

Primeira edição
30.11.2007

Válida a partir de
01.12.2007

Televisão digital terrestre — Codificação de vídeo, áudio e multiplexação
Parte 1: Codificação de vídeo

Digital terrestrial television – Video coding, audio coding and multiplexing
Part 1: Video coding

Palavras-chave: Televisão digital terrestre. Codificação de vídeo. MPEG-4. Nível e perfil. Comutação *seamless*.
Descriptors: Digital terrestrial television. Video coding. MPEG-4. Profile and level. Seamless switching.

ICS 33.160.01

© ABNT 2007

Todos os direitos reservados. A menos que especificado de outro modo, nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida ou por qualquer meio, eletrônico ou mecânico, incluindo fotocópia e microfilme, sem permissão por escrito pela ABNT.

Sede da ABNT
Av. Treze de Maio, 13 - 28º andar
20031-901 - Rio de Janeiro - RJ
Tel.: + 55 21 3974-2300
Fax: + 55 21 2220-1762
abnt@abnt.org.br
www.abnt.org.br

Impresso no Brasil

Sumário

Página

Prefácio.....	v
1 Escopo.....	1
2 Referências normativas	1
3 Termos e definições.....	1
4 Abreviaturas.....	2
5 Formato com entrada de vídeo	2
5.1 Sinal de vídeo.....	2
5.2 Valores amostrados de sinais.....	4
5.3 Direção de varredura.....	4
5.4 Parâmetros de sinais de vídeo.....	4
6 Sistema de codificação de vídeo	14
6.1 Geral.....	14
6.2 Princípios da codificação	14
6.3 Codificação inter e intra.....	14
6.4 Perfis.....	15
6.4.1 Perfil <i>baseline</i>	15
6.4.2 Perfil <i>main</i>	15
6.4.3 Perfil <i>high</i>	16
6.5 Níveis	17
7 Procedimento de compressão de vídeo, procedimento de transmissão e configuração do sinal após a codificação.....	18
7.1 Procedimento de compressão e transmissão.....	18
7.2 Configuração de sinal	19
8 Restrições nos parâmetros de codificação	20
8.1 Geral.....	20
8.2 Restrições nos parâmetros de codificação de vídeo para serviços <i>full-seg</i>	20
8.2.1 Geral.....	20
8.2.2 Conjunto de parâmetros de seqüência e imagem (<i>sequence parameter set</i> e <i>picture parameter set</i>)	20
8.2.3 <i>pic_width_in_mbs_minus1</i> e <i>pic_height_in_map_units_minus1</i>	20
8.2.4 <i>Video usability information</i> (VUI).....	20
8.2.5 <i>Supplemental enhancement information</i> (SEI).....	21
8.2.6 Ponto de acesso aleatório (RAP - <i>Random access point</i>)	22
8.2.7 Parâmetros de seqüência	22
8.2.8 Perfis e níveis.....	22
8.2.9 Resoluções de luminância	23
8.2.10 Taxa de quadros - Codificador	23
8.2.11 Razão de aspecto	24
8.2.12 Colorimetria.....	24
8.2.13 Área ativa de codificação	24
8.3 Restrições nos parâmetros de codificação de vídeo para serviços 1-seg.....	25
8.3.1 Especificações gerais	25
8.3.2 Conjunto de parâmetros de seqüência e imagem (<i>sequence parameter set</i> e <i>picture parameter set</i>)	25
8.3.3 <i>Video usability information</i> (VUI).....	26
8.3.4 <i>Supplemental enhancement information</i> (SEI).....	27
8.3.5 Ponto de acesso aleatório (RAP - <i>Random access point</i>)	27
8.3.6 Formatos de vídeo.....	27
9 Chaveamento contínuo	29

ABNT NBR 15602-1:2007

9.1	Geral.....	29
9.2	Transmissão do descritor de fim de seqüência	29
9.3	Alteração no número de amostras ativas	30
9.3.1	Procedimento na transmissão	30
9.3.2	Operação no decodificador	30
9.4	Alteração da razão de aspecto da imagem para o sistema de televisão 525i.....	30
9.4.1	Procedimento na transmissão	30
9.4.2	Operação no decodificador	30
9.5	Alteração da taxa de bits	30
9.5.1	Procedimento na transmissão	30
9.5.2	Operação no decodificador	31
9.6	Alteração de formatos de vídeos	31
9.6.1	Aspectos gerais	31
9.6.2	Procedimento para um perfeito chaveamento contínuo com transmissão do <i>sequence_end_code</i>	31
9.6.3	Procedimento simples para o chaveamento entre o SDTV e HDTV.....	33
10	Descritor de formato ativo (AFD).....	34
10.1	Geral.....	34
10.2	Codificação	35
10.3	Sintaxe e semântica	35
10.4	Relação com <i>pan-scan</i>	37
10.5	Relação com wide screen signaling (WSS)	37
	Bibliografia	38

Prefácio

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) é o Foro Nacional de Normalização. As Normas Brasileiras, cujo conteúdo é de responsabilidade dos Comitês Brasileiros (ABNT/CB), dos Organismos de Normalização Setorial (ABNT/ONS) e das Comissões de Estudo Especiais Temporárias (ABNT/CEET), são elaboradas por Comissões de Estudo (CE), formadas por representantes dos setores envolvidos, delas fazendo parte: produtores, consumidores e neutros (universidades, laboratórios e outros).

Os Documentos Técnicos ABNT são elaborados conforme as regras da Diretivas ABNT, Parte 2.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) chama atenção para a possibilidade de que alguns dos elementos deste documento podem ser objeto de direito de patente. A ABNT não deve ser considerada responsável pela identificação de quaisquer direitos de patentes.

A ABNT NBR 15602-1 foi elaborada pela Comissão de Estudo Especial Temporária de Televisão Digital (ABNT/CEET-00:001.85). O Projeto circulou em Consulta Nacional conforme Edital nº 07, de 21.06.2007 a 20.07.2007, com o número de Projeto 00:001.85-002/1.

Esta Norma é baseada nos trabalhos do Fórum do Sistema Brasileiro de Televisão Digital Terrestre, conforme estabelecido no Decreto Presidencial nº 5.820, de 29.06.2006.

A ABNT NBR 15602, sob o título geral “*Televisão digital terrestre – Codificação de vídeo, áudio e multiplexação*”, tem previsão de conter as seguintes partes:

- Parte 1: Codificação de vídeo;
- Parte 2: Codificação de áudio;
- Parte 3: Sistemas de multiplexação de sinais.

Televisão digital terrestre — Codificação de vídeo, áudio e multiplexação

Parte 1: Codificação de vídeo

1 Escopo

Esta parte da ABNT NBR 15602 especifica a codificação de vídeo em alta definição, em resolução-padrão e resolução reduzida, incluindo os parâmetros para os sinais na entrada do codificador e as restrições ao processo de codificação aplicáveis ao sistema brasileiro de televisão digital terrestre (SBTVD).

2 Referências normativas

Os documentos relacionados a seguir são indispensáveis à aplicação deste documento. Para referências datadas, aplicam-se somente as edições citadas. Para referências não datadas, aplicam-se as edições mais recentes do referido documento (incluindo emendas).

ABNT NBR 15602-3, *Televisão digital terrestre – Codificação de vídeo, áudio e multiplexação – Parte 3: Sistemas de multiplexação de sinais*

ISO/IEC 10527, *CIE standard colorimetric observers*

ISO/IEC 14496-10:2005, *Information technology – Coding of audio-visual objects – Part 10: Advanced Video Coding*

ITU-T Recommendation H.264:2005, *Advanced video coding for generic audiovisual services*

ITU-T Recommendation T.35:2000, *Procedure for the allocation of ITU-T defined codes for non-standard facilities*

3 Termos e definições

Para os efeitos desta parte da ABNT NBR 15602, aplicam-se os seguintes termos e definições.

3.1

receptor *full-seg*

dispositivo capaz de decodificar informações de áudio, vídeo, dados etc., contidas na camada do fluxo de transporte de treze segmentos destinada ao serviço fixo (*indoor*) e móvel

NOTA A classificação *full-seg* é aplicada aos conversores digitais, também conhecidos por *settop box* e aos receptores de treze segmentos integrados com tela de exibição, mas não exclusivos a estes. Este tipo de receptor é ser capaz de receber e decodificar sinais de televisão digital terrestre de alta definição e, a critério do fabricante, também receber e decodificar informações transportadas na camada “A” do *transport stream*, aplicada para os serviços direcionados aos receptores portáteis, definidos como *one-seg*.

3.2

receptor *one-seg*

dispositivo que decodifica exclusivamente informações de áudio, vídeo, dados etc., contidas na camada “A” locada no segmento central dos treze segmentos

NOTA A classificação one-seg é destinada aos receptores do tipo portátil, também conhecidos por “*handheld*”, especialmente recomendados para telas de exibição de dimensões reduzidas, normalmente até 7 polegadas. Dentre os produtos classificados como *one-seg*, estão os receptores integrados com telefone celular, PDA, *dongle* e televisores portáteis, os quais são energizados por uma bateria interna e, portanto sem necessariamente demandar uma fonte externa de energia, bem como aqueles destinados a veículos automóveis. Este tipo de receptor é capaz de receber e decodificar apenas sinais de televisão digital terrestre transportado na camada “A” do fluxo de transporte, e, conseqüentemente apenas sinais de perfil básico, destinado aos dispositivos portáteis de recepção.

4 Abreviaturas

Para os efeitos desta parte da ABNT NBR 15602, aplicam-se as seguintes abreviaturas:

AU	Unidade de Acesso (<i>Access Unit</i>)
CPB	<i>Coded Picture Buffer</i>
DPB	<i>Decoded Picture Buffer</i>
DTS	Marcador do Tempo de Decodificação (<i>Decodification Time-Stamp</i>)
HD	Alta Definição
IDR	Atualização Instantânea de Decodificação (<i>Instantaneous Decoding Refresh</i>)
IRD	Receptor-Decodificador Integrado (<i>Integrated Receiver Decoder</i>)
NAL	Camada de Abstração de Rede (<i>Network Abstraction Layer</i>)
PCR	Referência de Relógio do Sistema (<i>Program Clock Reference</i>)
PMT	Tabela de Mapeamento do Programa (<i>Program Map Table</i>)
PTS	Marcador do Tempo de Apresentação (<i>Presentation Time-Stamp</i>)
RAP	Unidade de Acesso Aleatório (<i>Random Access Point</i>)
SD	Definição Convencional ou Resolução Padrão (<i>Standard Definition</i>)
SEI	Informações Suplementares de Vídeo (<i>Supplementar Enhancement Information</i>)
VUI	Informação da Usabilidade do Vídeo (<i>Video Usability Information</i>)

5 Formato com entrada de vídeo

NOTA Os parâmetros e mecanismos de codificação de vídeo, para as resoluções SD e HD, especificados nesta Norma, consideram sinais de entrada com a descrição que define o formato do vídeo através de sua composição e temporização, ambos aplicáveis a representações analógicas e digitais. Não são determinadas restrições quanto a interfaces elétricas e protocolos de comunicação utilizados para transporte do sinal de vídeo antes ou depois da compressão. Também não se restringe o formato para aquisição do sinal de vídeo, desde que este possa ser convertido a pelo menos um dos formatos apresentados. Não são especificados formatos de sinais para codificação de vídeo em baixa resolução, pois os parâmetros para este caso são mais flexíveis, abrangendo maior diversidade de formatos.

5.1 Sinal de vídeo

Os sinais digitais de vídeo nas resoluções SD e HD, à entrada do sistema de radiodifusão, devem obrigatoriamente ser compostos por um sinal representando a luminância da cena (sinal de luminância) e por dois outros sinais representando as características de cromaticidade e saturação da cena (sinais de complemento de cor, pois estes resultam de operações de diferenças de cores). Os sinais de luminância e complemento de cor devem obrigatoriamente ser determinados pelas seguintes equações:

$$Y = INT[219DE'_Y + 16D + 0,5]$$

$$C_R = INT[224DE'_{CR} + 128D + 0,5]$$

$$C_B = INT[224DE'_{CB} + 128D + 0,5]$$

onde

$INT[A]$ representa a parte inteira de um número real A ;

Y é o valor numérico do sinal digital de luminância;

C_R e C_B são os valores numéricos dos sinais digitais de complemento de cor, em relação ao vermelho e ao azul, respectivamente;

D é o valor numérico substituído nas equações por “1” ou “4”, de acordo com a quantidade de bits usados na quantização, 8 ou 10 bits, respectivamente;

E'_Y , E'_{CR} e E'_{CB} são os valores numéricos dos sinais analógicos da luminância e dos complementos de cor e devem obrigatoriamente respeitar as equações dadas na Tabela 1.

Tabela 1 — Equações dos sinais analógicos e dos complementos de cor

SD	HD
$E'_Y = 0,299E'_R + 0,587E'_G + 0,114E'_B$	$E'_Y = 0,2126E'_R + 0,7152E'_G + 0,0722E'_B$
$E'_{CR} = (E'_R - E'_Y) / 1,402$	$E'_{CR} = (E'_R - E'_Y) / 1,5748$
$E'_{CB} = (E'_B - E'_Y) / 1,772$	$E'_{CB} = (E'_B - E'_Y) / 1,8556$

O emprego da colorimetria HD da Tabela 1 em sinais SD também é permitido.

Os valores de E'_R , E'_G e E'_B devem obrigatoriamente representar os níveis de tensão (normalizados em relação ao sinal branco de referência) resultantes da correção gama (realizada no lado do receptor para recuperar os sinais E_R , E_G e E_B , com características opostas às do display, de tal forma que se obtenha a correta reprodução da intensidade das componentes de cor vermelha, verde e azul na tela do televisor) dos níveis de tensão dos sinais vermelho, verde e azul, obtidos na reprodução de um pixel.

E'_R , E'_G e E'_B devem obrigatoriamente ser aplicados a *displays* com os valores de x e y apresentados na Tabela 2, onde “ x ” e “ y ” são as coordenadas para os valores quantitativos das cores vermelha, verde e azul no diagrama de cromaticidade definido na ISO/IEC 10527.

Tabela 2 — Valores das coordenadas x e y para as componentes vermelha, verde e azul

Componentes	SD		HD	
	x	y	x	y
Vermelho	0,67	0,33	0,640	0,330
Verde	0,21	0,71	0,300	0,600
Azul	0,14	0,08	0,150	0,060

A correção gama deve obrigatoriamente ser realizada conforme a Tabela 3.

Tabela 3 — Pré-correção gama

SD	HD
Assume-se o valor de gama em 2,2 $V = L^{1/2,2} \quad 0 \leq L < 1$	$V = \begin{cases} 4,500L & 0 \leq L < 0,018 \\ 1,099L^{0,45} - 0,099 & 0,018 \leq L \leq 1,00 \end{cases}$
NOTA Os sinais V e L representam, respectivamente, os sinais de vídeo elétrico de saída de uma câmera e a intensidade da entrada de luz de uma câmera e ambos os sinais estão normalizados em relação ao nível de referência branco.	

Os sinais complementares de cor devem ser nulos nos pontos onde a cena for branca.

O nível de referência branco deve obrigatoriamente ser de acordo com a Tabela 4.

**Tabela 4 — Valores de coordenadas de cromaticidade –
Nível de referência branco**

SD		HD	
x	y	x	y
0,310	0,316	0,3127	0,3290

5.2 Valores amostrados de sinais

Valores digitais amostrados devem obrigatoriamente ser sinais de luminância e de diferença de cor através de quantização por 8 bits ou 10 bits.

5.3 Direção de varredura

As figuras que compõem um vídeo devem obrigatoriamente ser varridas da esquerda para a direita e de cima para baixo em taxa constante.

5.4 Parâmetros de sinais de vídeo

Número de linhas, número de linhas ativas, sistema de varredura, frequência de quadro, frequência de campo, relação de aspecto, frequência de linha, frequências de amostragem (para sinais de luminância e de complemento de cor), número de amostras por linha ativa (para sinais de luminância e de complemento de cor), características de filtros, e sinais de sincronismo de linha e campo devem obedecer aos parâmetros indicados nas Tabelas 5 a 14 e nas Figuras 1 a 13.

NOTA Para outras informações, pode-se consultar a ITU-R Recommendation BT.709-5 e a ITU-R Recommendation BT.601-6.

Tabela 5 — Parâmetros dos sinais SD e HD

Número de linhas	Número de linhas ativas	Sistema de varredura	Frequência de quadro	Frequência de campo	Relação de aspecto	Frequência de linha (f _h)	Frequência de amostragem		Número de amostras por linha		Número de amostras ativas por linha		Características dos filtros	
							Sinal de luminância	Sinais de complemento de cor	Sinal de luminância	Sinais de complemento de cor	Sinal de luminância	Sinais de complemento de cor	Sinal de luminância	Sinais de complemento de cor
525 (SD)	483	Entrelaçado	30/1,001 Hz	60/1,001 Hz	16:9 ou 4:3	15,750/1,001 kHz	13,5 MHz	6,75 MHz	858	429	720	360	Figura 1	Figura 2
525 (SD)	483	Progressivo	60/1,001 Hz		16:09	31,500/1,001 kHz	27 MHz	13,5 MHz	858	429	720	360	Figura 3	Figura 4
750 (HD)	720	Progressivo	60/1,001 Hz		16:09	45,000/1,001 kHz	74,25/1,001 MHz	37,125/1,001 MHz	1 650	825	1 280	640	Figura 5	Figura 6
1 125 (HD)	1 080	Entrelaçado	30/1,001 Hz	60/1,001 Hz	16:09	33,750/1,001 kHz	74,25/1,001 MHz	37,125/1,001 MHz	2 200	1 100	1 920	960		

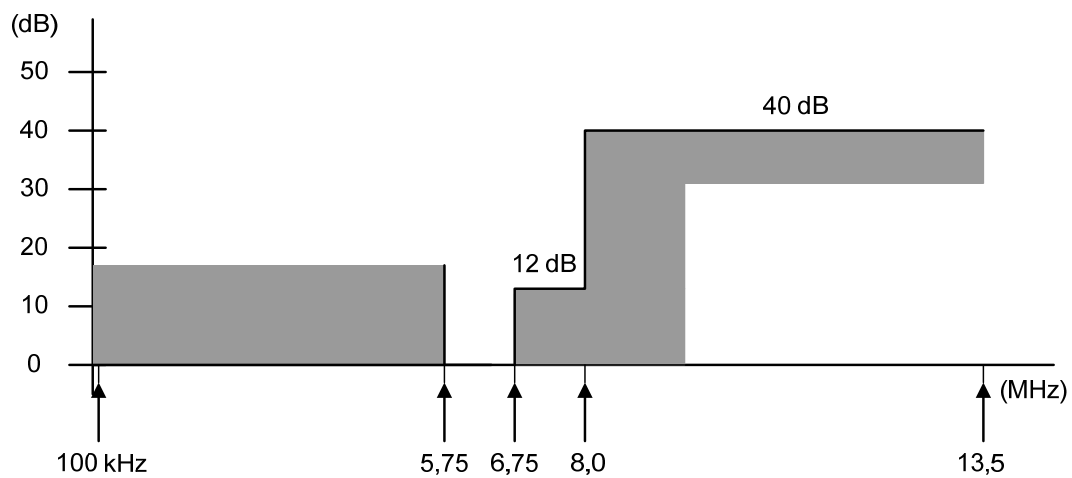


Figura 1 — Características de atenuação versus frequência para o sinal de luminância nos filtros do sistema 525/59,94/2:1 (atenuação relativa à de 100 kHz)

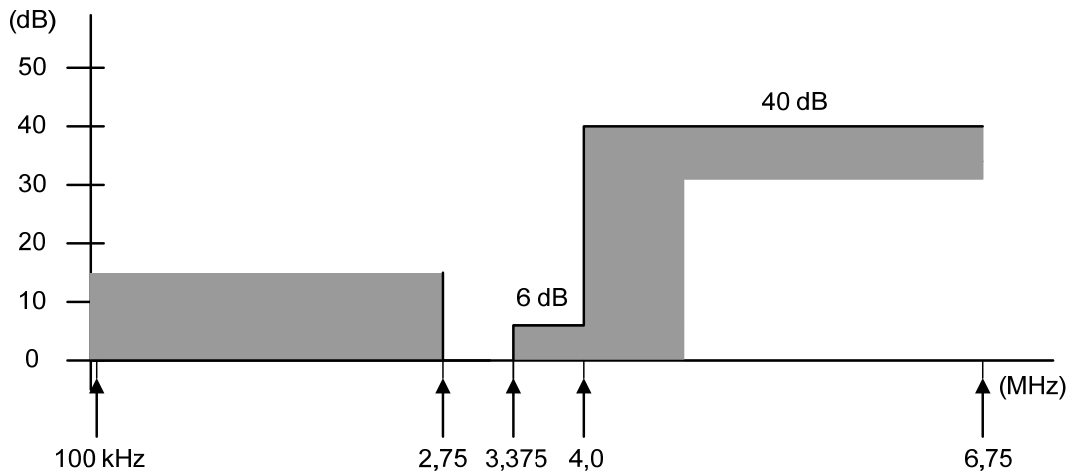


Figura 2 — Características de atenuação *versus* freqüência para os sinais de complemento de cor nos filtros do sistema 525/59,94/2:1 (atenuação relativa à de 100 kHz)

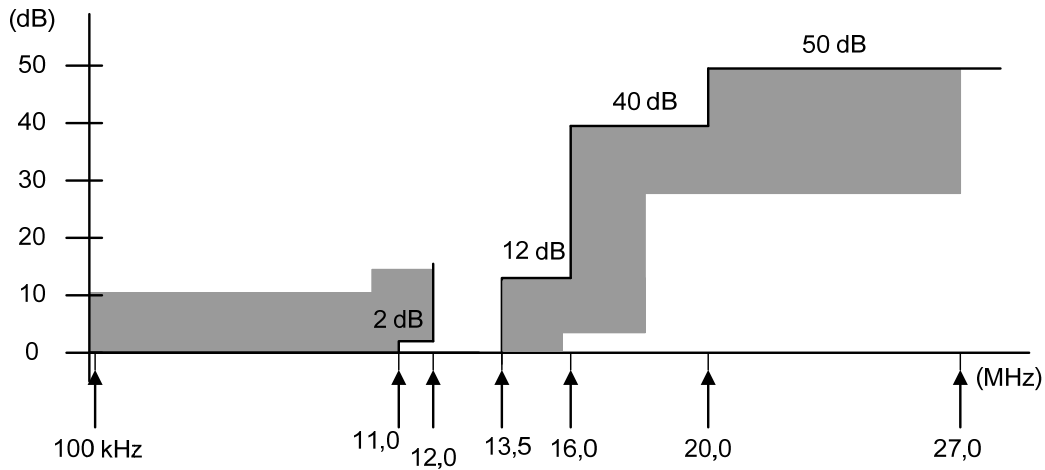


Figura 3 — Características de atenuação *versus* freqüência para o sinal de luminância nos filtros do sistema 525/59,94/1:1 (atenuação relativa à de 100 kHz)

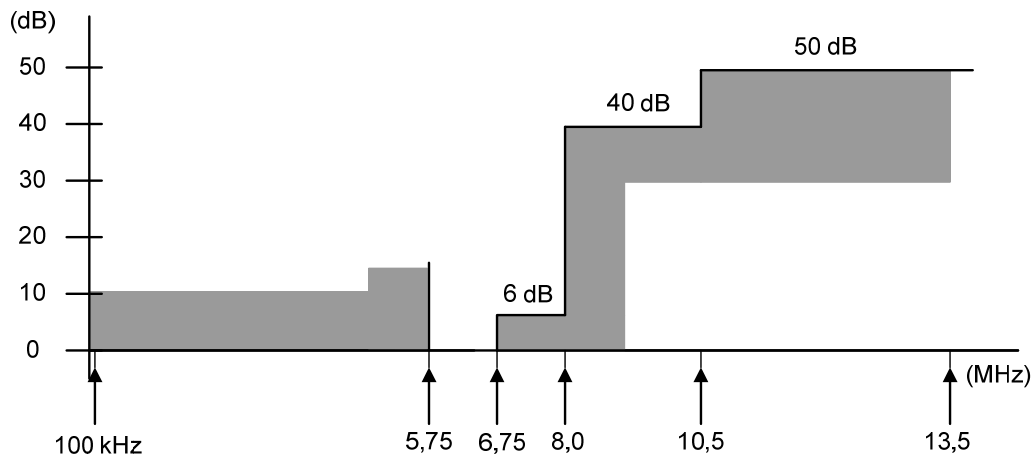


Figura 4 — Características de atenuação *versus* freqüência para os sinais de complemento de cor nos filtros do sistema 525/59,94/1:1 (atenuação relativa à de 100 kHz)

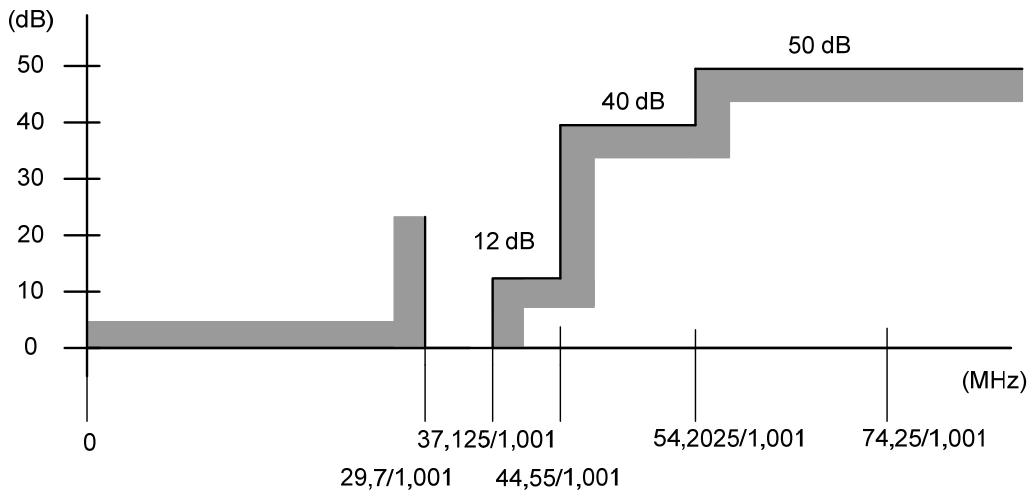


Figura 5 — Características de atenuação *versus* frequência para o sinal de luminância nos filtros dos sistemas 750/59,94/1:1 e 1125/59,94/2:1 (atenuação relativa à de 100 kHz)

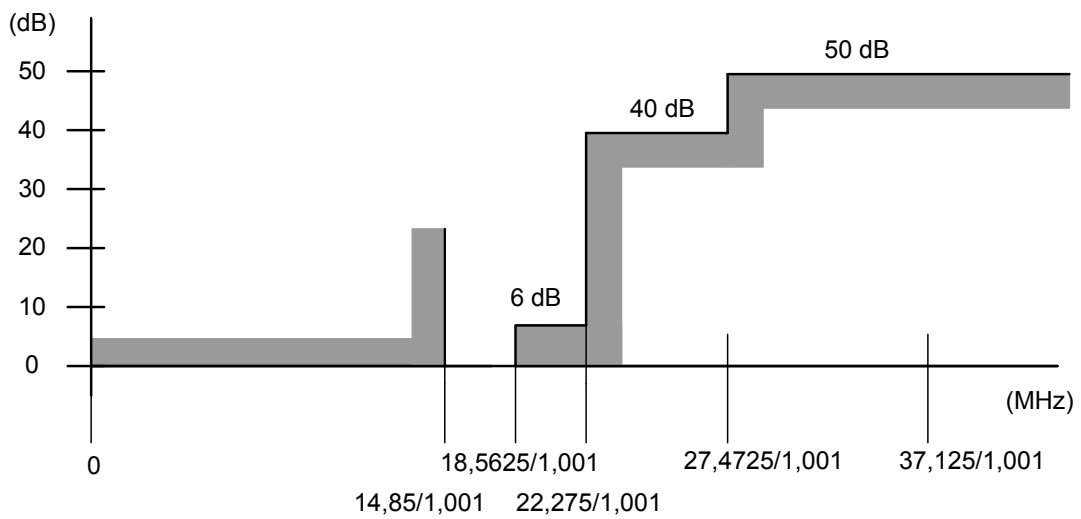


Figura 6 — Características de atenuação *versus* frequência para os sinais de complemento de cor nos filtros dos sistemas 750/59,94/1:1 e 1125/59,94/2:1 (atenuação relativa à de 100 kHz)

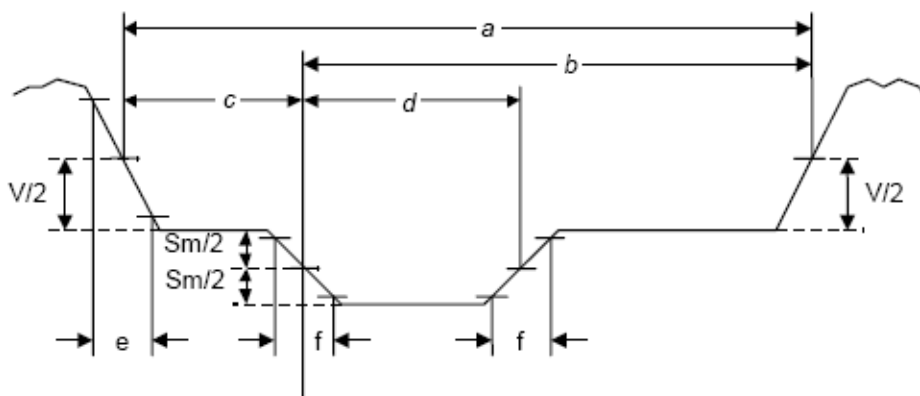


Figura 7 — Sinal de sincronismo de linha para 525/59,94/2:1 e 525/59,94/1:1

Tabela 6 — Parâmetros do sinal de sincronismo de linha para 525/59, 94/2:1 e 525/59, 94/1:1

Símbolo	Parâmetro	Valor nominal	
		525/59,94/2:1	525/59,94/1:1
H	Período de linha (μs)	1001/15,75	1001/31,5
a	Intervalo de retraço horizontal (μs)	10,70	5,35
b	Início de vídeo ativo (μs)	9,20	4,60
c	Final de vídeo ativo (μs)	1,50	0,75
d	Largura de pulso negativo (μs)	4,70	2,35
e	Tempo de descida para o nível de apagamento (μs)	0,14	0,07
f	Tempo de subida/descida do pulso de sincronismo de linha (μs)	0,14	0,07
Sm	Amplitude do pulso negativo (mV)	300	
V	Amplitude do sinal de vídeo (mV)	700	

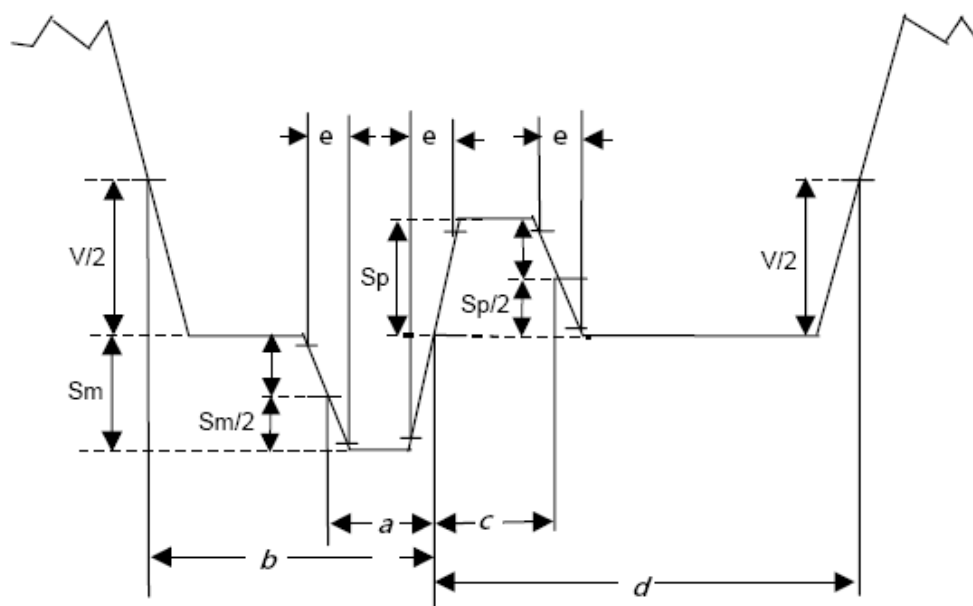


Figura 8 — Sinal de sincronismo de linha para 750/59, 94/1:1

Tabela 7 — Parâmetros de nível do sinal de sincronismo de linha para 750/59, 94/1:1

Símbolo	Parâmetro	Valor nominal mV
Sm	Amplitude do pulso negativo	300
Sp	Amplitude do pulso positivo	300
V	Amplitude do sinal de vídeo	700

Tabela 8 — Parâmetros de tempo do sinal de sincronismo de linha para 750/59, 94/1:1

Símbolo	Parâmetro	Valor nominal
<i>a</i>	Largura do pulso negativo de sincronismo (T) ^a	40
<i>b</i>	Final do vídeo ativo (T)	110
<i>c</i>	Largura do pulso positivo de sincronismo (T)	40
<i>d</i>	Início do vídeo ativo (T)	260
<i>e</i>	Tempo de subida/descida (T)	4

^a A largura do pulso negativo de sincronismo é a duração de um intervalo de relógio de referência, ou seja, a duração recíproca da frequência de amostragem do sinal de luminância do vídeo.

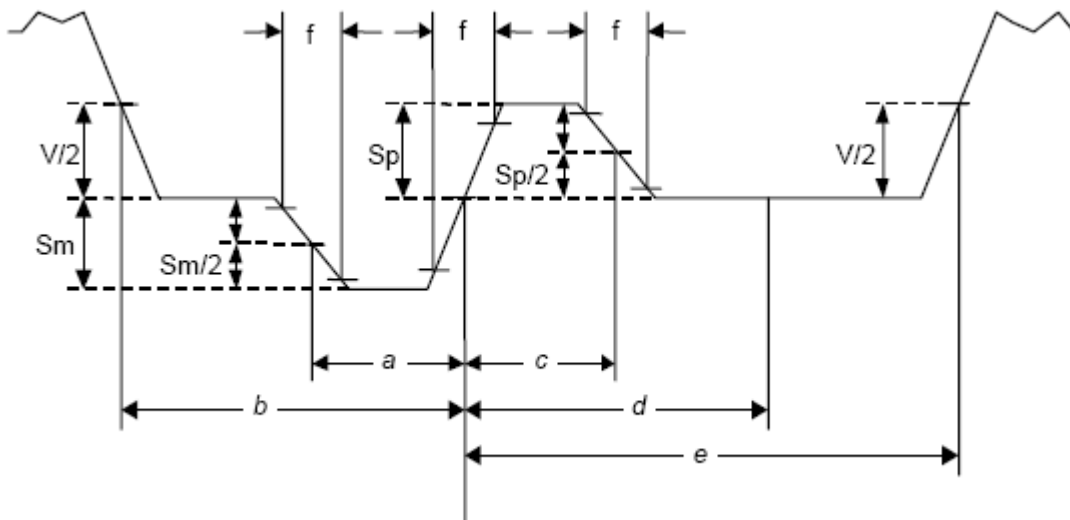


Figura 9 — Sinal de sincronismo de linha para 1125/59,94/2:1

Tabela 9 — Parâmetros de nível do sinal de sincronismo de linha para 1125/59,94/2:1

Símbolo	Parâmetro	Valor nominal mV
<i>Sm</i>	Amplitude do pulso negativo	300
<i>Sp</i>	Amplitude do pulso positivo	300
<i>V</i>	Amplitude do sinal de vídeo	700

Tabela 10 — Parâmetros de tempo do sinal de sincronismo de linha para 1125/59,94/2:1

Símbolo	Parâmetro	Valor nominal T
<i>a</i>	Largura do pulso negativo de sincronismo ^a	44
<i>b</i>	Final do vídeo ativo	88
<i>c</i>	Largura do pulso positivo de sincronismo	44
<i>d</i>	Período de grampeamento	132
<i>e</i>	Início do vídeo ativo	192
<i>f</i>	Tempo de subida/descida	4

^a A largura do pulso negativo de sincronismo é a duração de um intervalo de relógio de referência, ou seja, a duração recíproca da frequência de amostragem do sinal de luminância do vídeo.

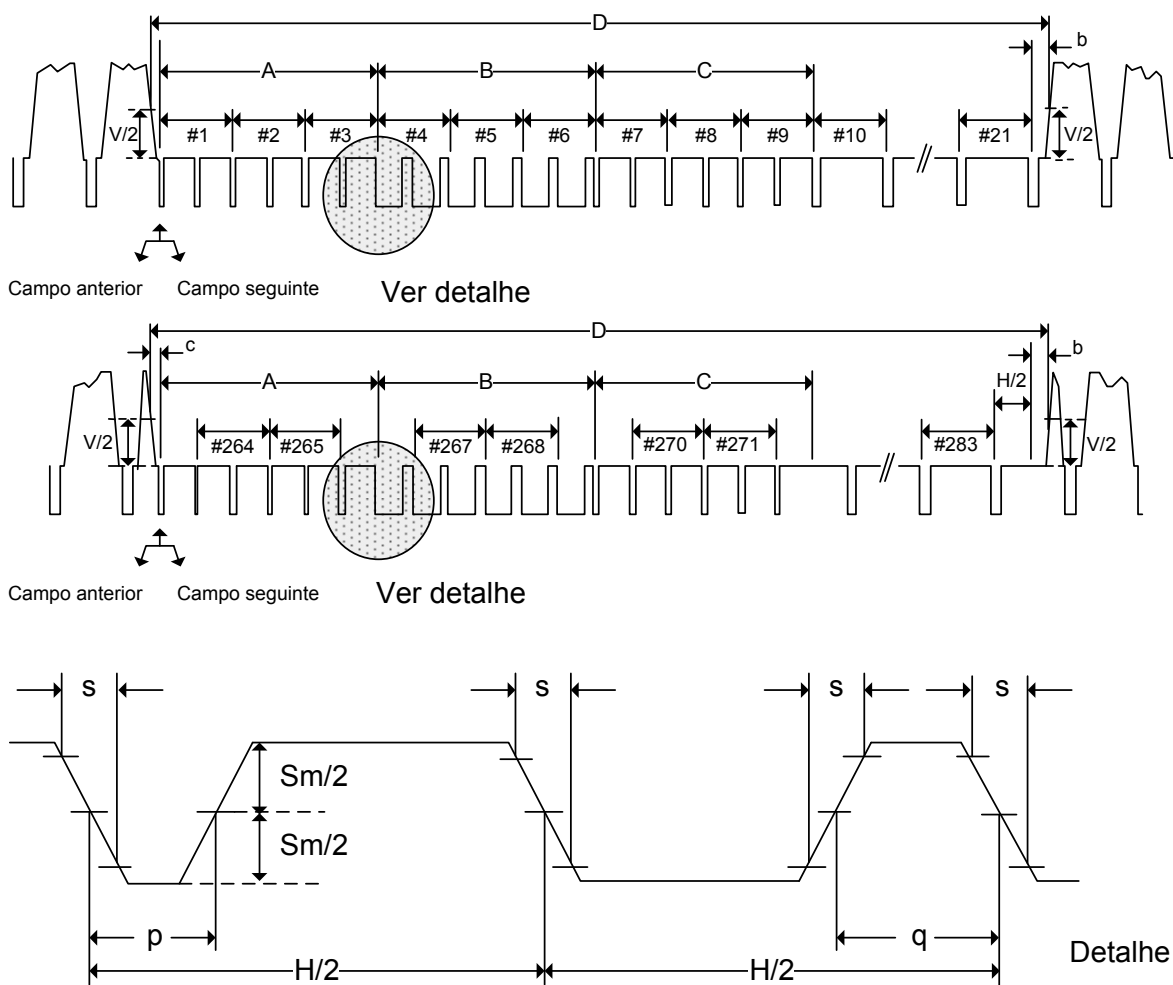


Figura 10 — Sinais de sincronismo de campo para 525/59,94/2:1

Tabela 11 — Parâmetros de sincronismo de campo para 525/59,94/2:1

Símbolo	Parâmetro	Valor nominal
F	Intervalo de varredura de campo	1001/30
D	Intervalo de apagamento de campo	21H + a
A	Intervalo equivalente de pulso	3H
B	Intervalo de pulso de sincronismo de campo	3H
C	Intervalo equivalente de pulso	3H
s	Tempo de subida/descida do pulso de sincronismo de linha	0,14
p	Largura equivalente de pulso (µs)	2,30
q	Largura de pulso de equalização de campo (µs)	4,70

NOTA H, a, b, c, Sm e V devem apresentar valores conforme definições da Tabela 6.

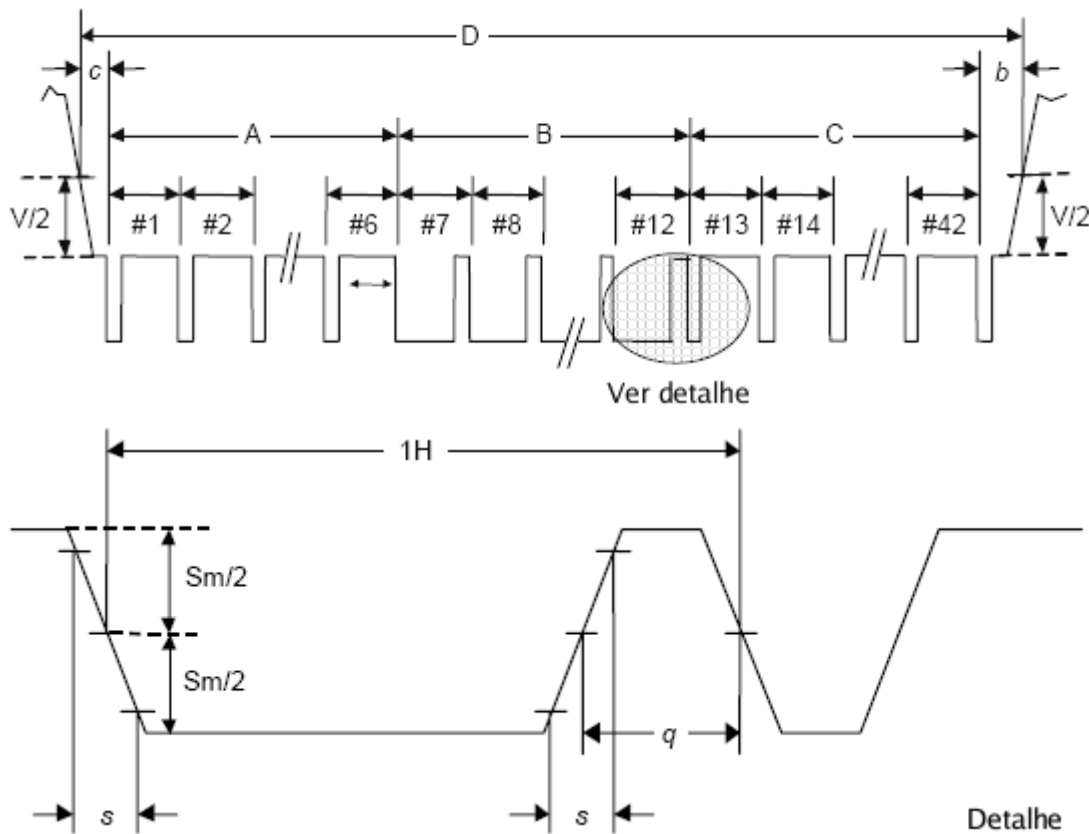


Figura 11 — Sinais de sincronismo de campo para 525/59,94/1:1

Tabela 12 — Parâmetros de sincronismo de campo para 525/59,94/1:1

Símbolo	Parâmetro	Valor nominal
F	Intervalo de varredura de campo (ms)	1 001/60
D	Intervalo de apagamento de campo	42H + a
A	Intervalo entre início de pulso de sincronismo de linha (imediatamente após início do intervalo de apagamento de campo) e início de pulso de sincronismo de campo	6H
B	Intervalo de pulso de sincronismo de campo	6H
C	Intervalo entre início de pulso de sincronismo de linha (imediatamente após final do pulso de sincronismo de campo) e início de pulso de sincronismo de linha (imediatamente antes do final de intervalo de apagamento de campo)	30H
S	Tempo de subida/descida do pulso de sincronismo de linha	0,07
Q	Largura equivalente de pulso (µs)	2,35
NOTA	H, a, b, c, Sm e V devem apresentar valores conforme definições da Tabela 6.	

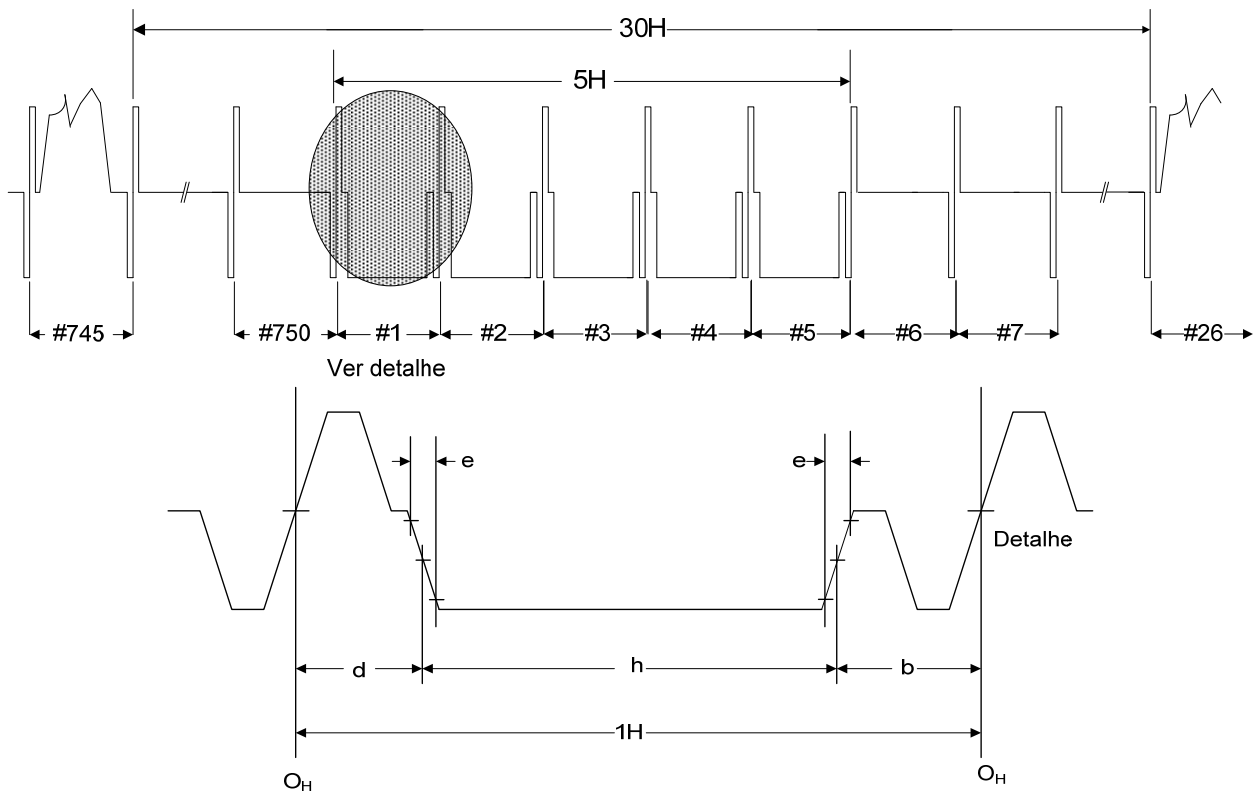


Figura 12 — Sinais de sincronismo de campo para 750/59,94/1:1

Tabela 13 — Parâmetros de sincronismo de campo para 750/59,94/1:1

Símbolo	Parâmetro	Valor nominal
H	Intervalo total de linha (T^a)	1 650
h	Largura de sincronismo vertical (T)	1 280
	Linha superior de figura	#26
	Linha inferior de figura	#745
	Intervalo de apagamento de campo	30H
	Início de quadro	#1

^a É a duração de um intervalo de relógio de referência, ou seja, a duração recíproca da frequência de amostragem do sinal de luminância do vídeo.

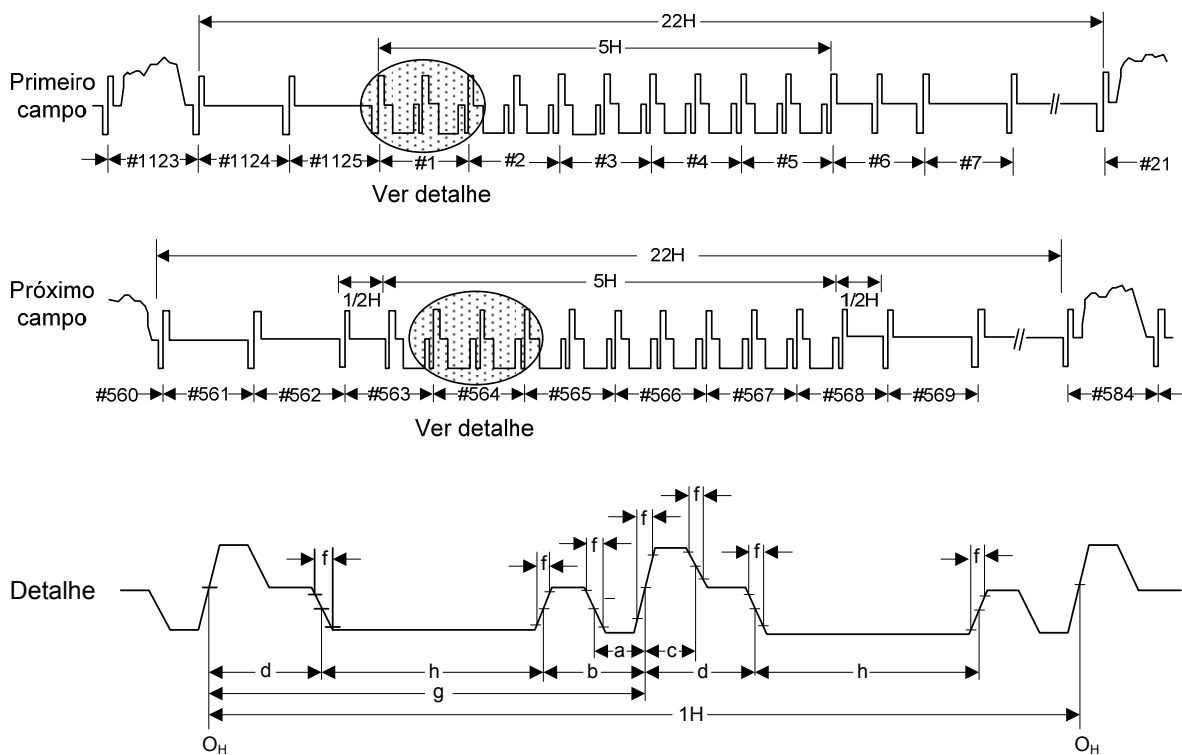


Figura 13 — Sinais de sincronismo de campo para 1125/59,94/2:1

Tabela 14 — Parâmetros de sincronismo de campo para 1125/59,94/2:1

Símbolo	Parâmetro		Valor nominal
H	Intervalo total de linha (T) ^a		2 200
g	Intervalo de meia linha (T)		1 100
h	Largura de sincronismo vertical (T)		880
	Linha superior de figura	Primeiro campo	#21
		Próximo campo	#584
	Linha inferior de figura	Primeiro campo	#560
		Próximo campo	#1 123
	Intervalo de apagamento de campo	Primeiro campo	22H
		Próximo campo	23H
	Início de campo	Primeiro campo	#1
		Próximo campo	#564

^a O intervalo total de linha é a duração de um intervalo de relógio de referência, ou seja, a duração recíproca da frequência de amostragem do sinal de luminância do vídeo.

6 Sistema de codificação de vídeo

6.1 Geral

A ferramenta de compressão de vídeo do sistema de televisão digital terrestre brasileiro deve obrigatoriamente estar de acordo com a ITU-T Recommendation H.264.

Os campos definidos como “reservados” ou “privados” devem ser desprezados.

As ferramentas de codificação devem assegurar a interoperabilidade, possibilitando a comunicação entre dispositivos fabricados por diferentes fabricantes. As estratégias de codificação a serem implementadas por cada fabricante devem obrigatoriamente ser compatíveis com o padrão de codificação de vídeo especificado nesta Norma.

NOTA Somente a sintaxe do fluxo de bits (*bitstream*) e o processo de decodificação são definidos nesta Norma.

6.2 Princípios da codificação

A análise estatística dos sinais de vídeo indica que existe uma alta correlação tanto entre quadros sucessivos, quanto entre os pixels dentro de cada quadro. O objetivo da compressão é representar com um número inferior de bits os dados originais. No caso da compressão de vídeo exploram-se as redundâncias temporais e espaciais, de forma a reduzir a representação do vídeo original com finalidade de armazenamento e/ou transmissão.

6.3 Codificação inter e intra

Para se codificar imagens estáticas exploram-se apenas as redundâncias espaciais combinadas com técnicas de redução dos dados produzidos pelo primeiro processo. Entre estas técnicas, pode ser citada a codificação por código de comprimento variável. A diminuição das redundâncias espaciais pode ser realizada pelo emprego de codificação por transformadas ou sub-bandas. Um processo de codificação por transformadas, largamente utilizado pelos codificadores de imagem, baseia-se no uso da transformada inteira, geralmente combinada com a partição da imagem ou quadro em blocos. Em geral, denomina-se este tipo de codificação como codificação do tipo intra (*intraframe*).

Para se codificar um vídeo, ou seja, uma seqüência de imagens, pode-se aliar a um processo de redução das redundâncias espaciais um processo de redução das redundâncias temporais. Tal processo visa utilizar as diferenças entre quadros sucessivos da seqüência de vídeo, com a finalidade de reduzir as redundâncias temporais. Em geral, denomina-se este tipo de codificação como codificação do tipo inter (*interframe*). Técnicas de estimação de movimento e compensação de movimento podem fazer parte do processo de redução das redundâncias temporais.

6.4 Perfis

NOTA O termo perfil estabelece a complexidade da codificação do vídeo. Os perfis definem um subconjunto da sintaxe do fluxo de bits que são adotados visando, em geral, determinadas classes de aplicações.

6.4.1 Perfil *baseline*

Os fluxos de bits que pertencem ao perfil *baseline* devem obrigatoriamente se enquadrar nas seguintes restrições:

- conter apenas *slices* do tipo I ou P;
- as unidades NAL não podem conter valores de *unit_type* entre 2 e 4, inclusive;
- o conjunto de parâmetros da seqüência (*sequence parameter set*) deve obrigatoriamente ter o valor de *frame_mbs_only_flag* igual a 1;
- os elementos *chroma_format_idc*, *bit_depth_luma_minus8*, *bit_depth_chroma_minus8*, *qp_prime_y_zero_transform_bypass_flag* e *seq_scaling_matrix_present_flat* não podem estar presentes no conjunto de parâmetros da seqüência;
- o conjunto de parâmetros da imagem (*picture parameter set*) deve obrigatoriamente ter os termos *weighted_pred_flag* e *weighted_bipred_idc* iguais a 0;
- o conjunto de parâmetros da imagem (*picture parameter set*) deve obrigatoriamente ter o termo *entropy_coding_mode_flag* igual a 0;
- o conjunto de parâmetros da imagem (*picture parameter set*) deve obrigatoriamente ter o termo *num_slice_groups_minus1* com valor entre 0 e 7, inclusive;
- os elementos *transform_8x8_mode_flag*, *pic_scaling_matrix_present_flag* e *second_chroma_qp_index_offset* não podem estar presentes no conjunto de parâmetros da imagem (*picture parameter set*);
- o elemento *level_prefix* não pode ter valor maior do que 15;
- as restrições de nível especificadas para o perfil *baseline* devem obrigatoriamente estar de acordo com a ITU-T Recommendation H.264:2005, seção A.3.

O enquadramento de um fluxo de bits no perfil *baseline* deve obrigatoriamente ser conforme o elemento *profile_idc*, tendo valor igual a 66.

Os decodificadores que se enquadram no perfil *baseline* a um nível específico devem obrigatoriamente ser capazes de decodificar todos os fluxos de bits no qual o valor de *profile_idc* deve obrigatoriamente ser igual a 66 ou o valor de *constraint_set0_flag* deve obrigatoriamente ser 1 e nos quais *level_idc* e *constraint_set3_flag* representam um nível menor ou igual ao nível especificado.

6.4.2 Perfil *main*

Os fluxos de bits que pertencem ao perfil *main* devem obrigatoriamente se enquadrar nas seguintes restrições:

- apenas *slices* do tipo I, P e B podem estar presentes;
- unidades NAL não podem conter valores de *nal_unit_type* entre 2 e 4, inclusive;
- ordem arbitrária de *slices* (*arbitrary slice order*) não é permitida;

- os elementos *chroma_format_idc*, *bit_depth_luma_minus8*, *bit_depth_chroma_minus8*, *qp_prime_y_zero_transform_bypass_flag* e *seq_scaling_matrix_present_flag* não podem estar presentes no conjunto de parâmetros da seqüência (*sequence parameter set*);
- conjunto de parâmetros da imagem (*picture parameter set*) deve obrigatoriamente ter o elemento *num_slice_groups_minus1* igual a 0 apenas;
- conjunto de parâmetros da imagem (*picture parameter set*) deve obrigatoriamente ter o elemento *have_redundant_pic_cnt_present_flag* igual a 0 apenas;
- os elementos *transform_8x8_mode_flag*, *pic_scaling_matrix_present_flag* e *second_chroma_qp_index_offset* não podem estar presentes no conjunto de parâmetros da imagem (*picture parameter sets*);
- o elemento *level_prefix* não pode ser maior do que 15 (quando presente);
- as restrições de nível especificadas para o perfil *main* especificado na ITU-T Recommendation H.264:2005, seção A.3, devem obrigatoriamente ser obedecidas em sua totalidade.

O enquadramento de um fluxo de bits dentro do perfil *main* deve obrigatoriamente ser especificado pelo elemento *profile_idc* igual a 77.

Os decodificadores que se enquadram no perfil *main* a um nível específico devem obrigatoriamente ser capazes de decodificar todos os fluxos de bits no qual o valor de *profile_idc* deve obrigatoriamente ser igual a 77 ou *constraint_set1_flag* deve obrigatoriamente ser igual a 1 e nos quais *level_idc* e *constraint_set3_flag* representam um nível menor ou igual ao nível especificado.

6.4.3 Perfil *high*

Os fluxos de bits que pertencem ao perfil *high* devem obrigatoriamente se enquadrar nas seguintes restrições:

- apenas *slices* do tipo I, P e B podem estar presentes;
- as unidades NAL não podem conter valores de *nal_unit_type* entre 2 e 4, inclusive;
- a ordem arbitrária de *slices* (*arbitrary slice order*) não é permitida;- o conjunto de parâmetros da imagem (*picture parameter set*) deve obrigatoriamente ter o elemento *num_slice_groups_minus1* igual a 0 apenas;
- o conjunto de parâmetros da imagem (*picture parameter set*) deve obrigatoriamente ter o elemento *redundant_pic_cnt_present_flag* igual a 0 apenas;
- o conjunto de parâmetros da seqüência (*picture parameter set*) deve obrigatoriamente ter o elemento *chroma_format_idc* entre 0 e 1 inclusive;
- o conjunto de parâmetros da seqüência (*picture parameter set*) deve obrigatoriamente ter o elemento *bit_depth_luma_minus8* igual a 0 apenas;
- o conjunto de parâmetros da seqüência (*picture parameter set*) deve obrigatoriamente ter o elemento *bit_depth_chroma_minus8* igual a 0 apenas;
- o conjunto de parâmetros da seqüência (*picture parameter set*) deve obrigatoriamente ter o elemento *qp_prime_y_zero_transform_bypass_flag* igual a 0 apenas;
- as restrições de nível especificadas para o perfil *high* especificado na ITU-T Recommendation H.264:2005, seção A.3, devem obrigatoriamente ser obedecidas em sua totalidade.

O enquadramento de um fluxo de bits dentro do perfil *high* deve obrigatoriamente ser especificado pelo elemento *profile_idc* igual a 100.

Os decodificadores que se enquadram no perfil *high* a um nível específico devem obrigatoriamente ser capazes de decodificar todos os fluxos de bits nos quais *level_idc* e *constraint_set3_flag* representam um nível menor ou igual ao nível especificado ou ambas as condições abaixo devem obrigatoriamente ser verdadeiras:

- *profile_idc* deve obrigatoriamente ser igual a 77 ou 100; ou
- *constraint_set1_flag* deve obrigatoriamente ser igual a 1.

6.5 Níveis

O termo nível estabelece para cada perfil os valores permitidos de alguns parâmetros de codificação, como, por exemplo, taxas de bits e resolução.

Os níveis acrescentam ainda mais restrições às definidas pelos perfis para garantir a interoperabilidade entre os diferentes decodificadores, especificando o limite de desempenho requerido para realizar a decodificação. O codificador deve ser configurado para operar no nível especificado para cada perfil definido na Seção 7.

A Tabela 15 especifica as limitações impostas por cada nível da codificação de vídeo.

Tabela 15 — Limitações impostas por cada nível

Número do nível	Taxa máxima de processamento do macrobloco MaxMBPS MB/s	Tamanho máximo do quadro MaxFS MBs	Tamanho máximo do buffer de decodificação MaxDPB (1024 bytes para 4:2:0)	Taxa máxima de vídeo MaxBR (1 000 bits/s, 1 200 bits/s, cpbBrVclFactor bits/s, or cpbBrNalFactor bits/s)	Tamanho máximo CPB (1 000 bits, 1 200 bits, cpbBrVclFactor bits, or cpbBrNalFactor bits)	Faixa vertical do componente MV MaxVmvR (luma frame samples)	Razão mínima de compressão MinCR	Número máximo de vetores de movimento por dois consecutivos MBs MaxMvsPer2Mb
1	1 485	99	148,5	64	175	[- 64, + 63,75]	2	-
1b	1 485	99	148,5	128	350	[- 64, + 63,75]	2	-
1.1	3 000	396	337,5	192	500	[- 128, + 127,75]	2	-
1.2	6 000	396	891,0	384	1 000	[- 128, + 127,75]	2	-
1.3	11 880	396	891,0	768	2 000	[- 128, + 127,75]	2	-
2	11 880	396	891,0	2 000	2 000	[- 128, + 127,75]	2	-
2.1	19 800	792	1 782,0	4 000	4 000	[- 256, + 255,75]	2	-
2.2	20 250	1 620	3 037,5	4 000	4 000	[- 256, + 255,75]	2	-
3	40 500	1 620	3 037,5	10 000	10 000	[- 256, + 255,75]	2	32
3.1	108 000	3 600	6 750,0	14 000	14 000	[- 512, + 511,75]	4	16
3.2	216 000	5 120	7 680,0	20 000	20 000	[- 512, + 511,75]	4	16
4	245 760	8 192	12 288,0	20 000	25 000	[- 512, + 511,75]	4	16
4.1	245 760	8 192	12 288,0	50 000	62 500	[- 512, + 511,75]	2	16
4.2	522 240	8 704	13 056,0	50 000	62 500	[- 512, + 511,75]	2	16
5	589 824	22 080	41 400,0	135 000	135 000	[- 512, + 511,75]	2	16
5.1	983 040	36 864	69 120,0	240 000	240 000	[- 512, + 511,75]	2	16

A conjugação dos diferentes tipos de perfis e níveis permite a sua utilização em diferentes aplicações. A combinação perfil e nível garante a conformidade, bem como a interoperabilidade. Ou seja, uma implementação de um perfil em um nível garante que o decodificador se comporte conforme o determinado pelo padrão de codificação.

NOTA A combinação perfil e nível é comumente referida usando-se a notação 'perfil@nível'.

7 Procedimento de compressão de vídeo, procedimento de transmissão e configuração do sinal após a codificação

7.1 Procedimento de compressão e transmissão

É recomendado que o processo de estimação de movimento seja realizado para cada bloco resultante do particionamento do macrobloco. Esse particionamento pode gerar blocos de tamanho 16 x 16, 16 x 8, 8 x 16, 8 x 8, 8 x 4, 4 x 8 ou 4 x 4 amostras de luminância.

O processo de predição *intra* pode ser realizado para todo o macrobloco, com tamanho 16 x 16 amostras ou para cada um dos seus blocos 4 x 4 amostras. O processo deve obrigatoriamente ser realizado conforme a ITU-T Recommendation H.264 e conforme a ISO/IEC 14496-10:2004, subseção 8.1.

O processo de transformação e quantização deve obrigatoriamente ser realizado conforme a ITU-T Recommendation H.264 e conforme a ISO/IEC 14496-10:2005, subseção 8.5.

O filtro para remoção de efeito de blocos (*deblocking*) deve obrigatoriamente ser um processo condicional a ser aplicado nas bordas dos blocos de cada macrobloco, conforme a recomendação ITU-T Recommendation H.264 e conforme a ISO/IEC 14496-10:2005, subseção 8.7.

O esquema de codificação de vídeo usual está esquematicamente representado na Figura 14.

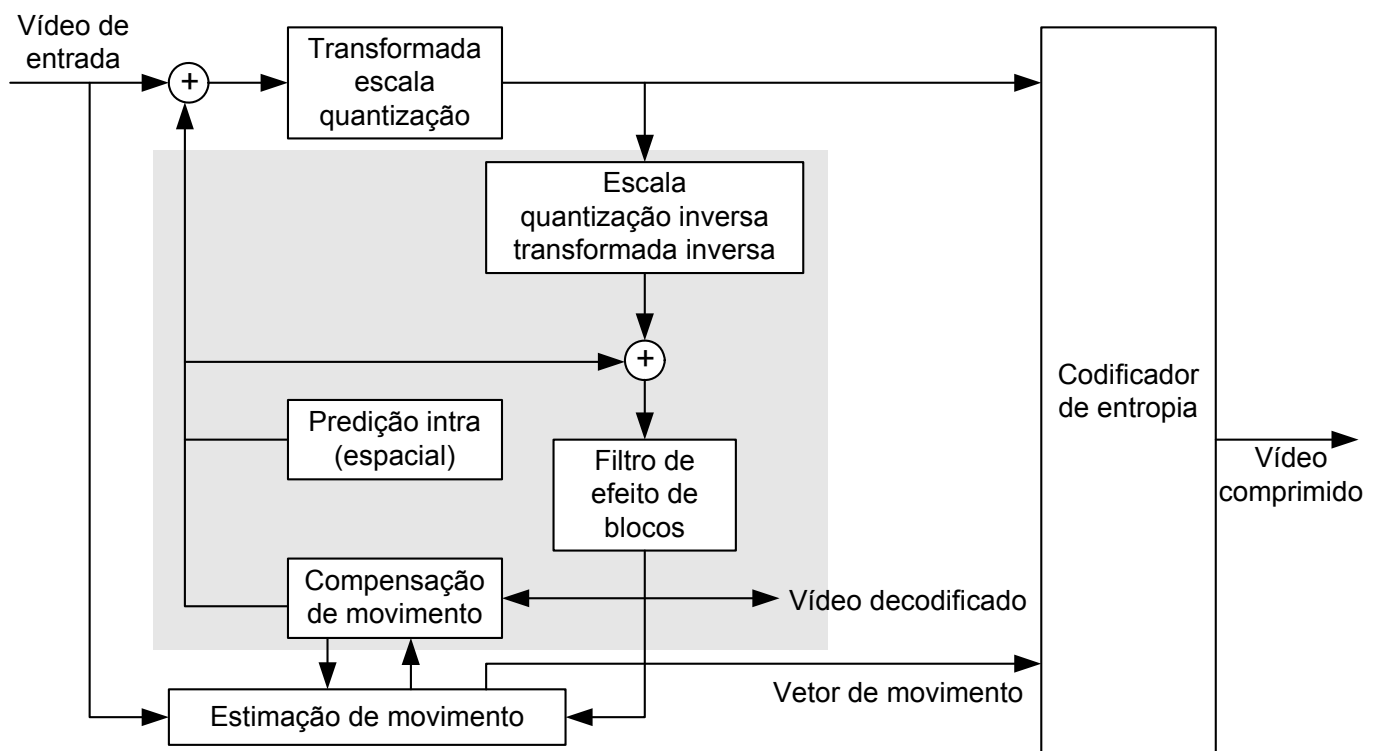


Figura 14 — Representação esquemática do processo de codificação

7.2 Configuração de sinal

Uma seqüência de vídeo pode ser composta por uma ou mais unidades de acesso (AU). Cada seqüência é iniciada por uma AU do tipo IDR e se estende até uma AU que termine com uma unidade NAL do tipo *end_of_seq*. O conjunto de seqüências de vídeo, terminado por um *end_of_stream*, determina um fluxo de vídeo.

Cada seqüência de vídeo é composta por unidades NAL que podem ser de conteúdo visual propriamente dito ou de estruturas auxiliares para configuração de parâmetros ou transmissão de informações complementares. As unidades NAL de conteúdo visual podem conter fatias (*slices*) de figuras dos tipos I (codificadas apenas utilizando informação autocontida), B (codificadas utilizando informações contidas no quadro atual, em quadros passados e futuros) e quadros P (codificados utilizando informações contidas no quadro atual e em quadros passados). Uma seqüência de vídeo deve obrigatoriamente conter pelo menos um quadro do tipo I.

Um quadro se refere a uma imagem simples. Uma fatia consiste em um número arbitrário de macroblocos, não necessariamente na mesma linha horizontal. Um macrobloco consiste em um sinal de luminância com 16 x 16 pixels e dois sinais de crominância cuja dimensão varia de acordo com o formato utilizado na codificação.

Um macrobloco pode ser particionado em blocos de tamanho 16 x 16, 16 x 8, 8 x 16 e 8 x 8 amostras. Caso a partição seja 8 x 8, cada um desses blocos pode ser particionado em 8 x 8, 8 x 4, 4 x 8 e 4 x 4.

Os blocos devem obrigatoriamente ser divididos posteriormente em partes 8 x 8 ou 4 x 4 para aplicação da transformada DCT, conforme especificado na ITU-T Recommendation H.264:2005 e conforme a ISO/IEC 14496-10.

As opções de particionamento estão na Figura 15.

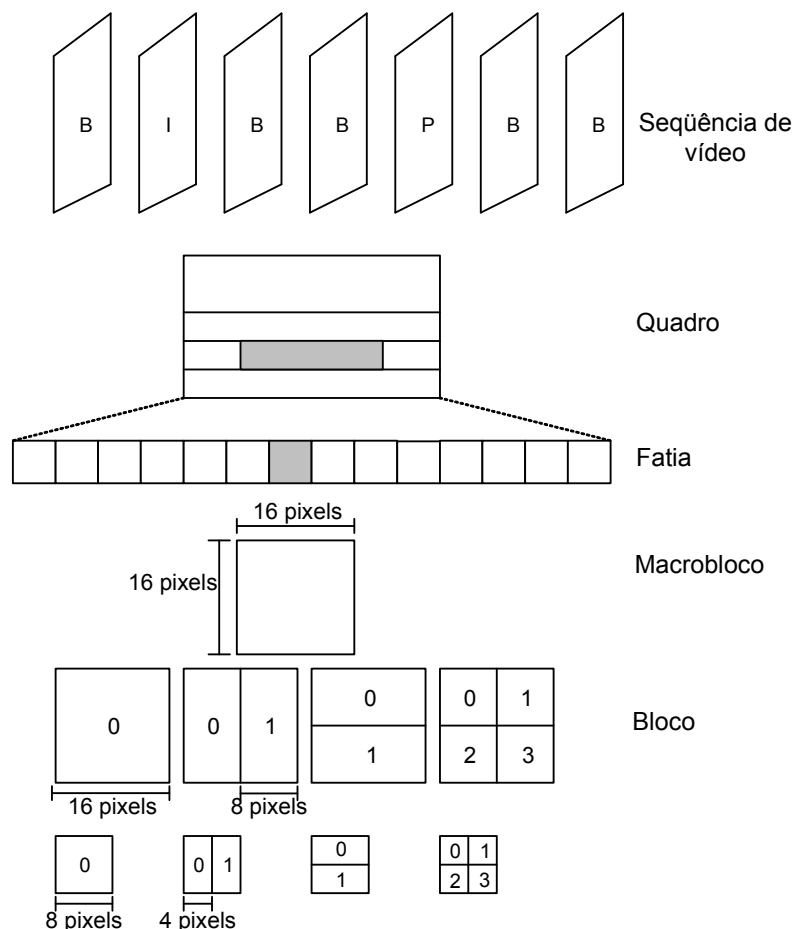


Figura 15 — Fracionamento da seqüência de vídeo em macroblocos

8 Restrições nos parâmetros de codificação

8.1 Geral

As restrições desta Norma estão definidas para os seguintes IRD e fluxo de bits:

- H.264/AVC IRD e fluxo de bits para SDTV
- H.264/AVC IRD e fluxo de bits para HDTV;
- H.264/AVC IRD e fluxo de bits para dispositivos portáteis.

A codificação de vídeo deve obrigatoriamente estar de acordo com a ITU-T Recommendation H.264 e com a ISO/IEC 14496-10, sobre a qual devem obrigatoriamente ser aplicadas as restrições descritas em 8.2 e 8.3.

8.2 Restrições nos parâmetros de codificação de vídeo para serviços *full-seg*

8.2.1 Geral

Os IRD e fluxos de bits devem obrigatoriamente suportar algumas partes dos elementos de sintaxe “*supplemental enhancement information (SEI)*” e “*video usability information (VUI)*”, conforme especificado na ITU-T Recommendation H.264:2005 e conforme ISO/IEC 14496-10:2005, Anexos D e E.

8.2.2 Conjunto de parâmetros de seqüência e imagem (*sequence parameter set e picture parameter set*)

Para o codificador, mais de um conjunto de parâmetros de imagem pode estar presente no fluxo de bits entre dois pontos de acesso aleatórios ou RAP. Entretanto, entre dois RAP, o conjunto de parâmetros para um determinado *pic_parameter_set_id* não pode ser alterado. Isto é, se houver mais de um conjunto de parâmetros de imagem e esses conjuntos forem diferentes entre si, então cada um desses conjuntos deve obrigatoriamente ter um *pic_parameter_set_id* distinto.

8.2.3 *pic_width_in_mbs_minus1* e *pic_height_in_map_units_minus1*

Para o codificador, o período entre duas mudanças nos pares de *pic_width_in_mbs_minus1* e *pic_height_in_map_units_minus1* deve obrigatoriamente ser superior a 1 s. O objetivo dessa imposição é limitar o processamento por *software* necessário ao IRD para mudar de razão de aspecto.

Se o número de amostras de luminância na largura ou na altura não for múltiplo de 16, amostras extras devem obrigatoriamente ser acrescentadas à imagem, de forma a atingir um número múltiplo de 16. Para o caso horizontal, recomenda-se que as amostras extras sejam adicionadas no lado direito da imagem. Para o caso vertical, recomenda-se que as amostras extras sejam adicionadas na parte inferior da imagem.

8.2.4 *Video usability information (VUI)*

8.2.4.1 Geral

Os IRD devem obrigatoriamente suportar os seguintes elementos VUI:

- informação de razão de aspecto (*aspect_ratio_idc*);
- informação de parametrização de cor (*colour_primaries*, *transfer_characteristics* e *matrix_coefficients*);
- informação de cromaticidade (*chroma_sample_loc_type_top_field* e *chroma_sample_loc_type_bottom_field*);
- informação de temporização (*time_scale*, *num_units_in_ticks* e *fixed_frame_rate_flag*);
- informação de estrutura de imagem (*pic_struct_present_flag*).

8.2.4.2 Informação de razão de aspecto

O suporte aos valores de *aspect_ratio_idc* deve obrigatoriamente ser conforme 8.2.11.

8.2.4.3 Informação de croma VUI

8.2.4.3.1 Codificador

Recomenda-se a especificação das localizações da croma usando os elementos sintáticos *chroma_sample_loc_type_top_field* e *chroma_sample_loc_type_bottom_field* no VUI. Recomenda-se a utilização de *chroma sample type* igual a 0 para ambos os campos.

8.2.4.3.2 Decodificador

Os IRD devem obrigatoriamente ser capazes de decodificar quaisquer valores permitidos de *chroma_sample_loc_type_top_field* e *chroma_sample_loc_type_bottom_field*. Recomenda-se que o processamento adequado seja implementado para a exibição das imagens.

8.2.4.4 Informação de temporização

O suporte aos valores *time_scale_e* e *num_units_in_tick* deve obrigatoriamente ser conforme 8.2.10.

No caso de um quadro parado (*still picture*), o valor de *fixed_frame_rate_flag* deve obrigatoriamente ser igual a 0. Nos outros casos, o valor de *fixed_frame_rate_flag* deve obrigatoriamente ser igual a 1. A taxa de quadros não pode ser alterada entre duas unidades de acesso IDR.

8.2.4.5 Informação de estrutura de imagem

O suporte ao *pic_struct_present_flag* e fluxo de bits deve obrigatoriamente estar relacionado ao uso da informação de estrutura da imagem na mensagem SEI de *picture timing*. Para fluxos de bits que contêm informação de estrutura de imagem (como modo de filme), recomenda-se que *pic_struct_present_flag* seja setado para "1" no VUI e a mensagem SEI de *picture timing* é associada com cada AU da seqüência codificada.

Se a seqüência não requer informação de estrutura da imagem, então o valor de *pic_struct_present_flag* deve obrigatoriamente ser "0" no VUI. O uso desse *flag* no VUI permite o uso da SEI de *picture timing* apenas com a informação de estrutura da imagem, sem a necessidade de incluir informações de HRD (como atrasos CPB e DPB ou valores iniciais de atraso na mensagem SEI de período de memorização).

8.2.5 Supplemental enhancement information (SEI)

8.2.5.1 Geral

Os IRD devem obrigatoriamente suportar o uso de mensagens SEI do tipo temporização de imagem (*picture timing SEI message*) e opcionalmente mensagens do tipo retângulo de pan-scan (*pan and scan rectangle SEI message*).

Adicionalmente, os IRD podem suportar o AFD (ver Seção 9), com o suporte adicional para *user_data_registered_itu_t_t35*.

8.2.5.2 Picture timing SEI message

8.2.5.2.1 Codificador

A mensagem SEI de temporização deve obrigatoriamente estar associada com cada unidade de acesso (AU). Se o fluxo de bits contiver informação de estrutura de imagem, o *pic_struct_present_flag* deve obrigatoriamente estar setado para "1" no VUI e a mensagem SEI de temporização deve obrigatoriamente estar associada com cada AU. Caso contrário, o *pic_struct_present_flag* deve obrigatoriamente ser setado para "0".

8.2.5.2.2 Decodificador

Os IRD devem obrigatoriamente suportar todos os valores definidos em *pic_struct*, incluindo todos os modos que requerem repetição de campo ou quadro. Os IRD não podem utilizar quaisquer outros parâmetros (exceto *pic_struct*) na *picture timing SEI message*, caso esses elementos estejam presentes.

8.2.5.3 Retângulo de *pan-scan*

8.2.5.3.1 Codificador

A SEI que define o retângulo de *pan-scan* pode ser utilizada sempre que necessário.

8.2.5.3.2 Fluxo de bits

Sempre que o suporte ao retângulo de *pan-scan* estiver implementado, os IRD devem obrigatoriamente suportar todos os valores especificados no *pan_scan_rect*, exceto *pan_scan_rect_top_offset[i]* e *pan_scan_rect_bottom_offset[i]*.

Nesses casos o suporte ao uso de *pan_scan_rect* para sobreamostragem deve obrigatoriamente ser implementado para proporcionar que um monitor 4:3 exiba em tela cheia um determinado retângulo de um vídeo 16:9, codificado com a razão de aspecto correta. O fluxo de bits também pode conter informações de reamostragem vertical para obter a razão de aspecto correta para exibição *letterbox* de um vídeo 16:9 em um monitor 4:3.

8.2.6 Ponto de acesso aleatório (RAP - *Random access point*)

8.2.6.1 Codificador

O intervalo de tempo entre pontos de acesso aleatório pode variar entre programas e durante um mesmo programa. Esse intervalo deve obrigatoriamente ser definido na codificação e seu valor não pode ser superior ao limite máximo de 5 s.

8.2.6.2 Decodificador

Os IRD devem obrigatoriamente ser capazes de iniciar a decodificação do fluxo de bits a partir de um RAP.

8.2.7 Parâmetros de seqüência

Os valores em *sequence parameter set* devem obrigatoriamente ser setados de acordo com o perfil escolhido (ver Seção 9) e os seguintes campos devem obrigatoriamente ter os valores indicados:

— *gaps_in_frame_num_value_allowed_flag* = 0

— *vui_parameters_present_flag* = 1

8.2.8 Perfis e níveis

8.2.8.1 Codificador

A codificação deve obrigatoriamente ser compatível com as restrições impostas pelo perfil *high*, o que implica o seu enquadramento no perfil *main* ou *high*, ficando a escolha a critério da fonte geradora. O fluxo de bits pode se enquadrar nas restrições impostas pelo nível 4.0, ou qualquer nível inferior. Os valores a serem setados no conjunto de parâmetros da seqüência (*sequence parameter set*) devem obrigatoriamente ser de acordo com a Tabela 16.

Tabela 16 — Conjuntos de parâmetros da seqüência de acordo com o perfil

	<i>Main</i>	<i>High</i>
profile_idc	77	100
constraint_set0_flag	0	0
constraint_set1_flag	1	0
constraint_set2_flag	0	0
constraint_set3_flag	0	0

8.2.8.2 Decodificador

Os IRD devem obrigatoriamente ser capazes de decodificar fluxos de bits com todas as ferramentas de codificação descritas no perfil *high* em sua totalidade, suportando até os limites impostos no nível 4.0.

8.2.9 Resoluções de luminância

As resoluções 720 x 480, 1 280 x 720 e 1 920 x 1 080 devem obrigatoriamente ser permitidas, com razão de aspecto 4:3 ou 16:9, de acordo com a Tabela 17.

Tabela 17 — Resoluções de luminância

	Resolução de luminância (horizontal x vertical)	Razão de aspecto	<i>aspect_ratio_idc</i>
SD	720 x 480	4:3	3
		16:9	5
	720 x 576	4:3	2
		16:9	4
HD	1 280 x 720	16:9	1
	1 920 x 1 080	16:9	1

8.2.10 Taxa de quadros - Codificador

As taxas de quadros suportadas devem obrigatoriamente ser 30 000/1 001 Hz e 60 000/1 001 Hz. Opcionalmente, pode-se também utilizar 25 Hz e 50 Hz. Esse valor deve obrigatoriamente ser especificado no VUI, setando adequadamente os parâmetros *time_scale* e *num_units_in_tick*, de acordo com a Tabela 18.

Tabela 18 — Taxa de quadros

Taxa de quadros	Entrelaçado ou progressivo	<i>time_scale</i>	<i>num_units_in_tick</i>
25	P	50	1
25	I	50	1
50	P	100	1
30 000/1 001	P	60 000	1 001
30 000/1 001	I	60 000	1 001
60 000/1 001	P	120 000	1 001

8.2.11 Razão de aspecto

8.2.11.1 Codificador

A razão de aspecto pode ser 4:3 ou 16:9. As informações de *cropping* do *sequence parameter set* podem ser usadas quando necessário.

8.2.11.2 Fluxo de bits

Os parâmetros *aspect_ratio_idc* do fluxo de bits codificados podem assumir os seguintes valores 1 (1:1), 2 e 3 (4:3), 4 e 5 (16:9).

A razão de aspecto deve obrigatoriamente ser determinada pelos parâmetros *pic_height_in_map_units_minus1*, *pic_width_in_mbs_minus1* e a informação de *cropping* codificada no conjunto de parâmetros de seqüência (*sequence parameter set*), bem como na razão de aspecto codificada com o valor de *aspect_ratio_idc* no VUI (*video usability information*).

8.2.12 Colorimetria

8.2.12.1 Codificador

As informações de colorimetria (coordenadas de cromaticidade, características de transferência optoeletrônicas da fonte e coeficientes da matriz) utilizada para extrair os sinais de luminância e crominância a partir das componentes primárias vermelha, verde e azul devem obrigatoriamente ser sinalizadas explicitamente no fluxo de bits, a partir da escolha dos valores apropriados nos parâmetros VUI: *colour primaries*, *transfer characteristics* e *matrix coefficients*.

NOTA Para resolução SDTV, recomenda-se que a ITU-R Recommendation BT.601-6 seja utilizada. Para resolução HDTV, recomenda-se a utilização da ITU-R Recommendation BT.709-5.

A Tabela 19 contém os valores dos parâmetros para as duas resoluções.

Tabela 19 — Parâmetros de colorimetria

Parâmetro	SDTV	HDTV
<i>colour primaries</i>	4/6	1
<i>transfer characteristics</i>	4/6	1
<i>matrix coefficients</i>	4/6	1

8.2.12.2 Fluxo de bits

O fluxo de bits pode conter quaisquer valores permitidos de *colour primaries*, *transfer characteristics* e *matrix coefficients*.

NOTA Recomenda-se que um processamento adequado seja implementado para garantir precisão na representação de imagens com os padrões de colorimetria especificados na ITU-R Recommendation BT.601-6 e ITU-R Recommendation BT.709-5.

8.2.13 Área ativa de codificação

Com relação à codificação de vídeo, a Tabela 20 mostra as áreas ativas de codificação para cada um dos formatos de entrada. Após o processo de decodificação, as linhas ativas dos sinais gerados pelo decodificador devem obrigatoriamente estar de acordo com a Tabela 20.

Tabela 20 — Área ativa de codificação

Formato	Linhas ativas	Linhas codificadas	Área ativa
1 125i	1 080	1 080	Linhas 21 - 560 e Linhas 584 - 1 123
750p	720	720	Linhas 26 - 745
525p	483	480	Linhas 45 - 524
525i	483	480	Linhas 23 - 262 e Linhas 286 - 525

8.3 Restrições nos parâmetros de codificação de vídeo para serviços 1-seg

8.3.1 Especificações gerais

A codificação de vídeo deve obrigatoriamente atender a ITU-T Recommendation H.264:2005 e a ISO/IEC 14496-10:2005.

Os fluxos de bits devem obrigatoriamente conter algumas partes dos elementos de sintaxe “*supplemental enhancement information (SEI)*” e “*video usability information (VUI)*”, conforme especificado nos Anexos D e E da ITU-T Recommendation H.264:2005 e da ISO/IEC 14496-10:2005.

Recomenda-se a utilização das restrições dadas na Tabela 21.

Tabela 21 — Restrições aos parâmetros de codificação

Taxa de bits	64 kbps até a máxima taxa de bits permitida pelo perfil@nível especificado na ITU-T Recommendation H.264:2005
Resolução de imagem	SQVGA(160x120 ou 160x90), QVGA(320x240 ou 320x180) e CIF (352x288)
Taxa de quadros	5 Hz, 10 Hz, 12 Hz, 15 Hz, 24 Hz, 30 Hz
Razão de aspecto do display	4:3 ou 16:9
Nível	Até o limite de 1.3, dependendo da aplicação
Outras restrições	FMO (<i>flexible macroblock ordering</i>), ASO (<i>arbitrary slice ordering</i>) e RS (<i>redundant slices</i>) não podem ser utilizados

8.3.2 Conjunto de parâmetros de seqüência e imagem (*sequence parameter set e picture parameter set*)

Os valores a serem setados no conjunto de parâmetros da seqüência (*sequence parameter set*) devem obrigatoriamente atender à Tabela 22.

Tabela 22 — Conjunto de parâmetros da seqüência

profile_idc	66 (baseline)
constraint_set0_flag	1
constraint_set1_flag	1
constraint_set2_flag	1
constraint_set3_flag	0

8.3.3 Video usability information (VUI)

8.3.3.1 Geral

Os IRD devem obrigatoriamente suportar os seguintes elementos VUI:

- informação de razão de aspecto (*aspect_ratio_idc*);
- informação de parametrização de cor (*colour_primaries*, *transfer_characteristics* e *matrix_coefficients*);
- informação de crominância (*chroma_sample_loc_type_top_field* e *chroma_sample_loc_type_bottom_field*);
- informação de temporização (*time_scale*, *num_units_in_ticks* e *fixed_frame_rate_flag*);
- informação de estrutura de imagem (*pic_struct_present_flag*).

8.3.3.2 Informação de razão de aspecto

O suporte aos valores de *aspect_ratio_idc* deve obrigatoriamente ser conforme 8.3.6.4.

8.3.3.3 Informação de parametrização de cor

O suporte aos valores de *colour_primaries*, *transfer_characteristics* e *matrix_coefficients* deve obrigatoriamente ser conforme 7.3.6.5.

8.3.3.4 Informação de crominância

8.3.3.4.1 Codificador

Recomenda-se a especificação das localizações da crominância usando os elementos sintáticos *chroma_sample_loc_type_top_field* e *chroma_sample_loc_type_bottom_field* no VUI. Recomenda-se a utilização de *chroma sample type* com valor 0 para ambos os campos.

8.3.3.4.2 Decodificador

Os IRD devem obrigatoriamente ser capazes de decodificar quaisquer valores permitidos de *chroma_sample_loc_type_top_field* e *chroma_sample_loc_type_bottom_field*. Recomenda-se que o processamento adequado seja implementado para a exibição das imagens.

8.3.3.5 Informação de temporização

O suporte aos valores *time_scale* e *num_units_in_tick* deve obrigatoriamente ser conforme 8.3.6.3.

No caso de um quadro parado (*still picture*), o valor de *fixed_frame_rate_flag* deve obrigatoriamente ser igual a 0. Nos outros casos, o valor de *fixed_frame_rate_flag* deve obrigatoriamente ser igual a 1. A taxa de quadros não pode ser alterada entre duas unidades de acesso IDR.

8.3.3.6 Informação de estrutura de imagem

O suporte ao *pic_struct_present_flag* e fluxo de bits deve obrigatoriamente ser conforme 8.3.4.2, relacionado ao uso da informação de estrutura da imagem na mensagem SEI de temporização de imagem.

Para fluxo de bits que contém informação de estrutura de imagem (como modo de filme), recomenda-se que *pic_struct_present_flag* seja setado para "1" no VUI e a mensagem SEI de temporização de imagem seja associada com cada AU da seqüência codificada. Se a seqüência não requer informação de estrutura da imagem, então o valor de *pic_struct_present_flag* deve obrigatoriamente ser "0" no VUI.

O uso desse *flag* no VUI permite o uso da SEI de temporização de imagem apenas com a informação de estrutura da imagem sem a necessidade de incluir informações de HRD (como atrasos CPB e DPB ou valores iniciais de atraso na mensagem SEI de período de memorização).

8.3.4 Supplemental enhancement information (SEI)

8.3.4.1 Geral

Os IRD devem obrigatoriamente suportar o uso de mensagens SEI do tipo temporização de imagem (*picture timing SEI message*).

8.3.4.2 Mensagem SEI do tipo temporização de imagem

8.3.4.2.1 Codificador

A mensagem SEI de temporização de imagem deve obrigatoriamente estar associada com cada AU. Se o fluxo de bits contiver informação de estrutura de imagem, o *pic_struct_present_flag* deve obrigatoriamente estar setado para "1" no VUI e a mensagem SEI de temporização deve obrigatoriamente estar associada com cada AU. Caso contrário, o *pic_struct_present_flag* deve obrigatoriamente ser setado para "0".

8.3.4.2.2 Decodificador

Os IRD devem obrigatoriamente suportar todos os valores definidos em *pic_struct*, incluindo todos os modos que requerem repetição de campo ou quadro. Os IRD não podem utilizar quaisquer outros parâmetros (exceto *pic_struct*) na mensagem SEI de temporização de imagem, caso esses elementos estejam presentes.

8.3.5 Ponto de acesso aleatório (RAP - *Random access point*)

8.3.5.1 Codificador

O intervalo de tempo entre pontos de acesso aleatório pode variar entre programas e durante um mesmo programa. Esse intervalo é definido pelo agente transmissor e seu valor não pode ser superior ao limite máximo de 5 s.

8.3.5.2 Decodificador

Os IRD devem obrigatoriamente ser capazes de iniciar a decodificação do fluxo de bits a partir de um RAP.

8.3.6 Formatos de vídeo

8.3.6.1 Perfis e níveis

8.3.6.1.1 Codificador

Os fluxos de bits devem obrigatoriamente ser compatíveis com as restrições impostas pelo perfil *baseline*. O fluxo de bits deve obrigatoriamente se enquadrar nas restrições impostas pelo nível 1.3. Os valores a serem setados no conjunto de parâmetros da seqüência (*sequence parameter set*) são dados na Tabela 23.

Tabela 23 — Conjunto de parâmetros da seqüência

Parâmetros	<i>baseline</i>
<i>profile_idc</i>	66
<i>constraint_set0_flag</i>	1
<i>constraint_set1_flag</i>	1
<i>constraint_set2_flag</i>	1
<i>constraint_set3_flag</i>	0

8.3.6.1.2 Decodificador

Os IRD devem obrigatoriamente ser capazes de decodificar fluxo de bits com todas as ferramentas de codificação descritas no perfil *baseline* em sua totalidade, suportando até os limites impostos no nível 1.3.

8.3.6.2 Resoluções de luminância

Devem obrigatoriamente ser permitidas as resoluções até o limite imposto pelo nível 1.3, que restringe o número máximo de macroblocos para cada quadro em 396. Esse número corresponde tipicamente à resolução máxima de 352 x 288 (CIF) para a luminância.

A Tabela 24 mostra as resoluções permitidas com seus respectivos parâmetros da sintaxe da ITU-T Recommendation H.264.

Tabela 24 — Resoluções permitidas com seus respectivos parâmetros

Formato	Resolução	Razão de aspecto	Sequence parameter set		VUI parameter set	
			<i>pic_width_in_mbs_minus1</i>	<i>pic_height_in_map_units_minus1</i>	<i>aspect_ratio_info_present_flag</i>	<i>aspect_ratio_info</i>
SQVGA	160x120	4:3	9	7	1	1
SQVGA	160x90	16:9	9	5		1
QVGA	320x240	4:3	19	14		1
QVGA	320x180	16:9	19	11		1
CIF	352x288	4:3	21	17		2

Se o número de amostras de luminância tanto na largura quanto na altura não for múltiplo de 16, amostras extras devem obrigatoriamente ser acrescentadas à imagem, de forma a atingir um número múltiplo de 16. Para o caso horizontal, recomenda-se que as amostras extras sejam adicionadas no lado direito da imagem. Para o caso vertical, recomenda-se que as amostras extras sejam adicionadas na parte inferior da imagem.

8.3.6.3 Taxa de quadros

A máxima taxa de quadros permitida deve obrigatoriamente ser de 30 fps progressivo. A Tabela 25 mostra os valores para os elementos da sintaxe dos parâmetros VUI em taxas de quadro típicas.

Tabela 25 — Valores de taxas de quadro

	5 Hz	10 Hz	12 Hz	15 Hz	24 Hz	30 Hz
<i>Time_scale</i>	5 000	10 000	12 000	15 000	24 000	30 000
<i>Num_units_in_tick</i>	1 001	1 001	1 001	1 001	1 001	1 001

8.3.6.4 Razão de aspecto

Apesar de o formato de vídeo ser tipicamente 4:3, os codificadores podem transmitir em formato 16:9 e, nesse caso, podem utilizar os parâmetros de *pan-scan* para definir a região de interesse no vídeo.

8.3.6.5 Colorimetria

8.3.6.5.1 Codificador

As informações de colorimetria (coordenadas de cromaticidade, características de transferência optoeletrônicas da fonte e coeficientes da matriz) utilizada para extrair os sinais de luminância e cromaticidade a partir das primárias vermelha, verde e azul devem obrigatoriamente ser sinalizadas explicitamente no fluxo de bits, setando os valores apropriados nos parâmetros VUI: *colour primaries*, *transfer characteristics* e *matrix coefficients*.

8.3.6.5.2 Decodificador

Os IRD devem obrigatoriamente ser capazes de decodificar fluxo de bits com quaisquer valores permitidos de *colour primaries*, *transfer characteristics* e *matrix coefficients*.

9 Chaveamento contínuo

9.1 Geral

O chaveamento contínuo deve definir o procedimento na transmissão e na recepção para permitir a exibição contínua de imagens pelo receptor, quando ocorre o chaveamento entre formatos de vídeo diferentes ou quando ocorrem modificações nos parâmetros que definem a seqüência de vídeo.

9.2 Transmissão do descritor de fim de seqüência

Ao final de uma seqüência de vídeo, deve-se transmitir obrigatoriamente o descritor de fim de seqüência (unidade NAL do tipo *end_of_seq*). A unidade NAL do tipo *end_of_stream* deve obrigatoriamente ser usada apenas quando um fluxo de vídeo for interrompido, ao se modificar a quantidade de programas na camada de transporte.

NOTA O conceito de grupo de quadros (GOP - *Group of Pictures*) refere-se a um quadro do tipo I, seguido por quadros dos tipos P e B até o surgimento de um novo quadro do tipo I. Embora o conceito de GOP não esteja definido na ITU-T Recommendation H.264, nesta Norma estende-se o conceito, considerando-se um GOP como equivalente a uma seqüência de vídeo. Podem existir unidades de acesso dentro de um GOP consideradas pontos de acesso aleatório, por limparem o *buffer* de referência e trazerem novamente as informações de parâmetros de seqüência e de quadro.

Os receptores não são obrigados a iniciar a decodificação de uma seqüência de vídeo a partir destes pontos. Portanto, para efeito de cálculo do tempo necessário para início de uma decodificação a partir de um instante aleatório da transmissão, deve-se obrigatoriamente considerar o instante de início da primeira seqüência de vídeo recebida.

9.3 Alteração no número de amostras ativas

9.3.1 Procedimento na transmissão

A seqüência deve obrigatoriamente ser interrompida utilizando o *end of sequence* NAL no ponto de mudança e indicar o novo número de amostra no conjunto de parâmetros da seqüência (*sequence parameter set*) do próximo GOP.

O GOP inicial da nova seqüência deve obrigatoriamente ser um GOP fechado. Os parâmetros *cbp_size_scale* e *cbp_size_value_minus1* dentro dos parâmetros HRD (*hrd_parameters*) não devem ser alterados antes e depois trocados.

O tempo de decodificação do primeiro quadro I para decodificação do GOP e o intervalo de tempo de exibição do primeiro quadro não devem ser alterados antes e depois o ponto de mudança.

A continuidade do PTS e DTS deve obrigatoriamente ser garantida.

9.3.2 Operação no decodificador

O novo modo de operação deve obrigatoriamente ser atribuído através parâmetro de imagem incluído no conjunto de parâmetros da seqüência (*sequence parameter set*) recebido.

Essa atribuição deve obrigatoriamente ser feita mesmo que a unidade NAL *end of sequence* não tenha sido recebida.

9.4 Alteração da razão de aspecto da imagem para o sistema de televisão 525i

9.4.1 Procedimento na transmissão

A seqüência deve obrigatoriamente ser interrompida utilizando a unidade NAL *end of sequence* no ponto de mudança e indicar a nova razão de aspecto no conjunto de parâmetros da seqüência (*sequence parameter set*) do próximo GOP.

O GOP inicial da nova seqüência deve obrigatoriamente ser um GOP fechado. Os parâmetros *cbp_size_scale* e *cbp_size_value_minus1* dentro dos parâmetros HRD (*hrd_parameters*) não devem obrigatoriamente ser alterados antes e trocados depois.

O tempo de decodificação do primeiro quadro I para decodificação do GOP e o intervalo de tempo de exibição do primeiro quadro não devem obrigatoriamente ser alterados antes e depois o ponto de mudança.

A continuidade do PTS e DTS deve obrigatoriamente ser garantida.

9.4.2 Operação no decodificador

O novo modo de operação através do parâmetro *aspect ratio* deve obrigatoriamente ser atribuído incluído no conjunto de parâmetros da seqüência (*sequence parameter set*) recebido. Essa atribuição deve obrigatoriamente ser feita mesmo que a unidade NAL *end of sequence* não tenha sido recebida.

9.5 Alteração da taxa de bits

9.5.1 Procedimento na transmissão

Para permitir alterações do *bitrate* a transmissão deve ser sempre configurada em modo de taxa variável, ou seja, o parâmetro *cbr_flag* no *hrd_parameter()* deve obrigatoriamente ser 0 (zero)

A unidade NAL *end of sequence* não deve ser inserida no ponto de mudança da taxa de transmissão. Os parâmetros *cbp_size_scale* e *cbp_size_value_minus1* dentro dos parâmetros HRD (*hrd_parameters*) não devem ser alterados antes e depois do ponto de mudança.

A continuidade do PTS e DTS deve obrigatoriamente ser garantida.

9.5.2 Operação no decodificador

O IRD deve obrigatoriamente trabalhar continuamente, controlando a decodificação e a saída de áudio e vídeo de acordo com o PTS e DTS descritos nos cabeçalhos PES.

9.6 Alteração de formatos de vídeos

9.6.1 Aspectos gerais

O procedimento para transmissão e recepção deve obrigatoriamente garantir a exibição contínua de imagens quando ocorrer o chaveamento entre formatos de vídeo (como, por exemplo, 1080i, 720p, 480p, 480i) para um identificador de serviço (*service ID*) específico. Para permitir um chaveamento perfeitamente contínuo, tanto a transmissão quanto a recepção devem obrigatoriamente ser capazes de chavear de forma contínua.

O chaveamento de HDTV para SDTV ou chaveamento entre diferentes formatos (como, por exemplo, 480i↔480p, 1080i↔720p) pode ser realizado da mesma forma tanto na transmissão como na recepção. Quando ocorre o chaveamento de algum formato de vídeo para um outro de um identificador de serviço (*service_id*) específico, o fluxo de vídeo ES PID do formato original deve obrigatoriamente ser alterado após o chaveamento para um outro formato.

Quando ocorre o chaveamento de três programas SDTV para um HDTV ou vice-versa, as estações de radiodifusão que pretendam prover uma exibição contínua devem obrigatoriamente transmitir o mesmo número de PMT que especifica o mesmo *service_id* como SDTV durante a transmissão do conteúdo HDTV, e devem obrigatoriamente especificar ES_PID do HDTV como um valor único para distingui-lo de qualquer PID dos componentes quando começar a transmissão do novo PMT. Mais ainda, a PMT tanto do SDTV quanto do HDTV deve obrigatoriamente conter o indicador (descriptor) de controle de decodificação de vídeo indicado na ABNT NBR 15602-3.

Para exemplificar, os seguintes valores para *service_id* e ES_PID são assumidos:

Programa 1 SDTV: *service_id* = 01, ES_PID = 101 -> Programa HDTV: *service_id* = 01, ES_PID = 104

Programa 2 SDTV: *service_id* = 02, ES_PID = 102 -> Programa HDTV: *service_id* = 02, ES_PID = 104

Programa 3 SDTV: *service_id* = 03, ES_PID = 103 -> Programa HDTV: *service_id* = 03, ES_PID = 104

9.6.2 Procedimento para um perfeito chaveamento contínuo com transmissão do *sequence_end_code*

9.6.2.1 Procedimento na transmissão

Assumindo que o chaveamento entre SDTV e HDTV ocorre no tempo T1, a tabela PMT do SDTV deve obrigatoriamente conter *video_decode_control_descriptor* (*sequence_end_code_flag*: 1, *video_encode_format*: 0100 (480i), 0011 (480p)). Os três codificadores SDTV e um codificador HDTV sincronizam o PCR e o PTS para garantir um PCR contínuo no instante do chaveamento.

A transmissão do PMT dos programas HDTV (ES_PID = 104) deve obrigatoriamente começar 1 s (tempo-padrão) antes do tempo de chaveamento T1. O PMT do HDTV deve obrigatoriamente conter o *video_decode_control_descriptor* (*sequence_end_code_flag*: 1, e *video_encode_format*: 0001 (1080i), 0010 (720p)).

O novo PMT deve obrigatoriamente ser transmitido. Para a transmissão de programas livres, o receptor pode realizar o chaveamento do programa, desde que um novo PMT seja transmitido com pelo menos 0,5 s antes do instante de chaveamento T1. Como a transmissão deve obrigatoriamente ser operada tipicamente com precisão de segundos, o padrão para transmissão de um novo PMT deve obrigatoriamente ser 1 s antes de T1. Não há problemas com o receptor se a transmissão de um novo PMT começar de 0,5 s até 2,0 s antes do instante de chaveamento.

Para a transmissão de programas protegidos, caso existam “assuntos-chave” para o chaveamento do programa, a transmissão de um novo ECM, 2 s antes do instante de chaveamento poderia, em certos casos, atrasar muito, dado o tempo de resposta do cartão. Entretanto, se um novo PMT for transmitido com mais de 2 s antes do instante de chaveamento, uma pessoa ao selecionar um canal neste intervalo não verá nenhuma imagem durante um certo período de tempo. Portanto, um novo PMT deve obrigatoriamente ser transmitido entre 0,5 s e 2,0 s antes do instante de chaveamento. A operação do sistema de DRM deve obrigatoriamente garantir, por exemplo, por unificação de chaves ou usando “*temporal non-scrambling*”, que nenhuma inconveniência apareça, mesmo quando a seleção de canal for feita neste intervalo.

A transmissão do fluxo SDTV deve obrigatoriamente terminar imediatamente antes do instante de chaveamento como final de GOP e o *sequence_end_code* é adicionado no final. O controle de agendamento deve obrigatoriamente ser feito pelas estações *broadcasting* em segundos. Este instante de controle geralmente não coincide com o instante final do GOP, devido ao comprimento do GOP ou da frequência quadro/campo de 59.94 Hz. Portanto, os instantes de início e fim de fluxo de transporte devem obrigatoriamente ocorrer imediatamente antes ou após o instante de controle. O *gap* entre o fim do fluxo SDTV e o início do fluxo HDTV deve obrigatoriamente ser suficientemente curto para prevenir *underflow* do decodificador de recepção.

No instante de chaveamento, a multiplexação do fluxo SDTV deve obrigatoriamente ser interrompida e a multiplexação do fluxo HDTV deve obrigatoriamente ser iniciada. O *sequence_header* do HDTV deve obrigatoriamente ser transmitido tão rapidamente quanto possível após se completar o chaveamento para o fluxo HDTV. O *sequence_header* HDTV deve obrigatoriamente começar com GOP. O primeiro GOP deve obrigatoriamente ser tratado como um “*closed GOP*”. Dados nulos são transmitidos entre o *sequence_end_code* do fluxo SDTV e *sequence_header_code* do fluxo HDTV.

9.6.2.2 Procedimento de receptor com chaveamento contínuo

O receptor deve obrigatoriamente obter a nova versão do PMT.

O demultiplexador deve obrigatoriamente ser configurado para fornecer os dados do fluxo ES_PID do SDTV e HDTV para o decodificador AV nos instantes em que o receptor com base no conteúdo do descritor PMT é informado do chaveamento de SDTV para HDTV e que o *sequence_end_code* é transmitido no fluxo de bits. Entretanto, os dados SDTV e HDTV não devem obrigatoriamente ser fornecidos ao mesmo tempo para o decodificador, independentemente do instante da transmissão. Ao invés, os dados do fluxo SDTV inicialmente são armazenados no *buffer*. Os dados HDTV devem obrigatoriamente ser transmitidos e armazenados no *buffer* só quando o armazenamento dos dados SDTV estiver completo.

O decodificador de vídeo deve obrigatoriamente exibir uma imagem com quadro *freeze* e silenciar o áudio até obter o *sequence_end_code*.

O decodificador deve obrigatoriamente fazer uma decodificação apropriada através do *tracking* automático que obtém o *sequence_header* do fluxo HDTV. O decodificador deve obrigatoriamente suspender a exibição do quadro *freeze* e habilitar o áudio quando estiver pronto para colocar na saída vídeo e áudio normais.

Para exibir imagens aparentemente de forma contínua, o fluxo HDTV deve obrigatoriamente ser recebido logo após o fluxo SDTV para que o *buffer* não entre no estado de *underflow*. Neste caso, nenhum quadro *freeze* deve ser exibido. Se o período entre o fim e o início do fluxo SDTV não for suficientemente curto, e se o *buffer*, como resultado, falhar devido a um *underflow*, um quadro *freeze* é transmitido imediatamente antes que o *sequence_end_code* seja mostrado.

Quando o receptor acha que a decodificação HDTV começou, o demultiplexador fornece somente o ES_PID do HDTV para o decodificador de AV.

9.6.2.3 Procedimento de receptor sem chaveamento contínuo

O receptor obtém a nova versão do PMT.

Um quadro *freeze* ou quadro *black* deve obrigatoriamente ser exibido e o áudio silenciado se, com base no conteúdo do descritor da tabela PMT, o receptor for informado do chaveamento entre o SDTV e HDTV. Esse procedimento não deve ser adotado na presença do *sequence_end_code*.

O decodificador de vídeo interrompe a decodificação SDTV.

O demultiplexador é configurado para interromper o recebimento dos fluxos com ES_PID do SDTV e para fornecer fluxos com ES_PID do HDTV para o *buffer* de decodificação.

O receptor espera a entrada do fluxo HDTV usando a sua CPU para monitorar o *sequence_header* do decodificador de vídeo. Quando o decodificador obtém o *sequence_header* do fluxo HDTV, este começa a decodificação HDTV. O decodificador cancela a exibição do vídeo com quadro *freeze* e habilita o áudio quando estiver pronto para colocar na saída os dados válidos de vídeo e áudio.

9.6.3 Procedimento simples para o chaveamento entre o SDTV e HDTV

9.6.3.1 Aspectos gerais

O procedimento simples para chaveamento assume que o *sequence_end_code* não é transmitido.

Em 9.6.3.2 e 9.6.3.3, assume-se que três codificadores SDTV e um codificador HDTV estão operando assincronamente, e que o PCR não é contínuo. O objetivo é obter operações síncronas de codificação e um PCR contínuo.

9.6.3.2 Procedimento na transmissão

Assumindo que o chaveamento entre o SDTV e HDTV ocorre 1 s antes do início de uma programação HDTV, denota-se este instante como T1. A tabela PMT do SDTV deve obrigatoriamente conter *video_decode_control_descriptor* (*sequence_end_code_flag*: 0, e *video_encode_format*: 0100 (480i), 0011 (480p)).

Os codificadores do fluxo SDTV devem obrigatoriamente começar a transmissão de imagens paradas (*still-frame*) – que podem ser exibidas com quadros *black* ou *freeze* – 0,5 s ou mais antes do início do agendamento da transmissão do PMT dos programas HDTV, relativo ao instante de chaveamento T1. Estes codificadores devem obrigatoriamente transmitir dados de áudio com silêncio.

O codificador do fluxo HDTV deve obrigatoriamente começar a transmissão de imagem parada (*still-picture*) e áudio silenciado, respectivamente, como dados de vídeo e áudio 1 s ou mais antes do instante do chaveamento T1.

A transmissão do PMT dos programas HDTV (ES_PID = 104) começa 1 s antes do instante de chaveamento T1. O PMT tem que conter *video_decode_control_descriptor* (*sequence_end_code_flag*: 0, e *video_encode_format*: 0001 (1080i), 0010(720p)).

No instante de chaveamento T1, o multiplexador interrompe a multiplexação do TS para o SDTV e inicia a multiplexação TS para HDTV. A transmissão do fluxo SDTV deve obrigatoriamente terminar com o fim de GOP, imediatamente antes do tempo de chaveamento (*sequence_end_code* pode ser adicionado no fim.) O *sequence_header* do HDTV deve obrigatoriamente ser transmitido tão rápido quanto possível após se completar o chaveamento para o fluxo HDTV.

A transmissão de imagem parada (*still-picture*) e sinais de silêncio, respectivamente, como vídeo e dados de áudio continua até que o programa HDTV comece (1 s após o instante de chaveamento).

9.6.3.3 Operação no receptor

O fluxo SDTV deve obrigatoriamente ser finalizado subitamente no meio do processamento, se um receptor com chaveamento contínuo processar os sinais de acordo com o método descrito em 9.6.3.2, o que resulta em uma situação similar ao que ocorre quando se tem sérios problemas de erro de transmissão. Dependendo do desempenho do decodificador, deve-se obrigatoriamente assumir que uma tela com erros de blocos pode ser exibida porque para a imagem decodificada anteriormente o erro não é exibido como uma imagem *freeze*.

Recomenda-se que os receptores com chaveamentos contínuos processem os sinais da mesma forma que os receptores com chaveamentos não-contínuos nos casos em que o *sequence_end_code* é 0

O receptor deve obrigatoriamente obter a nova versão da tabela PMT.

Baseado no conteúdo do descritor da tabela PMT, quando o receptor acha que o chaveamento de SDTV para HDTV ocorrerá, ele deve obrigatoriamente exibir uma imagem *freeze* e o áudio silencioso.

O decodificador de vídeo deve obrigatoriamente interromper a decodificação SDTV.

O demultiplexador deve obrigatoriamente ser configurado para interromper a recepção do fluxo com ES_PID do SDTV e deve obrigatoriamente começar a fornecer o fluxo com ES_PID do HDTV para a *buffer* de decodificação. O receptor espera a entrada do fluxo HDTV usando a sua CPU para monitorar o *sequence_header* do decodificador de vídeo.

Quando o decodificador obtém o *sequence_header* do fluxo HDTV, a decodificação HDTV inicia. O decodificador cancela a exibição do vídeo com quadro *freeze* e habilita o áudio quando estiver pronto para colocar na saída os dados válidos de vídeo e áudio.

10 Descritor de formato ativo (AFD)

10.1 Geral

O descritor de formato ativo (*active format description*) descreve a porção “de interesse” do vídeo codificado. Sua aplicação se destina as transmissões de múltiplos formatos para uma população heterogênea de receptores. Essas descrições de formato são de natureza informativa e são disponibilizadas para auxiliar os sistemas receptores na otimização da exibição do vídeo nos monitores. Dessa forma, a transmissão desses descritores, bem como sua utilização pelos receptores são opcionais.

O AFD se aplica em situações onde há problemas de compatibilidade entre o formato da fonte do programa, o formato utilizado na transmissão do programa e o formato da população-alvo de receptores.

EXEMPLO Uma produção *wide-screen* pode ser transmitida no formato 14:9 *letter-box* com um quadro codificado no formato 4:3, e dessa forma otimizada para o espectador de uma televisão 4:3, mas causando problemas para um espectador de uma televisão *wide-screen*.

O AFD pode ser transmitido com o vídeo para indicar ao receptor a “área de interesse” da imagem, e dessa forma possibilita ao receptor disponibilizar a imagem de uma forma otimizada na recepção. Essa otimização depende do formato, da funcionalidade do equipamento de recepção e das preferências do espectador.

O AFD estende o WSS ao permitir que a “área de interesse” de um quadro completo 16:9 (anamórfico) seja descrito, por exemplo, para indicar que a porção 4:3 central da imagem foi protegida. Nesses casos um *set-top box* (STB) conectado a uma televisão 4:3 deve obrigatoriamente realizar um corte central sem remover quaisquer informações essenciais da imagem.

O AFD não descreve a razão de aspecto do quadro codificado, uma vez essa descrição deve obrigatoriamente ser indicada na sintaxe do vídeo de acordo com a ITU-T Recommendation H.264.

10.2 Codificação

Sempre que a sinalização AFD estiver presente, ela deve obrigatoriamente ser transmitida como uma *supplemental enhancement information* (SEI), mais especificamente no elemento sintático “*user data registered by ITU-T Recommendation T.35 SEI message*” (ver ISO/IEC 14496-10:2005, subseções D.8.5 e D.9.5).

Tanto para a codificação quanto para a decodificação o suporte ao AFD é opcional.

10.3 Sintaxe e semântica

A sintaxe da sinalização AFD é dada na Tabela 26.

Tabela 26 — Sintaxe do AFD

Elemento sintático do SEI	Descritor	Observações
<i>user_data_registered_itu_t_t35(payloadSize)</i> {		
<i>itu_t_t35_country_code</i>	b(8)	Registrado pelo DVB
<i>itu_t_t35_provider_code</i>	u(16)	Registrado pelo DVB
<i>afd_identifier</i>	f(32)	0x44544731 (“DTG1”)
<i>zero_bit</i>	f(1)	“0”
<i>active_format_flag</i>	u(1)	
<i>alignment_bits</i>	f(6)	“00 0001”
<i>if(active_format_flag == 1)</i> {		
<i>reserved</i>	f(4)	“1111”
<i>active_format</i>	u(4)	
}		
}		

A semântica dos componentes da sinalização AFD deve ser a seguinte:

- *afd_identifier*: campo de 32 bits que deve obrigatoriamente identificar que o *user data* em questão se trata de um AFD;
- *itu_t_t35_country_code*: campo fixo de 8 bits que deve obrigatoriamente assumir o valor do código de país como registrado pelo DVB. Esse valor deve obrigatoriamente ser um código de país como especificado pela ITU-T Recommendation T.35:2000, Anexo A;
- *itu_t_t35_provider_code*: campo fixo de 16 bits tendo um dos valores registrados pelo DVB. Esse valor deve obrigatoriamente ser atribuído como especificado na ITU-T Recommendation T.35;
- *afd_identifier*: campo fixo de 32 bits que deve obrigatoriamente assumir o valor 0x44544731 (“DTG1” em ASCII);
- *active_format_flag*: *flag* de 1 bit. O valor “1” indica que um AFD deve obrigatoriamente ser descrito nessa estrutura e que existem bits *de active_format logo após os alignment_bits*. O valor “0” indica que não há AFD descrito e bits *active_format* não estão presentes na estrutura;
- *active_format*: campo de 4 bits descrevendo a área de interesse em termos de razão de aspecto no quadro codificado como descrito na ISO/IEC 14496-10:2005. A codificação do *active_format* deve obrigatoriamente ser conforme especificado na Tabela 27.

Tabela 27 — Codificação do *active_format*

<i>active_format</i>		Ilustração do formato descrito	
Valor	Descrição	Em um quadro 4:3	Em um quadro 16:9
0000-0001	Reservado		
0010	Box 16:9 (superior)		
0011	Box 14:9 (superior)		
0100	Box > 16:9 (central)		
0101-0111	Reservado		
1000	Formato ativo é o mesmo do quadro codificado		
1001	4:3 (central) ^a		
1010	16:9 (central)		
1011	14:9 (central)		
1100	Reservado		
1101	4:3 (com <i>shoot & protect</i> 14:9 central)		
1110	16:9 (com <i>shoot & protect</i> 14:9 central)		
1111	16:9 (com <i>shoot & protect</i> 4:3 central)		

^a É recomendada a utilização do modo 4:3 para transmissão de material cuja fonte é 4:3 e não deve ser utilizado *pillar-box* para transmitir em um quadro codificado 16:9. Isso permite uma maior resolução horizontal tanto na recepção em 4:3 quanto na recepção em 16:9.

O AFD deve obrigatoriamente ser usado pelo decodificador em conjunto com as informações de tamanho e formato da imagem, como indicado no Rbsp de conjunto de parâmetros da seqüência (*sequence parameter set*). Em particular, a largura da imagem, altura da imagem, informação de *cropping* e razão de aspecto são importantes para utilização correta do *active_format*.

Os formatos ativos devem estar de acordo com a Figura 16.

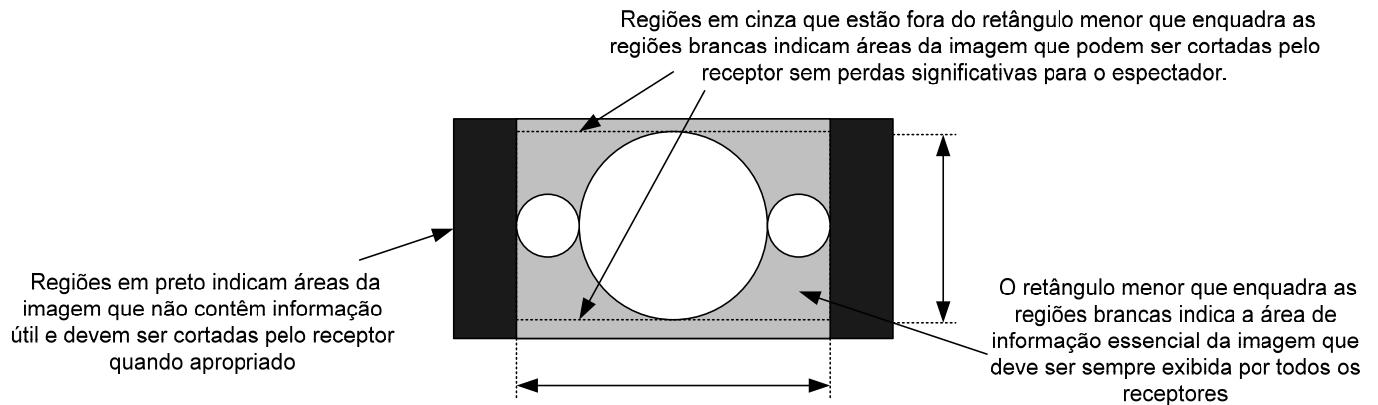


Figura 16 — Representação esquemática do AFD

10.4 Relação com *pan-scan*

O fluxo de bits pode opcionalmente conter AFD e informações do retângulo de *pan-scan* simultaneamente.

Os decodificadores podem usar o AFD como parte da lógica que decide como o IRD processa e posiciona a imagem reconstruída para sua exibição em um monitor, onde a razão de aspecto do monitor não é a mesma da fonte geradora (quando utilizar o retângulo de *pan-scan* ou gerar um *display* com *letter-box*).

10.5 Relação com wide screen signaling (WSS)

O mapeamento da razão de aspecto da fonte e o AFD para a sinalização de razão de aspecto WSS é dado na Tabela 28.

Tabela 28 — Relação entre AFD e WSS

<i>Sequence header</i>	AFD	WSS	
Razão de aspecto	Valor	Código (bits 0-3)	Descrição
	1001	0001	4:3 completo
	1011	1000	Box 14:9 central
	0011	0100	Box 14:9 superior
4:3	1010	1101	Box 16:9 central
	0010	0010	Box 16:9 superior
	0100	1011	Box > 16:9 central
	1101	0111	4:3 completo (<i>shoot & protect 14:9 centre</i>)
16:9	1010	1110	16:9 completo (anamórfico)

Bibliografia

- [1] ITU-R Recommendation BT.709-5:2002, *Parameter values for the HDTV standard for production and international programme exchange*
- [2] ITU-R Recommendation BT.601-6:2007, *Studio Encoding Parameters of Digital Television for Standard 4:3 and Wide-Screen 16:9 Aspect Ratios*
- [3] ITU-R Recommendation BT.470-7:1998, *Conventional television systems*
- [4] ARIB STD-B32:2006: *Video coding, audio coding and multiplexing specification for digital broadcasting*
- [5] ETSI TS 101 154:2007, *Digital video broadcasting (DVB); Specification for the use of Video and Audio Coding in Broadcasting Applications based on the MPEG-2 Transport Stream*
- [6] EN 300 294:2003, *Television systems; 625-line television wide screen signalling (WSS)*