

# SISTEMA BRASILEIRO DE TELEVISÃO DIGITAL

Recomendações para o Modelo de Referência (SW)

Codificador e Decodificador de Vídeo H.264/AVC

Consórcio H264Brasil

Centro de Estudos em Telecomunicações – PUC-RIO  
COPPE – Universidade Federal do Rio de Janeiro  
Instituto Militar de Engenharia  
Universidade Federal Fluminense  
Centro Federal de Educação Tecnológica - CE  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Universidade de Brasília  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Universidade Estadual de Campinas

# Índice

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>3</b>
1.1	Objetivos	3
1.2	Escopo	3
1.3	Definições, Acrônimos e Abreviaturas	3
1.4	Documentos Relacionados	3
<b>2</b>	<b>Por que o Padrão H.264?</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Aspectos Considerados na Determinação do Modelo de Referência</b>	<b>5</b>
3.1	Formatos e Resoluções	5
3.2	Estimação de Movimento - Faixa de Busca	5
3.3	Tamanho do GOP	5
3.4	Estimação de Movimento	6
3.5	Perfis e Níveis	6
3.6	Codificação por Entropia	6
3.7	Otimização Taxa-Distorção	7
3.8	Codificação <i>Intra-only</i>	7
3.9	Matriz de Quantização	7
3.10	Ferramentas para Vídeo Entrelaçado	7
3.11	Configurações do codec H.264	7
<b>4</b>	<b>Recomendações para o Modelo de Referência – SBTVD</b>	<b>8</b>
4.1	Recomendações comuns a todos os modos de codificação H.264/AVC	8
4.1.1	Aspectos Gerais	8
4.1.2	Informações Relativas à Codificação do Vídeo (VUI)	9
4.1.3	Informações Suplementares (SEI)	9
4.1.4	Ponto de Acesso Aleatório	9
4.2	IDR e <i>bitstream</i> – SDTV	9
4.2.1	IDR e <i>bitstream</i> – SDTV 30Hz	10
4.3	IDR e <i>bitstream</i> – HDTV	11
4.3.1	IDR e <i>bitstream</i> – HDTV 30Hz	12
<b>5</b>	<b>Referências</b>	<b>12</b>

# 1 Introdução

## 1.1 Objetivos

Apresentar as recomendações para a utilização do padrão de codificação de vídeo H.264/AVC da ITU-T ISO/IEC [1] no âmbito do Sistema Brasileiro de TV Digital. As recomendações aqui apresentadas visam atender à Requisição Formal de Propostas N° 11/2004 - “Codificador e Decodificador de Vídeo H.264/AVC” [2], no âmbito do Sistema Brasileiro de TV Digital.

## 1.2 Escopo

Este documento está inserido no Sistema Brasileiro de TV Digital, parte de Codificação de Fonte, associado à carta convite número 11/2004, “Codificador e Decodificador de Vídeo H.264/AVC” [3]. Ele visa apresentar as recomendações para a utilização do padrão H.264/AVC [1], no âmbito do Sistema Brasileiro de TV Digital em resposta à Requisição Formal de Propostas N° 11/2004 [2]. Este documento será anexado ao Modelo de Referência do Sistema Brasileiro de TV Digital. Apesar de não possuir caráter normativo, ele terá o objetivo de poder servir como uma referência para futuras decisões sobre a escolha do padrão de codificação/decodificação de vídeo compatíveis com o H.264/AVC de forma a ser usado no SBTVD.

## 1.3 Definições, Acrônimos e Abreviaturas

CABAC	Codificador Aritmético Adaptativo por Contextos
CAVLC	Codificador de Comprimento Variável Adaptativo por Contextos
EM	Estimação de Movimento
FME	Estimação de Movimento Rápida ( <i>Fast Motion Estimation</i> )
GOP	Grupo de Quadros ( <i>Group of Pictures</i> )
HD	Alta Definição (seqüência ou TV)
IRD	Receptor-Decodificador Integrado
ISO	International Standard Organization
ITU	International Telecommunication Union
RFP	Requisição Formal de Propostas
SBTVD	Sistema Brasileiro de TV Digital
SD	Baixa Definição (seqüência ou TV)
VUI	Informações Relativas à Codificação do Vídeo (Video Usability Information)

## 1.4 Documentos Relacionados

- CARTA-CONVITE MC/MCT/FINEP/FUNTTTEL - N° 11/2004 [3]
- Requisição Formal de Proposta N° 11 [2]
- Formulário de Descrição de Atendimento de Requisitos - anexo à CARTA CONVITE MC/MCT/FINEP/FUNTTTEL - N° 11/2004 [4]

- Especificação Técnica do Objeto – Simulador (Codificador e Decodificador de Vídeo H.264/AVC) [5]
- Especificação de Testes do Objeto – Simulador (Codificador e Decodificador de Vídeo H.264/AVC) [6]
- Relatório de Testes do Objeto – Simulador (Codificador e Decodificador de Vídeo H.264/AVC) [7]
- Relatório de Estudos do Objeto – Simulador (Codificador e Decodificador de Vídeo H.264/AVC) [8]

## 2 Por que o Padrão H.264?

O padrão H.264 [1] (também conhecido por MPEG-4 AVC) é o mais recente, avançado e flexível padrão de codificação/decodificação de vídeo. Recomenda-se a sua utilização no âmbito do Sistema Brasileiro de TV Digital pelos seguintes motivos:

- O padrão H.264 é, entre os hoje existentes, aquele que oferece o melhor desempenho ao comparar-se taxa de bits e qualidade, tanto subjetiva (avaliada por espectadores) como objetivamente (métricas de distorção) para o vídeo comprimido. Diversos estudos têm apontado que o H.264 é capaz de obter a mesma qualidade do MPEG-2 com metade da taxa.
- Além das características técnicas relacionadas ao compromisso taxa-distorção do H.264 deve ser observada a preocupação do grupo desenvolvedor do H.264 com os aspectos práticos, já que todo o padrão foi especificado de forma a ser implementado com arquiteturas de ponto fixo, o que permite menor complexidade do hardware e pode acarretar menor custo na produção de receptores.
- Há um acordo para que os custos associados aos produtos e à utilização do padrão em radiodifusão sejam barateados quando comparados às possibilidades hoje existentes.
- Grandes e pequenas empresas que atuam no mercado de TV digital estão desenvolvendo ou lançando produtos (codificadores e decodificadores) baseados neste padrão – veja por exemplo o *MPEG-4 Industry Forum* (<http://www.m4if.org>).
- O padrão H.264 vem sendo aplicado em diversos serviços como *streaming*, radiodifusão fixa e móvel, e há propostas para sua utilização em novos formatos de “vídeo-discos”.
- Diversos países que hoje utilizam MPEG-2 já sinalizam com a adoção do H.264 devido à redução de banda por ele permitida. Como exemplos de países em que o H.264 vem sendo adotado para fornecer algum tipo de serviço de vídeo digital temos Alemanha, Coreia do Sul, Estados Unidos, França, Japão e Reino Unido.
- Estes fatores reunidos já levaram ao estabelecimento de normas e procedimentos para teste e para a verificação de conformidade de codificadores e decodificadores H.264 [9].

- O padrão europeu de TV digital DVB já prevê a utilização do H.264 na codificação e decodificação de vídeo [10].

Desta forma, acredita-se que a melhor solução para o SBTVD seja a utilização do padrão H.264, pois esta estratégia permitiria:

- A utilização do que há de mais avançado em termos de codificação/decodificação de vídeo.
- Realizar uma escolha cuja revisão não se dará em curto prazo, por se tratar de opção que deverá ainda ser adotada em diversos mercados.
- Estabelecer um padrão de TV digital com uma relação custo benefício viável e acessível.
- Criar mão de obra qualificada – fator estratégico tanto em termos nacionais como internacionais, que proporcionaria ao Brasil lugar de destaque no mercado de TV digital.

### 3 Aspectos Considerados na Determinação do Modelo de Referência

A seguir são apresentados os itens de configuração cujo comportamento foram observados durante os estudos realizados.

#### 3.1 Formatos e Resoluções

Uma das premissas do desenvolvimento do padrão H.264/AVC foi a de possibilitar a codificação/decodificação de diversos tipos distintos de formatos e resoluções, os quais são descritos na Tabela 1.

#### 3.2 Estimação de Movimento - Faixa de Busca

Com base na análise dos métodos de estimação de movimento utilizados nos padrões MPEG-2, H.263 etc, e considerando as resoluções de interesse para transmissão de vídeo SD (720x480) e HD (1280x720 e 1920x1080), foram definidas as janelas de busca a serem utilizadas na estimação de movimento, durante o processo de codificação, conforme apresentado na Tabela 2. Vale ressaltar que estes valores servem apenas como referência, podendo ser modificados a critério do usuário.

#### 3.3 Tamanho do GOP

Dois tipos de GOPs (*group of pictures*) foram utilizados nos testes realizados – com 12 quadros (IBBPBPBPBP) e com 15 quadros (IBBPBPBPBPBPBB). Em geral, a adoção do GOP de tamanho 15 proporciona melhores resultados. Entretanto, este ganho não chega a ser significativo, e é obtido às custas de um aumento considerável de complexidade. Além disto, GOPs de tamanho menor proporcionam uma recuperação mais rápida da seqüência, no caso de erros durante o processo de decodificação.

### 3.4 Estimação de Movimento

Dois tipos de Estimação de Movimento (EM) foram levadas em consideração, denominados EM simples e EM avançada.

Na EM simples, procura-se reduzir significativamente a complexidade computacional mantendo a qualidade de reconstrução em níveis aceitáveis. Este método utiliza o algoritmo FME (de Estimação de Movimento Rápida), e um conjunto de quadros de referência de número limitado (1 ou 2).

Já na EM avançada, a busca pelo melhor casamento na predição de um macrobloco é feita de maneira exaustiva, o que é computacionalmente caro, e o número de quadros de referência é maior (até 5).

### 3.5 Perfis e Níveis

Fizeram parte do estudos realizados dois dos perfis de codificação estabelecidos pela Norma do Padrão H.264/AVC [1]: o perfil Main e o perfil High. Para uma descrição mais pormenorizada das características comuns e não comuns a ambos os métodos, vide [1] e [5].

### 3.6 Codificação por Entropia

O padrão H.264/AVC define dois tipos de codificador por entropia - o CAVLC, um código de comprimento variável dependente de contexto e o CABAC, um codificador aritmético dependente de contexto. Ambos proporcionam melhora significativa nas taxas de compressão obtidas, com o CABAC possuindo um maior grau de complexidade computacional.

Tabela 1: Formatos e resoluções adotados no padrão H.264/AVC

Res. Vertical	Res. Horizontal	Relação de Aspecto	Taxa de Quadros	Varredura	Nível
1080	1920, 1440 1280, 960	16:9	23.976, 24	P	4
			25	I	4
			29.97, 30	P	4
			29.97, 30	I	4
720	1280, 960, 640	16:9	25, 50	P	4
			23.976, 24, 29.97, 30, 59.94, 60	P	4
576	720	4:3, 16:9	50	P	4
	720	4:3, 16:9	25	P	4
				I	4
	544, 480, 352	4:3, 16:9	25	P	4
I	4				
480	720	4:3, 16:9	59.94, 60	P	4
	720, 640, 544, 480, 352	4:3, 16:9	23.976, 24, 29.97, 30	P	4
			29.97, 30	I	4
288	352	4:3	25, 50	P	4
			25	I	4
240	352	4:3	23.976, 24, 29.97, 30, 59.94, 60	P	4
			29.97, 30	I	4

Tabela 2: Janelas de Busca para Estimação de Movimento

Resolução	Número de pixels (H/V)
SD480	59
HD720	96
HD1080	144

### 3.7 Otimização Taxa-Distorção

Dentre as características que levam o padrão H.264/AVC a produzir taxas de compressão maiores, a um mesmo nível de qualidade, a Otimização Taxa-Distorção ocupa lugar de destaque. Apesar do gasto computacional decorrente da utilização desta opção, os ganhos obtidos mais do que justificam a sua utilização.

### 3.8 Codificação Intra-only

As principais aplicações da codificação *Intra-only* são as atividades de estúdio, onde se exige um mais alto nível de qualidade. Além disto, a edição das seqüências IBP... de modo a evitar danos irreversíveis aos dados de estimação/compensação de movimento presentes em seqüências com predição Inter é não trivial, demandando, em geral, grande complexidade computacional.

### 3.9 Matriz de Quantização

A principal utilidade do uso de matrizes de quantização é proporcionar melhoria na qualidade subjetiva das seqüências reconstruídas. Sua utilização é, portanto, restrita a aplicações em que o tempo destinado à geração/otimização das matrizes não se constitui em empecilho ao processo de codificação.

### 3.10 Ferramentas para Vídeo Entrelaçado

O padrão H.264/AVC implementa ferramentas para otimizar a compressão de seqüências de vídeo entrelaçadas, permitindo que os macroblocos sejam codificados de forma a produzir o melhor resultado taxa-distorção. Dentre os possíveis modos temos: codificação adaptativa quadro-campo a nível de quadro, codificação adaptativa quadro-campo a nível de macrobloco, codificação de quadros (unicamente) e codificação de campos (unicamente).

### 3.11 Configurações do codec H.264

Com base na análise dos resultados obtidos, foi estabelecido um conjunto de configurações, apresentado na Tabela 3.

Tabela 3: Codec H.264 – Configurações.

Opção de Configuração	SD480i	HD720p	HD1080i
Perfil	High	High	High
Codificador por entropia	CABAC	CABAC	CABAC
Filtro redutor de blocagem	Ligado	Ligado	Ligado
Otimização taxa-distorção	Ligado	Ligado	Ligado
Estimação de movimento rápida	Ligado	Ligado	Ligado
Tamanho do GOP	12	12	12
Janela de busca para EM	59	96	144
Ferramentas para vídeo entrelaçado	Ligado	N/A	Ligado

## 4 Recomendações para o Modelo de Referência – SBTVD

São apresentadas a seguir as Recomendações para o Modelo de Referência do SBTVD, mencionando também itens opcionais que possam ser definidos a fim de que o Modelo possa vir a ser adotado em outros países, onde as características dos sistemas de transmissão sejam diferentes dos adotados no Brasil.

### 4.1 Recomendações comuns a todos os modos de codificação H.264/AVC

As recomendações a seguir são aplicáveis aos seguintes tipos de IRDs e *bitstreams*:

- IRD e *bitstream* – SDTV 30Hz
- IRD e *bitstream* – HDTV 30Hz

A adequação do Padrão H.264, assim como adotado pelo SBTVD, a outros sistemas de transmissão (frequência de quadro, resoluções etc) pode ser feita, conforme a Tabela 1, sendo a sua definição opcional no âmbito do SBTVD<sup>1</sup>.

#### 4.1.1 Aspectos Gerais

As operações de codificação/decodificação de vídeo deverão atender aos requisitos apresentados no documento que define o Padrão H.264/AVC [1]. Parâmetros de cuja definição dependa o Sistema Brasileiro de TV Digital serão descritos a seguir. **Na especificação de qualquer IRD deve-se considerar que todas as estruturas descritas na Norma H.264 [1] poderão estar presentes em determinada seqüência codificada, ainda que, no presente, sejam consideradas reservadas ou não usadas.**

<sup>1</sup>Alterações ao SBTVD com o propósito de “exportar” o Sistema a países onde frequência de operação do sistema de TV seja diferente da Nacional

### 4.1.2 Informações Relativas à Codificação do Vídeo (VUI)

Os IRDs deverão interpretar os elementos de sintaxe responsáveis pelas seguintes definições<sup>2</sup>:

- Relação de Aspecto (`aspect_ratio_idc`)
- Parâmetros de Cor (`colour_primaries`, `transfer_characteristics`, `matrix_coefficients`)
- Informações de Crominância (`chroma_sample_loc_type_top_field`, `chroma_sample_loc_type_bottom_field`)
- Temporização (`time_scale`, `num_units_in_tick`, `fixed_frame_rate_flag`)

### 4.1.3 Informações Suplementares (SEI)

Os IRDs deverão interpretar as seguintes Informações Suplementares (SEI – *Supplemental Enhancement Information*):

- Mensagem de temporização (*Picture timing SEI message*)
- Mensagem de deslocamento do quadro (*Pan and Scan rectangle SEI message*)

### 4.1.4 Ponto de Acesso Aleatório

Codificação	O intervalo de tempo entre pontos de acesso aleatório pode variar entre programas e durante um mesmo programa, devendo o intervalo máximo entre pontos consecutivos ser definido pelo agente transmissor, até o limite máximo de 5s (cinco segundos).
Decodificação	Os IRDs deverão ser capazes de iniciar a decodificação e apresentação dos programas transmitidos e codificados de acordo com o Padrão H.264/AVC.

## 4.2 IDR e bitstream – SDTV

A codificação/decodificação de vídeo SD deverá atender aos seguintes requisitos:

### 1. Perfil e Nível

Codificação	Os <i>bitstreams</i> gerados deverão ser compatíveis com o perfis High ( <code>profile_idc = 100</code> ) e, opcionalmente, Main ( <code>profile_idc = 77</code> )
Decodificação	Os IRDs deverão, obrigatoriamente, ser compatíveis com o padrão High. Isto garante a compatibilidade com programas codificados em perfis mais simples (Main).

---

<sup>2</sup>Para a definição das variáveis, ver a Norma H.264 [1]

## 2. Relação de aspecto

Codificação	Os <i>bitstreams</i> gerados poderão conter vídeo gerado nas relações de aspecto 4:3 ou 16:9.
Decodificação	Os IRDs deverão decodificar e apresentar vídeo nas relações de aspecto 4:3 e 16:9.

### 4.2.1 IDR e bitstream – SDTV 30Hz

#### 1. Taxa de Quadros

Codificação	A Taxa de quadros deverá ser uma dentre as seguintes – 24000/1001, 24, 30000/1001 e 30Hz, com os parâmetros definidos segundo a Tabela 4.
Decodificação	Os IRDs deverão decodificar e apresentar vídeo nas frequências 24000/1001, 24, 30000/1001 e 30Hz, de acordo com os limites impostos pelo perfil High, nível 3.

#### 2. Resoluções

Codificação	<i>Bitstreams</i> H.264/AVC contendo SDTV–30Hz deverão representar vídeo gerado nas resoluções apresentadas na Tabela 5. Formatos menores que o limite superior do formato SDTV poderão ser codificados utilizando os fatores de conversão especificados na mesma tabela.
Decodificação	Os IRDs deverão ser capazes de decodificar vídeo nas resoluções especificadas na Tabela 5, utilizando os fatores de conversão correspondentes (i.e. interpolação) quando se fizer necessário.

Tabela 4: Parâmetros relativos à taxa de quadros para codificação/decodificação H.264/AVC para SDTV–30Hz.

Taxa de quadros	I/P	time_scale	num_units_in_tick
24000/1001	P	48000	1001
24	P	48	1
30000/1001	P	60000	1001
30	P	60	1
30000/1001	I	60000	1001
30	I	60	1

Tabela 5: Resoluções de vídeo SDTV.

Vídeo codificado			Reprodução do Vídeo (Interpolação Horizontal)	
Resolução (H x V)	Rel. Aspecto	aspect_ratio_idc	Monitor 4:3	Monitor 16:9
720 x 480	4:3	3	×1	×3/4 (ver 1)
	16:9	5	×4/3 (ver 2)	×1
640 x 480	4:3	1	×9/8	×27/32 (ver 1)
	16:9	11	×3/2	×9/8
544 x 480	4:3	5	×4/3	×1 (ver 1)
	16:9	13	×16/9 (ver 2)	×4/3
480 x 480	4:3	11	×3/2	×9/8 (ver 1)
	16:9	7	×2 (ver 2)	×3/2
352 x 480	4:3	7	×2	×3/2 (ver 1)
	16:9	9	×8/3 (ver 2)	×2
352 x 240	4:3	3	×2	×3/2 (ver 1)
	16:9	5	×8/3 (ver 2) (e vertical ×2)	×2 (e vertical ×2)
Nota 1: Opcional – monitores 16:9 podem operar em modo 4:3				
Nota 2: Interpolação para reproduzir seqüências de vídeo 16:9 em monitores 4:3				

### 4.3 IDR e bitstream – HDTV

A codificação/decodificação de vídeo HD deverá atender aos seguintes requisitos:

#### 1. Perfil e Nível

Codificação	Os <i>bitstreams</i> gerados deverão ser compatíveis com o perfil High (profile_idc = 100), e níveis associados (level_idc igual a 30, 31, 32 e 40), ou, opcionalmente, com o perfil Main (profile_idc = 77).
Decodificação	Os IRDs deverão, obrigatoriamente, ser compatíveis com o padrão High e todos os níveis (até level_idc = 40). Isto garante que conteúdo codificado no perfil Main também seja decodificado de maneira correta.

#### 2. Relação de aspecto

Codificação	Os <i>bitstreams</i> gerados deverão conter vídeo gerado na relação de aspecto 16:9.
Decodificação	Os IRDs deverão decodificar e reproduzir vídeo na relação de aspecto 16:9.

### 3. Resoluções

- Codificação *Bitstreams* H.264/AVC contendo HDTV–30Hz deverão reproduzir vídeo gerado nas resoluções apresentadas na Tabela 6. Formatos menores que o limite superior do formato HDTV poderão ser codificados utilizando os fatores de conversão especificados na mesma tabela.
- Decodificação Os IRDs deverão ser capazes de decodificar vídeo nas resoluções especificadas na Tabela 6, utilizando os fatores de conversão correspondentes (i.e. interpolação) quando se fizer necessário.

Tabela 6: Resoluções de vídeo HDTV.

Vídeo codificado			
Resolução (H x V)	Rel. Aspecto	aspect_ratio_idc	Monitor 16:9 (Int. Horizontal)
1920 x 1080	16:9	1	×1
1440 x 1080	16:9	11	×4/3
1280 x 1080	16:9	4	×3/2
960 x 1080	16:9	6	×2
1280 x 720	16:9	1	×1
960 x 720	16:9	11	×4/3
640 x 720	16:9	6	×2

#### 4.3.1 IDR e bitstream – HDTV 30Hz

##### 1. Taxa de Quadros

- Codificação A Taxa de quadros deverá ser uma dentre as seguintes – 24000/1001, 24, 30000/1001, 30, 60000/1001 e 60Hz, com os parâmetros definidos segundo a Tabela 7.
- Decodificação Os IRDs deverão decodificar e apresentar vídeo nas frequências 24000/1001, 24, 30000/1001, 30, 60000/1001 e 60Hz, de acordo com os limites impostos pelo perfil High, nível 4.

## 5 Referências

- [1] Joint Video Team (JVT) of ISO/IEC MPEG & ITU-T VCEG (ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 and ITU-T SG16 Q.6). *Draft of Version 4 of H.264/AVC (ITU-T Recommendation H.264 and ISO/IEC 14496-10 (MPEG-4 part 10) Advanced Video Coding)*, March 2005. 3, 4, 6, 8, 9
- [2] Sistema Brasileiro de TV Digital. *Requisição Formal de Proposta (RFP) No. 11/2004 – Codificador e Decodificador de Vídeo H.264/AVC*. Anexo à Carta Convite MC/MCT/FINEP/FUNTTTEL No. 11/2004. 3

Tabela 7: Parâmetros relativos à taxa de quadros para codificação/decodificação H.264/AVC para HDTV-30Hz.

Taxa de quadros	I/P	time_scale	num_units_in_tick
24000/1001	P	48000	1001
24	P	48	1
30000/1001	P	60000	1001
30	P	60	1
30000/1001	I	60000	1001
30	I	60	1
60000/1001	P	120000	1001
60	P	120	1

- [3] Sistema Brasileiro de TV Digital. *Carta-Convite MC/MCT/FINEP/FUNTTEL – 11/2004*. 3
- [4] Sistema Brasileiro de TV Digital. *Formulário de Descrição de Atendimento à Requisitos – Codificador e Decodificador de Vídeo H.264/AVC*. Anexo à Carta Convite MC/MCT/FINEP/FUNTTEL No. 11/2004. 3
- [5] Sistema Brasileiro de TV Digital. *Especificação Técnica do Software - Codificador e Decodificador de Vídeo H.264/AVC*, June 2005. 4, 6
- [6] Sistema Brasileiro de TV Digital. *Especificação de Testes do Objeto Simulador - Codificador e Decodificador de Vídeo H.264/AVC*, June 2005. 4
- [7] Sistema Brasileiro de TV Digital. *Relatório de Testes do Objeto Simulador - Codificador e Decodificador de Vídeo H.264/AVC*, August 2005. 4
- [8] Sistema Brasileiro de TV Digital. *Relatório de Estudos do Objeto Simulador - Codificador e Decodificador de Vídeo H.264/AVC*, October 2005. 4
- [9] ITU. *Conformance specification for H.264 advanced video coding (ITU-T Recommendation H.264.1*, March 2005. 4
- [10] ETSI. *Digital Video Broadcasting (DVB); Implementation guidelines for the use of Video and Audio Coding in Broadcasting Applications based on the MPEG-2 Transport Stream*, January 2005. 5