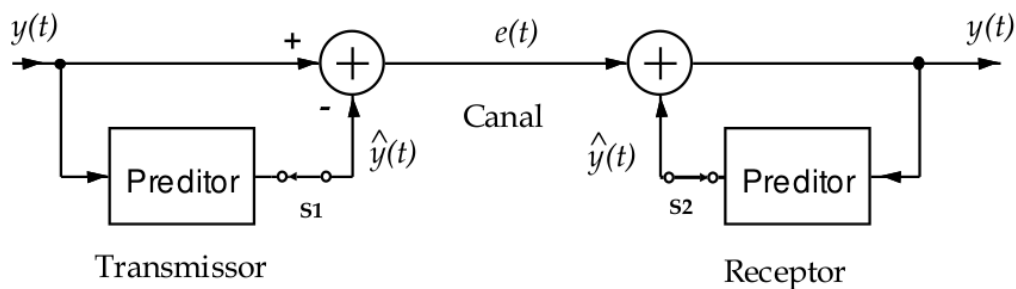
# 1 COMPRESSÃO DE VÍDEO DIGITAL

A compressão de vídeo de video digital apresenta as mesmas etapas de compressão utilizadas na compressão de imagens no padrão JPEG, permitindo remover as redundâncias espaciais e de codificação, existentes em cada quadro da imagem. Contudo, além destas, existe ainda a redundância temporal ou *interframe*, sendo as redundâncias existentes em quadros consecutivos do video, que geralmente apresentam os mesmos objetos, porém estes estando em movimento ogeogeMatlab.

## 1.1 Predição de movimento

A redundância temporal pode ser removida aplicando um codificador com preditor, que tem a função de prever o próximo quadro, ou sinal informação do mesmo, baseando nos quadros anteriores. A Figura 1 apresenta a predição de um sinal  $y(t)$ , onde o sinal transmitido é a diferença ou erro entre o sinal estimado  $\hat{y}(t)$  e  $y(t)$ . O sinal erro tende a apresentar valores próximos de zero, ou seja, pouca informação é transmitida, aumentando a compressão do sinal tvDigitalUSP.

Figura 1 – Codificador com Preditor.

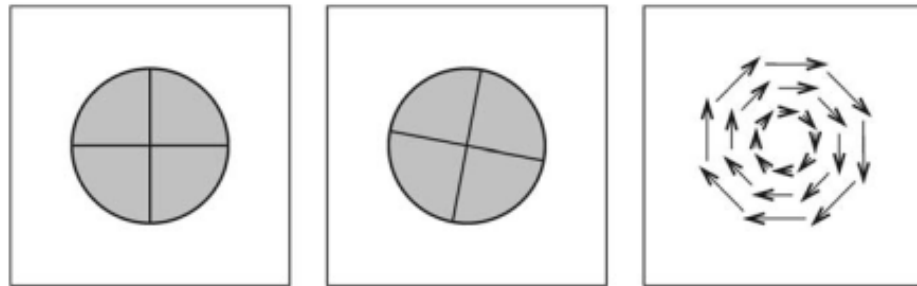


Fonte: ver referência tvDigitalUSP.

Para a predição de sinais de video, é necessário realizar uma compensação de movimento, ou seja, uma estimação do movimento dos objetos presentes em quadros subsequentes. O movimento é descrito como um vetor de movimento bidimensional com o tamanho e direção igual ao do movimento. A Figura 2 apresenta os vetores de movimento, onde a segunda imagem pode ser reconstruída a partir da primeira usando os vetores de movimento. A implementação estimação do movimento é eficiente

quando o brilho dos objetos é constante ao longo do tempo e pontos de um quadro próximos tendem a apresentar o mesmo movimento ogeMatlab tvDigitalUSP.

Figura 2 – Dois quadros representando o mesmo objeto em instantes de tempo diferentes e o fluxo de movimento.



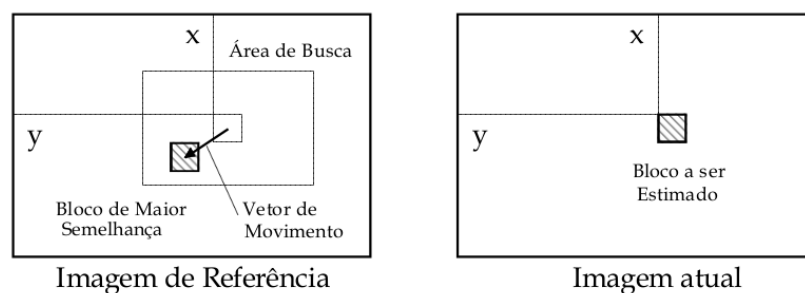
Fonte: ver referência ogeMatlab.

Sendo impossível detectar todos objetos reais presentes na imagem dentro de um tempo de compressão, a imagem é segmenta em vários blocos, onde o vetor movimento tem a função de informar o deslocamento que este bloco no próximo quadro. O detector de movimento percorre a imagem buscando o ponto de menor diferença com o bloco de referencia. Esta diferença e dada pela distorção media absoluta, com equacionamento sendo

$$DMA(x, y) \frac{1}{N} \sum_{i,j} |f(x+i, y+j) - ref(x+i+dx, y+j+dy)| \quad (1.1)$$

onde,  $(dx, dy)$  é o deslocamento entre a imagem de referência  $ref(x, y)$ . Quando  $DMA$  é mínimo,  $(dx, dy)$  é o vetor de movimento para o bloco em  $(x, y)$ . A Figura 3 apresenta graficamente esta operação tvDigitalUSP.

Figura 3 – Estimador de Movimento.



Fonte: ver referência tvDigitalUSP.

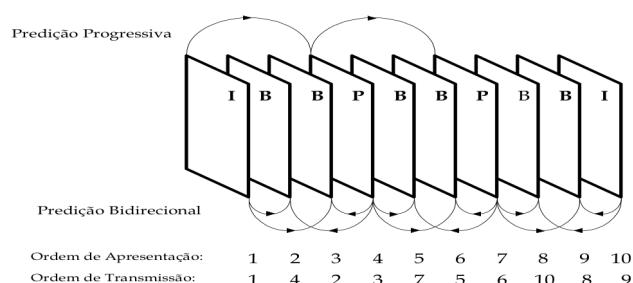
## 1.2 Compressão MPEG-1

*Moving Pictures Experts Group* é um padrão de compressão de imagens em movimentos para vídeo-CD (CD-ROM), com sinal de áudio operando em taxas de 192 kbps e vídeo em 1,15 Mbps, com a imagem no formato 320x240 pixels e o áudio em 44,1 kHz. As taxas de compressão com perdas podem ser maiores que 50:1.

Os quadros do vídeo são classificados em três tipos: I (*intraframe*) P (preditivo) e B (bidirecional). A compressão do quadro I é realizada de forma similar ao padrão JPEG, não se utilizando de outros quadros, por isso é considerado a referência temporal e apresenta taxa de compressão baixa em relação aos outros. O quadro P apresenta compressão com predição por um I ou P anterior, a compressão do quadro P é maior que a do I. Por último, o quadro B, que apresenta maior compressão entre todos, usa como referência dois quadros, um anterior e outro posterior do tipo I ou P.

Grupos de Imagens (*GOP's - Groups of Pictures*), é uma sequência de quadros do tipo I, P e B, Figura 4 em várias proporções, onde todas as operações utilizam somente os quadros dentro do GOP. Na Figura 4 a distância entre imagens tipo I ( $M$ ) é 9 e entre imagens P ( $N$ ) é 3. Os quadros I e P são transmitidos primeiros, pois serão utilizados para reconstruir os quadros B intermediários. Os quadros I garantem a qualidade de GOP, pois os quadros P e B são baseados nele. Os quadros B consomem pouca largura de banda e torna o GOP mais suave, porém implica na necessidade de armazenamento de quadros P, aumentando o custo computacional.

Figura 4 – Grupos de Imagens em MPEG-1.



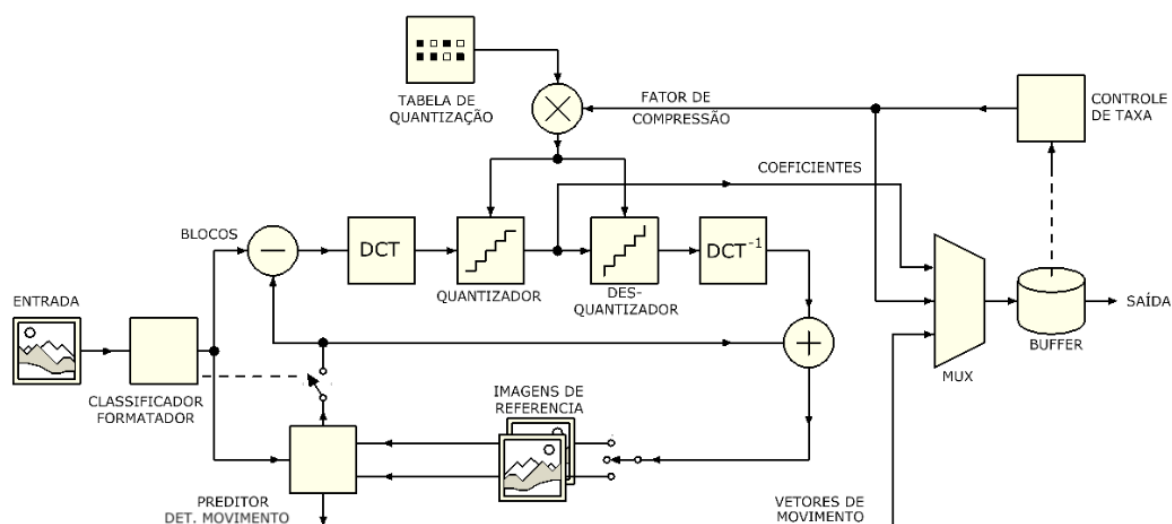
Fonte: ver referência tvDigitalUSP.

A Figura 5 apresenta o algoritmo do codificador MPEG-1. O bloco, ou imagem, é a entrada, o classificador formata a imagem para 320x240 pixels de luminância e 160x120 pixels de componentes de crominância (amostragem 4:2:0), em

sequência estes dois planos são divididos em blocos 8x8 pixels. O preditor de detecção de movimento agrupa os blocos em macroblocos (4 blocos 8x8) e gera os vetores de movimento transmitidos diretamente ao receptor (saída). O preditor, ainda, realiza uma estimativa, baseando-se nas imagens de referencia, e transmite os blocos estimados. É calculada a diferença dos blocos originais e os estimados. Sobre este sinal erro, é aplicada a transformada discreta de cossenos (DCT), tendo a função de eliminar de redundâncias espaciais da imagem erro. A resposta da DCT é quantizada por valores de tabelados pela padrão JPEG. Os coeficientes gerados pela quantização são compactos seguindo o processo de compressão JPEG, onde é utilizado a codificação RLE (*Run-Length Encoding*) para gerar um símbolo para cada coeficiente. Este símbolo é um par ordenado de dois números, sendo o primeiro quantidade de zeros antes do coeficiente e o próprio valor do coeficiente. Posteriormente é aplicado a codificação de Huffman, sendo gerado novo símbolo contendo as informações da quantidade de zeros, a quantidade de bits para representar o valor do coeficiente tvDigitalUSP.

A etapas inversas da quantização e da DCT são realizadas para gerar as imagens de referencia quando os quadros de entrada forem P ou I tvDigitalUSP.

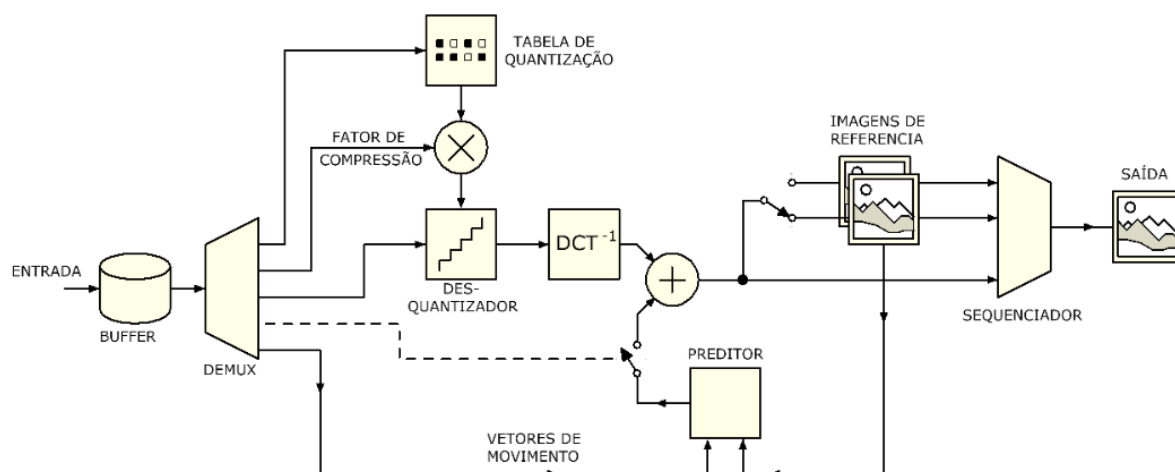
Figura 5 – Codificador MPEG-1.



Fonte: ver referência tvDigitalUSP.

A descompressão do video MPEG-1, Figura 6, inicia obtendo as informações do fator de compressão, os vetores de movimento e os símbolos da codificação de Huffman. Os quadros P e I estão no inicio da fila de transmissão, são decodificados e os vetores de movimento os utilizam para prever os quadros B tvDigitalUSP.

Figura 6 – Decodificador MPEG-1.



Fonte: ver referência tvDigitalUSP.

### 1.3 Compressão do áudio

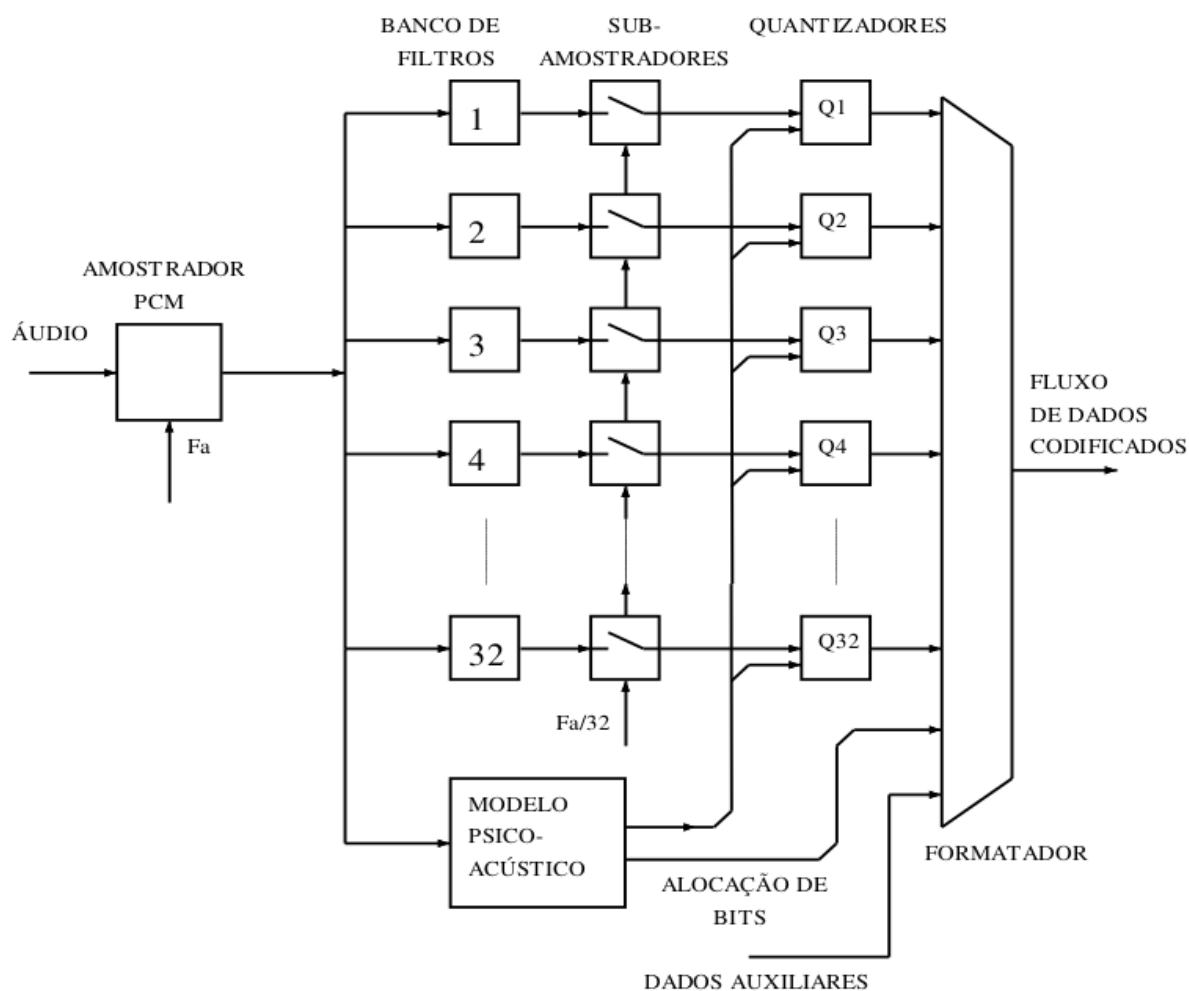
O áudio de uma televisão digital deve possibilitar a melhor experiência ao telespectador. Para isso, deve-se transmitir 5 canais principais (direito, esquerdo, central, traseiro esquerdo e traseiro direito) com frequência de amostragem 48 kHz e quantização nativa de 24 bits. Neste caso a taxa seria de 5,88 MB/s, representado 1/4 da capacidade de um canal para TV digital. Assim, a compressão se torna indispensável tvDigitalUSP.

A compressão de áudio é baseada no efeito máscara, estando relacionado com a percepção dos sons pelo ouvido humano em relação a suas frequências. Dado um som, ou tom, senoidal em uma frequência de maior amplitude, o ouvido reduz sua sensibilidade para outros sons em frequências próximas em até 20 dB. Quanto maior a amplitude do tom, maior o alcance de atenuação. O ouvido também gera atenuações para as frequências harmônicas do tom de grande amplitude. Desta forma, na codificação do sinal de áudio, é possível eliminar frequência dentro da banda de atenuação de sons altos, pois o ouvido humano não irá perceber estes sons. Assim, é reduzida a quantidade de informação do arquivo de som sem prejudicar a sua qualidade.

O codificador de áudio, Figura 7, utiliza-se de filtros conhecidos por QMF (Quadrature Mirror Filters) para decompor o sinal em sub-bandas, provavelmente relacionadas às bandas críticas de audibilidade. As sub-bandas passam por um processo

gerando uma banda estreita. É realizada a estimativa do do mascaramento para calcular a relação sinal ruído necessário, é realizada a quantização e gerando, finalmente, o fluxo de dados codificados do sinal de áudio.

Figura 7 – Estrutura do Codificador MPEG-Áudio.



Fonte: ver referência tvDigitalUSP.