

**João Carlos
Damasceno Lima**

Doutor em Engenharia e Gestão do Conhecimento pela UFSC. Professor na área de Ciência da Computação da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil.
Email: <http://www.inf.ufsm.br/~caio>. Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8369217264362638>

**Mario Antonio
Ribeiro Dantas**

Doutor do Departamento de Informática e Estatística (INE) da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil.
Email: <http://www.inf.ufsc.br/~mario>. Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2900995280822495>

Kamil Giglio

Doutorando do programa de pós-graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento pela Universidade Federal de Santa Catarina.
Email: kamilgiglio@gmail.com. Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8623158034054764>

Uma abordagem sistêmica sobre os padrões de TV digital

A systemic approach on the standard digital TV

Un abordaje sistémico sobre los modelos de TV digital

RESUMO

Este artigo mostra uma visão sistêmica dos sistemas de TV digital no mundo, com o objetivo de aumentar o nível de compreensão dos processos envolvidos em qualquer grande projeto que pretenda explorar as oportunidades oferecidas no presente momento. Para melhor entender esse processo são contextualizados alguns fatores que influenciaram o surgimento desse meio de comunicação, assim como os diferentes sistemas televisivos existentes. Por fim, por meio de pesquisas bibliográficas aplicadas, foram selecionados os diferentes padrões de TV digital existentes no mundo e buscou-se ressaltar as diferenças tecnológicas existentes entre eles, isto é, do sistema e de seus subsistemas.

Palavras-chave: Abordagem sistêmica. TV digital. Padrões de TV digital. WebTV; IPTV.

ABSTRACT

This paper shows a systematic view of digital TV systems in the world, with the goal of increasing the level of understanding of the processes involved in any large project that intends to explore the opportunities at present. To better understand these processes are showed the context of some factors that influenced the emergence of the medium as well as the different existing television systems. Finally, through applied research literature, we selected the different patterns of existing digital TV in the world and we sought to highlight the existing technological differences between them, ie, the system and its subsystems.

Keywords: Addressing systemic. Digital TV. Standards for digital TV. WebTV; IPTV.

RESUMEN

Este artículo muestra una visión sistémica de los sistemas de TV digital en el mundo, con el objetivo de aumentar el nivel de entendimiento de los procesos involucrados en todos grandes proyectos que pretendan explorar las oportunidades ofrecidas en el presente momento. Para comprender este proceso, son contextualizados algunos de los factores que influenciaran en el surgimiento de ese medio de comunicación, así como los diferentes sistemas televisivos existentes. Por fin, por medio de investigaciones bibliográficas y aplicadas fueron seleccionados los principales modelos de TV digital existentes en el mundo y se intentó resaltar las diferencias tecnológicas existentes entre ellos, esto es, del sistema y de sus subsistemas.

Palabras clave: Abordaje sistémico. TV digital. Modelos de TV digital. WebTV; IPTV.

Submissão: 22/10/2012

Decisão editorial: 18/11/2013

1. Introdução

A sociedade do conhecimento (NONAKA; TAKEUCHI, 2003) surge em um contexto no qual a tecnologia de informação e comunicação (TIC) deixa de ser utilizada apenas pelos técnicos e passa a ser compartilhada entre as pessoas e instituições que formam a sociedade. Essa tecnologia viabiliza o computador pessoal interconectado em rede e com isso transforma o cotidiano das pessoas, as formas de relacionamento, causando um grande impacto na sociedade.

Contudo, até o surgimento das TIC e a expansão dos dispositivos móveis "inteligentes", a televisão, como tecnologia e agente social, desempenhava soberanamente o papel de principal mídia. Sabe-se que as organizações que dominam a produção e geração televisiva cumprem importante função política e social, e tem como um dos principais ativos a capacidade de retenção da atenção das pessoas e de formar opinião. Entretanto, com o advento da web, plena de serviços e possibilidades, há uma diluição da concentração de poder desenvolvida pela televisão.

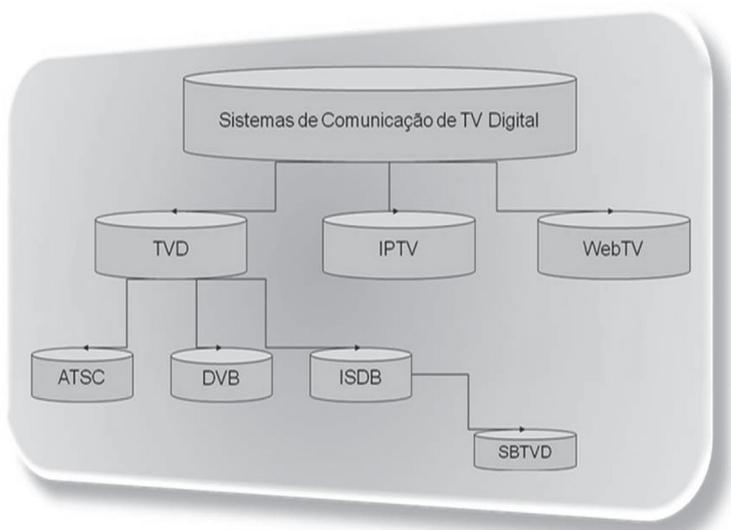
É nesse contexto sociotecnológico que surge a TV digital (TVD). Sob determinado ponto de vista, ela pode ser entendida como uma convergência tecnológica que apresenta um sistema que incorpora à televisão mais qualidade de imagem e áudio,

flexibilidade e interatividade (ZUFFO, 2003; BECKER; MONTEZ, 2005), bem como integração com outros dispositivos (*smartphones, tablets, etc.*) de acesso. Por outro, pode ser vista como uma reação com o objetivo de recuperar ativos perdidos para o concorrente computador que incorporou, nas últimas décadas, recursos hipermídia, passando a ocupar um espaço de entretenimento e informação que, outrora, era exclusivo das organizações ligadas à televisão. Como exemplo dessa visão, pode-se citar o advento das *smartTVs*, que buscam reunir num só dispositivo funções até então características e exclusivas de outros meios.

Há ainda um aspecto associado à concepção dos estados, que considera a TV digital como elemento de transformação social e inclusão digital. Este, por sua vez, poderá ou deverá estar em consonância com o ideal expresso na declaração de princípios da *World Summit on the Information Society* (2005): "Sociedade centrada nas pessoas, inclusiva, orientada para o desenvolvimento na qual cada um possa criar, acessar, utilizar e compartilhar informações e conhecimento, permitindo que pessoas, comunidades e povos possam alcançar o seu potencial pleno".

Porém, cabe destacar que independentemente do ponto de vista adotado, é importante que se desenvolva uma visão sistêmica da TVD para aumentar o nível de compreensão dos processos que serão envolvidos, como em qualquer grande projeto que pretenda explorar as oportunidades oferecidas no presente momento. A Figura 1 busca demonstrar como está estabelecido o sistema.

Figura 1: Visão sistêmica da TV digital



Fonte: Elaborado pelos autores, 2010.

Nesse sentido, Bertalanffy (1975) em seu livro explica que a teoria geral dos sistemas pode ser definida como um conjunto de partes combinadas, interdependentes, que formam um objeto complexo e único, além de possuir um objetivo determinado. Complementa-se ainda afirmando que um modelo genérico de sistema apresenta uma sequência de funcionamento e estabelece um relacionamento com o meio externo.

Esta visão converge com o propósito da TV digital, ou seja, pois, há uma entrada, que capta do ambiente o necessário para o seu perfeito funcionamento, uma saída, que devolve ao ambiente o resultado do processo, uma fase de processamento, na qual se transforma a matéria-prima desejada em produto ou serviço, uma etapa de armazenamento e finalmente uma etapa de retorno, que indica o nível do resultado obtido.

Desse modo, o enfoque sistêmico deverá abordar as dimensões socioeconômica, tecnológica e político-regulatória. Na dimensão socioeconômica, é preciso considerar aspectos macroeconômicos, sociais, educacionais, culturais, de capacitação técnica e indústrias; na tecnológica, a identificação das tecnologias e os modelos de serviços a serem oferecidos e desenvolvidos no Brasil ou em parcerias internacionais com outros países; e na político-regulatória, devem-se contemplar os aspectos relacionados à definição e gestão das diretrizes políticas, leis e regulamentação de leis que interferem na dinâmica do processo de implantação da televisão. Todos os elementos das três dimensões estão relacionados entre si, determinando que a TVD seja uma nova plataforma de comunicação, cujos impactos na sociedade ainda não estão completamente claros.

Independentemente do padrão de TV digital adotado e das políticas que o envolvem, esses modelos já são uma realidade e agregam a possibilidade de oferecer multisserviços, multiprogramação com compartilhamento de infraestrutura, interatividade local e/ou plena, canal de retorno, mobilidade/portabilidade (acesso e interação por dispositivos móveis) e, possivelmente, um necessário conjunto de reformas na legislação e na regulamentação atual.

2. Sistemas de televisão

O atual modelo de televisão analógico está segmentado em uma disputa de mercado enraizado em fatores culturais; com base na indústria local, os padrões PAL, PAL-M, NTSC e SECAM estabeleceram-se em seus mercados, com vantagens e desvantagens que permanecem até hoje. No limiar do século XXI, um novo embate se estabelece com a digitalização

do sinal de TV. Nesse contexto, as perspectivas digitais refletem conflitos presentes na origem do meio. A definição de padrões pelos governos dos países, pesquisas de formatos incompatíveis e jogos de mercado não são práticas do século XXI, mas do DNA televisivo (PASE, 2008).

Atualmente, conforme é possível observar no Quadro 1, o sistema televisivo brasileiro possui uma diversidade de padrões que competem e interagem de acordo com os modelos de mercados estabelecidos pela Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL).

Desse modo, o padrão brasileiro de TVD possibilita que as atuais emissoras de televisão mantenham sua estrutura de mercado, abrangência continental e controle da programação que será transmitida.

Cabe ressaltar que as principais diferenças entre os vídeos colocados no YouTube (exemplo de WebTV) e os filmes acessados via IPTV são a qualidade e o modelo de negócios. Assim, o objetivo da IPTV é conseguir transmitir imagens de alta definição e explorar o mercado de TV por assinatura – com recursos como pausa, avanço e retrocesso, legendas, possibilidade de gravação, entre outros. O maior entrave, contudo, está em construir uma infraestrutura de rede baseada em banda larga dedicada (no mínimo 1,5 Mbps) para esse serviço.

2.1. Padrões de TV digital

O padrão de modulação e compressão na TVD é utilizado para enviar áudio, vídeo e dados aos aparelhos compatíveis tecnologicamente. Esses mecanismos proporcionam uma transmissão e recepção com maior quantidade de conteúdo para um mesmo canal-frequência, disponibilizando ao receptor melhor definição de imagem e som.

Quadro 1: Os sistemas de teledifusão no Brasil

Padrão	Meio de transmissão	Interatividade	Qualidade de vídeo
Analogico convencional	Ondas de rádio	Canal unidirecional, o dispositivo (o equipamento de televisão) somente recebe sinais	Resolução normal
TV a cabo analógico	Cabo	Restrita a linha discada	Resolução normal, sem interferência
TV a cabo digital	Cabo – padrão DVB-C	Restrita a linha discada	Resolução normal, sem interferência
TV via satélite	Micro-ondas – padrão DVB-S	É limitada, pois o canal é bidirecional. Porém o envio de dados é feito por meio de linha discada	Resolução normal, sem interferência
TV digital (TVD)	Ondas de rádio	É limitada, a linha de envio pode ser IP, mas a estrutura não é preparada para constante comunicação com a fornecedora do serviço	Alta definição, com interferências
IPTV (Internet Protocol Television)	Qualquer (aéreo ou cabo) depende do canal de comunicação	Considerando que o canal de comunicação permite o envio de dados em alta velocidade, há a possibilidade de utilização de serviços interativos	Alta definição e com pouco controle sobre a qualidade
WebTV	Qualquer (aéreo ou cabo) depende do canal de comunicação	Considerando que o canal de comunicação permite o envio de dados em alta velocidade, há a possibilidade de utilização de serviços interativos	Baixa definição e sem controle sobre a qualidade

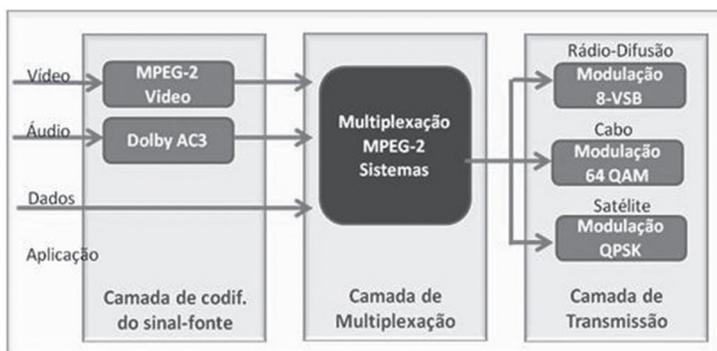
Fonte: Elaborado pelos autores, 2010.

Dentre todos os componentes-padrões da TVD, o *middleware* – responsável por prover a interatividade – é um dos principais e provavelmente o mais divergente quando se considera esse aspecto, devido ao fato de apresentar uma gama de modelos disponíveis. Para obter essa interatividade são necessárias várias características e funcionalidades do ambiente web, tais como representação gráfica, navegação, identificação de usuário e outras.

2.1.1. Padrão norte-americano

O ATSC (*Advanced Television System Comitee*) é uma tecnologia digital desenvolvida nos Estados Unidos a partir de 1987 por um grupo de 58 indústrias de equipamentos eletroeletrônicos e adotado pela FCC (*Federal Communications Commission*) desde 1998¹. Além dos EUA, ele também já foi adotado por outros países (Canadá, Taiwan e Coreia do Sul). A Figura 2 apresenta o diagrama em blocos do padrão.

Figura 2: Sistema ATSC



Fonte: Paes; Antoniazzi, 2005.

¹ ATSC. Disponível em: <<http://www.atsc.org>>. Acesso em: 11 jul. 2008.

O padrão ATSC-T (ATSC – Terrestre) foi pensado para operar com conteúdo audiovisual em alta definição (HDTV), porém restringe a capacidade de transmissão a um só programa por canal. Em sua versão atual, ele não permite aplicações móveis e portáteis, devido a um conjunto de características, tais como a modulação, o entrelaçamento temporal e a inflexibilidade na configuração dos parâmetros de transmissão, que causam uma baixa imunidade ao multipercursor, afetando a recepção em campo (*outdoor*) e interiores (*indoor*).

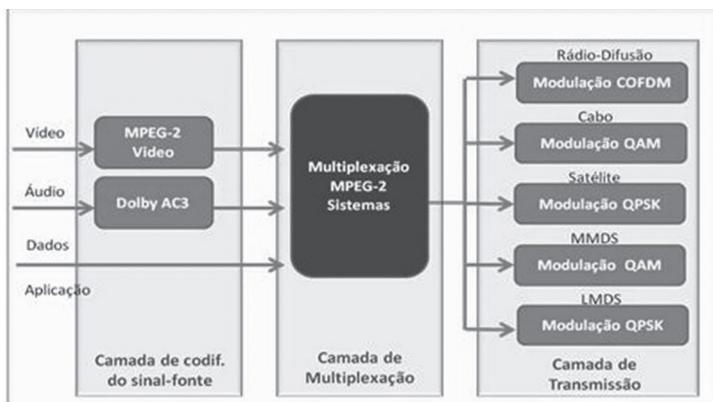
Utiliza o MPEG-2 como padrão para a codificação do sinal de vídeo e multiplexação de fluxos elementares, e o Dolby AC-3 para a codificação de áudio. Um sistema de modulação conhecido como 8-VSB é usado para a camada de transporte, no caso da radiodifusão terrestre, e ocupa uma largura de banda que varia de 6 a 8 MHz.

O *middleware* utilizado é o DASE (*DTV Application Software Environment*) que, de modo similar ao MHP (DVB Europeu), adota o JAVA como mecanismo para facilitar a execução de aplicações interativas e linguagens declarativas, tais como o JavaScript e o HTML.

2.1.2 Padrão europeu

O DVB (*Digital Video Broadcasting*) foi desenvolvido por um consórcio europeu, iniciado em 1993 e atualmente adotado por mais de 35 países. Esse padrão admite uma gama variada de modos de transmissão, e os mais conhecidos são DVB-T (radiodifusão), DVB-C (difusão por cabo), DVB-S (difusão por satélite) e DVB-MHP (padrão de *middleware*). Apresentam resoluções que variam de 240 a 1.080 linhas, segundo especificação de cada meio difusor. A Figura 3 ilustra como está composto o padrão.

Figura 3: Sistema DVB



Fonte: Paes; Antoniazzi, 2005.

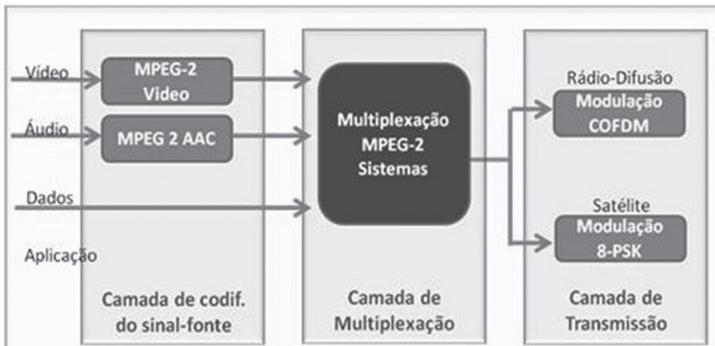
Dentro do padrão, o conteúdo audiovisual pode ser visto em três diferentes configurações de qualidade de imagem: o HDTV (1.080 linhas), o EDTV (480 linhas) e o SDTV (480 linhas). As duas últimas configurações permitem a transmissão simultânea de quatro programas por canal, em média. É utilizado como padrão para codificação do sinal de áudio e vídeo e para a camada de multiplexação o MPEG-2.

O DVB utiliza pilotos espalhados (*scattered-pilots*) para estimação e sincronização de canais. Outra importante característica, devido ao tipo de modulação utilizada, é a possibilidade de construção de redes de frequência única (*Single Frequency Network – SFN*) com antenas transmissoras de pequena potência, operando no mesmo canal, sincronizadas pelos relógios dos transmissores por meio de um satélite e com a distribuição da programação entre as transmissoras utilizando qualquer tecnologia (ATM, SDH ou mesmo PDH).

2.1.3 Padrão japonês

O ISDB (*Integrated Services Digital Broadcasting*)² foi desenvolvido no Japão pelo consórcio DIBEG (*Digital Broadcasting Experts Group*), com o suporte da emissora NHK. É apontado por pesquisadores como o padrão mais flexível por apresentar melhores respostas às necessidades de mobilidade e portabilidade. Baseado no sistema de transmissão europeu, difere-se por permitir a convivência da televisão de alta definição com a recepção móvel. A Figura 4 ilustra a composição do padrão.

Figura 4: Sistema ISDB



Fonte: Paes; Antoniazzi, 2005.

Também utiliza o padrão MPEG-2 para a codificação de vídeo e para a camada de multiplexação. Para a codificação de áudio, o padrão adotado é a variante MPEG-2 AAC (*Advanced Audio Coding*).

Em suma, pode-se dizer que o sistema ISDB-T é uma evolução do sistema DVB-T, que inclui algumas implantações a mais, como um “*Interleaver*” temporal para melhorar o desempenho na presença de interfe-

² ISDB. Disponível em: <<http://www.dibeg.org/>>. Acesso em: 11 jun. 2008.

rências concentradas, tais como o ruído impulsivo, a banda de RF de 6MHz, subdividida em 13 segmentos independentes, com a possibilidade de serem enviadas três programações diferentes ao mesmo tempo (por exemplo, uma em QPSK, outra em 16QAM e outra em 64QAM). O modo 4K (mais adequado para uma programação combinando recepção fixa/móvel/portátil) e o método de modulação DQPSK "*Differential Quaternary Phase Shift Keying*", além do segmento *one-seg* que permite transmissões para dispositivos móveis, são outros avanços de destaque alcançados pela norma japonesa.

2.1.4 Padrão brasileiro

O SBTVD (Sistema Brasileiro de Televisão Digital) foi instituído pelo Decreto Presidencial nº 4.901, de 26 de novembro de 2003. Em 2006, o governo anunciou a preferência pelo padrão japonês, justificada pela capacidade do sistema em proporcionar alta definição e interatividade, tanto para terminais fixos como móveis, permitindo que o público assista TV em celulares, por exemplo.

Muitas discussões acontecem desde então e alguns pesquisadores acreditam que o governo brasileiro não optou somente por uma transição tecnológica, pois o decreto defende a inclusão social e digital, a diversidade cultural do País e visa à democratização da informação. Porém, especialistas contrários a essa adoção acreditam que a escolha do modelo foi uma decisão política e não voltou-se ao melhor padrão.

Discussões à parte, o SBTVD é um padrão de transmissão desenvolvido no Brasil e tem como base o sistema terrestre japonês ISDB, acrescentado de tecnologias desenvolvidas por pesquisas de universidades

brasileiras. Algumas modificações foram feitas, como a adoção do padrão para a codificação de vídeo H.264, também chamado MPEG-4, e do padrão de áudio HE-AAC v2, também conhecido como AAC+. Os padrões de codificação de vídeo e áudio utilizados nas transmissões móveis são semelhantes aos utilizados no sistema japonês, o H.264 *Baseline Profile* para o vídeo e AAC-LC (*low complexity*) para o áudio.

As transmissões do novo padrão iniciaram-se em dezembro de 2007 e a princípio, por meio do *middleware* Ginga, que ainda não foi totalmente implementado, serão disponibilizados os serviços interativos e aplicações. Devido a esse fato, os conversores (*set-top box*) produzidos neste primeiro momento deverão ser atualizados assim que versões mais atualizadas do *middleware* cheguem ao mercado.

2.1.5 Internet Protocol Television (IPTV & WebTV)

O sistema de IPTV consiste em uma TV por protocolo IP, ou seja, oferece uma programação de TV por meio da Internet, criando uma interação entre televisão, vídeo e Internet. Atualmente, existem dois padrões que utilizam essa tecnologia para disseminar conteúdo televisivo, que se diferenciam basicamente pelo modelo de negócios adotado e seus respectivos *players* comerciais.

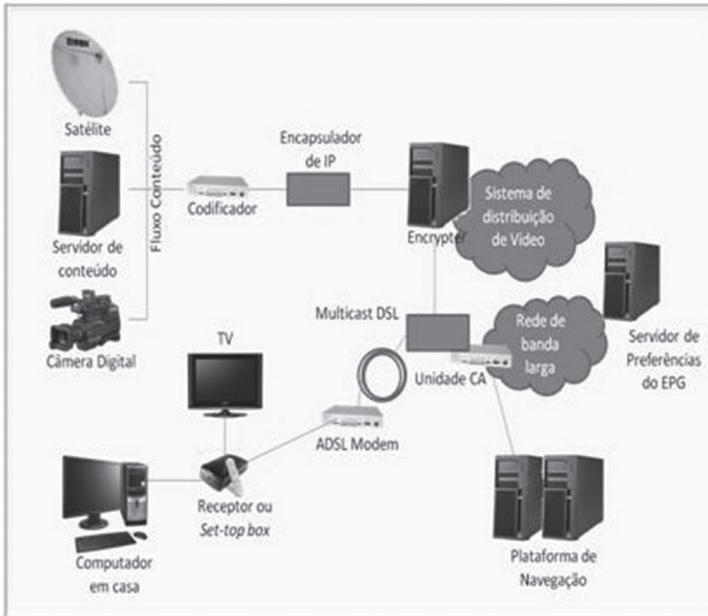
O padrão WebTV é uma forma de transmissão televisiva pela web, em que o sinal é captado e digitalizado por softwares que enviam para um servidor de *streaming* (fluxo contínuo) e em seguida para uma página na Internet. Por utilizar-se da estrutura de hardware e software do computador, dispensa a necessidade de um *set-top box*. Em suma, basta ter um computador conectado à Internet para ter acesso à programação. A disposição do conteúdo, por sua vez, pode ser linear (ao vivo por *streaming*/fluxo contínuo) ou sob demanda, por intermédio de

um repositório no qual é realizado o download. Nesse modelo, qualquer pessoa com a infraestrutura mínima exigida pode produzir conteúdo e disseminá-lo pelo sistema. Entretanto, não há garantia de qualidade de entrega e tampouco sobre a qualidade da resolução de imagem, podendo variar de acordo com o canal, pois há uma dependência da infraestrutura tecnológica do produtor.

Já o padrão IPTV faz referência aos grupos de telefonia, que adotaram o termo como estratégia de marketing, e cunhou seu modelo de negócios na oferta do *4Play* (telefonia fixa, banda larga, telefonia móvel e TV por assinatura), permitindo que essas operadoras fidelizem a sua já existente base de assinantes de Internet banda larga e ampliem o seu mercado para novos assinantes, com a oferta de novos produtos/serviços. Esse padrão depende de uma conexão banda larga e permite a entrega de áudio e vídeo com padrão de qualidade (QoS), utilizando para isso um conversor ou *set-top box* para captar o sinal do difusor (que pode ser feita pelo satélite também), transmitido ao computador, à televisão ou até mesmo a dispositivos móveis, como celulares, por exemplo. A Figura 5 demonstra como está disposta a infraestrutura do padrão.

Por meio da tecnologia IP, agrega-se economia às operadoras de TV por assinatura, pois ela permite até o dobro do número de canais disponíveis normalmente em um cabo coaxial. Sua programação pode ser tanto linear quanto sob demanda, variando de acordo com o perfil desejado pelo usuário/cliente. A interoperabilidade da tecnologia IP com outros dispositivos de acesso, tais como *smartphones*, *tablets*, entre outros, também se apresenta como um diferencial competitivo em relação aos outros padrões apresentados no mercado, pois não depende de "periféricos" para realizar essa ação.

Figura 5: Sistema de distribuição da IPTV



Fonte: Giglio, 2010.

O serviço de IPTV utiliza-se das mesmas tecnologias (codificação – MPEG; multiplexação – MPEG; e modulação – COFDM, QUAM, etc.) dos padrões de TV digital, e muitos pesquisadores afirmam que é definitivamente a tendência para o futuro dos serviços de televisão. Isso porque o padrão adotado pelas operadoras de telefonia possui liquidez financeira incomparavelmente superior aos grupos de comunicação.

É possível observar, portanto os diferentes padrões que envolvem a digitalização da televisão. Entre a variedade de padrões e modelos derivantes, destacam-se a seguir, conforme Quadro 2, algumas das divergências e similaridades entre eles.

Quadro 2: Comparação entre padrões de TV digital

	Padrão norte-americano	Padrão europeu	Padrão japonês	Padrão brasileiro	IPTV	WebTV
Aplicações	EPG, t-GOV, t-COM, Internet, etc.	ESG, PVR, VOD, t-GOV, t-COM, Internet, etc.	E-GOV, EPG, Internet, E-COM, etc.			
Middleware	DASE	MHP/MHEG	ARIB	GINGA	Vários (não há padronização)	Sistema operacional do computador
Compressão de áudio	Dolby AC-3	MPEG-2 ACC	MPEG-2 AAC	MPEG-4 AAC 2.0 ou 5.1 canals	MPEG-2 ou MPEG-4 AAC	MPEG-2 ou MPEG-4
Compressão de vídeo	MPEG-2	MPEG-2	MPEG-2	MPEG-4	MPEG-4	MPEG-2 ou MPEG-4
Transporte	MPEG-2	MPEG-2	MPEG-2	MPEG-2	MPEG-2	MPEG-2
Modulação	8-VSB, QUAM, QPSK	COFDM, QUAM, QPSK	COFDM, 8-PSK	COFDM, 8-PSK	8-VSB, COFDM, QAM, PSK, QPSK	8-VSB, COFDM, QAM, PSK, QPSK

Fonte: Elaborado pelos autores.

Constata-se, ao observar o quadro acima, que muitas das funções necessárias para o funcionamento técnico do sistema empregam, em sua maioria, as mesmas tecnologias, como por exemplo, as do consórcio MPEG. Ao mesmo tempo em que se destacam também as divergências relativas à camada de *middleware*.

3. Análise dos padrões de TVD na perspectiva da Teoria Geral dos Sistemas

O enfoque sistêmico adotado neste trabalho aborda três dimensões para a TVD: socioeconômica, tecnológica e político-regulatória. Na dimensão socioeconômica, o foco está sobre as áreas:

I) Educacional – como os padrões de TVD podem facilitar e flexibilizar os mecanismos de disseminação de conhecimento e interatividade para as comunidades que ficam distantes, uma realidade brasileira;

II) Cultural – como os padrões de TVD podem auxiliar na inserção das culturas locais na global sociedade do conhecimento; esse enfoque objetiva tornar os usuários produtores culturais, aumentando a interatividade na sociedade; e

III) Indústria – com que facilidade esses equipamentos dos padrões de TVD podem ser produzidos e quais as escalas de produções que os tornam atrativos.

Cabe destacar que o conceito de interatividade empregado na TV digital, tido por muitos como principal elemento do sistema, classifica-se em três níveis, de ordem crescente (REISMAN, 2002):

Nível 1 - Reativo: com opções e realimentações operacionalizadas pelo programa, com pouco controle sobre a estrutura do conteúdo por parte do usuário;

Nível 2 - Coativo: possibilita o usuário controlar a sequência, o ritmo e o estilo;

Nível 3 - Proativo: o usuário pode classificar a interatividade em alta ou baixa.

Feita esta ressalva, o Quadro 3 demonstra, sucinta e sistematicamente, as principais características que englobam os conceitos socioeconômicos (educacional, cultural e da indústria) acima citados.

Quadro 3: Comparação socioeconômica da TV digital

	IPTV	TVD	WEBTV
Meio de difusão	Tecnologias de acesso à Internet	Satélite, cabo ou ondas de rádio	Tecnologias de acesso à Internet
Abrangência/ audiência	Classes A e B, em grandes centros urbanos, clientes de TV por assinatura, com perfil para conteúdos estrangeiros	Atende a todas as classes, em quase todas as regiões, com perfil para programas de auditório e telenovelas	Classes A, B e C, em grandes e médios centros urbanos, com perfil para conteúdos da televisão tradicional e produzidos pelos próprios usuários
Interatividade	Nível 3	Nível 1, Nível 2 e Nível 3	Nível 3
Conteúdo	Produção de grandes estúdios de outros países. Serviços personalizados e interativos de rádio difusores e telecomunicadores	Predomina produção nacional. Serviços de radiodifusores para massa. Interatividade varia de acordo com o receptor/ canal de retorno	Mescla produções de todo o mundo. Serviços personalizados e interativos de provedores de conteúdo da web e de radiodifusores

Fonte: Giglio, 2010.

Os meios de difusão empregados na TV digital são essenciais em todo o processo, pois determinam a abrangência/audiência que o padrão irá alcançar, o número de canais, o nível de interatividade (varia de acordo com o meio difusor) e consequentemente o conteúdo veiculado na televisão. O Quadro 4 apresenta as principais vantagens e limites dos

diferentes métodos utilizados para difusão do sinal digital de televisão.

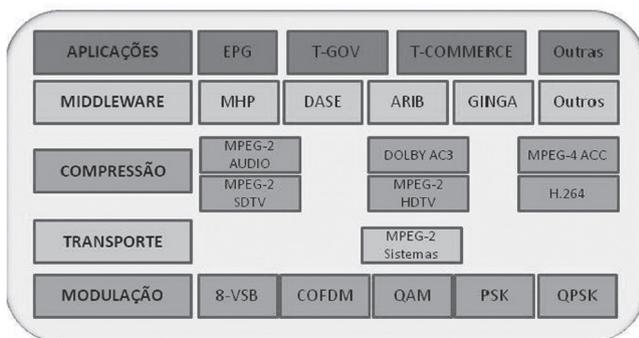
Quadro 4: Vantagens e limites dos diferentes métodos utilizados para difusão

	Satélite	Terrestre	Cabo	ADSL	MMDS
Número de Canais Digitais	Mais de 200 canais	20-30 canais	100 canais, mas pode chegar a mais de 400 com cabos apropriados	Todo sinal recebido sob demanda, sem limite no número de canais	Cerca de 60 canais
Infraestrutura de Transmissão	Infraestrutura relativamente barata	Infraestrutura barata	Infraestrutura cara, necessidade de cabo.	Infraestrutura já existente, mas o sinal de retorno requer investimento adicional	Infraestrutura barata

Fonte: Adaptado de Pagani, 2003.

Na dimensão tecnológica enfatizam-se: modulação, transporte, compressão, *middleware*, aplicações e canal de retorno. Destarte, a TV digital pode ser compreendida pela mudança estrutural e pelo uso de tecnologias que tornam possíveis a convergência entre meios e a oferta de novos serviços. A Figura 6 apresenta a constituição das arquiteturas básicas dos modelos de TV digital, dividida em camadas.

Figura 6: Arquitetura dos modelos de TV Digital dividida em camadas



Fonte: Adaptado de Becker; Montez, 2005.

A seguir são apresentados os principais padrões tecnológicos utilizados para envio, transporte e recepção do conteúdo, conforme Quadro 5.

Quadro 5: Comparação tecnológica da TV digital

	IPTV	TVD-T	WEBTV
Arquitetura de Hardware	Modulação (8-VSB, COFDM, QAM, PSK, QPSK)	Modulação (8-VSB, COFDM, QAM, PSK, QPSK)	Modulação (8-VSB, COFDM, QAM, PSK, QPSK)
	Transporte (MPEG-2 TS)	Transporte (MPEG-2 TS)	Transporte (MPEG-2 TS)
	Compressão (MPEG-2 e MPEG-4)	Compressão (MPEG-2, MPEG-4 e Dolby AC3)	Compressão (MPEG-2 e MPEG-4)
	Middleware (Diversos – não há padronização e varia de acordo com o receptor)	Middleware (MHP, ARIB, DASE, GINGA, etc)	Middleware (Sistema operacional instalado no computador)
	Aplicações (ESG, PVR, T-Com, VoD, etc)	Aplicações (Variam de acordo com o canal de retorno)	Aplicações (EPG, indicação de velocidade de banda, etc)
	Canal de retorno ininterrupto (ADSL, cabo, satélite)	Pode ou não haver canal de retorno (três níveis de interatividade)	Canal de retorno ininterrupto (ADSL, cabo, satélite)

Fonte: Giglio, 2010.

Na dimensão político-regulatória, apresenta-se a gestão das diretrizes políticas, cujo marco regulatório brasileiro faz uma distinção entre os serviços de radiodifusão e os de telecomunicações, regidos pelo Código Brasileiro de Telecomunicações e pela Lei Geral das Telecomunicações. Essa legislação é fundamental

na definição da faixa de frequência (gestão do espectro), pois influencia diretamente a banda que será disponibilizada às operadoras de TV para transmissão de sua programação.

Nos últimos anos, importantes discussões têm sido traçadas nesse cenário, principalmente sobre a faixa de 700 MHz destinada atualmente às companhias radiodifusoras. A Anatel tem demonstrado interesse em destinar uma fatia dessa frequência ao serviço móvel (implantação do 4G), assim como também a de 3,5 GHz. As ações da agência reguladora denotam ganhos para o setor de telefonia, como por exemplo no caso da frequência de 2,5 GHz em que se optou por destinar o espaço para o serviço móvel de telefonia em detrimento da oferta de serviços de TV por assinatura via MMDS.

O atual modelo de TV analógica, aberta e gratuita se sustenta sobre a venda de espaços publicitários e está presente em mais de 90% do País (IBGE, 2008). Contudo, cabe destacar que toda a estrutura do atual modelo foi construída por investimentos privados; por conseguinte, o modelo de outorga dos radiodifusores privilegia essas empresas, já que elas possuem 6 MHz de banda, o que por meio da tecnologia digital possibilita a transmissão de até quatro canais (em formato SDTV) no mesmo espectro de frequência utilizado para transmitir um canal analógico. Adicionalmente, a TV digital possibilita que novos serviços possam ser suportados, tais como (ZUFFO, 2003; BECKER; MONTEZ, 2005): I) multiprogramação; II) interatividade; III) transmissão de sinal em alta definição; IV) mobilidade / portabilidade; e V) ambiente multiserviço (radiodifusão de sons e imagens e serviços de telecomunicações).

Como resultado desse processo, as empresas de telecomunicações defendem uma nova regulamentação no regime de outorga, possibilitando-lhes também o fornecimento de serviços de radiodifusão de som e imagem e equiparando-se, portanto, em igualdade de condições, a seus concorrentes que migraram da TV analógica aberta para um novo mercado de telecomunicação.

Em suma, todo o marco regulatório brasileiro é baseado no regime de concessão de outorgas, regulamentados inicialmente pela Constituição Federal de 1988, mas que podem ser alterados pela União. Logo, a gestão das diretrizes políticas pode ser realizada sem muitos problemas pela União, porém os interesses, como demonstrado anteriormente, são complexos e tendem a seguir as especulações e repercussões financeiras.

Considerações finais

O processo para determinação do padrão de TV digital adotado pelo Brasil começou por um amplo debate acadêmico que envolveu toda a comunidade científica brasileira, de diversas áreas de pesquisa e geração de conteúdo digital. Mediante a redução de prazos e novas funcionalidades, caminhou-se para a adoção do padrão japonês. Especula-se que esta foi uma solução política influenciada por aspectos econômicos não divulgados.

A escolha do padrão ISDB-TB foi motivada pela possibilidade de se utilizarem dispositivos móveis para receber os sinais de TV digital sem a necessidade de contratar serviços adicionais com as operadoras de telefonia celular. Entretanto, como o processo de troca e venda de aparelhos celulares é subsidiado

pelas operadoras, são disponibilizados poucos modelos desse tipo de aparelho no mercado, uma vez que não auferem lucro diretamente, o que termina por estabelecer uma nova queda de braço entre governo e operadoras de telefonia.

Cabe destacar que o padrão europeu DVB é o escolhido pela maioria dos países do mundo, bem como é o adotado pelas operadoras de TV a cabo (NET) e TV via satélite (SKY) que atuam no Brasil. A sua operacionalidade, a ampla gama de fornecedores e a pluralidade do fórum que o coordena permitem atualização constante e baixo custo em relação a equipamentos, softwares e *royalties*.

Já o padrão IPTV adotado pelas operadoras de telefonia (homologação em trâmite no governo) oferece grandes benefícios se implantado em uma rede IMS (*IP Multimedia Subsystem*). Desse modo, quando um usuário estiver assistindo a um filme e necessitar se deslocar, poderá continuar assistindo no seu celular. Haverá também a possibilidade de receber mensagens e vídeos enviados ao celular na TV. Contudo, existirá o controle de programação e oferta de conteúdo pela operadora, como ocorre com o serviço *Netflix*, por exemplo.

Do ponto de vista da abordagem sistêmica, a TVD deve ser classificada por meio de uma taxonomia tridimensional que possa caracterizar os aspectos mais relevantes dessa nova mídia. Os aspectos escolhidos neste artigo abordam problemas de relativo interesse da sociedade brasileira, e as principais dimensões são: I. socioeconômica (interatividade, conteúdo, abrangência-audiência e meio de difusão); II. tecnológica (hardware e software); e III. político-regulatória (gestão das diretrizes políticas).

A dimensão socioeconômica possui áreas bem definidas (educação, cultura e indústria) que compartilham interesses (massificação e disseminação) e necessidades (interatividade e forma de distribuição). Essas características evidenciam que a distribuição de conteúdos via Internet transforma a educação, culturas locais/regionais, produtos e marcas em importantes bens do mundo globalizado.

A dimensão político-regulatória tornou-se a mais importante, já que por definição governamental os aspectos tecnológicos e socioeconômicos foram nivelados em um segundo plano. Desse modo, os acordos internacionais e os marcos regulatórios das operadoras de TV e telefonia concentraram a discussão e a regulamentação dos serviços na oferta de *combos*.

Outro elemento importante que cabe destacar neste artigo é sobre a interatividade e a liberdade de programação, que ocorrerão somente quando as redes de banda larga possuírem uma banda dedicada para serviços de WebTV. Dessa forma, os usuários poderão disponibilizar (distribuir) e acessar conteúdos digitais de modo universal, sem depender de operadoras, controles de programações e mecanismos de censura. Será possível também que esses conteúdos tenham um compartilhamento semelhante aos blogs e redes sociais da web, que possuem, por sua vez, uma interatividade direta com os produtores de conteúdos e assinaturas temáticas.

Enfim, a abordagem sistêmica do presente artigo baseia-se na universalização das escolhas socioeconômicas, técnicas e políticas sobre a TV digital e apresenta como principais variáveis de estado os meios de difusão feitos através de cabo, satélite, telefonia e/

ou terrestre, e a interatividade presentes nos sistemas de comunicação TVD, IPTV e WebTV.

Referências

ATSC. **Advanced Television Systems Committee**. Disponível em: <<http://www.atsc.org>>. Acesso em: 11 jul. 2008.

BECKER, V.; MONTEZ, V. **TV Digital Interativa**: Conceitos, desafios e perspectivas para o Brasil. 2. ed. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2005.

BERTALANFFY, L. V. **Teoria geral de sistemas**. 2. ed. Petrópolis: Vozes, 1975.

DVB. **Digital Video Broadcasting**. Disponível em: <<http://www.dvb.org>>. Acesso em: 9 jul. 2008.

IBGE. **Pnad 2008**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1517&>. Acesso em: 17 dez. 2009.

ISDB. ISDB-T - **Terrestrial Integrated Services Digital Broadcasting** (ISDB-T): *Specification of Channel Coding, Framing Structure and Modulation*, September 1999. Disponível em: <<http://www.dibeg.org/>>. Acesso em: 11 jun. 2008.

GIGLIO, K. **Análise Comparativa entre IPTV, TVD e WebTV com foco em Disseminação do Conhecimento**. 153 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Gestão do Conhecimento). Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento. Universidade Federal de Santa Catarina, 2010.

NONAKA, I. TAKEUCHI, H. **Criação do Conhecimento na Empresa**. São Paulo: Campus, 1997.

PAES, A. ANTONIAZZI, R. **Padrões de Middleware para TV Digital**. Disponível em: <http://www.cin.ufpe.br/~gds/TAI/GDS_CEMR-APLIC-03.pdf>. Acesso em: 11 jul. 2008.

PAGANI, M. **Multimedia and interactive digital TV: Managing the opportunities by digital convergence**. Hershey, EUA: IRM Press, 2003.

PASE, A. F. Uso do vídeo online como sintoma de alternativa para a TV na era digital. In: **Congresso Brasileiro de Ciências da Comuni-**

cação, 29, 2006, Brasília. Anais. São Paulo: Intercom, 2006. CD-ROM, Disponível em: <<http://hdl.handle.net/1904/20225>>. Acesso em: 2 ago. 2008.

REISMAN, R. **Rethinking Interactive TV - I want my Coactive TV**. Teleshuttle Corporation, 2002. Disponível em: <<http://www.teleshuttle.com/cotv/CoTVIntroWtPaper.htm>>. Acesso em: 15 out. 2008.

WORLD SUMMIT ON THE INFORMATION SOCIETY. **Declaração de Princípios de Genebra. Genebra**, 2003. Disponível em: <http://www.itu.int/wsis/documents/doc_multi.asp?lang=en&id=1161|1160>. Acesso em: 15 out. 2008.

ZUFFO, M. Caminhos da TV digital no Brasil. **Revista Politécnica**, n. 259, s.pag. mai. 2003. São Paulo.