CAPÍTULO 6
A IMAGEM ELETRÔNICA: O VÍDEO

1. O que é Vídeo

Existe uma grande diferença entre a imagem fotográfica convencional, de suporte químico (que é a base tradicional do cinema), e a imagem eletrônica, mais conhecida como vídeo, que propicia não apenas a imagem da televisão, mas também é um suporte de criação audiovisual complexo que acabou por se mesclar à produção cinematográfica convencional. Disso nasceram os sistemas híbridos de finalização, que combinam vantagens dos dois suportes, químico e eletrônico.

Basicamente, a imagem fotográfica é composta por haletos de prata (conforme já estudados em fotografia estática) suspensos numa emulsão gelatinosa e que se alteram a nível atômico quando expostos à luz. Essa alteração corresponde ao enegrecimento do grão de prata na razão direta da quantidade de luz que este recebe, e se esta luz for ordenada por uma lente, a projeção de uma imagem formada por ela resultará na impressão desta imagem no negativo fotográfico. A partir disso, uma série de processos químicos (a chamada "revelação") produzem uma imagem visível e estável, que poderá ser projetada ou copiada.

Descrevemos, portanto, aquilo que chamamos de processo químico (na falta de melhor termo, já que se trata de um processo físico-químico) da fotografia convencional. Em que difere disto a imagem eletrônica?

De maneira análoga, chamamos de imagem eletrônica, ou vídeo, àquela que é armazenada e transmitida como um impulso elétrico.

2.Como se forma a imagem do vídeo

A formação da imagem eletrônica se processa de modo similar ao filme, através de uma lente que projeta a imagem, mas, ao invés de um filme fotográfico, o que encontramos são células fotossensíveis com base em selênio dispostas numa placa de circuito eletrônico, que tem a propriedade de transformar o impulso luminoso em impulso elétrico. Esta placa cumpre a mesma função do filme fotográfico, e é chamada **CCD** (*Charge Coupled Device*, ou Dispositivo de Carga Acoplada).

A informação luminosa se converte então em freqüência elétrica, em que cada pequena célula fotossensível do CCD reconhece a quantidade de luz em termos de voltagem (o mesmo princípio dos fotômetros), na razão direta análoga ao grão de prata, ou seja, quanto mais intensa a luz, maior a voltagem gerada. Cada uma destas células fotossensíveis gera, portanto, um ponto da imagem, chamado *Picture Element*, ou **Pixel**, que são as menores unidades da imagem eletrônica, da mesma forma que o grão de prata na fotografia. O resultado disso é uma imagem formada por milhares de pixels, codificada em uma seqüência elétrica de diferentes voltagens, e que precisa passar por um processo de ordenação para poder servir como informação, considerando sua reprodução e sua transmissão.

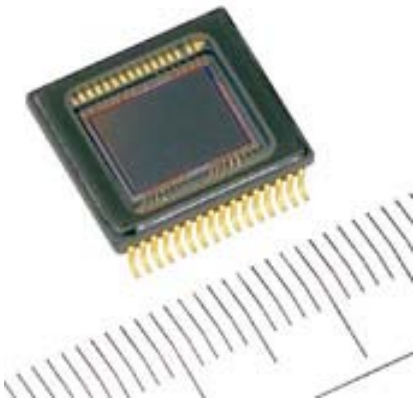

Fig. 1 – Pequeno CCD de uma câmera amadora de fotografia e vídeo.

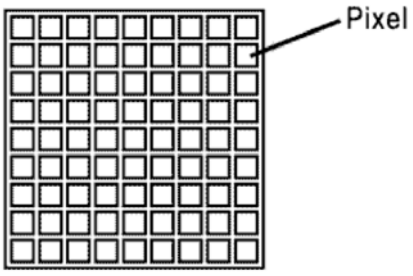

Fig. 2 – À direita, a ilustração simula o esquema de um CCD, em que cada pequeno quadrado representa um pixel, ou uma célula fotossensível.

Em termos simples, a idéia de gerar uma imagem eletrônica veio acompanhada da idéia de transmitir essa imagem por sinal de rádio (em outra banda, mas seguindo o mesmo princípio), e portanto todas as soluções de engenharia eletrônica para gerar, armazenar,

www.mnemocine.com.br - todos os direitos reservados

transmitir e reproduzir um sinal de TV estão intimamente relacionadas. Por este motivo, a transmissão de sinal de TV por rádio deve obedecer a normas e determinações oficiais, em termos de lei, já que as freqüências disponíveis para este tipo de transmissão são limitadas (assim como o rádio e nossa própria visão). Assim, o sinal gerado por um CCD passa por uma codificação ordenada, separando informações específicas de intensidade de luz (brilho ou luminância) e cor (crominância), bem como separação do número de linhas, quadros e da freqüência do sinal. Estes padrões de registro e transmissão são chamados genericamente de **sistemas de cor**, como o americano NTSC, o francês SECAM, o alemão PAL, o inglês PAL-I e o brasileiro PAL-M, por exemplo. Cada um destes padrões implica numa maneira diferente em que o sinal elétrico gerado pelo CCD é ordenado, e por isso os sistemas não são compatíveis entre si.

Cada um destes padrões pressupõe que tanto o registro, como a transmissão e a reprodução têm que ser feitas todas num mesmo sistema, e por isso cada país adotou, em sua regulamentação audiovisual específica, ou um sistema já existente, ou construiu o seu próprio. O Brasil, por exemplo, ao invés de adotar um sistema pré-existente, desenvolveu o PAL-M, e é o único país que o utiliza. Este sistema define uma série de informações importantes, que se traduzem em última instância na qualidade final da imagem gerada.

A tabela abaixo mostra alguns desses sistemas e suas implicações:

SISTEMA	Numero de linhas	Freqüência	Frames por segundo	Fields por segundo	País de Origem
NTSC	525	60 hz	29.97	59.94	EUA
SECAM	625	50 hz	25	50	França
PAL – M	525	60 hz	30	60	Brasil
PAL	625	50 hz	25	50	Alemanha

É importante observar que estes sistemas foram desenvolvidos também levando-se em conta a maneira como estas imagens seriam decodificadas e reproduzidas, ou seja, pela televisão. O aparelho de TV é baseado no princípio inverso da câmera, recebendo o sinal elétrico codificado num sistema e transformando-o novamente em sinal luminoso. A informação de intensidade de luz que cada pixel do CCD traduziu num sinal elétrico, é interpretada segundo a voltagem registrada e novamente transformada em brilho pelo aparelho de TV, exibindo assim a reprodução da imagem capturada pela lente da câmera.

Mas como se trata de imagem em movimento, o CCD deve mudar os quadros de leitura periodicamente, a exemplo do cinema, para que tenhamos a sensação de movimento na televisão. Mas, como também o cinema, o olho humano consegue perceber a flicagem de uma luz piscando num intervalo mais lento que 40 vezes por segundo, e por essa razão é que o projetor de cinema tem obturador de três pás, e não de duas ou uma como uma câmera, fazendo a mesma imagem passar duas vezes pelas pás, resultando numa flicagem com intervalo de 1/48 segundos e dando a sensação de imagem contínua. Assim, a televisão também deveria promover uma mudança de quadro a pelo menos 1/40 de segundo, mas quando da definição dos padrões de transmissão e reprodução por volta da década de 30, a tecnologia da época não permitia resolver a troca de quadros nesta velocidade, tanto pela rapidez de varredura (na época ainda utilizando tubos catódicos e não CCDs) quanto pela limitada largura da banda disponível.

A solução encontrada foi dividir cada quadro (**Frames**)em 2 partes, chamados de Campos ou **Fields**. Cada um dos fields é composto pelas linhas de um frame completo, e estas linhas são interpoladas, ou seja, linhas pares num campo, linhas ímpares em outro. Elas constantemente se entrecruzam, formando assim a imagem de cada quadro. Ainda hoje a maioria dos sistemas de vídeo convencionais (inclusive os digitais), os aparelhos de vídeo e as televisões trabalham com este sistema, chamado **video entrelaçado** (interlaced video).

O circuito eletrônico leitor, onde o CCD está localizado, faz uma varredura periódica em que verifica cada pixel e sua voltagem decorrente da quantidade de luz que está recebendo. A varredura do CCD lê a luz da esquerda para a direita e de cima para baixo, resultando numa quantidade de linhas compostas pelos pixels, e tanto a quantidade de linhas como de pixels por linha varia de sistema para sistema. Assim, no vídeo entrelaçado NTSC, essa varredura é feita a

www.mnemocine.com.br - todos os direitos reservados

cada 1/60 de segundo aproximadamente em cada campo (no caso dos sistemas que trabalham com rede de 50hz, a varredura é de 1/50s), resultando num Frame de 1/30 de segundo, quando os dois fields são compostos.

Resumindo, 2 fields (campos) de 262,5 linhas cada um (linhas pares em um e linhas ímpares em outro) formados a cada 1/60 de segundo cada, resultam num Frame (quadro) de 525 linhas, a 1/30 de segundo no caso do NTSC e do PAL-M. E, 2 fields de 312,5 linhas a 1/50 cada para um Frame de 625 linhas e 1/50 de segundo, no caso dos sistemas PAL e SECAM que trabalham com rede a 50hz.

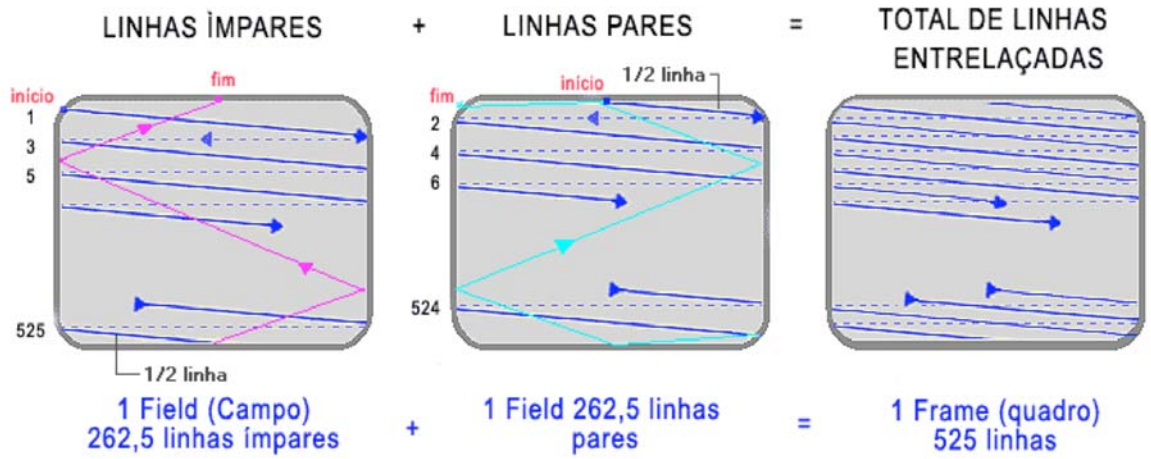

Fig. 3 – Esquema do entrelaçamento: 2 campos formando um quadro completo, no caso em NTSC, cujo frame rate é de 1/29,97 quadros (aprox. 1/30) por segundo.

Por essa razão os sistemas de cor que trabalham com o mesmo pulso de rede (60hz por exemplo) são parcialmente compatíveis, podendo a imagem ser vista nos dois sistemas mas com perda da composição da cor. Já nos sistemas em que o pulso é diferente (entre os sistemas de 50 e 60hz, por exemplo), o frame-rate (quadros por segundo) é diferente e não permite nem mesmo a visualização da imagem.

Dois outros detalhes são importantes de ser mencionados: quanto ao número de linhas, nem todas as 525 são efetivamente visíveis na tela, pois são utilizadas 21 linhas de cada campo para informações eletrônicas, como pulso de sincronismo, Time-code, som, equalização entre outras possibilidades. Assim, o que vemos mesmo são 483 linhas, sendo que alguns aparelhos de TV mais antigos têm resolução ainda menor, permitindo algo em torno de 320 linhas, que é a resolução que normalmente é transmitida pelas emissoras.

Outro detalhe é que os sistemas SECAM e PAL alemão foram criados como alternativa ao NTSC, que teve problemas no redimensionamento de sua banda para inclusão da cor, na década de 60, fazendo inclusive seu frame-rate cair para 29,97 e não exatamente 30 frames por segundo (o NTSC foi até apelidado, carinhosamente, de **N**ever **T**wice the **S**ame **C**olor). Apesar dos sistemas europeus realmente terem resolvido melhor a questão da cor, o fato de trabalhar em 25 frames por segundo fez sua imagem parecer mais flicada, e para compensar esta deficiência ele foi criado com 625 linhas, e não 525. A resolução é realmente superior e mais nítida, mas pelo maior espaço de banda exigido, as interferências são mais constantes.

Tanto o CCD (sendo a imagem formada) como o aparelho de TV (sendo a imagem reproduzida) trabalham nesta mesma razão, garantindo a compatibilidade entre ambos dentro de um mesmo sistema de cor.

3.O registro da Imagem

Mas mesmo depois de todo este processo para obtenção da imagem, o problema é que, diferentemente do filme fotográfico, a informação elétrica não está efetivamente gravada, sendo necessário também um suporte que registre essa informação. Este suporte, que em última análise é quem armazena o impulso elétrico, é a fita magnética.

www.mnemocine.com.br - todos os direitos reservados

O que está gravado na fita, portanto, não é a imagem em si, como no cinema, mas sim um pulso elétrico, ordenado da maneira acima descrita, e que precisa ser decodificado para que se veja a imagem captada.

A fita magnética é também uma base plástica com grãos de ferro, que são bons condutores elétricos e portanto são magnetizáveis, tais como um ímã. Isso proporciona que a informação seja imantada na fita, registrando portanto a freqüência elétrica captada. Mas as propriedades magnéticas do ferro se deterioram com o tempo, e assim como o filme fotográfico se desgasta e sofre distorções, a fita magnética também perde informações, mas num tempo muito menor e de maneira mais comprometedora.

O processo de captação e registro do vídeo é físico, e portanto, reversível. É possível desmagnetizar certa parte da imagem e magnetizá-la de outra forma, sendo apagável e modificável toda a informação registrada.

Estas são as principais características que diferenciam o cinema do vídeo, quanto à captação e registro.

4.O Registro Digital e o Registro Analógico

É importante frisar que todas as informações acima citadas dizem respeito à forma como atualmente o vídeo obtém, codifica e registra sua imagem, e que todo este processo é um processo ANALÓGICO. Isto significa que a informação elétrica é descarregada e registrado numa fita magnética com um pulso análogo ao que foi obtido no CCD, e por isso o nome.

Onde entra então o mítico termo “Digital”?

Justamente por isso é preciso deixar bem claro: o digital é uma forma de ARMAZENAR a informação, e não uma forma de CAPTAR. Toda a imagem de vídeo é e será capturada de maneira analógica, uma vez que seu princípio é converter a luz em outra freqüência de energia. Então, quando nos referimos à imagem digital, nos referimos sempre à maneira como esta imagem foi gravada, e disso decorre todas as implicações que as novas tecnologia têm a oferecer. A informação digital é mais rápida, ágil e prática sob muitos aspectos, que veremos adiante.

5.Como funciona o vídeo digital

Toda a captação da imagem é feita exatamente como descrita acima, e a única mudança é que, entre a formação da imagem pelo CCD e o registro do impulso elétrico num suporte magnético, há um **A/D Converter**, ou Conversor Analógico-Digital. Este conversor nada mais faz que ler um pequeníssimo trecho do sinal analógico num certo intervalo de tempo, tirar uma média das variações de voltagem registradas, e atribuir um valor numérico a esta média. Este valor numérico é então “traduzido” em números binários, ou seja, uma onda de freqüência elétrica passa a ser escrita e lida como um número. Daí o termo *Digital*, de dígito, número (a tradução correta arcaica seria *dedos*, que se usavam para contar). Quanto menor for o trecho `lido´ do sinal analógico, mais fiel será sua tradução digital, uma vez que uma onda analógica é composta por sutis variações de freqüência e intensidade que podem passar despercebido pelo conversor.

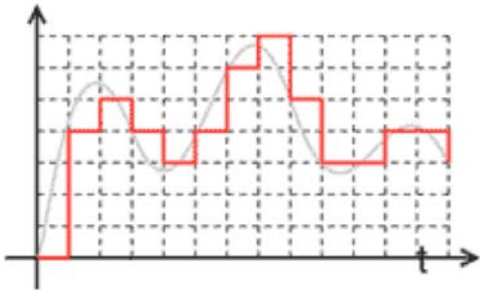

Fig. 4 – Um sinal analógico (o gráfico em cinza) é lido por um conversor A/D, que lê num certo intervalo de tempo as variações da corrente analógica, transformando-as em um número, de acordo com sua posição. O gráfico vermelho representa o sinal analógico digitalizado.

O uso de uma base binária (0 e 1) para compor os números digitais não é aleatório: Qualquer número pode ser convertido e escrito em base binária, e para um sistema baseado em fluxo de energia, a leitura de um 0 e 1 significa o mesmo que ‘sim’ e ‘não’, ou ‘passar energia’ e ‘não passar energia’, como um interruptor que acende ou apaga uma lâmpada. Portanto, na simples passagem ou não de uma carga elétrica, é possível inscrever uma informação qualquer.

www.mnemocine.com.br - todos os direitos reservados

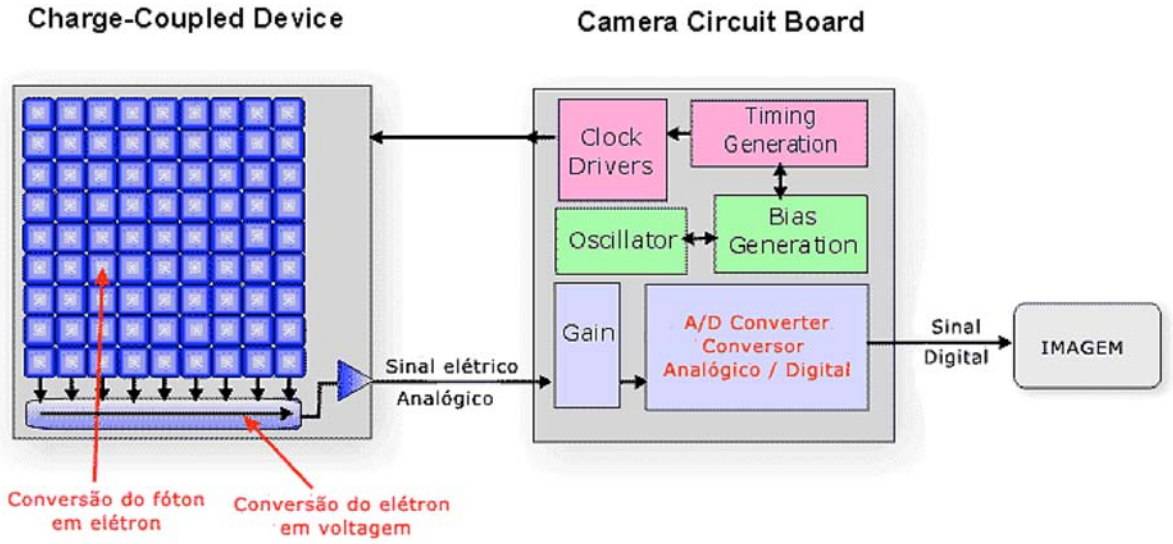

Fig. 5 – Esquema básico do processo que uma imagem passa de sua captura pelo CCD à transformação em sinal digital, onde então será gravado em algum suporte.

Este processo de leitura e conversão em base binária é feito sobre a quantidade de informação pelo tempo, já que se trata de um sinal contínuo. Assim, quanto mais pontos do sinal forem coletados num intervalo menor de tempo (leitura de trechos cada vez menores), melhor será a reprodução digital. Este processo é chamado de **sampling**.

De qualquer maneira, trocando em miúdos, o registro digital nada mais é que converter toda a informação elétrica em números, o que em última instância, não difere em nada, em termos de qualidade, de um registro analógico.

Então por que há tanto entusiasmo em relação ao digital? É claro, há muitas vantagens neste processo, em relação ao armazenamento do sinal analógico. São elas:

- O sinal analógico sofre perdas cada vez que é lido por uma cabeça reprodutora, como a de uma câmera ou de um vídeo. Como se trata de eletroímãs, os grãos de ferro imantados que registram o sinal na fita tendem a se modificar frente a um outro sinal elétrico ou mesmo naturalmente. No digital isso não acontece, porque a cabeça, apesar de também estar lendo sinal elétrico, na verdade está lendo 'sim' e 'não', ou algo como sinal e não-sinal. Ou seja, só duas possibilidades para traduzir uma informação. Então, não há como se ler um 'talvez' ou 'meio a meio'. Assim, toda a vez que o sinal é reproduzido ou copiado, ele o será da mesma maneira, portanto sem perda de qualidade.
- O sinal digital, por ser um número, é passível de ser comprimido, ou seja, no lugar de uma repetida seqüência (uma mesma informação seguida, por exemplo), é possível reduzi-la com um algoritmo determinado a apenas uma seqüência com uma indicação de quanto ela deve ser repetida. Isso acarreta uma enorme economia de espaço, além da escolha de uma taxa de compressão específica de acordo com a necessidade do suporte. No caso do som digital, por exemplo, o MP3 é um formato de compressão. No caso da imagem fotográfica, o JPEG, e no caso do vídeo, o MPEG. Claro que há perda da qualidade do sinal, mas uma boa compressão (variável, por exemplo) pode tornar imperceptível seus defeitos.
- A informação digital possibilita o acesso e modificação muito mais rápidos: para modificar uma onda analógica é necessário mexer na senóide, e seu comportamento enquanto onda limita muito seu campo de ação. O mesmo se pode dizer do acesso: numa fita magnética analógica, é preciso corrê-la para frente ou para trás procurando uma informação. Já o digital, o acesso pode ser indexado, ou seja, uma outra informação que registre onde cada trecho definido está. Seu acesso é imediato. E também na

www.mnemocine.com.br - todos os direitos reservados

modificação, basta mudar uma seqüência numérica digital que a onda também se modifica.

6.FORMATOS DE VÍDEO

Diferentemente do cinema, os conceitos de bitola e formato no vídeo não são separados. Isso porque uma bitola, se considerarmos o tamanho físico da fita magnética, geralmente só serve a um formato específico, e por isso quando falamos de formato em vídeo, já incluimos o conceito de bitola também. Assim, confundem-se os termos ao falarmos deles no vídeo, e a maioria das referências sobre isso utilizam a nomenclatura Formato para designar diferentes suportes de vídeo. Assim também usaremos este termo. As diferenças entre cada formato, portanto, estão distribuídas de várias maneiras, como por exemplo na taxa de compressão, no formato físico da fita, no número de linhas, na síntese de cor, entre diversos outros. Basicamente, os formatos dividem-se em Analógicos e Digitais, sendo os primeiros cada vez mais raros. Em pouco tempo, talvez haja outro parâmetro de classificação, formatos consumidor (amadores), semi-profissionais e profissionais. Mesmo assim, ainda há, dentro de cada uma dessas categorias, sistemas analógicos e digitais. Cada um destes sistemas trabalha com um tipo de CCD, de tamanhos variados, compressões e resoluções diferentes. Por este motivo, é possível perceber diferenças muito nítidas entre alguns e também outros em que quase não se percebe modificações. Mas, basicamente, todos eles trabalham com o conceito de pixels horizontais e verticais, que, no caso de haver uma conversão para algum sistema de cor convencional, estes pixels serão distribuídos nas linhas de resolução do sistema. Por exemplo, uma Mini-DV pode gerar uma imagem de 720 pixels, que é a quantidade de pontos existentes em cada uma das 525 linhas que ela forma. Mas, nos formatos HD, o conceito de linha muda, conforme veremos adiante. A tabela abaixo indica alguns formatos mais comuns e suas respectivas aplicações:

Formato	Segmento	Tipo	Formato	Segmento	Tipo
Digital Betacam	profissional	digital	Digital-8	consumidor	Digital
DVC HD DVCPRO50	profissional profissional	digital digital	S-VHS Hi-8	semi-profissional semi-profissional	analógico analógico
DVCPRO DVCAM Mini-DV Betacam SP	profissional profissional consumidor / semi-prof. profissional	digital digital digital analógico	¾ pol. (u-matic) VHS 8 mm	profissional consumidor consumidor	analógico analógico analógico

Os formatos diferem também num aspecto bastante relevante: a resolução e a compressão da imagem. Isso significa em poucas palavras que imagens de diferentes resoluções apresentam diferente níveis de qualidade, e uma mesma resolução com diferentes compressões também apresentam diferentes qualidades.

Fig. 6 – Diferentes fitas de qualidade DV: Ao fundo, DV CAM, no meio, DVCPRO, e à frente, Mini-DV. Todas têm a mesma resolução, mas compressões diferentes.

Quando o registro da imagem era analógico, a resolução era contada em número de linhas, uma vez que a imagem do CCD era convertida no padrão de cor com esta referência. Já no registro digital, é possível utilizar também a informação de pixels que a resolução do CCD alcança, pois a imagem pode ser tratada tanto como informação (data), e portanto será contada em pixels, como imagem de vídeo, e

www.mnemocine.com.br - todos os direitos reservados

assim será contada em linhas. Atualmente, com o advento de novas tecnologias na reprodução de imagens, como as TVs de plasma e LCD, é possível também deixar de contar em linhas e trabalhar apenas com pixels, ja que suas linhas serão formadas por pixels. Temos então esta tabela que considera a televisão convencional nos sistemas analógicos e digitais, bem como resolução em pixels nos sistemas digitais:

Formato	Número de linhas (aprox.)	PIXELS por linha	Taxa de Compressão
VHS	250	-	-
8 mm	255	-	-
S-VHS Hi-8	400	-	-
DV Mini DV DVCAM DVCPRO Digital 8	525i (NTSC)	720x480	5:1
DVCPRO50	525i (NTSC)	720x480	3,3:1
Digital Betacam	525i (NTSC)	720x480	1,6:1
Formatos para Sistema HDTV - 720i / 720p ou 1080i/1080p 1280x720 / 1920x1080			
DVCPRO HD	720i / 1080p	1280x1080	6,7:1
HD CAM	1080i/1080p	1440x1080	7:1
HDV	1080i 720p	1440x1080 1280x720	MPEG-2 22:1 MPEG-2 17:1
2K	-	2048x1920	Variável ou sem compressão
4K	-	4096x2048	

É possível perceber nitidamente a evolução da tecnologia da imagem e a razão pela qual as diferentes resoluções apresentam qualidades também muito diferentes. Considerando um televisor comum, em que se vê aproximadamente 330 linhas (que é o número de linhas transmitido normalmente pelas emissoras, independente da resolução da câmera) uma imagem de captada com uma câmera de VHS ou 8mm se apresenta bastante sofrível, é possível perceber nitidamente as linhas que formam a imagem.

Já num formato como o S-VHS ou Hi-8, essas linhas já não serão tão perceptíveis, e em se tratando de DV ou Mini DV, o número de linhas original é pouco superior ao número de linhas de uma TV, o que se traduz na impressão de uma imagem muito boa a nível de Broadcast. No que diz respeito à resolução, todas as DV trabalham na mesma medida, já no conceito de pixels, 720x480, sendo que a grande diferença entre cada sistema DV é a maneira de comprimir a imagem. Quanto menor for a compressão, maior a saturação de cor, melhor a nitidez e relação de contraste.

E, por fim, todos os formatos acima de 720 pixels são considerados formatos **HDTV (High Definition Television)**. Apesar de existir uma especificação para este sistema, o HDTV passou a ser genericamente identificado com qualquer formato profissional com mais de 720 pixels de resolução, que geram linhas de resolução neste valor, 1080 e até superior. Neste quesito, os sistemas 2k e 4k já são considerados "cinema digital", tal a qualidade de sua imagem. O preço, entretanto, ainda torna inviável produções normais com este sistema.

Mas a grande novidade destes sistemas não é a qualidade de resolução, muito maior que os sistemas de vídeo convencionais (que chegam a parecer imagem de película numa TV comum), mas o modo como a imagem é formada. Observe que, nos sistemas HDTV, é possível gravar em 720i ou 720p, bem como 1080. O que significam esse "i" e "p"? Trata-se justamente do processo de formação de imagem, em que "i" indica que a imagem é entrelaçada (**interlaced scan**), como os sistemas padrões de televisão, e "p" significa **progressive scan**, em que a imagem

www.mnemocine.com.br - todos os direitos reservados

já não é mais formada por linhas entrelaçadas, pares e ímpares, nos dois campos. Não há mais campos, a imagem é formada num único frame, podendo inclusive simular diversas velocidades, como o cinema: 24p, 25p, 30p, 60p, por exemplo. As câmeras que registram informações progressivas acabam por deixar a imagem com uma característica de textura e movimento muito próximas do cinema, e são muito úteis – e eficientes – quando usadas em intermediações e processos híbridos entre cinema e vídeo.

Mais informações em:
http://www.fazendovideo.com.br
http://www.abcine.org.br
http://dvformat.digitalmedianet.com/

BIBLIOGRAFIA:
Braverman, Barry *Video Shooter: Storytelling with DV, HD, and HDV Cameras.* CMP Books, 2006
Weise, Marcus & Weynand, Diana *How Video Works*, Focal Press; 2 edition, 2007

www.mnemocine.com.br - todos os direitos reservados