

Introdução a um Sistema de TV Digital e novas oportunidades nesse mercado

Valter Roesler: roesler@inf.ufrgs.br

Atualmente na UFRGS. Gerenciou tecnicamente os projetos de TV Digital na Unisinos

ERRC 2006 (Escola Regional de Redes de Computadores)

Setembro de 2006

1

Sumário

- Objetivos do SBTVD
- Transição para TV Digital
- Modulação (ATSC, ISDB, DVB)
- Codificação
- Camada de Transporte
- Aplicações
- Middleware

2

Principais objetivos do projeto

- Inclusão social através da inclusão digital
- Desenvolvimento tecnológico nacional

3

Panorama de TV no Brasil

- Panorama Nacional (2002)
 - ~90% dos lares têm TV
 - ~10% dos brasileiros possuem acesso aos serviços da Internet.

Fonte: Teleco: TV Digital no Brasil. Helio Graciosa, 2003

4

Sistema de Televisão genérico

- Sistema de televisão
 - Estúdio: produção, pós-produção, armazenamento
 - Transmissão: atualmente é analógico (canais com 6MHz de banda)
 - Recepção (televisor na casa do usuário)

5

Espectro de frequências

300 a 3000 GHz	THF Tremendous High Frequency	Ondas Decimilimétricas 1- 0,1 mm	
30 a 300 GHz	EHF Extremely High Frequency	Ondas Milimétricas 10-1 mm	
3 a 30 GHz	SHF Super High Frequency	Ondas Centimétricas 10-1 cm	Ondas Ultra Curtas
300 a 3000 MHz	UHF Ultra High Frequency	Ondas Decimétricas 100-10 cm	
30 a 300 MHz	VHF Very High Frequency	Ondas Métricas 10-1 m	
3 a 30 MHz	HF High Frequency	Ondas Hectométricas 100-10 m	Ondas Curtas
300 a 3000 kHz	MF Medium Frequency	Ondas Hectométricas 1000-100 m	Ondas Médias
30 a 300 kHz	LF Low Frequency	Ondas Kilométricas 10-1 km	Long Waves
3 a 30 kHz	VLF Very Low Frequency	Ondas Myriamétricas 100-10 km	Very Long Waves
3 mHz a 3 kHz	ELF Extra Low Frequency		Sub-audio

6

Canalização de TV...

54 MHz	60 MHz	Televisão VHF	Canal 2
60 MHz	66 MHz	Televisão VHF	Canal 3
66 MHz	70 MHz	Televisão VHF	Canal 4
76 MHz	82 MHz	Televisão VHF	Canal 5
82 MHz	88 MHz	Televisão VHF	Canal 6
88 MHz	108 MHz	Radiodifusão Rádio FM	99 canais em faixas de 200 KHz
88 MHz	108 MHz	Microfone sem fio de alcance restrito	
174 MHz	180 MHz	Televisão VHF	Canal 7
180 MHz	186 MHz	Televisão VHF	Canal 8
186 MHz	192 MHz	Televisão VHF	Canal 9
192 MHz	198 MHz	Televisão VHF	Canal 10
198 MHz	204 MHz	Televisão VHF	Canal 11
204 MHz	210 MHz	Televisão VHF	Canal 12
210 MHz	216 MHz	Televisão VHF	Canal 13
216 MHz	470 MHz	Diversos Serviços	
470 MHz	476 MHz	Televisão UHF	Canal 14
476 MHz	482 MHz	Televisão UHF	Canal 15
482 MHz	806 MHz	Televisão UHF	Canais 16 a 69
806 MHz	824 MHz	Diversos serviços	
824 MHz	834,4 MHz	Telefonia Celular Banda "A"	
834,4 MHz	845 MHz	Telefonia Celular Banda "B"	

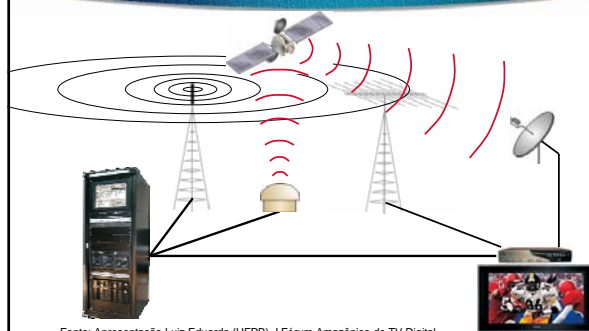
Transição para TV Digital

- Transição será efetuada através de canalização específica: será criado, para cada emissora, um canal adicional de 6MHz destinado à transmissão digital
- Temporariamente será feita a transmissão através de duas tecnologias. O tempo de final da analógica será dado pelo povo. Alguns falam em 10 anos, outros em 50 anos...
- Quem paga por isso? Na Inglaterra, o custo das emissoras para manter dois canais separados é de 115 milhões de libras ao ano ["A Guide to Digital Television and Digital Switchover" – out 2004]. Na França existem 115 transmissoras / retransmissoras. No Brasil existem aproximadamente 5.000.

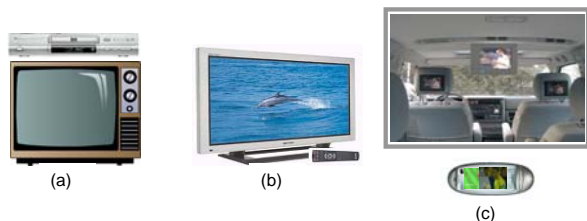
Estimativa de transição para digital

- ["A Guide to Digital Television and Digital Switchover" – out 2004]
 - Na Alemanha até 2010 (fazendo cidade a cidade. Em Berlim, forneceram set-top boxes para famílias pobres – em torno de 5000)
 - Na Itália até 2010
 - Na Finlândia até agosto de 2007
 - Estados Unidos até 2009
 - Suécia até 2008
 - Austrália até 2008 (querem adiar para 2012)

TV Digital (Cabo, Terrestre, Satélite)



Terminais de Acesso

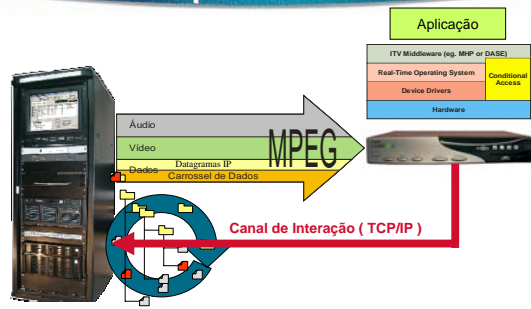


Fonte: apresentação Guido Lemos, no painel de TV Digital – SBRC, 2006

O QUE É INTERATIVIDADE?

Como é feita na TV digital?

O que há de comum entre os padrões?



Fonte: Apresentação Luiz Eduardo (UFPB), I Fórum Amazônico de TV Digital

13

POSSIBILIDADES...

Apresentar vídeos-exemplo

14

Padrão brasileiro

- Foco em interatividade
 - Interatividade local
 - Interatividade global

15

Exemplos de interatividade local

- Previsão do tempo
- Linhas de ônibus
- Resumo de novela
- Astrologia
- Notícias atualizadas (texto)
- Cotação da bolsa

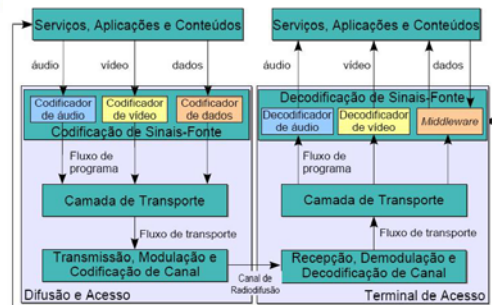
16

Exemplos de interatividade global

- Votação
- Compras diversas
- Cadastro de CPF
- Marcação de consultas médicas
- Correio eletrônico
- Acesso Internet
- Tickets de cinema / teatro / shows / etc

17

Escopo do SBTVD

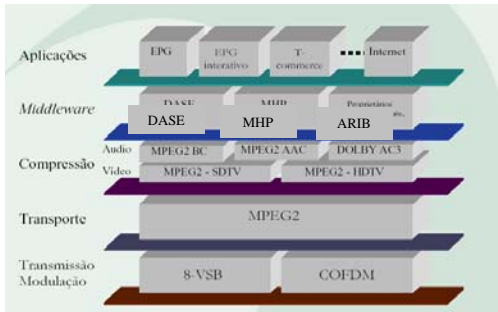


Modelo de referência da TV Digital – CPqD, 2006

Canal de Retorno

18

Padronização da TV Digital



Apresentação Guido Lemos – Painel TV Digital – SBRC 2006

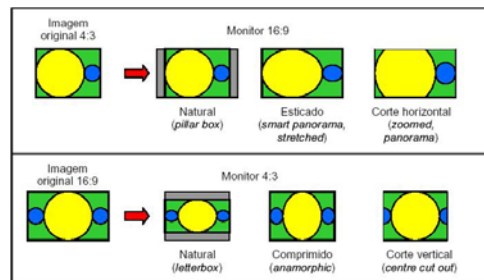
Codificação de vídeo

Resolução de imagem

Tabela 5.1. Tipos de resolução da imagem

Tipo	Resolução		Formato de tela	Taxa média de bits (estimativa) (Mbit/s)
	Espacial (linhas e pixels/linha)	Temporal*		
HDTV	1080x1920	60 c/s, e	16:9	19 (12-32)
	720x1280	30 q/s, p		14 (8-20)
EDTV	480x640	30 q/s, p	16:9	6 (4-8)
SDTV	480x640	60 c/s, e	16:9	4,8 (3-8)
			4:3	4 (2,5-6)
LDTV	240x320	30 q/s, p	4:3	1,1 (0,5-1,2)

Formatos de tela

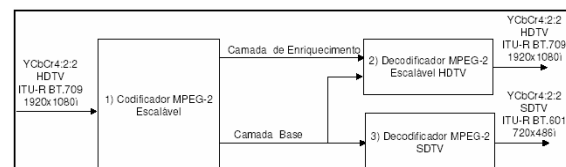


Modelo de negócio

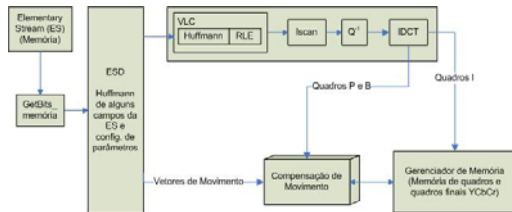
Tabela 5.2. Exemplos de composição da programação

Composição	Taxa média total (Mbit/s)
a) 1 programa HDTV, em modo 1080e	19
b) 1 programa HDTV em modo 720p e 1 programa LDTV	15,1
c) 1 programa HDTV em modo 720p e 1 programa SDTV tela larga	18,8
d) 3 programas EDTV	18
e) 4 programas SDTV tela larga	19,2
f) 4 programas SDTV 4:3 e 1 programa LDTV	17,1

Modelo do Codificador MPEG-2

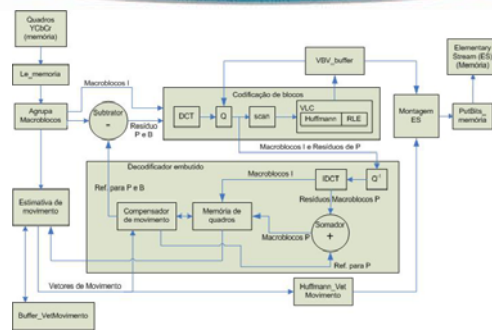


Decodificador MPEG-2 MP@ML



25

Codificador MPEG-2 MP@ML



26

História do MPEG

- **ISO: International Organization for Standardization**
 - Organização não governamental – normas para a indústria (exceto parte elétrica e eletrônica)
- **IEC: International Electrotechnical Commission**
 - Responsável pela normalização da parte elétrica e eletrônica

27

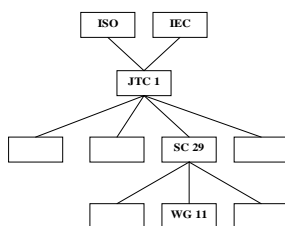
Cooperação ISO/IEC

- **1987: formaram o JTC 1 (Joint Technical Committee) para cooperação**
- **JTC 1: composto de subcomitês (SC). O SC 29 é "Coding of audio, picture, multimedia and hypermedia information"**
- **SC 29 composto por 3 Working Groups (WG)**
 - WG1: coding of still pictures
 - WG 11: Coding of moving pictures and associated audio (é o MPEG)
 - WG 12: coding of multimedia and hypermedia information

28

Resumo

- **MPEG é o ISO/IEC/JTC 1/SC 29/WG 11**

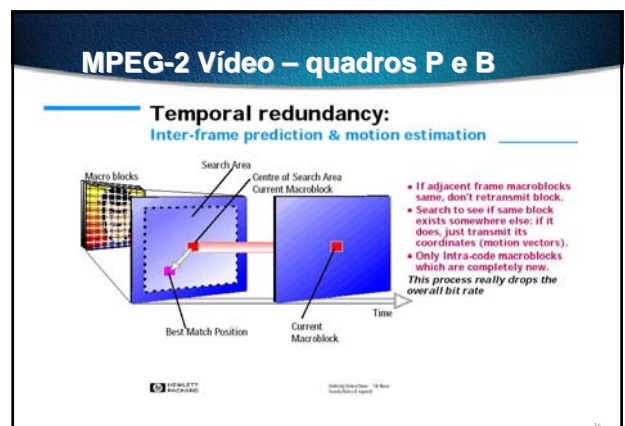
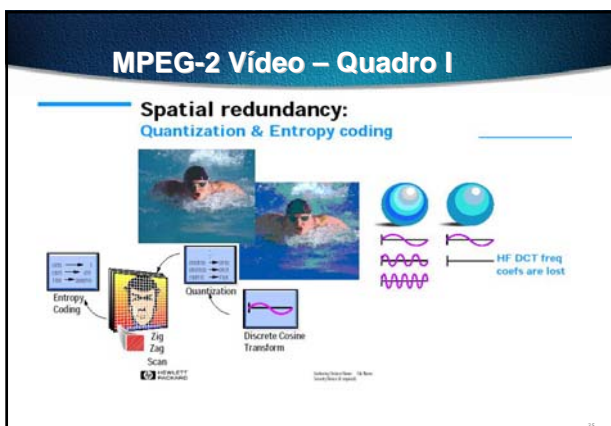
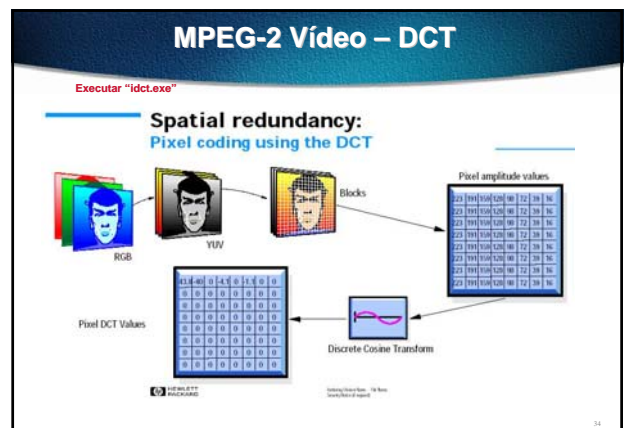
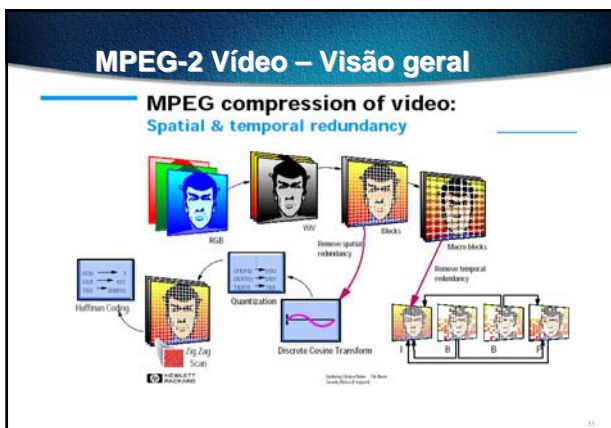
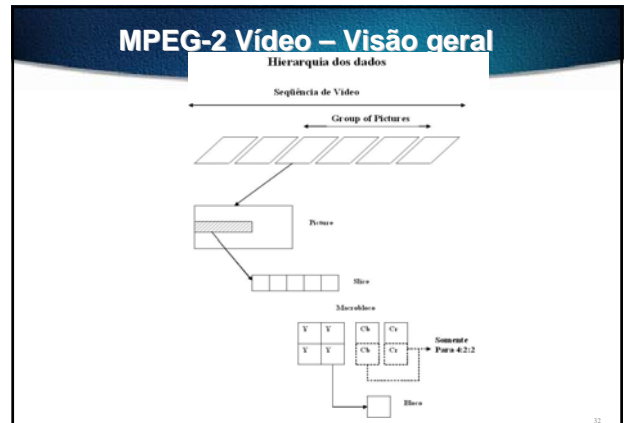
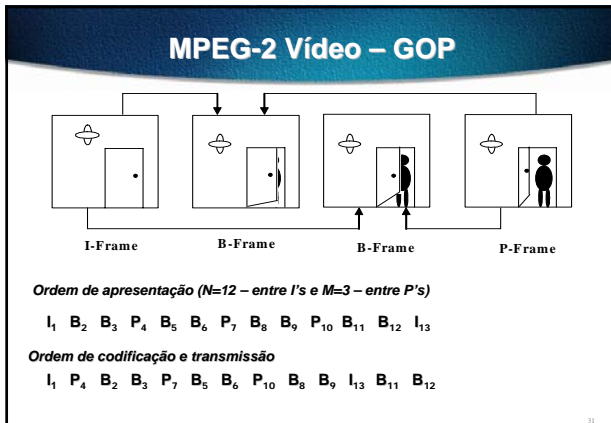


29

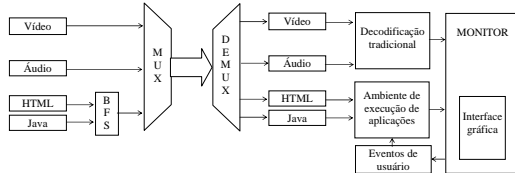
MPEG-2 Vídeo – Tipos de quadros

- **Quadro I (Intraframe):** compressão de um quadro individualmente, sem referência a outros quadros (sem "motion"). Equivalente ao JPEG
- **Quadro P (Predicted):** compressão baseada na diferença entre o quadro anterior (que pode ser tipo I ou tipo P)
- **Quadro B (Bidirectional):** compressão baseada no quadro anterior e no posterior. São usados vetores de movimento (motion vectors) bidirecionais

30

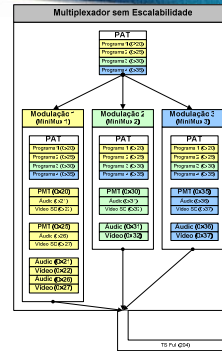


Visão geral



43

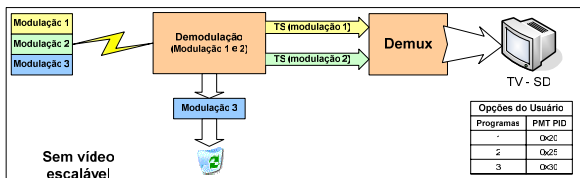
Mux sem Escalabilidade (1 de 3)



- PAT replicada em todas modulações
- No arquivo XML deste exemplo, existem 3 hierarquias
 - Modulação 1 com 2 programas
 - Modulação 2 com um programa
 - Modulação 3 com 1 programa em baixa resolução

44

Demux sem vídeo escalável (2 de 3)

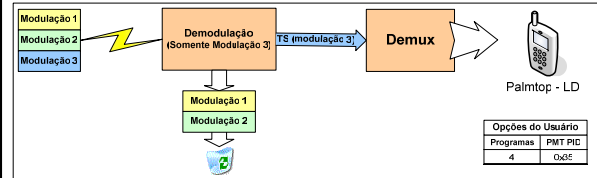


Sem vídeo escalável

- Usuário tem possibilidade de assistir 3 programas
 - Dois programas da modulação 1
 - Um programa da modulação 2

45

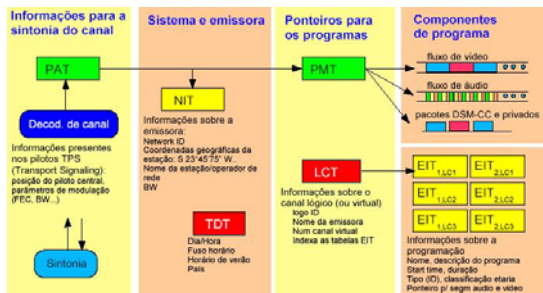
Exemplo de recepção em Palmtop (3 de 3)



- Usuário tem possibilidade de assistir 1 programa em baixa resolução
- Demodulador elimina taxas mais altas para não utilizar processamento do palmtop

46

Tabelas SI do SBTDV (CPqD)



47

Padrões de Modulação

ATSC, ISDB, DVB

48

Modulação

- Taxas de erro de transmissão devem ser menores que 3×10^{-6} (abaixo disso técnicas de FEC conseguem recuperar sinal). Acima disso o erro chega no decodificador, e o mesmo decide se:
 - Elimina quadro
 - Reconstrói a partir de informações armazenadas (quadro I e P) – gera efeito de blocagem
 - Insere “branco” nos macroblocos não decodificados, gerando também efeito de blocagem (sky faz isso)

49

Um tipo de demodulador...



50

Padrões de TV Digital

- **Padrões existentes atualmente**
 - Americano: ATSC (Advanced Television Systems Committee)
 - Europeu: DVB (Digital Video Broadcasting)
 - Japonês: ISDB (Integrated Services Digital Broadcasting)
 - Chinês (desenvolvendo próprio... – Asia pacific – fev 2004)
Royalties de US\$ 30 a 40 por aparelho. China com 1,3B pessoas. Se público de 100M pessoas, total de US\$ 4B royalties.

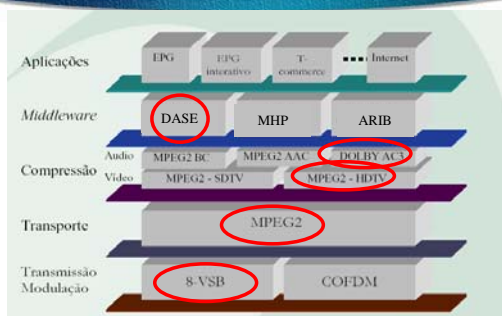
51

Padrão ATSC (www.atsc.org)

- Consórcio iniciado em 1982
- Conta com aproximadamente 140 membros
- Adotado nos EUA e México
- Em funcionamento desde 1998 nos EUA

52

Escolhas Tecnológicas: ATSC



Apresentação Guido Lemos – Painel TV Digital – SBRC 2006

53

ATSC: Modulação e transmissão

- Na radiodifusão terrestre
 - opera com canais de 6, 7 ou 8 MHz e utiliza a modulação 8-VSB
 - Apresenta problemas na recepção por antenas internas e não permite a recepção móvel
- Televisão a cabo
 - 64-QAM (similar ao DVB)
- Transmissões via satélite
 - QPSK (similar ao DVB)
- O modelo de negócios americano foi direcionado para a televisão de alta definição (HDTV)

Introdução à Televisão Digital Interativa: Arquitetura, Protocolos, Padrões e Práticas, Copyright © 2004 by Jorge, Guido e Gledson.

54

ATSC-T: modulação 8VSB



- Reed solomon encoder: insere 20 bytes de FEC
- Interleaver: distribui os bits, para que erros em rajada não inutilizem o código de FEC
- Trellis: outro FEC de modulação. 2/3, ou seja, a cada 2 bits, adiciona um de redundância
- Modulador 8-VSB: utiliza os 6MHz completos numa única portadora

55

ATSC – tabelas SI

- TVCT – Terrestrial Virtual Channel Table
 - Descreve canais transportados
- MGT – Master Guide Table
 - Tipo, PIDs e versões de todas as outras PSIP tables
- Rating Region Table
 - Guia de indicação de faixa etária para os pais
- STT – System Time Table – Hora e data atuais
- EIT – Event Information Table
 - Descreve as próximas 3 horas de eventos (programas de TV MPEG-2) em pelo menos 4 canais de TV

Introdução à Televisão Digital Interativa: Arquitetura, Protocolos, Padrões e Práticas, Copyright © 2004 by Jorge, Guido e Gledson.

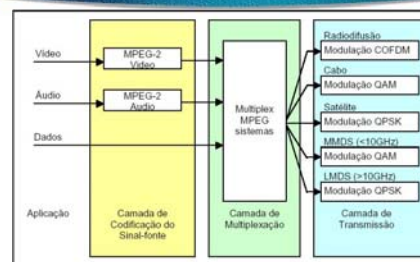
56

Padrão DVB (www.dvb.org)

- Consórcio iniciado em setembro de 1993 (assinatura do MoU – memorandum of understanding)
- Conta com aproximadamente 300 membros
- Adotado na União Européia e alguns outros países, como Austrália

57

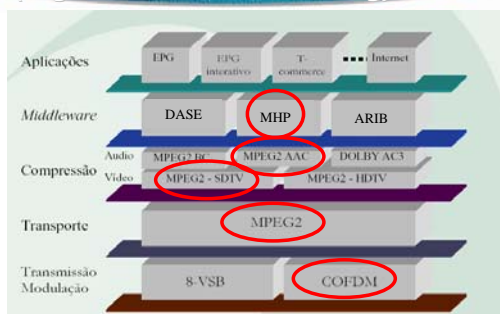
Padrão DVB



- DVB-T: Terrestre (Modulação COFDM 8k e 2k portadoras (cada uma utiliza QAM) – a primeira é melhor para multi-path, e a segunda para mobilidade (efeito doppler))

58

Escolhas Tecnológicas: DVB-T (Digital Video Broadcasting) — UE



Apresentação Guido Lemos – Painel TV Digital – SBRC 2006

59

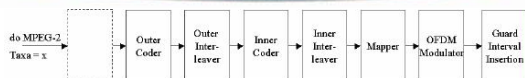
Modulação e transmissão

- DVB-T
 - Opera em canais de 6, 7 ou 8 MHz, Modulação COFDM (Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing).
 - Taxa de transmissão pode variar entre 5 e 31,7 Mbps.
 - A transmissão SDTV no DVB-T permite a difusão de até seis programas simultaneamente em uma mesma largura de banda terrestre.
- DVB-C (transmissão via cabo);
 - Modulação 64-QAM – 6 bits de dados por símbolo
- DVB-S (transmissão via satélite)
 - Modulação QPSK
- DVB-MC (transmissão via microondas operando em frequências de até 10GHz);
 - MMDS – 16,32 ou 64 QAM
- DVB-MS (transmissão via microondas operando em frequências acima de 10GHz).
 - LMDS – QPSK
- Modelo de negócios direcionado à SDTV

Introdução à Televisão Digital Interativa: Arquitetura, Protocolos, Padrões e Práticas, Copyright © 2004 by Jorge, Guido e Gledson.

60

DVB-T – modulação multiportadora



- Taxa de entrada: variável, dependendo da robustez configurada (taxa de FEC Trellis, que é variável: 1/2, 2/3, 3/4, 5/6 ou 7/8)
- Outer coder e Interleaver: semelhante ao "reed solomon" e "interleaver" do ATSC, porém com redundância de 16 bytes
- Inner coder e Interleaver: semelhante ao "Trellis", porém com taxa de FEC configurável
- Mapper: atribui os bits para as diferentes portadoras. Possui modo de 2k (1705) e 8k (6734) portadoras, sendo que cada uma pode ser programada para QPSK, 16QAM ou 64QAM. Portanto, o Mapper pega 2, 4 ou 6 bits e mapeia em cada portadora.
- Existe a banda de guarda entre cada subportadora. Pode ser 1/4, 1/8, 1/16 ou 1/32
- Banda de 6MHz pode ser dividida em 4 segmentos. Isso dificulta transmissão para móvel, pois desperdiçaria muita banda. Alternativa é todas emissoras de TV compartilharem novo canal de 6MHz, utilizando o DVB-H (Handheld). Cria problema de antenas (qual utilizar?) e concorrência das teles.

61

Tabelas SI: Service Information

- Obrigatórias
 - NIT – Network Information Table
 - Descreve organização física do multiplexador
 - TS associado a cada rede
 - Características da rede
 - SDT – Service Description Table
 - Nome do Provedor de serviços
 - Tipo: Rádio, TV ou Teletexto
 - EIT – Event Information Table
 - Nome, início e duração de um programa
 - TDT – Time and Date Table
 - Tempo UTC
- Opcionais
 - BAT – Bouquet Association Table
 - RST – running Status Table
 - TOT – Time offset Table
 - ST – Stuffing Table

Introdução à Televisão Digital Interativa: Arquitetura, Protocolos, Padrões e Práticas, Copyright © 2004 by Jorge, Guido e Gledson.

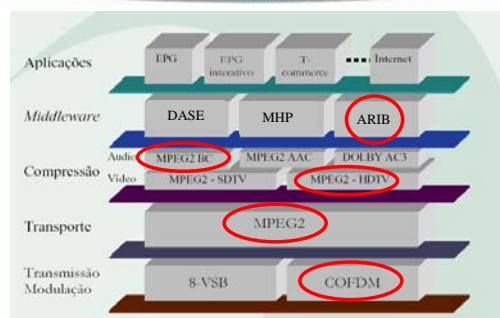
62

Padrão ISDB

- Especificado em 1999. Entrou em operação em dezembro de 2003 (pois o espectro estava congestionado)
- Adotado apenas em algumas cidades do Japão

63

Escolhas Tecnológicas: ISDB-T



Apresentação Guido Lemos – Painel TV Digital – SBRC 2006

64

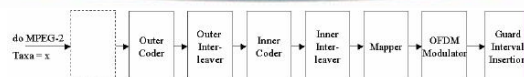
ISDB – modulação e transmissão

- ISDB-T
 - Opera com canais de 6, 7 ou 8 MHz
 - Utiliza a modulação COFDM, com variações
 - Projetado para suportar sistemas hierárquicos com múltiplos níveis
 - Alcança uma taxa de transmissão que varia entre 3,65 e 23,23 Mbps.
- Televisão a cabo
 - 64-QAM
- Satélite
 - 8-PSK
- Convivência SDTV e HDTV

Introdução à Televisão Digital Interativa: Arquitetura, Protocolos, Padrões e Práticas, Copyright © 2004 by Jorge, Guido e Gledson.

65

ISDB-T – modulação multiportadora



- Diferenças em relação ao DVB-T
 - Acréscimo de um "temporal interleaver", melhorando o desempenho na presença de erros em rajadas
 - Banda de 6MHz dividida em 13 segmentos
 - Própria emissora de TV pode transmitir sinais para móvel, através de um dos 13 segmentos, utilizando suas próprias antenas
 - Foi acrescentado o modo 4k
 - Foi acrescentada a modulação DQPSK

66

Dispositivos de interatividade

67

O controle Remoto

- Observar botões coloridos
- Botões possuem função específica, deixando complicado mapear diferentes funções para mesmo botão (digitar mail, por exemplo)



68

Teclado

- Facilita, porém possui problemas de usabilidade por toda população. Ex: tecla „J“ (em vez de 'OK')
- Falta de luz de fundo, para utilizar no escuro



69

Palm-top

- Pode deixar mais simples a vida do usuário, com botões configuráveis e luz de fundo.



70

Handheld

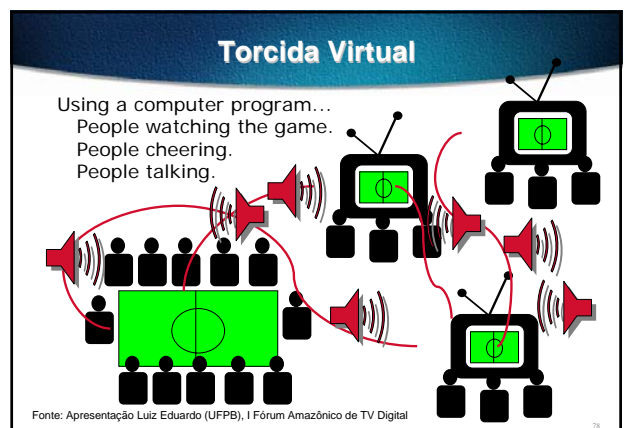
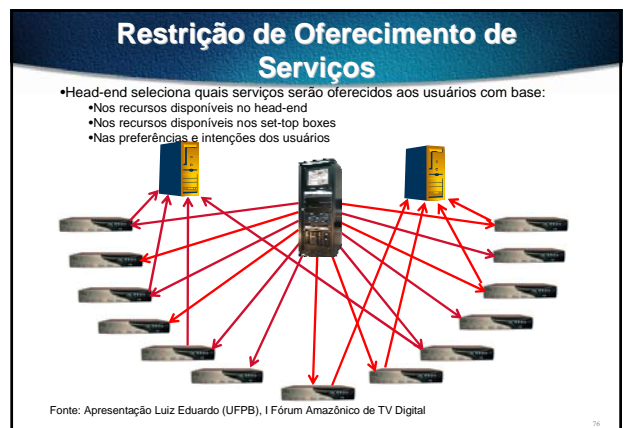
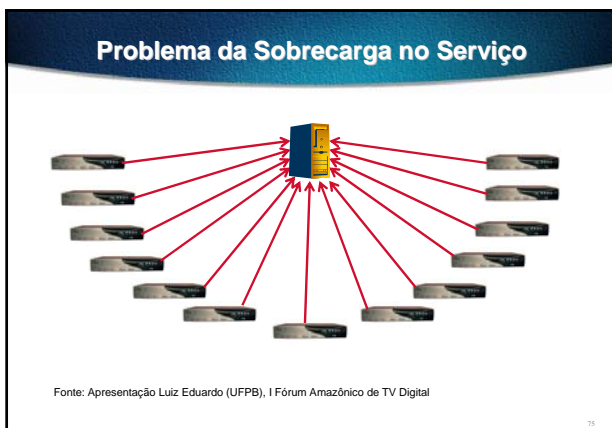
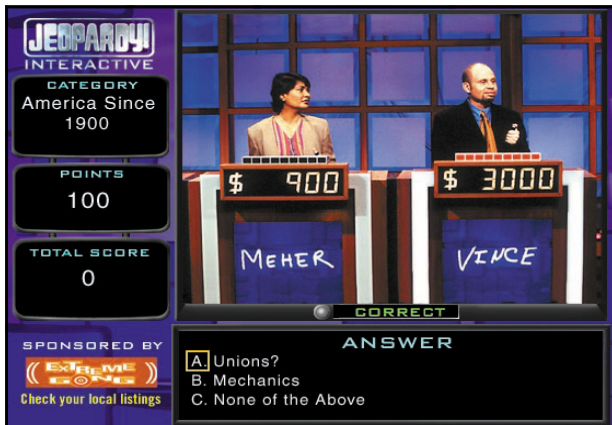
- Pode substituir o controle remoto – ainda dificuldade para longos textos.



71

Aplicações

72



SAPSA – Serviço de Apoio a Professor em Sala de Aula



O diagrama ilustra a arquitetura de rede do SAPSA. No topo, uma nuvem rotulada "internet" conecta-se a uma câmera de vídeo, rotulada "Produção de Conteúdo". À esquerda, um computador e um servidor são rotulados "Gerenciador e Repositório". Abaixo deles, uma torre de transmissão é rotulada "Transmissor". Uma linha azul desce do "Gerenciador e Repositório" para a nuvem "internet", e outra linha azul desce do "Transmissor" para a mesma nuvem. À direita, uma escola com o nome "ESCOLA" no telhado é rotulada "Escola: TV + URD". Abaixo dela, um computador é rotulado "URD". Uma linha azul desce da escola para a nuvem "internet", e outra linha azul desce do "URD" para a mesma nuvem.

Interface do Professor (URD)

Middleware

Interface com as aplicações

Alguns endereços úteis:

<http://java.sun.com/developer/technicalArticles/javatv/apiintro/>
www.interactivetvweb.org

91

Visão geral de Middleware

- Uma camada de software que provê uma API (Application Programming Interface) genérica, padronizada e bem definida que abstrai especificidades e heterogeneidades de hardware e software dos diversos tipos de dispositivos

O diagrama ilustra a arquitetura de camadas de software. À esquerda, há uma pilha de quatro retângulos cinza, cada um representando uma camada. À direita, listamos as características de cada camada:


- Aplicações**
 - Desenvolvedores independentes
 - Diferentes provedores de serviços
 - Diversas áreas de aplicação
- API Genérica**
- Sistema Operacional**
 - Implementações independentes
 - Diferentes plataformas de hardware
 - Diferentes plataformas de software
 - Diversos tipos de *set-top box*
- Hardware**

Introdução à Televisão Digital Interativa: Arquitetura, Protocolos, Padrões e Práticas, Copyright © 2004 by Jorge, Guido e Gleidson.

92

O que é um programa de TV Interativo ?

Um código declarativo ("ML like) ou procedural (Java like)



```

<!-- Table with large video control in upper right of screen -->





```

Padrões e Blocos

Padrões	Blocos Fundamentais
<ul style="list-style-type: none">• MHP - Multimedia Home Platform• DASE - DTV Application Software Environment• ARIB - Association of Radio Industries and Businesses	<ul style="list-style-type: none">• DAVIC - Digital Audio-Visual Council• HAVi - Home Audio Video Interoperability• Java TV

Introdução à Televisão Digital Interativa: Arquitetura, Protocolos, Padrões e Práticas, Copyright © 2004 by Jorge, Guido e Gladson.

94

GEM (Globally Executable MHP)

Livro "Interactive TV Standards – Steven Morris, Focal Press, 2005

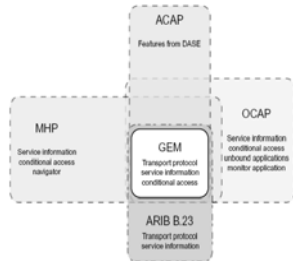
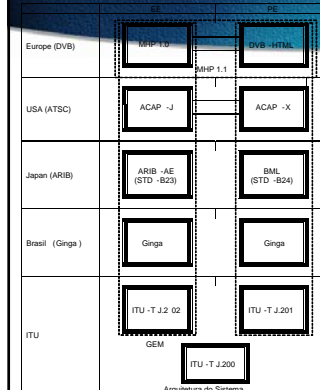


Figure 18.1. GEM and the replacements made by standards that use it.

55

Harmonização para TVDI (Ambientes Procedurais e Declarativos)



- J.200: Worldwide common core - Application environment for digital interactive television services

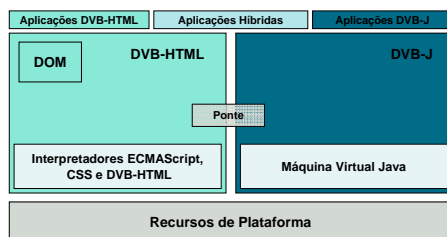
- J.201: Harmonization of declarative content format for interactive TV applications

- J.202: Harmonization of procedural content formats for interactive TV applications

56

Introdução ao MHP (Multimedia Home Platform)

- Basicamente existem dois tipos de aplicações MHP: DVB-HTML e DVB-J
- DVB-HTML: ECMAScripts, CSS, HTML (Declarativo).
- DVB-J: Aplicações Java (Xlets)



Apresentação Luis Eduardo – Lavid – Fórum de TV Digital – Manaus, 2006

57

Middleware MHP geral

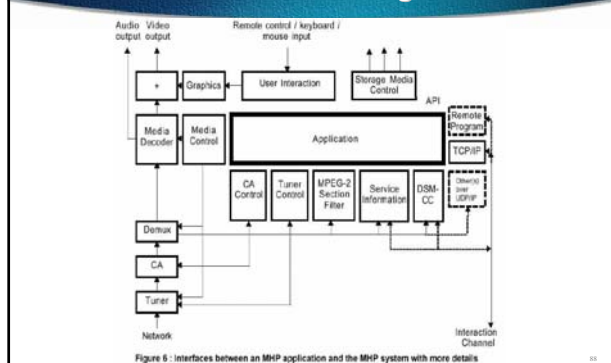


Figure 6 : Interfaces between an MHP application and the MHP system with more details

58

Exemplo de interação DHTML

- Abrir arquivo "testedhtml.html"
- iTV Handbook, Technologies and Strategies, Edward Schwalb, 2003, Prentice Hall – capítulo 6
- Showform() e hideform() – alteram a característica de objeto com interação via mouse
- onload="window.setInterval('MoveText()', 10) – executa "movetext" a cada 10ms (permite jogos interativos, por exemplo)
- GetInputCreditNum() – pega número digitado e passa para outra função (alert())

59

Blocos Fundamentais MHP, DASE, ARIB

DAVIC, HAVI, JavaTV

60

DAVIC

Livro "Interactive TV Standards – Steven Morris. Focal Press, 2005

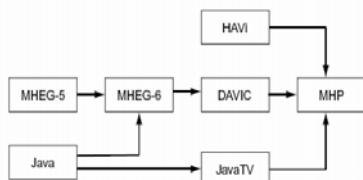


Figure 1.2. MHP and its relationship to earlier open ITV standards.

API de programação para Java (surgiu no âmbito do MHEG-6)

91

DAVIC

- Resource Notification API
 - Registro de interesse e notificação sobre determinados recursos
- Tuning API
 - Sintoniza os diferentes fluxos de transporte MPEG-2
- MPEG Component API
 - Acesso básico ao fluxo de transporte MPEG-2-TS
- MPEG-2 Service Information API
 - Acesso informações de serviços (DVB-SI) presentes em fluxos MPEG-2
- MPEG-2 Section Filter API
 - Acesso dados mantidos em seções privadas MPEG-2
- Conditional Access API
 - Sistema de controle de acesso
- DSM-CC User-to-Network API
 - Controle das sessões DSM-CC.

Introdução à Televisão Digital Interativa: Arquitetura, Protocolos, Padrões e Políticas, Copyright © 2004 by Jorge, Guido e Gleidson.

92

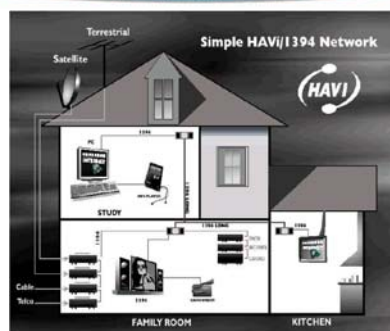
HAVi (Home Audio/Video Interoperability)

- HAVi é uma iniciativa das oito maiores companhias de produtos eletrônicos que especifica um padrão para **interconexão e interoperação de dispositivos de áudio e vídeo digital**
- A especificação (HAVi, 2001) permite que os dispositivos de áudio e vídeo da rede possam interagir entre si, como também define mecanismos que permitem que as **funcionalidades de um dispositivo possam ser remotamente usadas e controladas** a partir de outro dispositivo
- Independente de plataforma e linguagem de programação
- Utilizado também para definir formato de botões na interface com o usuário

Apresentação Luis Eduardo – Lavid – Fórum de TV Digital – Manaus, 2006

93

Rede HAVi



94

Visão geral HAVi

- Padrão para interconexão e interoperação de dispositivos de áudio e vídeo digital
- Cenário de Uso
 - O STB pode ser conectado em uma rede HAVi, podendo compartilhar seus recursos com outros dispositivos e usar os recursos de outros dispositivos para compor aplicações mais sofisticadas.
 - Um STB pode gerar um menu completo que permite ao usuário acessar funcionalidades de qualquer dispositivo ou uma combinação de dispositivos HAVi, usando somente o controle remoto da televisão e apresentando o sistema de forma consistente para o usuário, como programar o aparelho de vídeo cassete a partir das informações obtidas do guia de programação eletrônico (EPG – Electronic Program Guide).

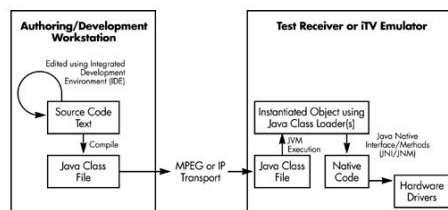
Introdução à Televisão Digital Interativa: Arquitetura, Protocolos, Padrões e Políticas, Copyright © 2004 by Jorge, Guido e Gleidson.

95

Java

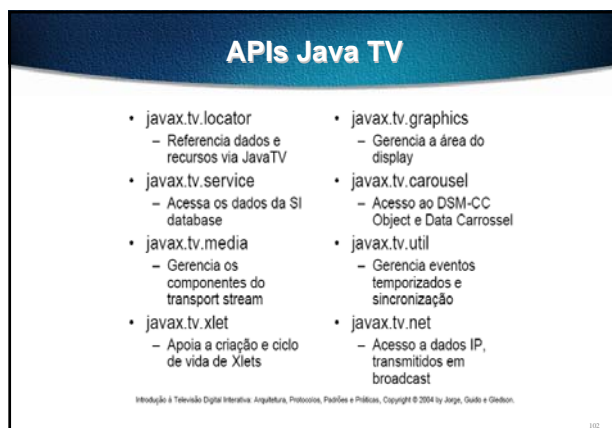
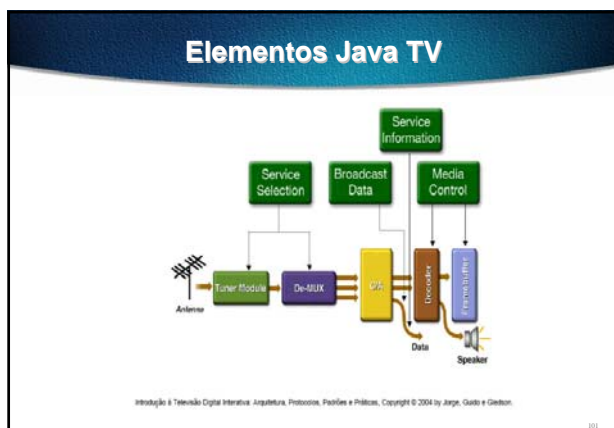
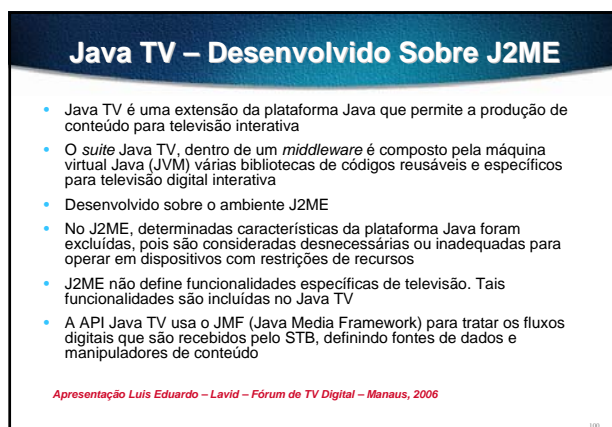
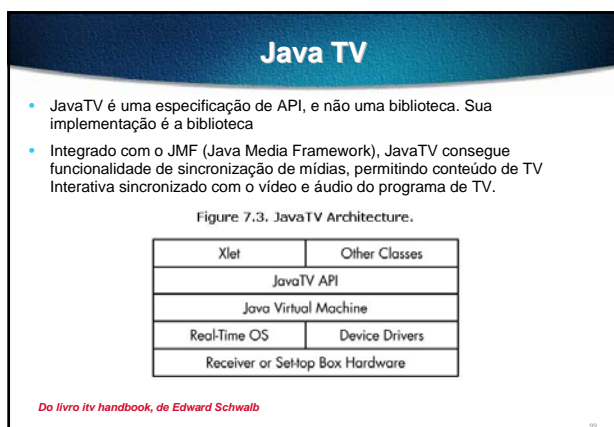
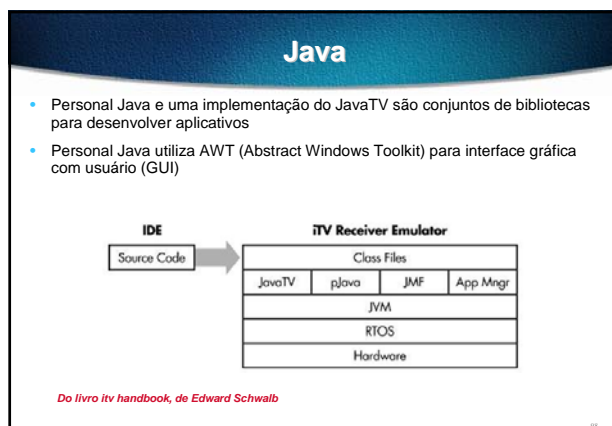
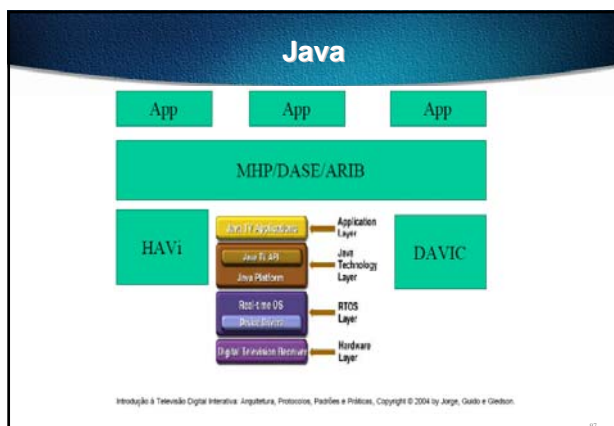
Do livro itv handbook, de Edward Schwalb

Figure 7.1. The iTV Java programming model.



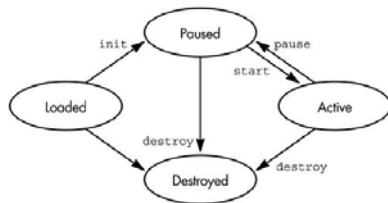
Código JVM pequeno – aprox. 30kbytes+libraries+suporte threads => 120kBytes
Código aplicação Java – aprox. 100kBytes

96



Ciclo de vida dos Xlets

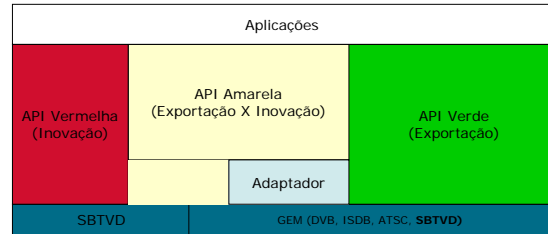
Figure 7.5. Xlet life-cycle states and transitions.



Do livro *itv handbook*, de Edward Schwalb

103

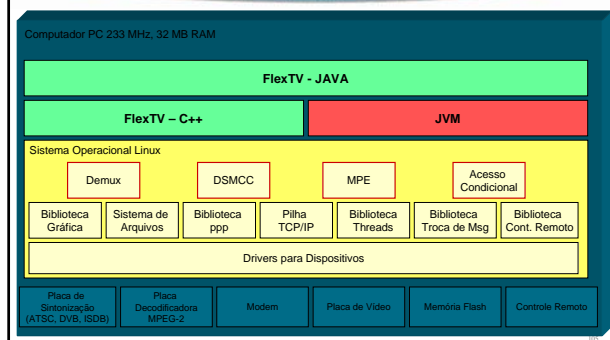
Estratégia Brasileira Proposta



Fonte: apresentação Guido Lemos, no painel de TV Digital – SBRC, 2006

104

Simulação do Terminal de Acesso (*Lavid)



105

Obrigado...

Perguntas?

Valter Roesler: roesler@inf.ufrgs.br

106