

**Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação**

**ISSN - 0103-2569**

**Esteganografia em Vídeos: Um Estudo sobre o Estado da Arte**

**Diego Fiori de Carvalho**

**Renata Pontin de Mattos Fortes**

**Rudinei Goularte**

**Nº 292**

**RELATÓRIOS TÉCNICOS DO ICMC**

São Carlos

Janeiro/2007

# Sumário

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Esteganografia em Vídeos</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Compressão em Imagens</b>	<b>6</b>
3.1	Como é possível comprimir? . . . . .	6
3.2	Classificação . . . . .	6
3.2.1	Técnicas Lossless: . . . . .	7
3.2.2	Técnicas Lossy: . . . . .	8
3.2.3	Teoria da Informação e Entropia: . . . . .	9
3.3	Overview Padrões . . . . .	10
<b>4</b>	<b>Vídeo</b>	<b>12</b>
<b>5</b>	<b>Compressão em Vídeo</b>	<b>17</b>
5.1	Redundância Temporal . . . . .	18
5.2	Tipos de Quadros . . . . .	18
5.3	Compensação de Movimento . . . . .	19
5.4	Overview Padrões . . . . .	19
<b>6</b>	<b>Revisão Sistemática</b>	<b>22</b>
<b>7</b>	<b>Planejamento da Revisão Sistemática</b>	<b>24</b>
7.1	Questão de Pesquisa . . . . .	24
7.2	Estratégia utilizada para pesquisa dos estudos primários . . . . .	25
7.3	Critérios e procedimentos de seleção de estudos . . . . .	26
<b>8</b>	<b>Condução da Revisão Sistemática</b>	<b>28</b>
<b>9</b>	<b>Resultados e Conclusão da Revisão Sistemática</b>	<b>30</b>
<b>10</b>	<b>Conclusão do Relatório Técnico</b>	<b>33</b>
<b>A</b>	<b>Apêndice A</b>	<b>37</b>

## Lista de Figuras

1	Representação em árvore do algoritmo de Huffman. . . . .	7
2	Representação do algoritmo de Run Length. . . . .	8
3	Entropia do algoritmo Huffman. . . . .	9
4	Coeficientes DC. Adaptado de [20]. . . . .	12
5	Discretização da imagem do mundo real em CCD [20]. . . . .	14
6	Representação YCbCr, adaptado de [20] . . . . .	15
7	Tipos de Quadros. . . . .	18
8	Compensação de Movimento. . . . .	20
9	Estrutura de uma cena em MPEG-4 [21]. . . . .	21
10	Cena em MPEG-4 [21]. . . . .	22
11	Passos da Revisão Sistemática [32] . . . . .	23
12	Gráfico de técnicas de esteganografia em imagens. . . . .	31
13	Gráfico de técnicas de esteganografia em vídeos. . . . .	31
14	Gráfico de Overview. . . . .	32
15	Gráfico das aplicações em esteganografia. . . . .	32
16	Gráfico de ataques. . . . .	33
17	Gráfico da distribuição das técnicas e Overview. . . . .	34

## Lista de Tabelas

1	Distribuição dos artigos de acordo com classificação. . . . .	30
---	---	----

## Resumo

A crescente preocupação com privacidade dos dados trafegados pela Internet tem levado à pesquisas que visam manter o sigilo dos mesmos. Para este fim, tradicionalmente, tem-se utilizado técnicas de criptografia. Outra técnica que vem crescendo atualmente é a esteganografia, usualmente aplicada a imagens. A implementação de esteganografia em vídeos digitais, possibilita o ocultamento de uma quantidade maior de informações enquanto mantém o sigilo dos mesmos. Este relatório técnico apresenta um estudo aprofundado de técnicas de compressão em imagens e vídeos e descreve uma revisão sistemática sobre o tema de esteganografia em vídeos visando evidenciar o estado da arte de pesquisa na área.

## 1 Introdução

Este relatório técnico foi elaborado durante a disciplina de pós-graduação Tópicos em Hiperfídia ministrado no segundo semestre de 2006, pela professora Renata Pontim Mattos Fortes e pelo professor Rudinei Goularte. Os objetivos deste relatório podem ser divididos em duas partes:

- Realizar um estudo sobre vídeos com foco na compressão;
- Conduzir uma revisão sistemática para realização de uma avaliação crítica da área de pesquisa;

Este relatório técnico apresenta um estudo detalhado sobre vídeos digitais comprimidos, relatando desde a sua aquisição até o momento de compressão para seu armazenamento. Dessa forma pretende-se introduzir o leitor aos conhecimentos da área como também apresentar uma revisão sistemática para evidenciar o estado da arte nesta área de pesquisa e assim possibilitar a verificação da necessidade de trabalhos para preenchimento das diversas lacunas encontradas na área.

A compressão relaciona-se com a grande capacidade de compactação que os formatos de imagens e vídeos ultimamente utilizam visando a baixa alocação de espaço físico em seu armazenamento. Somente a partir deste fato que é possível que aplicações multimídia sejam desenvolvidas possibilitando a transmissão de arquivos compactos. Porém com a disseminação deste material diversos problemas de segurança vieram à tona, mostrando a fragilidade destes sistemas. Como exemplo destes problemas podemos citar a dificuldade de se evitar a propagação de material de origem ilícita. Para resolução destes problemas é buscado formas de autenticação e integridade do material multimídia. Uma dessas possibilidades é a inserção de material oculto nestas mídias por meio de algoritmos de esteganografia. Dessa forma, o estudo da compressão em vídeos, busca um maior entendimento e embasamento teórico para

vislumbrar meios de inserção da esteganografia na etapa de compressão de uma típica codificação de um vídeo.

Para alcançar este objetivo de realização da esteganografia em vídeos digitais comprimidos faz-se necessário um estudo pormenorizado de técnicas de compressão. Este estudo se inicia pelas técnicas de compressão em imagens( seção 3) uma vez que vídeos comprimidos utilizam técnicas de compressão em imagens para realização da compressão espacial entre seus quadros. Também é necessário um estudo de técnicas de compressão temporal (seção 5), pois existe uma grande dificuldade de recuperação de informações em vídeos comprimidos temporalmente, uma vez que estas são perdidas devido a compensação de movimento realizadas neste tipo de compressão.

Para um maior embasamento teórico sobre compressão de vídeo aliado a esteganografia foi realizada uma revisão sistemática tendo como objetivo evidenciar o tópico de pesquisa e trazer à tona um direcionamento da comunidade científica quanto ao tema.

Este relatório técnico está dividido em seções. A seção 2 contextualiza o leitor com o tema de pesquisa. Já na seção 3 apresenta-se as técnicas de compressão em imagens além de alguns padrões, enquanto que a seção 4 ilustra os componentes de um típico vídeo digital. Na seção 5 é apresentada as técnicas de compressão em vídeos além de alguns padrões tipicamente utilizados. Nas seções 6, 7, 8 e 9 são apresentadas a revisão sistemática sobre o tema de pesquisa. E finalmente na seção 10 é apresentado uma conclusão deste relatório técnico e no apêndice A é listado os artifos resultantes da revisão sistemática.

## **2 Esteganografia em Vídeos**

A popularização da Internet é uma realidade no Brasil, pois segundo o Ibope, o país contava com 7,68 milhões usuários da rede em 2002. Hoje, o país se aproxima dos 30 milhões de indivíduos com acesso direto à rede [8].

Com o aumento do número de pessoas conectadas a rede, houve uma crescente demanda por serviços *on line*, tais como o comércio eletrônico. Desse modo, a necessidade de sigilo entre as informações trocadas entre as empresas e os usuários aumentou. Infelizmente, houve também o crescimento do número de fraudes [9] e ataques às organizações.

Além disso, projetos como Echelon [6], desenvolvido pelos EUA, Inglaterra, Canadá e Austrália, tem como objetivo principal o monitoramento de todo o conteúdo eletrônico em tráfego na rede, tendo como

finalidade a filtragem de mensagens suspeitas de possíveis terroristas. Estes projetos utilizam tecnologia de ponta para filtragem das informações trocadas por e-mail, conteúdo de ftp e http.

Portanto, além dos problemas de cunho ilegal como ataques *hackers*, projetos como Echelon [6] e Carnivore [7] que visam o controle de privacidade sobre o conteúdo em tráfego na Internet, tiveram legitimidade ampliada após a assinatura do atual presidente dos EUA, em outubro de 2001, do Ato anti-terrorismo denominado PATRIOT [5], devido aos atentados de 11 de setembro. Este Ato permite a total quebra de privacidade digital sem necessidade de um mandato judicial dentro e fora dos EUA.

Paralelamente a estes fatos, o comércio eletrônico teve sua expansão potencializada pela proliferação de dispositivos móveis (celulares, *pdas* e *palmtops*), houve também um aumento na distribuição de material multimídia de caráter sigiloso pela rede. Estes fatos remetem a necessidade de criação de mecanismos que introduzam o devido sigilo e controle de acesso a estas informações. É importante levantar os principais aspectos envolvidos na distribuição segura de qualquer tipo de material, principalmente multimídia, para garantir a segurança digital e preparar o mercado para o crescimento da área nos próximos anos [4].

Para tal nível de segurança é necessário criar mecanismos que implementem métodos que adicionem níveis de *Autenticidade* e *Integridade* no material multimídia. A autenticidade disponibiliza a resposta correta para identificação de usuários do sistema, ou seja, a origem ou o destino são corretamente identificados. Já a integridade consiste em proteger a modificação sem a permissão explícita do proprietário da informação. A modificação inclui ações como escrita, alterações de conteúdo, alteração de *status*, remoção, criação e o atraso de informação transmitidas.

O ramo da ciência da computação voltado para o estudo de mecanismos de proteção digital é denominado segurança digital, a qual faz uso de algoritmos de criptografia e esteganografia eficientes. A criptografia visa a proteção dos dados através da codificação ou cifragem das informações, tornando-as incompreensíveis [3]. Já a esteganografia digital, procura ocultar informações em vários tipos de mídia, sejam elas contínuas ou discretas, tais como: texto, imagens, sons e vídeos [3].

A literatura reporta trabalhos que abordam a utilização de esteganografia em imagens, como por exemplo, o projeto Camaleão [2] e JPEG-JSTEG [1]. Contudo a generalização destas técnicas para uso em vídeos digitais não tem sido explorada. O benefício dessa generalização relaciona-se com o aumento da quantidade de informação que se pode ocultar. Assim a criação de um mecanismo de esteganografia em vídeos digitais aumenta a quantidade de informação inserida, e desse modo, provê a privacidade durante a transmissão de dados sigilosos.

### 3 Compressão em Imagens

Para efeito de exemplificação imaginemos uma imagem bruta, ou seja, ocupando exatamente o tamanho que lhe cabe em um *bitmap*, teríamos:

$$TamImagem = 1024x768x24 = 2.358Mbytes \quad (1)$$

Os dois primeiros parâmetros da fórmula correspondem a resolução do monitor em que foi capturado a tela e o último valor multiplicado corresponde a profundidade do *pixel* utilizado em *bits*. No resultado dessa multiplicação (2.358 MB) podemos perceber a quantidade de informação que deve ser armazenada para uma imagem sem nenhuma compressão. Fica evidente que para fins de armazenamento e transmissão deve-se estudar métodos e técnicas que viabilizem a compressão desses dados de forma a retirar informações redundantes sem alterar os resultados de reprodução da imagem.

#### 3.1 Como é possível comprimir?

As técnicas de compressão baseam-se em informações relacionadas a características de percepção visual da visão humana buscando a grande representação das informações de alta facilidade de visualização do ser humano e extraindo as informações não ou pouco perceptíveis. Estes algoritmos buscam informações de redundância espacial ou seja a partir de um valor de um *pixel* procura-se a relação com os *pixels* vizinhos. Em imagens adquiridas do mundo real, como fotos, estas informações redundantes aparecem em grande quantidade facilitando a aplicação destes algoritmos de compressão. Além disso busca-se a capacidade de minimizar a codificação das informações da imagem na organização do formato de arquivo.

#### 3.2 Classificação

Segundo Furht [27] a compressão pode ser dividida basicamente em duas partes:

- Lossless: Modelo sem perdas que reduz a quantidade de dados.
- Lossy: Modleo com perdas que obtém arquivos com qualidade menor em relação ao original.

Alguns padrões multmídias, principalmente vídeos, utilizam as duas formas de compressão visando um nível maior de compressão. As técnicas *lossless* mais utilizadas em arquivos multimídia são:

	A	B	C	D	E	F
Frequência	22	8	10	12	18	7
Cod. Binário	10	001	110	111	01	000

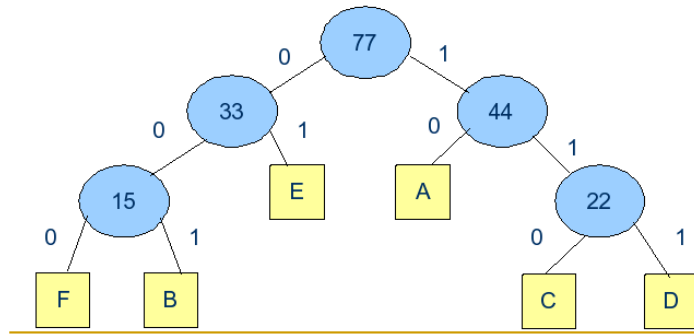


Figura 1: Representação em árvore do algoritmo de Huffman.

- Huffman
- Lempel Ziv
- Run Length

As técnicas Lossy mais utilizadas em multimídia são:

- DCT - Transformada discreta dos Cossenos.
- FFT - Transformada rápida de Fourier.

### 3.2.1 Técnicas Lossless:

A técnica Lossless de Huffman reduz o número de *bits* a serem codificados para representação de uma imagem, para isso basea-se na frequência de ocorrência dos *bits*. Ou seja, os caracteres mais frequentes são representados com menos *bits* que os caracteres menos frequentes. A probabilidade de ocorrência são armazenadas em todos os possíveis valores na imagem e esses são então ordenados. Para ilustrar este processo podemos verificar a representação gráfica do algoritmo de Huffman na figura 1.

Na tabela presente na figura 1 podemos verificar as diversas letras codificadas para exemplificar o algoritmo com suas respectivas frequências. Na segunda linha da tabela é mostrado os valores binários correspondentes ao caminho da árvore de Huffman. Dessa forma quando é utilizado um valor "0" deseja-se que seja percorrido o lado esquerdo do nó raiz e em contrapartida o valor "1" remete o caminho para a posição direita do nó raiz consultado. Representa-se os valores de frequência somando os diversos nós raízes das subárvores percorridas, por exemplo o valor 33 na posição 0 corresponde à frequência de F



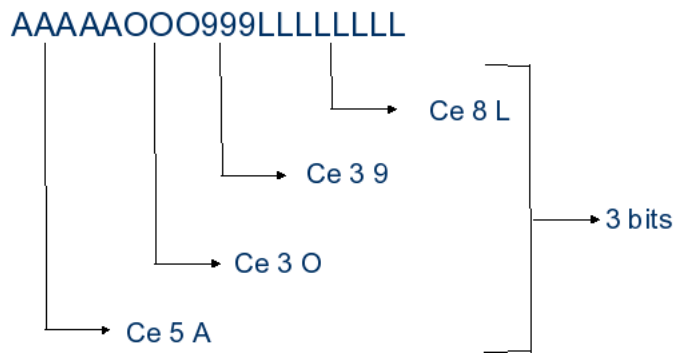


Figura 2: Representação do algoritmo de Run Length.

(7) somada a frequência de B (8) com a frequência de E (18). Logo, as letras que apresentam maior frequência estarão alocadas mais perto do nó raiz da árvore de Huffman. A técnica Lossless de Lempel Ziv Welch (LZW) baseia-se na localização e no registro das padronizações de uma estrutura. O algoritmo lê os valores dos *pixels* mais utilizados de uma imagem e elabora uma tabela de códigos com os padrões repetidos. Já a técnica de Run Length tem foco na codificação de cadeias de caracteres objetivando a redução da redundância destes dados, este detalhe pode ser percebido na figura 2.

Na figura 2 pode-se verificar que o algoritmo representa cadeias de caracteres repetidos utilizando apenas 3 *bits*.

### 3.2.2 Técnicas Lossy:

A Compressão com perda de dados (do inglês *lossy data compression*) é um método de compressão de dados aplicado por algoritmos em que a informação obtida após a descompressão é diferente da original (antes de ser comprimida), mas suficientemente parecida para que seja de alguma forma útil. Este tipo de compressão é utilizado frequentemente em imagens e vídeos.

Dependendo do algoritmo aplicado, a compressão com perda de dados normalmente sofre de perda generativa, em que se perdem dados sucessivamente, à medida em que se aplica o algoritmo várias vezes, ao comprimir e descomprimir, o que resulta numa maior perda de dados do que a aplicação do algoritmo de uma só vez.

A DCT (Transformada discreta dos cossenos) é aplicada em uma imagem para análise da entrada em nível de frequência, resultando em coeficientes de correlação entre os *pixels* da imagem.

A vantagem dos métodos de compressão com perda de dados sobre os sem perda de dados é que normalmente consegue-se um arquivo comprimido de menor dimensão, mantendo, no entanto, uma qua-

Tempo	Probabilidade	Informação	Código Binário
Limpo	"3/4"	1 bit	0
Nublado	"1/8"	2 bits	10
Chuvoso	"1/16"	3 bits	110
Nevando	"1/16"	3 bits	111

$$H = (3/4) \times 1 + (1/8) \times 2 + (1/16) \times 3 + (1/16) \times 3 = 1,375 \text{ bits/símbolo}$$

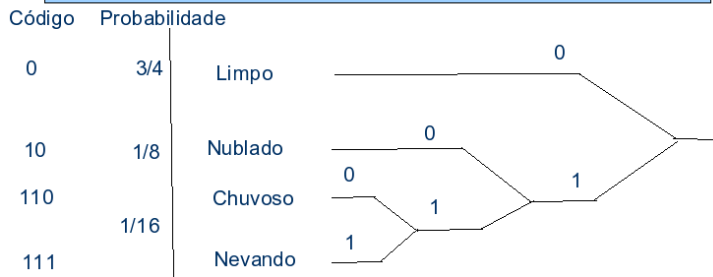


Figura 3: Entropia do algoritmo Huffman.

lidade mínima em relação ao original, conforme o objetivo que se pretende.

### 3.2.3 Teoria da Informação e Entropia:

A Teoria da informação é um ramo da teoria da probabilidade e da matemática estatística que lida com sistemas de comunicação, transmissão de dados, criptografia, codificação, teoria do ruído, correção de erros, compressão de dados, entre outros [22]. Em 1949, Claude Shannon publicou um artigo com o nome "Communication Theory of Secrecy Systems"[10] que relacionou o conceito de entropia e informação. A entropia é justamente a quantidade de *bits* média necessária para representar um conjunto de valores X, com probabilidades associadas e distintas, da maneira mais eficiente possível [11]. A entropia, pode ser definida como:

$$H = - \sum p_i \log p_i$$

Onde *log* é o logaritmo na base 2, que determina o grau de caoticidade da distribuição de probabilidade  $p_i$  e pode ser usada para determinar a capacidade do canal necessária para transmitir a informação. Como vimos na seção 3.2 a técnica de Huffman reduz o número de *bits* a serem codificados para representar uma imagem. Na figura 3 verifica-se a entropia do algoritmo de Huffman.

Temos na tabela da figura 3 as probabilidades de condições meteorológicas e sua representação em *bits*. Utiliza-se a árvore de Huffman para representar estes valores de acordo com o valor das probabilidades de ocorrência. Para acharmos a medida de entropia "H" soma-se todas as probabilidades multiplicadas pelo número de *bits* utilizados para codificação. Neste exemplo específico temos a necessidade de representação dos estados meteorológicos em *bits* levando a uma perda por ser um valor inteiro. Se

fôssemos representar este conjunto idealmente, caso os *bits* pudessem ser do tipo *float*, teríamos uma taxa de 1.186 *bits*/símbolo. Dessa forma verificamos que o algoritmo de Huffman alcança 86% de entropia desse sistema. O algoritmo de codificação Aritmética (*Arithmetic coding*) tem aproximações com limiares mais próximos a entropia por não utilizar necessariamente a representação baseada em números inteiros (*integer-length*). Na codificação Aritmética, os símbolos são ordenados pelo número de linhas em seqüência no intervalo de probabilidade de 0 até 1. Para cada símbolo é atribuído um sub-intervalo com os correspondentes valores inteiros para as probabilidades entre 0 e 1.

### 3.3 Overview Padrões

O padrão de imagens TIFF é um formato de arquivo para imagens digitais *raster* criado pela empresa Aldus<sup>1</sup> para uso no processo de impressão PostScript. Este padrão é utilizado para digitalização de documentos com grande definição, utilizando 48 *bits* de profundidade. O padrão TIFF utiliza como opção para compressão de dados o algoritmo LZW.

Já o padrão GIF, desenvolvido em 1987 pela empresa CompuServe<sup>2</sup> utiliza espaço de cor RGB (24 *bits*) utilizando a técnica de paleta de cores a qual permite apenas a inserção das 256 cores mais utilizadas em uma imagem para gravação. Este padrão foi o primeiro a utilizar a técnica de LZW em substituição a técnica de Run length (RLE) presentes no formato BMP. Neste formato cada *pixel* é codificado como um elemento da tabela (8 *bits*) ao invés de 24 *bits* e o conteúdo da tabela é armazenado conjuntamente com as dimensões da imagem.

O JPEG é um padrão internacional, proposto pelo comitê ISO (*Joint Photographers Expert Group*). Sua compressão é uma das mais utilizadas atualmente em imagens, inclusive em dispositivos de captura de imagens, tais como câmeras digitais. O JPEG foi desenvolvido para comprimir imagens naturais do mundo real, tanto coloridas como em tons de cinza (*grayscale*). Contudo não é adequada para imagens simples como faixas, cartões ou desenho com linhas.

A técnica de compressão de imagem adotada pelo JPEG possui perda, ou seja, a imagem após a compressão não é exatamente a mesma que a original. Isto ocorre porque JPEG foi projetado para explorar limitações conhecidas a respeito do olho humano, principalmente o fato de que pequenas mudanças de cores são menos perceptíveis que pequenas mudanças de brilho. Assim, JPEG pretende comprimir imagens que serão vistas pelo ser humano. Se a intenção é analisar as imagens por computador, os pequenos

---

<sup>1</sup>Hoje pertencente a Adobe - <http://partners.adobe.com/public/developer/tiff/index.html>

<sup>2</sup><http://www.compuserve.com>

erros introduzidos pela técnica podem ser um problema, mesmo que eles sejam invisíveis para os olhos [13].

O JPEG possui quatro modos de operação, seqüencial (*default*), progressivo, sem perdas e hierárquico. No modo de operação seqüencial realiza-se em cinco etapas o processo de codificação que ocorre sobre uma imagem para compactação.

- Pré-processamento Imagem/Bloco;
- Aplicação de DCT (Transformada discreta dos cossenos);
- Quantização;
- Codificação por entropia;
- Reconstrução da imagem;

Inicialmente para codificar o algoritmo é dividida a imagem em blocos de  $8 \times 8$  *pixels* para preparação para cálculos com transformadas matemáticas. Então gera-se os coeficientes de frequência após a aplicação de DCT.

Os coeficientes gerados pela DCT na matriz de quantização são mensurados e alguns coeficientes até eliminados. É o processo de quantização que irá definir o grau de compactação da imagem [28]. Na etapa de Quantização os coeficientes DCT são obtidos. Esta quantização é feita através de uma matriz (tabela) com 64 entradas (advinda dos blocos de  $8 \times 8$ ), onde cada uma destas entradas configura o fator de quantização para aquele determinado coeficiente. Isto significa que cada um dos 64 coeficientes podem ser ajustados individualmente, dependendo da sua importância para a imagem. Cada entrada na matriz de quantização é um valor inteiro de *8bits*. Quanto maior os valores da matriz mais distorção é introduzida a imagem e quanto menor os valores da matriz, maior é a qualidade da imagem compactada (o valor 1 significa qualidade máxima). O processo feito pelo quantizador é o de dividir os valores dos coeficientes resultantes da DCT pelo correspondente fator de quantização presente na matriz de quantização e arredondar o resultado para o inteiro mais próximo. Desta forma, configurando-se valores maiores para as frequências mais altas, faz-se com que elas se tornem zero, ou seja, as frequências altas são desprezíveis. Vale ressaltar que estas perdas são proporcionais ao fator de compressão desejado alterado pelo usuário determinando o nível de *threshold* (corte) no gráfico da DCT.

Na última etapa ocorre a codificação por entropia, os coeficientes DC quantizados das unidades de dados são tratados de forma diferente dos coeficientes AC. Os coeficientes DC determinam a cor

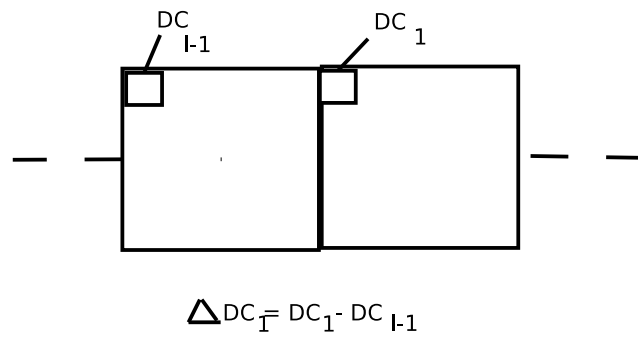


Figura 4: Coeficientes DC. Adaptado de [20].

básica da unidade de dado e geralmente há uma variação muito pequena de cor entre unidades de dados adjacentes. Assim os coeficientes DC são codificados como a diferença entre o coeficiente atual e o anterior. Somente o primeiro coeficiente DC é integralmente codificado. Os coeficientes AC são processados em zig-zag, de forma que as frequências mais baixas (que possuem valores maiores) são codificadas primeiro que as frequências mais altas (valores mais baixos), conforme pode ser visualizado na figura 4. Esta forma de processamento gera valores muito similares em seqüência, o que possibilita uma codificação muito eficiente. A codificação de Run-Length é aplicada aos valores zero dos coeficientes AC quantizados. Em seguida, os valores não nulos dos coeficientes AC, bem como os coeficientes DC, são transformados em uma representação espectral para comprimir os dados ainda mais. Finalmente a codificação de Huffman é aplicada e tem-se o arquivo JPEG pronto.

A codificação de Huffman gera uma árvore de decisão. Basicamente, para estruturação da árvore segue-se algumas premissas básicas. Caracteres diferentes não têm que ser codificados com um número fixo de bits. Os caracteres que ocorrem mais freqüentemente podem ser codificados com um número menor de *bits*, enquanto que caracteres que não ocorrem com freqüência são codificados com mais *bits*.

Esta codificação estatística depende da freqüência de ocorrência de caracteres ou das seqüências de *bytes*. Dados os caracteres que devem ser codificados e as suas respectivas probabilidades de ocorrência, o algoritmo do código de Huffman determina o código ótimo (que usa o menor número de *bits*) para armazenar estes caracteres.

## 4 Vídeo

Basicamente um vídeo é definido como a captação dos sinais de áudio em conjunto com as imagens em relação ao tempo. Os primeiros vídeos eram codificados de modo analógico. Basicamente altera-se a

representação das ondas (áudio e imagens) de mecânica/ótica para analógica com auxílio da eletrônica. Este fato propiciou a criação da televisão analógica como conhecemos, a qual segue os seguintes padrões [17]:

- *NTSC - National Television Standards Committee* Criado nos Estados Unidos em 1953. Sua taxa de *frames* é de 29.97 por segundo com 525 linhas por quadro.
- *SECAM - Systeme En Couleur Avec Memoire* Criado na França no final dos anos 60, e usado por alguns outros países como Rússia. Sua taxa de *frames* é de 25 por segundo com 625 linhas por quadro.
- *PAL - Phase Alternate Line* Desenvolvido pela Alemanha/Inglaterra no final dos anos 60. Usado em muitos países da Europa como Portugal, Espanha, Itália. Possui taxa de *frames* de 25 quadros por segundo e 625 linhas por quadro.

Como nos Estados Unidos a frequência da rede elétrica é de 60 Hz, foi adaptado o processo de transmissão televisiva gerando 60 campos de imagem por segundo para evitar o efeito da cintilação. A imagem é formada por 525 linhas por quadro (formado por 2 campos) e 30 quadros por segundo para dar a sensação de movimento. Estas características do sistema de transmissão de televisão norte-americana fazem parte das normas estabelecidas pela RMA (*Radio Manufacturers Association*) ou simplesmente "M", e acabou sendo adotadas por outros países com a mesma frequência de rede, como o Brasil [23].

Com o avanço dos dispositivos físicos (*hardware*) como *Displays* e *CCD (Charge Coupled Device)* foi possível a concepção de vídeos totalmente em formato digital possibilitando o seu armazenamento em mídias de diferentes formatos. O sensor CCD, inventado na década de 70, teve papel importantíssimo no funcionamento da câmera digital. Este dispositivo de silício converte fótons em elétrons tornando-se dessa maneira fotosensível. Sua tecnologia é baseada no sistema visual humano de forma que órgãos/células especiais dos seres humanos são reproduzidas eletronicamente. No SVH (Sistema visual humano) temos como células fotosensíveis os cones e bastonetes. Os cones são responsáveis pela percepção de cores primárias correspondendo a aproximadamente 7 milhões de células do nosso olho. Já os bastonetes, espalhados por toda retina, são responsáveis pela percepção de profundidade e movimentos correspondendo a aproximadamente 120 milhões de células presentes no olho humano. O CCD imita o funcionamento dos cones e bastonetes para percepção de cores e profundidade além disso a lente do CCD é inspirada no cristalino humano [15].

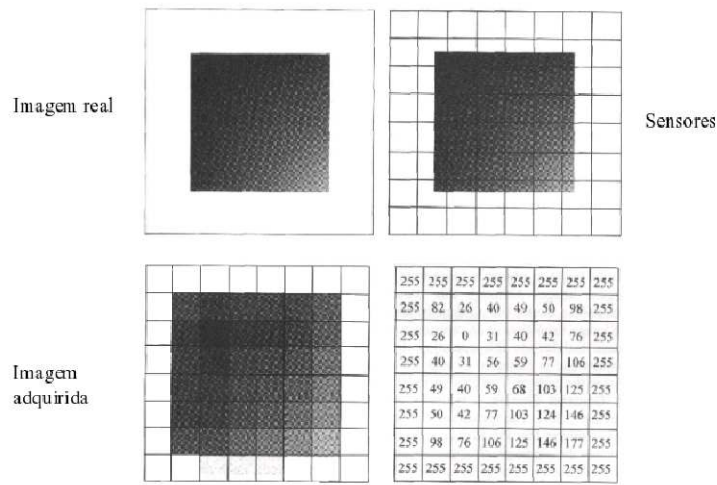


Figura 5: Discretização da imagem do mundo real em CCD [20].

Basicamente uma câmera de vídeo é um equipamento para a captura de imagens moventes e áudio. As imagens podem ser monocromáticas (tonalidades de cinza ou preto e branco) ou coloridas utilizando-se a combinação de cores primárias ou valores conjuntos de luminância e crominância. Uma câmera de vídeo monocromática tem seu correto funcionamento de acordo com as seguintes etapas:

- Aquisição do sinal das imagens
- Digitalização do sinal captado

Tipicamente, uma câmera faz a aquisição do sinal de imagens do mundo real utilizando uma lente e uma superfície sensível à luz a qual converte uma imagem luminosa em seu interior. Após esta etapa é realizada a digitalização do sinal captado utilizando a técnica de rastreamento, a qual é responsável pela leitura do padrão de carga elétrica utilizando um feixe disparado por um canhão de elétrons presente no interior de um tubo a vácuo.[16] Já uma câmera colorida tem seu funcionamento igual a uma câmera monocromática, porém realiza a reprodução de vídeo utilizando três câmeras direcionadas para a imagem a ser gravada. Cada uma dessas câmeras possui um filtro para determinada cor primária, dessa forma temos uma câmera com filtro R (Vermelho) outra com filtro G(Verde) e finalmente uma com filtro B (Azul). Para representação da imagem do mundo real no mundo digital codifica-se cada ponto de luz proveniente do sensor CCD em uma posição de uma matriz quadrada. Cada ponto desta matriz recebe o nome de *pixel*. Dessa forma a imagem é discretizada e codificada digitalmente como demonstra a figura 5.

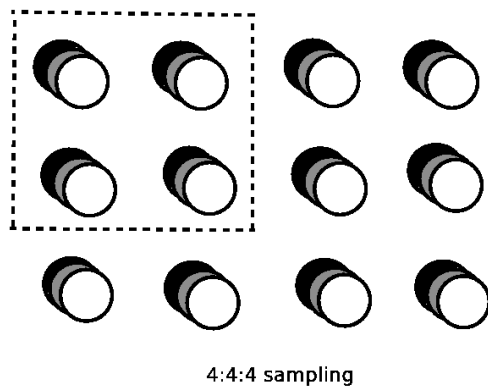


Figura 6: Representação YCbCr, adaptado de [20]

O CCD produz um conjunto de 3 sinais analógicos, cada sinal correspondendo a uma das cores básicas. Este sinal RGB, contém as informações de luminosidade e ao mesmo tempo também de cor de cada *pixel*. Para economizar espaço, tanto nas informações transmitidas como nas geradas, o sinal RGB puro é convertido para sinal analógico YCbCr através de um circuito eletrônico no interior da câmera. A seguir, este sinal pode ser gravado diretamente em uma fita ou pode sofrer um processo de *sampling* e ser transformado em um sinal digital. Quando as imagens são exibidas em um aparelho de TV, o sinal YCbCr é reconvertido para RGB antes de ser utilizado. Nos diversos formatos de vídeo é comumente utilizado o padrão YCbCr visando a simplificação dos dados visuais a serem armazenados, dessa forma é realizado uma subamostragem com o intuito de reduzir o tamanho da entrada. O formato 4:4:4 é a representação completa sem nenhuma redução da entrada, constituído de 4 porções de Y para 4 porções de Cb e 4 porções de Cr. Já a representação 4:2:2 utiliza quatro porções de luminância Y para duas de cada crominância Cb e Cr. E finalmente na representação 4:2:0 são utilizados 4 porções de luminância para 1 porção de crominância Cb e 1 porção de crominância Cr [17]. Na figura 6 ilustra-se a codificação YCbCr.

A conversão RGB para YCbCr é efetuada através de fórmulas matemáticas. A parte de luminosidade do sinal YCbCr, representada pela letra "Y", é calculada somando-se as luminosidades dos sinais R+G+B, porém de maneira desigual: o sinal médio correspondente a cor verde é a dominante, a que tem maior participação e a azul correspondente ao sinal de menor frequência é a que tem menor participação. O cálculo de Y é efetutado através da fórmula:

$$Y = 0.299R + 0.587G + 0.114B \quad (2)$$



ou, aproximadamente, 30% de vermelho, 59% de verde e 11% de azul.

A luminosidade emitida pelas duas cores é a mesma, porém o olho humano apresenta diferenças nesta visualização. É para criar esse desequilíbrio que os fatores numéricos são empregados na fórmula do cálculo da luminosidade, permitindo obter-se assim o balanceamento do brilho entre as 3 cores básicas adquiridas a partir da leitura do CCD da forma como o olho humano as enxerga [12].

A parte de cor do sinal YUV, representada pelas letras "U" e "V" é calculada de modo a economizar informações: ao invés de registrar as intensidades de cada uma das 3 cores, são somente registradas as intensidades do vermelho e do azul. A intensidade do verde é derivada a partir da luminosidade total, levando-se em conta as intensidades anotadas do vermelho e do azul.

O sinal "U" é calculado subtraindo se "Y" do sinal "B" e multiplicando-o por um fator igual a 0,492:

$$U = 0,492x(B - Y) \quad (3)$$

O sinal "V" é calculado subtraindo se "Y" do sinal "R" e multiplicando-o por um fator igual a 0,877:

$$V = 0,877x(R - Y) \quad (4)$$

Esses fatores são determinados por normas internacionais estabelecidas pela ITU (*International Telecommunication Union*), entidade internacional criada para padronizar e regular assuntos técnicos relacionados a telecomunicações, a partir de experimentações e testes práticos visando entre outros aspectos a melhor representação do espaço de cor após a conversão. Não há compressão nem perda de qualidade nessa conversão, um sinal é o equivalente matemático do outro. A transformação é efetuada por um circuito eletrônico [12].

Para simplificação em diversos textos que referenciam-se ao color space YUV, os componentes "U" e "V" são representados muitas vezes sem os seus fatores de conversão, na forma:

$$U = B - Y \quad (5)$$

$$V = R - Y \quad (6)$$

O sinal YUV ocupa menos espaço do que o sinal RGB, porque apesar de conter também 3 sinais como o RGB, neste a luminosidade do *pixel* é repetida 3 vezes. No YUV ela está presente somente 1 vez. E além disso o sinal de cor necessita no máximo metade da informação de luminosidade, característica conhecida desde que em 1931 uma organização chamada CIE (*Commission Internationale de L'Elairage*) investigando a visão de cores pelo olho humano concluiu através de experimentações que a visão do olho humano era menos sensível a cores do que à luminosidade.

## 5 Compressão em Vídeo

A maior motivação da realização de uma compressão em vídeos refere-se a dois pontos principais:

- Armazenamento
- Transmissão

Existe uma grande necessidade de compressão, uma vez que faz-se necessário utilizar compressões da ordem de 60:1 para envio de vídeos sob demanda em rede. Se não fosse empregados métodos de compressão em vídeos, os dispositivos de armazenamento deveriam ter capacidade bem maior dos atuais de mercado. Como havíamos citado na seção 3, a utilização de uma imagem sem compressão nos leva a 2.458 MB de informação codificada. Para verificar o tamanho de um vídeo sem compressão devemos multiplicar o valor de cada imagem presente no vídeo pelo número de quadros exibidos em um segundo (fps) por o tempo de exibição do vídeo. Este cálculo é exemplificado na equação 7.

$$TamVideo = TamImagem \times 24 \times 60 = 3.3GB \quad (7)$$

Para realizar a compressão de um vídeo faz-se necessário utilizar compressão espacial em cada quadro do vídeo correspondendo a compressão típica de imagens como também é necessário a compressão em relação ao tempo objetivando a minimização de redundância temporal. Desse forma na codificação de vídeo utilizam-se 3 formas de compressão:

- Codificação de menor resolução para os canais de cor;
- Remoção da redundância temporal pela Compensação de movimento;
- Remoção da redundância espacial pelas técnicas Lossy e Lossless;

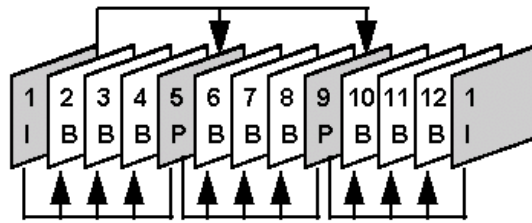


Figura 7: Tipos de Quadros.

## 5.1 Redundância Temporal

Na codificação de diversas imagens de um vídeo percebe-se um alto nível de informação visual redundante entre os diversos quadros de uma cena. Os modelos de redundância temporal exploram as similaridades entre os quadros vizinhos, sejam eles anteriores ou posteriores, visando a eliminação destas informações. Basicamente procura-se as informações repetidas presentes em diversos quadros para referenciar apenas um desses quadros e eliminar a codificação da informação nos demais diminuindo a quantidade de informação a ser codificada no *bitstream* final.

## 5.2 Tipos de Quadros

Para efeito de redução de informação temporal os formatos de vídeos atuais utilizam um mecanismo de diferenciação na codificação de seus quadros visando uma maior compressão. Os quadros de um formato típico MPEG por exemplo são:

- Quadro I (*Intra coded picture*): quadro inteiro, no *bitstream* final aparecem em intervalos regulares.
- Quadro P (*Predictive coded picture*): codificação preditiva de compensação de movimento entre um quadro I ou P.
- Quadro B (*Bidirectionally predictive coded picture*): codificado a partir de I e P, maior compressão de todos os quadros.

Na figura 7 podemos visualizar a disposição dos tipos de quadros em um vídeo típico MPEG.

O quadro I é codificado independentemente dos demais apresentando apenas a compressão espacial JPEG, alcançando taxas de compressão na ordem de 10:1 e 20:1. Já os quadros P tem a função preditiva sempre aparecendo entre um quadro I ou P, alcança taxas de compressão na ordem de 20:1 a 30:1. E finalmente o quadro B é codificado a partir da interpolação de um quadro anterior I ou P e um posterior I

ou P e alcança taxas de compressão da ordem de 30:1 a 50:1. Na figura 7 podemos visualizar a disposição dos tipos de quadros em um vídeo.

### 5.3 Compensação de Movimento

Predição por compensação de movimento é uma poderosa ferramenta para reduzir redundâncias temporais entre quadros e é usado extensivamente nos padrões MPEG [18]. Desde que a maioria dos quadros de uma seqüência de imagens se parecem muito similares exceto por deslocamentos devido a movimentos como os da lente de uma câmera através de um cenário, é permitido codificar um quadro através do cálculo do vetor de deslocamento em relação a imagem anterior. No caso do MPEG as imagens são separadas em macroblocos de  $16 \times 16$  *pixels* e apenas um vetor de movimento é estimado, codificado e transmitido para cada um destes blocos. O erro de estimação, ou seja, a diferença entre um quadro e sua estimação também é transmitido. A codificação de quadros P de cada macrobloco alvo é comparado *pixel a pixel* com o macrobloco correspondente no quadro de referência. Quando a busca encontra macroblocos iguais dois parâmetros são codificados:

- Vetor de movimento: indica o *offset* (deslocamento) do macrobloco.
- Erro de predição: 3 matrizes, uma para cada componente Y,Cb,Cr contendo diferenças de valores dos *pixels* do macrobloco e retornados após a busca.

No caso do quadro P elimina-se a redundância espacial e temporal a partir de quadros passados, conforme visto na figura 8. Já nos quadros B, estima-se primeiro o vetor de movimento e as matrizes de diferenças usando-se o quadro P ou I anterior. Depois estima-se os mesmos parâmetros usando-se o macrobloco alvo e a média dos valores previstos nos dois passos anteriores. O conjunto com os menores valores é escolhido para ser codificado. Neste tipo de quadro elimina-se a redundância espacial e temporal a partir de quadros passados e futuros conforme visto na figura 8 Na codificação dos quadros P e B são gerados vetores de movimento e aplicado técnicas de codificação por diferenças e Huffman. Também são geradas matrizes de diferenças que sofrerão compressão DCT, quantização e codificação por entropia.

### 5.4 Overview Padrões

Os formatos da família MPEG foram criados visando estabelecer compressões da ordem de 200:1. O primeiro padrão desenvolvido pelo grupo MPEG, com nome MPEG-1, foi o código que combinava sinais

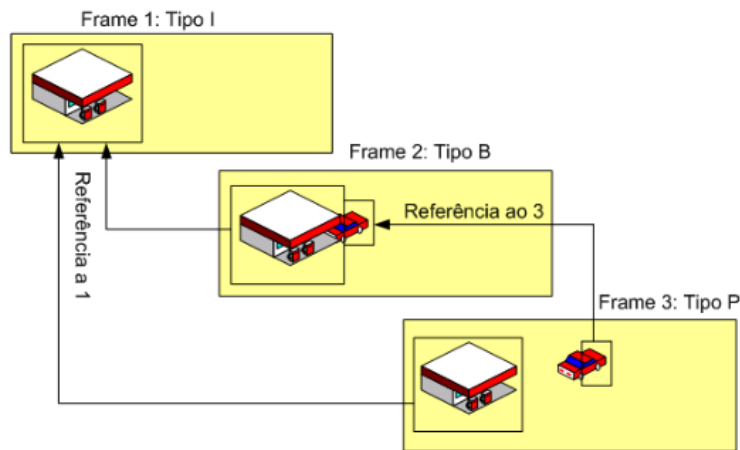


Figura 8: Compensação de Movimento.

audiovisuais a uma taxa de 1,5Mb/s. Ele foi motivado pelo fato de que se estava tornando possível em 1988 armazenar sinais de vídeo em CD's com qualidade comparável as fitas cassete VHS. Foi finalizado em 1991, possui espaço de cores YCbCr (4:2:0) e proporciona resoluções:

- 352 x 240 *pixels* a 30 fps (padrão NTSC);
- 352 x 288 *pixels* a 25 fps (padrão PAL);

O MPEG-1 foi um padrão muito inovador. Pela primeira vez um único padrão audiovisual foi produzido e todas as precauções foram tomadas para que as peças do padrão se encaixassem. O sucesso causado pelo padrão fez com que várias empresas que até então possuíam departamentos de áudio e vídeo independentes se reorganizassem. Além disso o padrão foi o primeiro em outras coisas [18]:

- Primeiro padrão para processamento de sinais desenvolvido usando código em C;
- Primeiro código de vídeo independente do formato do vídeo;
- Primeiro padrão a incluir implementação em *software*.

Deve ser notado que, o padrão MPEG 1 somente especifica o decodificador e não o codificador. A informação audiovisual pode ser gerada em tempo real de um acontecimento natural ou vir de um servidor. Em ambos os casos um fluxo de *bits* multiplexado chega ao decodificador através de um meio de distribuição (uma rede de comunicação, um canal de transmissão, etc.). No caso de um disco local a parte de distribuição do modelo desaparece mas o restante continua válido. Os fluxos de áudio e vídeo codificados, forçados a ter uma base de tempo comum e combinados em um mesmo fluxo pela camada de

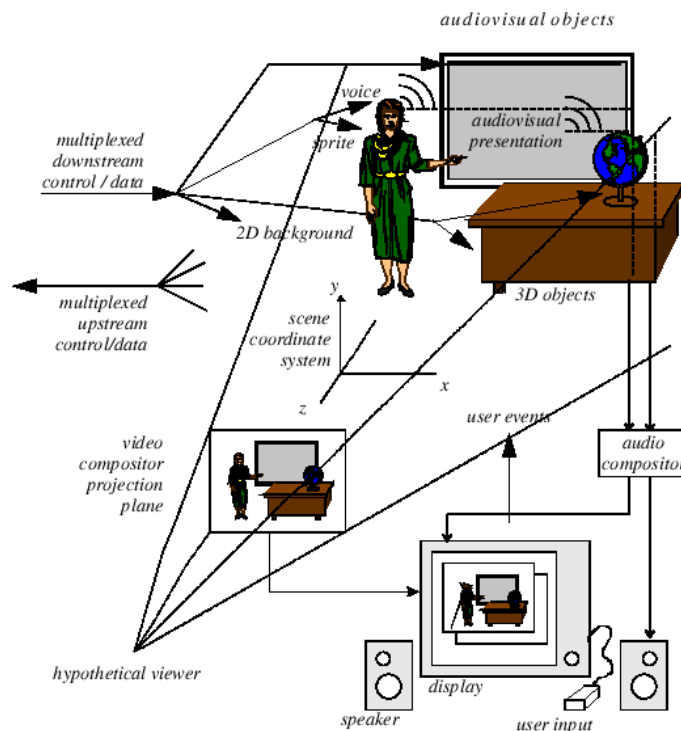


Figura 9: Estrutura de uma cena em MPEG-4 [21].

sistema do MPEG, são extraídos e manipulados pelos decodificadores de áudio e vídeo apropriados que produzem seqüências de amostras PCM representando informação de som e imagem [18]. Porém como deficiência o MPEG 1 somente permite apresentação de vídeos em modo progressivo impossibilitando a reprodução para HDTV. No padrão MPEG2 é possível o uso de imagens entrelaçadas possibilitando a reprodução de conteúdo para HDTV (TV Digital). Nestas imagens cada quadro é composto de dois campos: o primeiro contendo as linhas ímpares e outro contendo as linhas pares. Este padrão foi finalizado em 1994 pensando em *broadcast* para HDTV. Foi a primeira versão MPEG em dividir em perfis (*profiles*) e níveis (*levels*) o vídeo. O perfil define a escalabilidade da palavra de *bits* e resolução do espaço de cores (4:4:4, 4:2:2, 4:2:0). O nível define a resolução da imagem e a máxima taxa de *bits* por perfis. A taxa de transmissão do padrão MPEG2 está entre 4 e 9 Mb/s. Já o padrão MPEG-4, apresenta uma diferente da codificação linear de áudio e vídeo em relação ao MPEG-1/2, a codificação MPEG-4 é baseada em objetos, isto é, as cenas áudio-visuais são codificadas em termos de objetos. Um Objeto pode ser uma imagem ou um vídeo: um carro em movimento, uma fotografia de uma menina. Também pode ser um objeto de áudio: um instrumento de uma orquestra, o som de um carro. A associação de um áudio e um vídeo é chamado de objeto áudio-visual. Na figura 9 podemos verificar a diferenciação dos diversos objetos de uma cena MPEG 4.



Figura 10: Cena em MPEG-4 [21].

Novas tecnologias e técnicas foram agregadas ao padrão possibilitando que o conteúdo seja reutilizável e flexível com foco na convergência de vídeo para HDTV (TV digital), WWW (*Web*) e animações, permitindo altos níveis de interação do usuário final com o conteúdo. Seu funcionamento está atrelado a perfis [21]:

- Visual
- Áudio
- Graphics
- Scene Graph
- MPEG-J
- Descritor de Objetos

A representação de uma típica cena MPEG4 encontra-se na figura 10, o fundo e os personagens são tratados diferentemente por meio dos diversos *Video Objects VO*.

## 6 Revisão Sistemática

Segundo Conte et al [29] revisões sistemáticas são baseadas em uma estratégia de pesquisa bem definida, que visa detectar o máximo possível de material bibliográfico relevante. Antes de iniciar a busca dos estudos primários, deve-se definir um protocolo de revisão que especifica a questão central da pesquisa e os

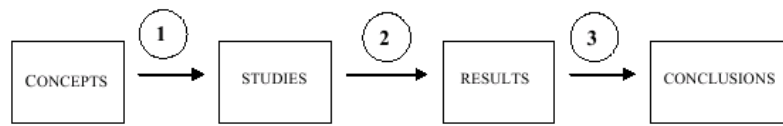


Figura 11: Passos da Revisão Sistemática [32] .

métodos que serão utilizados para executar a revisão. A técnica de Revisão Sistemática é muito utilizada em pesquisas científicas na medicina e foi sugerida para estudos em computação por Kitchenham (2004) [30] definindo como um meio de identificar, avaliar e interpretar toda pesquisa disponível relevante a uma questão, ou área de forma quantitativa. De acordo com Mafrá e Travassos (2005) [31], uma revisão sistemática propõe uma avaliação justa do tópico de pesquisa à medida que utiliza uma metodologia de revisão rigorosa, confiável e passível de auditoria. Com a condução desta revisão sistemática, pretende-se identificar todo material relevante sobre Esteganografia em Vídeos. Para este fim, foi seguido o método proposto por Kitchenham (2004) [30].

De acordo com Biolchini [32], uma revisão sistemática tem três passos fundamentais para sua execução. Na figura 11, pode-se verificar os passos de uma típica revisão sistemática. O primeiro passo da pesquisa consiste na verificação do conceito a ser pesquisado possibilitando a criação de uma *string* de busca. Esta *string* tem a função de prover evidências sobre o tópico de interesse a ser pesquisado. Após definida uma *string* de busca é necessário iniciar a busca dos artigos definindo as formas de pesquisas que serão utilizadas para tal tarefa. Já no segundo passo, inicia-se a análise e classificação dos artigos encontrados na fase anterior determinando quais serão retirados da pesquisa. Também nesta fase realiza-se o preenchimento de um formulário com dados de interesse e análise para cada artigo encontrado. E finalmente no terceiro passo analisa-se os artigos que restaram da fase anterior e procura-se formas de sintetizar os dados colhidos, concluindo sobre os resultados da pesquisa. Travassos [31] agrupou os passos propostos por Biolchini dividindo uma revisão Sistemática nos seguintes passos:

- Planejamento da Revisão

- Identificação da necessidade de uma revisão;

- Desenvolvimento de um protocolo de revisão;

- Condução da Revisão

- Identificação das fontes de busca relevantes;

- Seleção dos estudos primários;



Avaliação da qualidade dos estudos;

Extração dos dados

Síntese dos dados

- Documentação da Revisão

Como vantagens de uma revisão sistemática podemos concluir que a mesma retorna um panorama sobre o estado da arte de um tópico de pesquisa. Entre as vantagens mais importantes da realização de uma revisão sistemática estão:

- Busca abrangente e exaustiva;
- Critérios de qualificação claros e passíveis de reprodução;
- Avaliação crítica de acordo com método explícito e pré-determinado.

## 7 Planejamento da Revisão Sistemática

A identificação da necessidade da pesquisa relacionou-se basicamente a três fatores:

- Nomenclaturas utilizadas na área encontradas na revisão bibliográfica inicial:

Problemas com técnicas de esteganografia em imagens idênticas que são intituladas de formas diferentes pelos autores;

Não diferenciação de alguns autores entre o termo *watermark* e *steganography*

- Evidenciar o estado da arte no tópico de pesquisa;
- Possibilidade de identificar tendências de pesquisas e possibilidades de preenchimento de *gaps*;

### 7.1 Questão de Pesquisa

O escopo para aplicação desta revisão sistemática relaciona-se com os projetos de Esteganografia, particularmente de Esteganografia em Vídeos. Dessa forma, a questão de pesquisa enfoca especificamente na busca por trabalhos que utilizem esteganografia em aplicações, que apresentem novas técnicas de esteganografia em Áudio, Imagens e Vídeos (uma vez que o vídeo é uma forma de multimídia), foca também na busca por trabalhos que relatam formas classificações de Esteganografia, além de *Surveys* e

*White Papers*. Além dessa questão principal, foi elaborada uma questão secundária de pesquisa, pois havia interesse em distinguir quais das técnicas de Esteganografia utilizavam uma abordagem *Lossless* (sem perda).

- Questão principal: Quais técnicas, classificações, aplicações existem para Esteganografia em Vídeos? E quais ataques são realizados para tentativa de reverter a esteganografia?
- Questão secundária: Quais técnicas utilizam uma abordagem *Lossless* permitindo que a técnica de Esteganografia possa ser utilizada para recuperação de Informações?
- População: Sistemas, Técnicas de inserção de conteúdo oculto em diversas mídias estáticas ou contínuas;
- Intervenção: Para a questão principal: técnicas, aplicações, classificações de Esteganografia e para a questão secundária: técnicas de esteganografia sem perda de dados;
- Resultados: Técnicas, Aplicações, Classificações de Esteganografia sem perda de dados;

## **7.2 Estratégia utilizada para pesquisa dos estudos primários**

A estratégia para pesquisa deve tornar explícito o escopo da pesquisa, assim como os termos a serem utilizados na mesma, que são utilizados para compor as strings de busca (*search strings*). Estes termos são definidos a partir da população, intervenção e resultados esperados definidos na questão de pesquisa. Na revisão em questão, além do pesquisador que definiu a primeira versão do protocolo, dois especialistas revisaram o mesmo e ajudaram a definir os termos.

- Escopo da pesquisa: pesquisa em bases de dados eletrônicas, incluindo *journals* e anais de conferências.
- Fontes: Editoras selecionadas entre os periódicos disponíveis no portal CAPES (IEEE journals, IEEE conferences, ACM journals, ACM conferences, Springer Conferences, Springer journals e Elsevier journals).
- As datas definidas para início das buscas tem restrições de 10 anos atrás, ou seja, são levados em consideração artigos a partir de 1996.

- Termos utilizados na pesquisa (em inglês, por ser a língua utilizada nas bibliotecas digitais consultadas): Steganography and Video.

Além destas fontes de busca foi encontrada também uma conferência da SPIE denominada Security and Watermark Multimedia, porém esta fonte de pesquisa não pode ser anexada a revisão pois não tinha acesso livre. Tentou-se a busca destes artigos por meio da solicitação ao pessoal capacitado da biblioteca do ICMC-USP, mas foi verificado que poucos destes artigos estão disponíveis. As *strings* de busca (*search strings*) finais foram geradas a partir da combinação dos termos chaves e das restrições. Devido a problemas de aparição de artigos com outro foco foi decidido montar uma *string* de busca para cada sistema de busca utilizado, listadas a seguir:

- Science Direct (Elsevier): "pub-date 1996 and steganography AND video"
- ACM Digital Library (ACM): "steganography +video -FPGA"
- IEEEExplore (IEEE): "((steganography in metadata) and (video in metadata) not (FPGA in metadata))"
- SpringerLink (Springer): "steganography and video"

### 7.3 Critérios e procedimentos de seleção de estudos

Os critérios definidos para inclusão de estudo foram:

- Para a questão primária: Estudo e Trabalhos sobre desenvolvimento em Esteganografia em Vídeos seguindo a classificação:

Técnicas

Processamento de Imagens;

Áudio;

Vídeos;

Overview

Técnicas;

Survey;

Classificações;

Ataques

Aplicações

- Para a questão secundária: Estudo sobre desenvolvimento em Esteganografia que não utilizem abordagem *Lossy* de compressão dos dados em diversas mídias.

Critério para exclusão de estudo:

- Para a questão primária: Estudo sobre desenvolvimento de outros tipos de aplicações de Esteganografia que não estejam relacionadas com

Processamento de Imagens;

Áudio;

Vídeo;

- Para a questão secundária: Estudo sobre desenvolvimento em Esteganografia que utilizem abordagem *Lossy* de compressão de dados em diversas mídias. E estudos pertencentes a trabalhos incipientes publicados em *posters*.

Quanto ao processo de seleção preliminar, foi realizada a estratégia de pesquisa para identificar estudos primários em potencial. Depois foi aplicado os critérios para exclusão de estudos de forma a direcionar a pesquisa para somente artigos relevantes de acordo com a questão de pesquisa.

- Fonte de Pesquisa;
- Número do Artigo;
- Título;
- Autores;
- Abstract;
- Resumo realizado pelo revisor;
- Parecer (Aceito/Não Aceito);
- Motivo (Aceitação/Não Aceitação);

- Classificação caso tenha sido aceito (Técnicas, Overview, Ataques, Aplicações);

No apêndice A pode-se verificar a lista de artigos encontrados nesta revisão sistemática com a utilização deste formulário. Também foi criada uma planilha para organizar os dados de forma quantitativa, possibilitando a visualização destes em gráficos. Esta planilha foi criada a partir das seguintes variáveis:

- Classificação (Técnicas, Overview, Ataques, Aplicações);
- sub-classificação (Técnicas(Proc. Imagens, Áudio, Vídeos), Overview(Classificações, Survey, Taxonomia);
- Número do Artigo;
- Fonte de Pesquisa;
- Ano;

## 8 Condução da Revisão Sistemática

O planejamento da revisão sistemática e a primeira execução das *strings* de busca preparadas ocorreram no período de setembro a outubro de 2006. Logo após, em novembro de 2006, foram feitas várias reformulações das *strings* de pesquisa, objetivando superar as limitações encontradas em algumas máquinas de busca de bibliotecas digitais. Basicamente, foram adicionadas expressões do tipo NOT, AND e OR para restringir alguns assuntos de não interesse para a Revisão, tais como:

- Esteganografia em Base de Dados;
- Estudos sobre criptografia sem considerar esteganografia;
- Implementações em *Hardware* em FPGA, DSP, entre outros;
- Artigos que tratam da parte jurídica de segurança digital;

Em relação à questão secundária de pesquisa, foi realizada uma análise de todos os artigos coletados, avaliando quantos responderiam também a questão secundária.

Os procedimentos de seleção foram executados e foram selecionados 108 artigos distribuídos da seguinte maneira entre as 4 máquinas de busca utilizadas na revisão:

- 62 artigos dos 86 iniciais da Elsevier;
- 26 artigos dos 50 iniciais da ACM;
- 16 artigos dos 22 iniciais da IEEE;
- 4 artigos de 5 da Springer;

Em relação à questão secundária de pesquisa, os seguintes artigos foram excluídos por apresentarem técnicas de esteganografia com perda na recuperação, apenas servindo de forma de *watermark*, dentre os artigos excluídos estão:

- Elsevier
  1. BPCS steganography using EZW lossy compressed images, Pattern Recognition Letters, Volume 23, Issue 13, November 2002, Pages 1579-1587 Jeremiah Spaulding, Hideki Noda, Mahdad N. Shirazi and Eiji Kawaguchi;
  2. Robust multi-logo watermarking by RDWT and ICA, Signal Processing, Volume 86, Issue 10, October 2006, Pages 2981-2993, Thai Duy Hien, Zensho Nakao and Yen-Wei Chen;
  3. Color image steganography scheme using set partitioning in hierarchical trees coding, digital Fourier transform and adaptive phase modulation Applied Mathematics and Computation, In Press, Corrected Proof, Available online 1 September 2006, Wen-Yuan Chen;
  4. Robust SS watermarking with improved capacity, Pattern Recognition Letters, In Press, Corrected Proof, Available online 26 May 2006, Santi P. Maity, Malay K. Kundu and Tirtha S. Das;
- ACM
  1. Multimedia content screening using a dual watermarking and fingerprinting system, Proceedings of the tenth ACM international conference on Multimedia, December 2002, Darko Kirovski, Henrique Malvar, Yacov Yacobi;
  2. A robust watermarking system based on SVD compression, Proceedings of the 2006 ACM symposium on Applied computing SAC '06 April 2006, Maria Calagna, Huiping Guo, Luigi V. Mancini, Sushil Jajodia;
- IEEE

Classificação	Sub-Classificação			N. Artigos	Melhor Fonte
<b>Técnicas</b>	Proc. Img	Áudio	Vídeo	Técnicas	Fonte
	X			53	Elsevier
		X		2	ACM
			X	13	Elsevier
<b>Overview</b>	Técnicas	Survey	Classificações	Overview	Fonte
	X			15	Elsevier
		X		3	ACM
			X	6	ACM
<b>Ataques</b>	sem sub-classificação			5	ACM
<b>Aplicações</b>	sem sub-classificação			10	Elsevier
<b>Total/Melhor Fonte</b>				<b>108</b>	<b>Elsevier</b>

Tabela 1: Distribuição dos artigos de acordo com classificação.

1. Texture classification based on statistical steganographic techniques, Circuits and Systems, 2002. APCCAS '02. 2002 Asia-Pacific Conference on Volume 2, 28-31 Oct. 2002 Page(s):247 - 250 vol.2, Yu-Kuen Ho; Mei-Yi Wu; Jia-Hong Lee;

## 9 Resultados e Conclusão da Revisão Sistemática

Como resultado inicial da fase de condução da revisão sistemática foi obtida uma tabela que agrupa os conjuntos de artigos com a sua respectiva classificação. Dessa forma foi possível obter informações de grande relevância para o estudo como por exemplo qual máquina de busca retornou maior quantidade de artigos relevantes dado o item da classificação? Estas informações relevantes de acordo com a classificação proposta podem ser observadas na tabela 1.

Na tabela 1 também pode ser observado o correto número de artigos publicados em cada uma das áreas propostas na classificação da revisão sistemática da seção 7.3.

Alguns gráficos puderam ser obtidos da análise dos dados. Na figura 12 pode-se observar dois gráficos:

1. Número de publicações no decorrer dos anos (1996,2006);
2. Distribuição dos diversos artigos em técnicas de esteganografia em imagens encontradas em relação aos anos de publicação<sup>3</sup>;

<sup>3</sup>Os artigos estão enumerados no eixo X de acordo com a classificação encontrada no apêndice A deste relatório técnico.

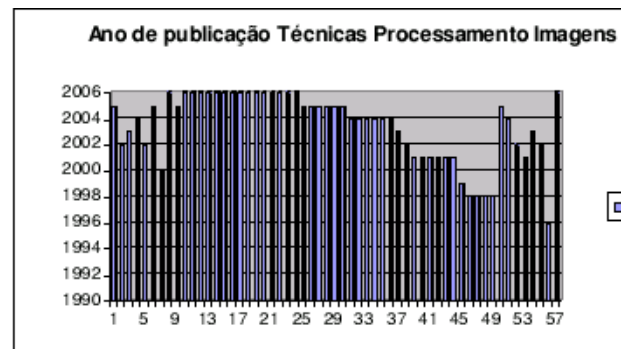
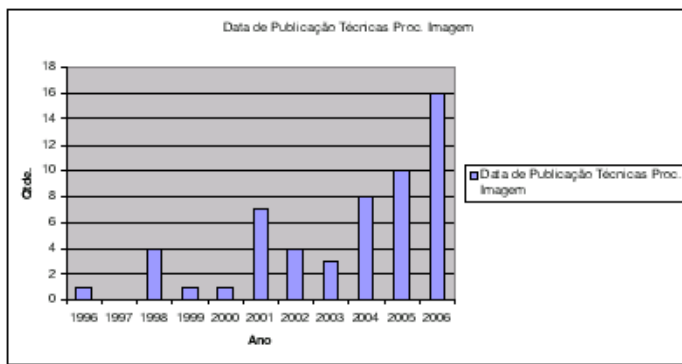


Figura 12: Gráfico de técnicas de esteganografia em imagens.

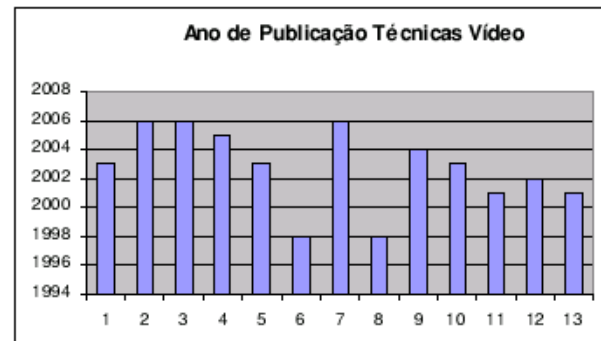
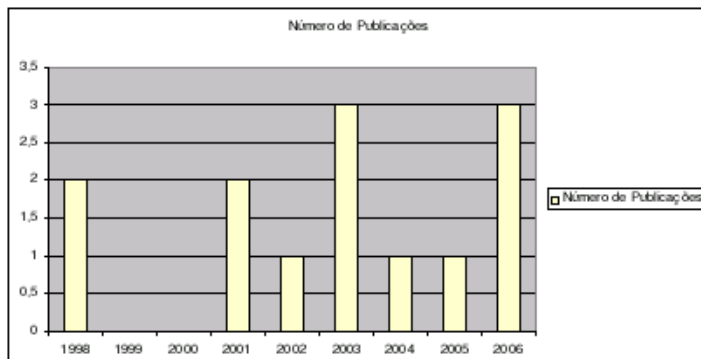


Figura 13: Gráfico de técnicas de esteganografia em vídeos.

Na figura 13 pode-se observar dois gráficos:

1. Número de publicações no decorrer dos anos (1996,2006);
2. Distribuição dos diversos artigos em técnicas de esteganografia em vídeos encontradas em relação aos anos de publicação;

Na figura 14 pode-se observar dois gráficos:

1. Número de publicações no decorrer dos anos (1996,2006);
2. Distribuição dos diversos artigos de overview, sendo eles de técnicas, de classificações e *surveys* encontradas em relação aos anos de publicação;

Na figura 15 pode-se observar dois gráficos:

1. Número de publicações no decorrer dos anos (1996,2006);
2. Distribuição dos diversos artigos de aplicações encontradas em relação aos anos de publicação;



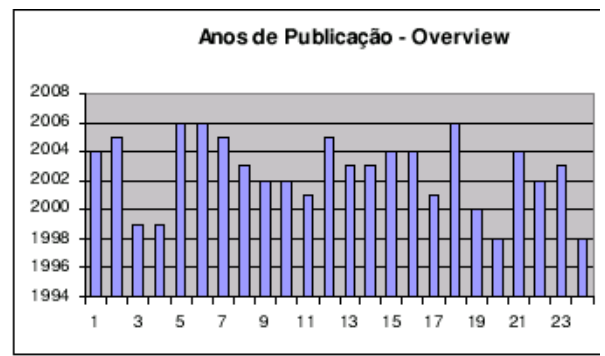
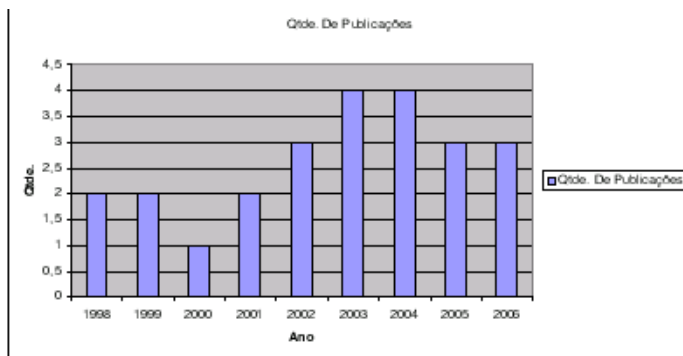


Figura 14: Gráfico de Overview.

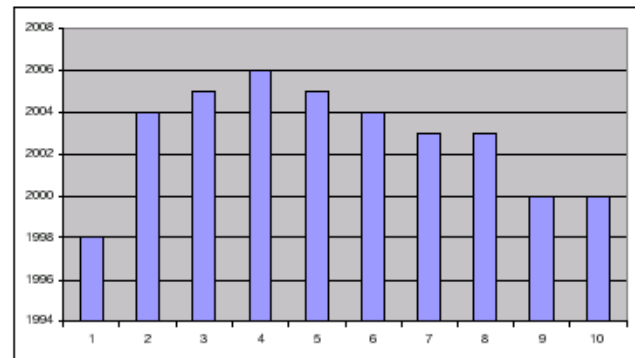
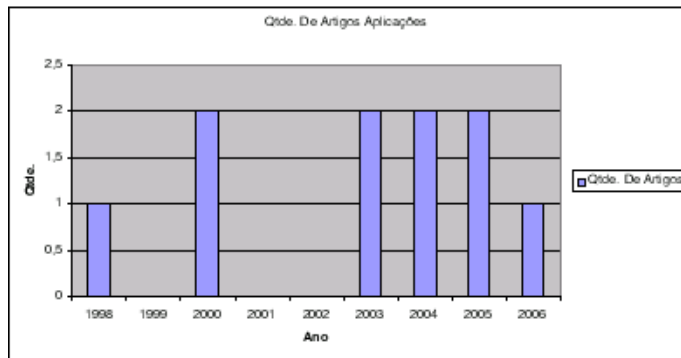


Figura 15: Gráfico das aplicações em esteganografia.

Na figura 16 pode-se observar dois gráficos:

1. Número de publicações no decorrer dos anos (1996,2006);
2. Distribuição dos diversos artigos de ataques encontradas em relação aos anos de publicação;

Dessa forma, a partir da obtenção destes gráficos foi possível adquirir um outro gráfico que posicione a pesquisa em relação aos trabalhos que mais tem sido publicados na área. Na figura 17 pode-se observar dois gráficos sobre a proporção de trabalhos publicados nas sub-classificações de técnicas e *overview*.

Ficou evidente que a maioria dos trabalhos em esteganografia estão presentes na área de processamento de imagens, mais especificamente 57 trabalhos enquanto que apenas 13 trabalhos de técnicas de esteganografia em vídeos foram publicados nos últimos 10 anos. Este fato remete a característica incipiente de pesquisa na área de esteganografia em vídeos motivando dessa forma a busca por técnicas deste gênero.

Outro ponto importante retornado do segundo gráfico da figura 17 é a relação desproporcional dos trabalhos de Overview sobre técnicas de esteganografia, enquanto que artigos que tratam de classificar os diversos modos de forma taxonômica ou *surveys* não têm sido explorados. Mais especificamente 15

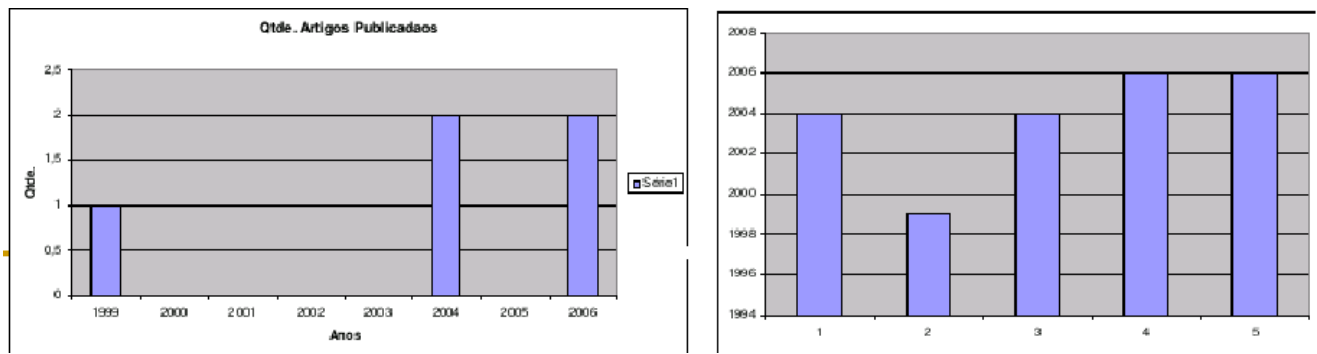


Figura 16: Gráfico de ataques.

artigos foram publicados nos últimos 10 anos com o foco em *overview* enquanto que apenas 5 abordam classificações e 6 *surveys*.

## 10 Conclusão do Relatório Técnico

Após estudo aprofundado das técnicas de compressão tanto em imagens como em vídeos pode-se concluir que o tratamento para a esteganografia em vídeos deve ser realizado respeitando características da compressão temporal. Mais especificamente, foi verificado a necessidade de exploração das características dos vetores de movimento para possível inserção de conteúdo oculto. Outro ponto importante que poderá ser explorado conjuntamente com a compressão temporal será a adaptação das técnicas de compressão espacial para inserção de dados ocultos no interior dos vídeos. Pela análise dos resultados da revisão sistemática realizada ficou visível a grande preocupação e estudo de técnicas de esteganografia em imagens e pouca pesquisa acerca da possibilidade de inserção de material oculto em outros tipos de mídia como áudio e principalmente vídeo. Outro fator importante verificado foi a falta de classificações para as técnicas e modos de esteganografia, dessa forma os pesquisadores respeitam a taxonomia de acordo com características regionais. Esta revisão sistemática será continuada para aprofundamento do tema de pesquisa e verificação de outros problemas da área com posterior publicação.

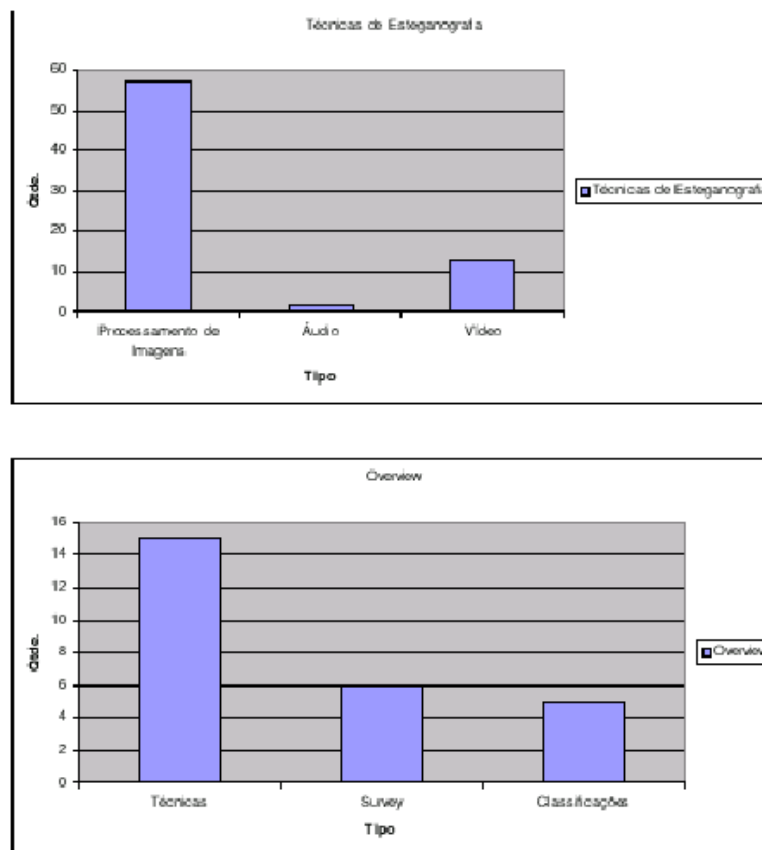


Figura 17: Gráfico da distribuição das técnicas e Overview.

## Referências

- [1] C. L. Chang C., Chen T.: A steganographic method based upon jpeg and quantization table modification. An International Journal - Information Science. 2000
- [2] Rocha A., Goldenstein S., Costa H., Chaves L.: Segurança e Privacidade na internet por esteganografia em imagens Webmedia. 2004
- [3] Simon Singh.: O Livro dos códigos Editora Record. 2002
- [4] Cintia Borges Margi, Grassa Bressan, Wilson V. Ruggiero.: Um mecanismo para distribuição segura de vídeo MPEG POLI-USP, LARC. 2003
- [5] Jeff Trandahl.: USA Patriot Act H. T. 3162 2001
- [6] Bob Sherman.: Project Echelon intercepting global communications. 2005
- [7] Bob Sullivan.: FBI software cracks encryption wall. 2001

- [8] Redação Terra.: Anos 90: o desenvolvimento da internet no Brasil Tecnologia, Internet 10 anos. 2005
- [9] Reuters.: Registros de fraudes online cresce 1.300 por cento no Brasil Virus e Cia. 2005
- [10] Shannon, C.: A mathematical theory of communication Bell System technical Journal. v.27, (1948) p.379–423 and 623–656
- [11] da Silva Santos, E. M., de Albuquerque, M. P.;da Rocha G. Mello.: Fundamentos da Teoria da Informação Relatório Técnico do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas. 2004
- [12] Produção de Vídeo profissional - Dicas e Truques <http://www.fazendovideo.com.br/vtsin9.asp> visitado em setembro de 2006
- [13] Steinmetz R. and Nahrstedt K. 1995, Multimedia.: Computing, Communications e Applications, Prentice-Hall, Inc.
- [14] Chua Lye Heng.: Image Compression : JPEG, <http://pascalzone.amirmelamed.co.il/Graphics/JPEG/JPEG.htm>, 1998, visitado em agosto de 2006
- [15] Cones e Bastonetes HDTV.: <http://www.cefetsp.br/edu/ped/hdtv/conebastonete.htm>, 2002, visitado em setembro de 2006
- [16] A. C. Luther.: Using Digital Video, AP Professional, 1995
- [17] Rudinei Goularte, Edson dos Santos Moreira.: Produção de Vídeo Digital - Teoria e prática, Notas didáticas - ICMC - USP número 29, fevereiro de 1998
- [18] Guilherme Pereira, Hani Camille Yehia.: MPEG-2 Um estudo do padrão de vídeo, Universidade Federal de Minas Gerais, Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Engenharia Elétrica, <http://homepages.dcc.ufmg.br/gpereira/mpeg/mpeg.html> 1999, visitado em outubro de 2006
- [19] L. Chiariglione.: Impact of MPEG standards on multimedia Industry, Proceedings of the IEEE, vol. 86, pp 1222-1227, junho de 1998
- [20] Pennebaker B. W., Mitchell L. J.: JPEG Still Image data compression standard, Thomson I. Publishing, 1993
- [21] Koenen R.: Overview of th MPEG4 Standard, Book, 2002

- [22] Wikipedia - Enciclopédia Livre.: Teoria da Informação, [http://pt.wikipedia.org/wiki/Teoria\\_da\\_informacao](http://pt.wikipedia.org/wiki/Teoria_da_informacao), visitado em setembro de 2006
- [23] Wikipedia - Enciclopédia Livre.: PAL-M, <http://pt.wikipedia.org/wiki/PAL-M#Padr.C3.A3o>, visitado em setembro de 2006
- [24] Iain E. G. Richardson.: H264 and MPEG4 Video Compression, Book, 2003
- [25] Gonzalez e Woods.: Digital Image Processing, Prentice Hall second edition, 2002
- [26] Russ C. John.: The Image Processing Handbook, CRC Press four edition, 2002
- [27] Furht, B. A.: A survey of Multimedia Compression Techniques and Standards - Part 1, pag. 49-67, 1965
- [28] Rettinger, L. A.; Boreczky, J. S.; Eads, C. A.: Desktop Video-Conferencing : Technology and Use for Remote Seminar Delivery, [http://www2.ncsu.edu/eos/service/ece/project/succeed\\_info/larettin/thesis/tit.html](http://www2.ncsu.edu/eos/service/ece/project/succeed_info/larettin/thesis/tit.html), 1995, visitado em outubro de 2006
- [29] Conte Tayana; Mendes Emília; Travassos Guilherme Horta.: Processos de Desenvolvimento para Aplicações Web: Uma Revisão Sistemática, Webmedia. 2005
- [30] Kitchenham Barbara.: Procedures for Performing Systematic Reviews, Keele University Technical Report TR/SE-0401. 2004
- [31] Mafra, S., Travassos, G.: Técnicas de Leitura de Software Uma Revisão Sistemática, XIX Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software (SBES). 2005
- [32] Biolchini J., Mian P. G., Natali A. C. C., Travassos G.: Systematic Review in Software Engineering PESC Programa de Engenharia de Sistemas e Computação 2005

## A Apêndice A

Neste apêndice estão listados a lista final dos artigos encontrados após a revisão sistemática.

ACM

1. *Steganography and steganalysis: LSB steganalysis based on high-order statistics*, Sorina Dumitrescu, Xiaolin Wu, Resumo: Técnicas para detecção de informações inseridas no LSB em imagens - Aceito: Técnicas de Processamento de imagens
2. *Cyber warfare: steganography vs. steganalysis*, Huaiqing Wang, Shuozhong Wang, Resumo: Overview didático sobre técnicas de Esteganografia e Estegoanálise. SAceito Overview Técnicas
3. *In business today and tomorrow* Jian Zhao, Eckhard Koch, Chenghui Luo, Resumo: White paper sobre segurança e business com esteganografia e watermarks, Aceito: Aplicações
4. *Watermarking algorithms: Exploiting self-similarities to defeat digital watermarking systems: a case study on still images*, Gwenaël Doerr, Jean-Luc Dugelay, Lucas Grangier, Resumo: Ataques por similaridade para encontrar esteganografia, Aceito: Ataques
5. *Securing information: Capacity is the wrong paradigm* Ira S. Moskowitz, LiWu Chang, Richard E. Newman, Resumo: Adiciona proposta de um novo paradigma para esteganografia adicionando novos aspectos para esteganografia. Aceito: Técnicas de processamento de Imagens
6. *Special issue on independent components analysis: ICA for watermarking digital images* Stéphane Bounkong, Boromi Toch, David Saad, David Lowe, Resumo: Técnicas de esteganografia para diversas mídias que utilizam compressão, Aceito: Técnicas de processamento de imagens
7. *Steganography II: Adaptive steganography based on dithering*, Elke Franz, Antje Schneidewind, Resumo: Interessante paper que descreve uma técnica de esteganografia baseada na inserção de dados em regiões adaptadas com duas técnicas adaptação seletiva e adaptação modificada, Aceito: Técnicas de processamento de imagens
8. *Steganography and cartography: interesting assignments that reinforce machine representation, bit manipulation, and discrete structures concepts*, Daniel E. Stevenson, Michael R. Wick, Steven

- J. Ratering, Resumo: Explica o que é esteganografia sobre uma aplicação em cartografia. Aceito: Aplicações
9. *Steganography and steganalysis: A Bayesian image steganalysis approach to estimate the embedded secret message*, Aruna Ambalavanan, Rajarathnam Chandramouli, Resumo: Técnica com cadeias de Markov para Estegoanálise em imagens, Aceito: Técnicas de processamento de imagens
  10. *How to bypass the Wassenaar arrangement: a new application for watermarking*, Franck Leprévost, Raphaël Erard, Touradj Ebrahimi, Resumo: watermark com wassenaar em JPEG 2000, Aceito: Técnicas Processamento de Imagens
  11. *How watermarking adds value to digital content*, John M. Acken, Resumo: Aplicação Overview de como watermark agrega valor a documentos digitais, Aceito: Aplicações
  12. *Watermarking at point of origin*, Andrew Z. Tirkel, Tom E. Hall, Resumo: artigo sobre watermark com ccd's, Aceito: Overview Técnicas
  13. *Technical trials and legal tribulations*, Scott Craver, Boon-Lock Yeo, Minerva Yeung, Resumo: Discussão didática sobre watermarks, Aceito: Overview Técnicas
  14. *Security watch: The many colors of multimedia security*, Rebecca T. Mercuri, Resumo: Discute sobre direitos autorais de material multimídia, Aceito Overview
  15. *Innovation, management and strategy: Towards a framework for understanding the effectiveness of digital content exploitation strategies*, Ernst-Jan Goedvolk, Edward Faber, René W. Wagenaar, Resumo: Discute baseado na literatura as possibilidades de proteção de conteúdo digital por meio de criptografia e esteganografia. Aceito: Overview Classificação
  16. *Authentication/protocols: Robust non-interactive zero-knowledge watermarking scheme against cheating prover*, Chia-Mu Yu, Chun-Shien Lu, C. S. Lu, Resumo: Proposta de técnica de watermark, Aceito: Técnicas processamento imagens
  17. *Behavioral synthesis techniques for intellectual property protection*, Inki Hong, Miodrag Potkonjak, Resumo: Métricas para descobrimento de inserção de watermarks, Aceito: Ataques

18. *Power optimization for real-time and media-rich embedded systems: Proxy-based task partitioning of watermarking algorithms for reducing energy consumption in mobile devices*, Arun Kejariwal, Sumit Gupta, Alexandru Nicolau, Nikil Dutt, Rajesh Gupta, Resumo: Artigo bem interessante sobre comunicação móvel em rede com proteção via watermarks, Aceito: Aplicações
19. *Steganography I: Statistical characterisation of MP3 encoders for steganalysis*, Rainer Böhme, Andreas Westfeld, Resumo: Estegoanálise na camada de áudio MPEG-1, MP3, Aceito: Técnica de Áudio
20. *Digital village: Value-added publishing*, Hal Berghel, Resumo: Um Overview sobre assinaturas digitais e esteganografia em mídias, Aceito: Overview
21. *A functional taxonomy for software watermarking*, Jasvir Nagra, Clark Thomborson, Christian Collberg, Resumo: Taxonomia, Aceito: Overview classificação
22. *Computer security: Authentication of LZ-77 compressed data*, Mikhail J. Atallah, Stefano Lonardi, Resumo: Técnica de inserção de dados comprimidos, Aceito: Técnicas processamento de imagens
23. *Software watermarking: models and dynamic embeddings*, Christian Collberg, Clark Thomborson, Resumo: Overview de técnicas de esteganografia, Aceito: Overview Técnicas
24. *Digital watermarking makes its mark*, Hal Berghel, Resumo: Overview sobre assinaturas digitais, Aceito: Overview classificação
25. *A Public-Key Watermarking Technique for IP Designs*, Amr T. Abdel-Hamid, Sofiene Tahar, El Mostapha Aboulhamid, Resumo: Técnica de watermark com chave pública, Aceito: Técnicas processamento de imagens
26. *Perturbed Quantization Steganography with Wet Paper Codes*, Jessica Fridrich, Miroslav Goljan, David Soukal, Resumo: Técnica de Estegoanálise em imagens JPEG, Aceito: Técnicas processamento de imagens

*Elsevier*

1. *A detailed study of the generation of optically detectable watermarks using the logistic map*, Aidan Mooney, John G. Keating and Daniel M. Heffernan, Resumo: Técnica para proteção de documentos, Aceito: Técnicas processamento de imagens



2. *New image steganographic methods using run-length approach*, Chin-Chen Chang, Chih-Yang Lin, Yu-Zheng Wang, Resumo: Técnica de inserção de dados na codificação Run Length, Aceito: Técnicas de processamento de imagens
3. *PCA-based web page watermarking*, Qijun Zhao and Hongtao Lu, Resumo: utilização da análise de componentes principais para detecção de watermark em imagens presentes em uma webpage, Aceito: Ataques
4. *Improved utilization of embedding distortion in scalar quantization based data hiding techniques*, Husrev T. Sencar, Mahalingam Ramkumar, Ali N. Akansu and Amol Sukerkar, Resumo: Inserção de dados via watermark exibida em ataques, Aceito: Ataques
5. *Joint near-lossless compression and watermarking of still images for authentication and tamper localization*, Roberto Caldelli, Francesco Filippini and Mauro Barni, Resumo: Esteganografia em LSB de JPEG, Aceito: Técnicas processamento de imagens
6. *A novel key-embedded scheme for secure video multicast systems*, Hao Yin, Feng Qiu, Chuang Lin, Geyong Min and Xiaowen Chu, Resumo: Técnica de Esteganografia em vídeos MPEG2, Aceito: Técnicas vídeo
7. *A survey of forensic characterization methods for physical devices*, Nitin Khanna, Aravind K. Mikkilineni, Anthony F. Martone, Gazi N. Ali, George T.-C. Chiu, Jan P. Allebach and Edward J. Delp, REsumo: Survey sobre técnicas forenses, Aceito: Overview survey
8. *High-capacity image hiding scheme based on vector quantization*, Yu-Chen Hu, Resumo: Esteganografia em imagens tons de cinza, Aceito: Técnicas processamento de imagens
9. *Detection of audio covert channels using statistical footprints of hidden messages*, Hamza Özer, Bülent Sankur, Nasir Memon and smail Avcbba, Resumo: Esteganografia em áudio, Aceito: Técnicas Áudio
10. *Measures of retaining digital evidence to prosecute computer-based cyber-crimes*, Shiuh-Jeng Wang, Resumo: Utilização de Esteganografia para evidenciar crimes digitais, Aceito: Aplicações
11. *An overview of scalar quantization based data hiding methods*, Husrev T. Sencar, Mahalingam Ramkumar and Ali N. Akansu, Resumo: Overview sobre esteganografia baseada em quantização,

12. *Lossless watermarking of compressed media using reversibly decodable packets*, Bijan G. Mobbasser and Domenick Cinalli, Resumo: Esteganografia em vídeo em nível de pacotes IP, Aceito: Técnicas Vídeo
13. *Multiresolution fragile watermarking using complex chirp signals for content authentication*, Dan Yu, Farook Sattar and Braham Barkat, Resumo: autenticação por watermark, Aceito: Técnicas processamento de imagens
14. *Secret image sharing with smaller shadow images*, Ran-Zan Wang and Chin-Hui Su, Resumo: Técnica de esteganografia em imagens pelo fator de sombra de algoritmos de codificação de imagens, Aceito: Técnica de processamento de imagens
15. *A semi-blind digital watermarking scheme based on singular value decomposition*, Jieh-Ming Shieh, Der-Chyuan Lou and Ming-Chang Chang, Resumo: Watermark em imagens tons de cinza, Aceito: Técnicas de processamento de imagens
16. *High-performance JPEG steganography using quantization index modulation in DCT domain*, Hideki Noda, Michiharu Niimi and Eiji Kawaguchi, Resumo: Esteganografia em JPEG, Aceito: Técnicas de processamento de imagens
17. *A copyright protection scheme for digital images using visual cryptography technique*, Der-Chyuan Lou, Hao-Kuan Tso and Jiang-Lung Liu, Resumo: Esteganografia em JPEG, Aceito: Técnicas de processamento de imagens
18. *An asymmetric image watermarking scheme resistant against geometrical distortions*, Dariusz Bogumi, Resumo: Proposta de chaves públicas para esteganografia, Aceito: Técnicas de processamento de imagens
19. *A robust watermarking scheme using self-reference image*, Jiang-Lung Liu, Der-Chyuan Lou, Ming-Chang Chang and Hao-Kuan Tso, Resumo: Esteganografia em JPEG, Aceito: Processamento de Imagens
20. *A model for the assessment of watermark quality with regard to fidelity*, Michalis Xenos, Katerina Hantzara, Evanthia Mitsou and Ioannis Kostopoulos, Resumo: Watermark em imagens de alta

qualidade, Aceito: Técnicas processamento de Imagens

21. *Information and communications technologies, strategic asymmetry and national security*, Nir Kshetri, Resumo: Vantagens e desvantagens de cada técnica dizendo o que é usado para segurança do governo dos Estados Unidos, Aceito: Overview Técnicas
22. *Reversible data hiding and lossless reconstruction of binary images using pair-wise logical computation mechanism*, Chang-Lung Tsai, Huei-Fen Chiang, Kuo-Chin Fan and Char-Dir Chung, Resumo: Esteganografia reversa a partir da reconstrução de imagens que passará por compressão sem perda, Aceito: Técnicas Processamento de imagens
23. *Real-time frame-dependent video watermarking in VLC domain*, Chun-Shien Lu, Jan-Ru Chen and Kuo-Chin Fan, Resumo: Esteganografia em vídeo dependente de frame, Aceito: Técnicas de Vídeo
24. *e-Forensics steganography system for secret information retrieval*, Vidyasagar M. Potdar, Muhammad A. Khan, Elizabeth Chang, Mihaela Ulieru and Paul R. Worthington, Resumo: Sistema IDE de Esteganografia em JPEG, Aceito: Aplicações
25. *Steganography of capacity required using modulo operator for embedding secret image*, Shiuh-Jeng Wang, Resumo: Overview sobre Esteganografia e Criptografia, Aceito: Overview Técnicas
26. *Hiding secret data in images via predictive coding*, Yuan-Hui Yu, Chin-Chen Chang and Yu-Chen Hu, Resumo: Explica passo a passo o algoritmo JPEG-JSTEG, Aceito: Técnicas Processamento de Imagens
27. *A robust watermarking scheme using phase shift keying with the combination of amplitude boost and low amplitude block selection*, Wen-Yuan Chen and Chin-Hsing Chen, Resumo: técnica de watermark em JPEG, Aceito: Técnicas Processamento de Imagens
28. *Hiding information in multispectral spatial images*, E. Bedok, Resumo: Introdução de informação esteganografada em layers diferentes de imagens, neste caso ele citou imagens advindas de técnicas de sensoriamento remoto, comumente utilizados em GIS. Aceito: Técnicas
29. *Secure semi-blind watermarking based on iteration mapping and image features*, Rongrong Ni, Qiuqi Ruan and H.D. Cheng, Resumo: Técnica de Watermark em JPEG, Aceito: Técnicas de

processamento de imagens

30. *Towards robust image watermarking: combining content-dependent key, moment normalization, and side-informed embedding*, Chun-Shien Lu, Resumo: Técnica de esteganografia em imagens, Aceito: Técnicas
31. *Secret image sharing with steganography and authentication*, Chang-Chou Lin and Wen-Hsiang Tsai, Resumo: Utilização de esteganografia para autenticação, Aceito: Aplicações
32. *Robust object-based watermarking scheme via shape self-similarity segmentation*, Yu-Kuen Ho and Mei-Yi Wu, Resumo: posição da watermark de acordo com a forma do objeto da imagem, Aceito: técnicas processamento de Imagens
33. *Blind image data hiding based on self reference*, Yulin Wang and Alan Pearmain, Resumo: Técnica de esteganografia com DCT, Aceito: Técnicas de processamento de imagens
34. *A steganographic method for digital images using side match*, Chin-Chen Chang and Hsien-Wen Tseng, Resumo: Esteganografia usando uma técnica chamada side match, Aceito: Técnicas Processamento de imagens
35. *Information hiding based on search-order coding for VQ indices*, Chin-Chen Chang, Guei-Mei Chen and Min-Hui Lin, Resumo: Técnica de Esteganografia e classificação proposta por Petitcolas, Aceito: Técnica de processamento de imagens
36. *A progressive secret reveal system based on SPIHT image transmission*, Piyu Tsai, Yu-Chen Hu and Chin-Chen Chang, Resumo: Nova abordagem de esteganografia, além do LSB utilizam um tal de LIP e LIS, Aceito: Técnica Processamento de Imagens
37. *Comparison of video protection methods for wireless networks*, Olli Lehtoranta, Jukka Suhonen, Marko Hännikäinen, Ville Lappalainen and Timo D. Hämäläinen, Resumo: Utilização de proteção de vídeo com esteganografia para envio de dados em redes sem fio, Aceito: Aplicações
38. *A general framework for robust watermarking security*, Mauro Barni, Franco Bartolini and Teddy Furon, Resumo: Mistura de criptografia e esteganografia, Aceito: Aplicações
39. *Wavelet packets-based digital watermarking for image verification and authentication*, Alexandre H. Paquet, Rabab K. Ward and Ioannis Pitas, Resumo: Watermark baseada em wavelets. Aceito:

40. *A steganographic method for images by pixel-value differencing*, Da-Chun Wu and Wen-Hsiang Tsai, Resumo: Esteganografia em imagens por diferença de pixels, Aceito: técnicas Processamento de imagens.
41. *Privacy-Enhancing Technologies approaches and development*, Vanja SeniImagear, Borka Jerman-BlaiImageiImage and TomaImage KlobuImagear, Resumo: Overview de técnicas de privacidade, Aceito: Overview técnicas
42. *A guide tour of video watermarking*, Gwenaël Doërr and Jean-Luc Dugelay, Resumo: Overview de possibilidade de esteganografia em vídeo, Aceito: Técnicas Vídeo
43. *Practical watermarking scheme based on wide spread spectrum and game theory*, Stéphane Pateux and Gaëtan Le Guelvout, Resumo: Watermark em imagens por espalhamento de espectro. Aceito: Técnicas Processamento de Imagens
44. *Secret Steganography Techniques Revealed*, Vince Gallo, Resumo: Aplicação de Esteganografia em imagens, Aceito: Aplicações
45. *Steganographic Method for Secure Communications*, Der-Chyuan Lou and Jiang-Lung Liu, Resumo: Overview didático sobre esteganografia, Aceito: Overview Técnicas
46. *A steganographic method based upon JPEG and quantization table modification*, Chin-Chen Chang, Tung-Shou Chen and Lou-Zo Chung, Resumo: autores do JPEG-JSTEG melhoram seu algoritmo e explicam passo a passo o funcionamento. Aceito: Técnicas Processamento de Imagens
47. *Image watermarking: an evolution to content based approaches*, P. Bas, J. -M. Chassery and B. Macq, Resumo: Overview de técnicas de watermark Aceito: Overview técnicas
48. *Fast two-layer image watermarking without referring to the original image and watermark*, Jian-Chyn Liu and Shu-Yuan Chen, Resumo: Esteganografia em dois layers de imagens, Aceito: Técnicas Processamento de imagens
49. *Hiding Digital Information Using a Novel System Scheme*, Wen-Hung Yeh and Jing-Jang Hwang, Resumo: Esteganografia com criptografia, Aceito: Técnicas processamento de imagens

50. *Halftone image data hiding with intensity selection and connection selection*, Ming Sun Fu and Oscar C. Au, Resumo: Imagem meio tom esteganografia, Aceito: técnicas processamento de imagens
51. *The role of information theory in watermarking and its application to image watermarking*, Pierre Moulin, Resumo: técnica watermark, Aceito: Técnicas processamento de imagens
52. *Analysis of digital watermarks subjected to optimum linear filtering and additive noise*, Jonathan K. Su, Joachim J. Eggers and Bernd Girod, Resumo: Watermark baseada em ruído, Aceito: técnicas de Processamento de imagens
53. *Variable dimension vector quantization based image watermarking*, Anamitra Makur and S. Sethu Selvi, Resumo: watermark baseada em vetor de dimensão, Aceito: Técnicas de Processamento de imagens
54. *Data Watermarking: Steganography and Watermarking of Digital Data*, Derrick Grover, Resumo: Overview sobre esteganografia, Aceito: Overview Classificações
55. *Netspionage Part III: The Black Zone, Who Uses Netspionage, How and Why*, Gerald L. Kovacich, Resumo: Aplicação que utiliza esteganografia, Aceito: Aplicações
56. *A Generic Electronic Payment Model Supporting Multiple Merchant Transactions*, Yu-Lun Huang, Shiuh-Pyng S, Resumo: Modelo genérico de pagamento na internet, Aceito: Aplicações
57. *Embedding of any type of data in images based on a human visual model and multiple-based number conversion*, Da-Chun Wu and Wen-Hsiang Tsai, Resumo: Inserção de qualquer tipo de dado em imagens, Aceito: técnica processamento de imagens
58. *Low cost spatial watermarking*, V. Darmstaedter, J. -F. Delaigle, J. J. Quisquater and B. Macq, Resumo: Esteganografia em imagens JPEG, Aceito: Técnicas Processamento de Imagens
59. *Watermarking of uncompressed and compressed video*, Frank Hartung and Bernd Girod, Resumo: Esteganografia robusta em videos comprimidos e não comprimidos MPEG2,4, Aceito: Técnicas Video
60. *Rotation, scale and translation invariant spread spectrum digital image watermarking*, Joseph J.

K. Ò. Ruanaidh and Thierry Pun, Resumo: técnica de watermark, Aceito: Técnicas processamentos de imagens

61. *Image and watermark registration*, A. Z. Tirkel, C. F. Osborne and T. E. Hall, Resumo: Registro por watermark, Aceito: Técnicas Processamento de imagens

62. *Robust image watermarking in the spatial domain*, N. Nikolaidis and I. Pitas, Resumo: Explica watermark e mostra técnica para JPEG, Aceito: Técnicas Processamento de Imagens

#### IEEE

1. *Application of BPCS steganography to wavelet compressed video* Noda, H.; Furuta, T.; Niimi, M.; Kawaguchi, E.; Resumo: esteganografia após transformada de Wavelet em vídeos comprimidos, Aceito: Técnicas de Vídeo

2. *Bit-plane decomposition steganography using wavelet compressed video*, Furuta, T.; Noda, H.; Niimi, M.; Kawaguchi, E.; Resumo: esteganografia realizada sobre a transformada de Wavelet em vídeos comprimidos, Aceito: Técnicas Vídeo

3. *Video error correction using steganography*, Robie, D.L.; Mersereau, R.M.; Resumo: Esteganografia em vídeo, Aceito: Técnicas de Vídeo

4. *Information hiding using steganography*, min, M.M.; Salleh, M.; Ibrahim, S.; Katmin, M.R.; Shamsuddin, M.Z.I.; Resumo: Overview sobre esteganografiado geral ao específico, Aceito: Overview Técnicas

5. *The use of steganography to enhance error detection and correction in MPEG-2 video*, Robie, D.L.; Ning Wu; Mersereau, R.M.; Resumo: Esteganografia em vídeo MPEG2, Aceito: Técnicas de Vídeo

6. *A new framework of LSB steganalysis of digital media*, Dumitrescu, S.; Xiaolin Wu; Resumo: Framework para implementação de técnicas de inserção em *bit* menos significativo, Aceito: Técnicas Processamento de imagens

7. *On the limits of steganography*, Anderson, R.J.; Petitcolas, F.A.P.; Resumo: Artigo do tipo overview que divaga sobre o futuro da segurança digital e da esteganografia, Aceito: Técnica de processamento de imagens

8. *A Secure Image Steganography using LSB, DCT and Compression Techniques on Raw Images*, Raja, K.B.; Chowdary, C.R.; Venugopal, K.R.; Patnaik, L.M.; Resumo: Esteganografia em imagens usando LSB e DCT, Aceito: Técnicas de processamento de imagens
9. *A simple technique for estimating message lengths for additive noise steganography*, Ming Jiang; Wong, E.; Memon, N.; Xiaolin Wu; Resumo: na adição de informações ocultas em imagens tem-se sempre um ruído, este artigo descreve uma técnica de estegoanálise para mensurar este ruído, Aceito: Técnicas processamento de imagens
10. *Significance of steganography on data security*, VenkatramanS; Ajith Abraham; Paprzycki, M.; Resumo: Descreve os impactos da esteganografia na segurança de dados, Aceito: Overview Técnicas
11. *A novel approach for increasing security and data embedding capacity in images for data hiding applications*, Alturki, F.; Mersereau, R.; Resumo: técnica de esteganografia em imagens, Aceito: Técnicas de processamento de imagens
12. *Towards robust steganography using T-codes*, Manoharan, S, Resumo: T-codes utilizam inversões e adições de *bits* em imagens para adição de informação oculta, Aceito: Técnicas de processamento de imagens
13. *Security and synchronization in watermark sequence*, Litao Gang; Akansu, A.N.; Ramkumar, M.; Resumo: Propõe técnica para resolução do problema de inserção de conteúdo em porção aleatória de imagem, Aceito: Aceito Técnica de processamento de imagens
14. *Video error correction using data hiding techniques*, Robie, D.L.; Mersereau, R.M.; Resumo: esteganografia em vídeo, Aceito: Técnicas de Vídeo
15. *Data embedding into pictorial images with less distortion using discrete cosine transform*, Ogihara, T.; Nakamura, D.; Yokoya, N.; Resumo: Esteganografia robusta em imagens com compressão por DCT, Aceito: Técnicas de processamento de imagens
16. *A Reversible Data Hiding Scheme Based on Side Match Vector Quantization*, Chang C. ; Tai W. ; Lin C. ; Resumo: Propõe um novo vetor de quantização para imagens comprimidas, Aceito: Técnicas Processamento de imagens



1. *Real-Time Steganography in Compressed Video*, Bin Liu, Fenlin Liu, Bin Lu and Xiangyang Luo, Resumo: Lecture Note sobre técnicas de esteganografia em vídeo comprimido, Aceito: Técnicas de Vídeo
2. *Alternatives for Multimedia Messaging System Steganography*, Konstantinos Papapanagiotou, Emmanouel Kellinis, Giannis F. Marias and Panagiotis Georgiadis, Resumo: Lecture Note sobre sistemas com esteganografia, Aceito: Overview Classificações
3. *Steganography in a Video Conferencing System*, Andreas Westfeld and Gritta Wolf, Resumo: Lecture Note sobre esteganografia em sistema de transmissão de conferência em tempo real, Aceito: Técnicas de Vídeo
4. *Information Hiding System StegoWaveK for Improving Capacity*, Young-Shil Kim, Young-Mi Kim, Jin-Yong Choi and Doo-Kwon Baik, Resumo: Lecture Note sobre capacidade de inserção de dados ocultos em sistemas que permitem esteganografia, Aceito: Overview Técnicas