

Sistema Brasileiro de Televisão Digital

Ministério das Comunicações

Título do documento

Recomendações para o Modelo de Referência do CI-SBTVD

Subtítulo:

Produto:

3 - RF Intrabanda

Tema:

Canal de Interatividade RF Intrabanda

Palavras-chave:

Recomendações; Canal; Referência; Interatividade; Modelo

Classificação do documento:

Evolução:

Arquivo:
RFP14_CI_Recomendações_Modelo_Referencia_v1.2.1.sxw
Data: 16/Dez/2005

Informações sobre a autoria

Convênio:

Convênio 01.05.0181.00 Ref 3450/04 em atendimento a carta convite MC/MCT/FINEP/FUNTTTEL-TV Digital - 14/2004

Consórcio:

CISBTVD

Entidades participantes do consórcio:

Executor: Unicamp
Co-executores: FITEC, UFRJ e IECOM

Intervenientes:

Samsung; Telefonica; Linear

Autoria:

Adailton José Santos Silva
Astrid M. Carneiro Heinisch
Douglas Roberto Vicente
José Antonio Mechaileh
Luís Geraldo Meloni



Informações da autoria

Nome (ordem alfabética)	Telefone	E-mail	Instituição
Adailton José Santos Silva	+55 19- 3756-6940	ajsilva@fitec.org.br	FITec
Astrid M. Carneiro Heinisch	+55 31 3263-4074	aheinisch@fitec.org.br	FITec
Douglas Roberto Vicente	+55 19 3756-6853	drvicente@fitec.org.br	FITec
José Antonio Mechaileh	+55 19 3756-6967	jmechaileh@fitec.org.br	FITec
Luís Geraldo Meloni	+55 19 3788-3818	meloni@decom.fee.unicamp.br	UNICAMP

Histórico de atualizações deste documento

Versão	Situação	Data	Descrição
1.0		10/12/05	Versão inicial
1.2		16/12/05	Consolidação

Impresso no Brasil

As informações contidas neste documento são proprietárias conforme previsto no Convênio 01.05.0181.00 Ref3450/04, estabelecido entre a FINEP e as instituições que formam o consórcio , sendo proibida a sua divulgação, reprodução ou armazenamento em base de dados ou sistema de recuperação sem permissão prévia e por escrito. Estão sujeitas a alterações sem notificação prévia.

Os nomes de produtos, serviços ou tecnologias eventualmente mencionadas neste documento são marcas registradas dos respectivos detentores.

Fazer cópias de qualquer parte deste documento para qualquer finalidade, além do uso pessoal, constitui violação das leis internacionais de direitos autorais.

Índice

1	Introdução.....	4
1.1	Objetivos.....	4
1.2	Escopo.....	4
1.3	Definições, Acrônimos e Abreviaturas.....	4
1.4	Documentos Relacionados.....	5
2	Modelo de referência para o ci.....	6
2.1	Premissas.....	6
2.3	Arquitetura Geral.....	7
3	Cenários e Classes de aplicações.....	8
3.1	Cenários Geográficos e Populacionais.....	8
3.2	Classes de Aplicações.....	8
3.3	Características das Tecnologias.....	10
4	Requisitos para o modelo de referência do Ci-SBTVD.....	11
4.1	Convergência entre Tecnologias de Comunicação.....	11
4.2	Comunicação via Ethernet.....	11
4.3	Interconexão IP e IPv6, sem NAT.....	12
4.4	Conexão do Terminal de Acesso à Rede IP.....	13
4.5	Gerência Integrada SNMPv3.....	13
4.6	Qualidade de Serviço e SLA.....	13
4.7	Análise Comparativa Tecnologias x Cenários.....	14
4.8	Segurança da Informação.....	16
5	Consolidação e Recomendações finais.....	16
6	Responsáveis pelo documento.....	21
7	Referências.....	21
8	Histórico de alterações.....	22

1 INTRODUÇÃO

1.1 Objetivos

Este documento apresenta as recomendações finais para o Modelo de Referência do Canal de Interatividade, como uma síntese e conclusões tecidas a partir do documento Especificação Técnica Sistêmica - Geral Consolidada – produto 5 da RFP14/2004 SBTVD [1].

1.2 Escopo

Como visão sistêmica, este documento apresenta as recomendações finais, como proposta para a arquitetura do Modelo de Referência do Canal de Interatividade, com base nos resultados do desenvolvimento dos produtos de 1 a 4 que integram a RFP14 do SBTVD.

1.3 Definições, Acrônimos e Abreviaturas

AAA - Authentication, Autorization, Accounting

Backbone – Network infrastructure

Backhaul – infra-estrutura de interconexão de ERBs

CI – Canal de Interatividade

CMTS – Cable Modem Termination System

DiffServ - Differentiated Services

DNS – Domain Name System

DSCP – Differentiated Service CodePoint

DSL – Digital Subscriber Line

ERB – Estação Radiobase

HTTP – Hyper-Text Transfer Protocol

IEEE – Institute of Electrical and Eletronics Engineers

IETF – Internet Engineering Task Force

IntServ – Integrated Services

IPv6 – Internet Protocol version 6

IPv4 – Internet Protocol version 4

LAN – Local Area Network

MIB – Management Information Base

MPLS – Multi-Protocol Label Switching

NAS – Network Access Server

NAT – Network Address Translation

QoS – Quality of Service

RADIUS - Remote Authentication Dial-In User Service

RFI – RF Intranbanda

SCCI – Sub-sistema de Convergência do Canal de Interatividade

SLA – Service Level Agreement

SMTP – Simple Mail Transfer Protocol

SNMP – Simple Network Management Protocol

TOS – Type of Service

TVD – TV Digital

URL – Uniform Resource Locator

UTP – Unshielded Twisted Pair

WAN – Wide Area Network

1.4 Documentos Relacionados

- Especificação Técnica Sistêmica (Geral Consolidada) – RFP-14/2004 – Canal de Interatividade do sistema Brasileiro de TV Digital.
- Requisição Formal de Proposta (RFP) No. 14/2004 Canal de Interatividade, anexo a Carta Convite MC/MCT/FINEP/FUNTEL No. 14/2004.
- Visão de Contexto – Evolução RFP-14/2004 - Canal de Interatividade do Sistema Brasileiro de Televisão Digital;
- Modelo das Fontes de Tráfego RFP-14/2004 – Canal de Interatividade do Sistema Brasileiro de Televisão Digital.
- Análise Técnico-Econômica RFP-14/2004 – Canal de Interatividade do Sistema Brasileiro de Televisão Digital.

2 MODELO DE REFERÊNCIA PARA O CI

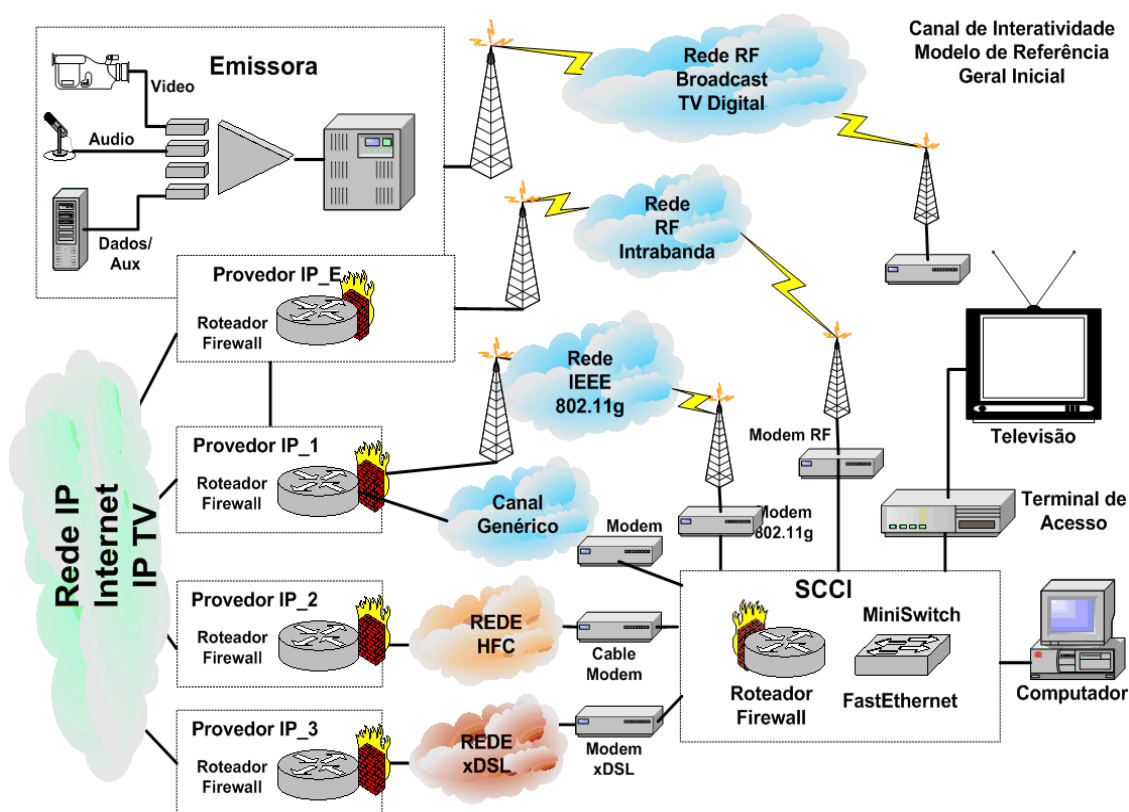
2.1 Premissas

As seguintes premissas e requisitos foram considerados para o Modelo de Referência Geral do Canal de Interatividade do SBTVD:

- Considerando o Decreto 4.901, o CI deve promover a inclusão digital e, conseqüentemente, a inclusão social,
- Canal de retorno da TV Digital: considerando que o canal de RF da TV Digital transporta um canal auxiliar (Figura 1) de *broadcast* de dados (fluxo unidirecional), o CI será utilizado como canal de retorno para as aplicações interativas que exijam bidirecionalidade;
- Canal de acesso Internet: considerando que o Sistema Brasileiro de TV Digital deve promover a inclusão social, por meio da inclusão digital da cidadã e do cidadão, com acesso à aplicações de educação a distância, governo eletrônico, entre outras, o CI será utilizado como canal de acesso à Internet, com o uso de IP;
- Modelo de referência com comportamento comum para o CI: o modelo de referência que trata este documento deve apresentar um comportamento comum, de acordo com os requisitos da RFP-14;
- Sempre que possível o modelo de referência deve ser independente de tecnologia, de acordo com os requisitos da RFP-14.

2.3 Arquitetura Geral

Considera-se a arquitetura para o Modelo de Referência do Canal de Interatividade conforme indicado pela Figura 1 e apresentada na Especificação Técnica Sistêmica – Geral Consolidada [1].



RFP14_CI-FITEC-Figura002

Figura 1 - Arquitetura para o Modelo de Referência do Canal de Interatividade.

Tem-se, por meio de um canal genérico de comunicação como mostrado na Figura 1, a representação de diversas tecnologias possíveis de serem utilizadas como Canal de Interatividade de TVD.

A convergência das diversas tecnologias de comunicação é feita por intermédio de rede Ethernet, por um sub-sistema neste documento denominado de Sub-sistema de Convergência do Canal de Interatividade (SCCI). O sub-sistema SCCI integra as funções de roteador IP, *firewall* e *switch* FastEthernet. O SCCI pode ser integrado ao modem do Canal de Interatividade ou pode ser integrado ao Terminal de Acesso.

3 CENÁRIOS E CLASSES DE APLICAÇÕES

3.1 Cenários Geográficos e Populacionais

São 8 os cenários definidos no documento “Visão de Contexto – Evolução” [2], quais sejam:

- Cenário C1 - região urbana caracterizada por imóveis verticais e alta densidade populacional. Por exemplo, os centros urbanos das capitais brasileiras;
- Cenário C2 - região urbana com imóveis horizontais e alta densidade populacional (exemplo: os bairros das grandes cidades brasileiras);
- Cenário C3 - região urbana com imóveis horizontais, e média ou baixa densidade populacional (exemplo: as pequenas cidades do interior dos estados);
- Cenário C4 - região urbana de residências em morros, com média densidade populacional. Por exemplo, os bairros e favelas nos morros do Rio de Janeiro;
- Cenário C5 - região urbana com florestas e baixa densidade populacional. Por exemplo, a floresta da Tijuca no Rio de Janeiro;
- Cenário C6 - região rural de grandes dimensões, densidade populacional muito baixa e de acesso terrestre. Por exemplo, as grandes áreas agrícolas, o agreste, o serrado e o sertão;
- Cenário C7 - região rural de grandes dimensões, densidade populacional muito baixa e de acesso fluvial. Por exemplo, o pantanal e as regiões ribeirinhas da Amazônia;
- Cenário C8 - região da floresta amazônica, caracterizada pelas grandes dimensões e densidade populacional muito baixa.

3.2 Classes de Aplicações

Considera-se as classes de aplicações interativas conforme descritas na Tabela 1, que define aspectos como direcionalidade, endereçamento e tipo de operação, e define requisitos como vazão necessária, *jitter*, entre outros.

AI Classe	Direção/Endereçamento.	Operação	VazãoMin (Kbps)	Retardo (s)	Jitter (ms)	Perda
1	Uni/Uc	Ass-Off	5	NA	NA	NA
2	Uni/Mc/Bc	Ass-Off	5	NA	NA	NA
3	Bi/Uc	Ass-On	20	NA	NA	0%
4	Bi/Uc/Mc	Sin-On	64	NA	NA	< 5%
5	Bi/Uc/Mc	Sin-On	64	< 5	NA	< 5%
6	Bi/Uc/Mc	Sin-On	128	< 5	NA	< 5%
7	Bi/Uc/Mc	Sin-Iso	21	< 0,15	30	< 1%
8	Bi/Uc/Mc	Sin-Iso	256	< 0,15	30	< 1%

Tabela 1 - Classes de Serviço x Indicadores Funcionais.

Legenda:

- Direção: Uni (Unidirecional) ou Bi (Bidirecional);
- Endereçamento: Uc (Unicast), Mc (Multicast) ou Bc (*Broadcast*);
- Operação: Ass-Off (Assíncrona Off-line), Ass-On (Assíncrona On-line), Sin-On

- (Síncrona On-line) e Sin-Iso (Síncrona/Isócrona);
- VazãoMín: Vazão mínima;
- Retardo: Atraso unidirecional (*one-way*);
- *Jitter*: Variação de retardo fim-a-fim;
- NA: Não se aplica ou é irrelevante.

Classes de Aplicações Interativas

Foram definidas as classes de aplicações abaixo. Entende-se como operação assíncrona toda aplicação que não requer que o usuário interaja no mesmo instante do processamento ou do recebimento da informação. Por exemplo, *e-mails* são considerados assíncronos porque podem ser recebidos num dia e lidos no outro. Por outro lado, entende-se como operação síncrona toda aplicação que requer interação do usuário no mesmo instante do processamento da informação como, por exemplo, acesso *Web*, áudio-conferência e vídeo-conferência.

- **AI Classe 1** – Aplicação unidirecional, endereçamento unicast e operação assíncrona *off-line*. Esta classe de aplicações não requer canal de retorno. O usuário interage localmente com a aplicação em instantes distintos do processamento da informação. Por exemplo, recebimento de mensagens curtas (TVgrama, SMS) direcionadas apenas a um usuário;
- **AI Classe 2** – Aplicação unidirecional, endereçamento multicast ou *broadcast*, e operação assíncrona *off-line*. Esta classe de aplicações não requer canal de retorno. Os usuários interagem localmente com aplicação em instantes distintos do processamento da informação. Por exemplo, recebimento de mensagens curtas (SMS) direcionadas a um grupo de usuários ou a todos os usuários do sistema;
- **AI Classe 3** – Aplicação bidirecional, endereçamento *unicast* e operação assíncrona on-line. Esta classe de aplicações requer canal de retorno. Requer interação *on-line* do usuário em tempos assíncronos, ou seja, em instantes distintos do processamento da informação. Por exemplo, envio e recebimento de mensagens de correio eletrônico e transferência de arquivos em *batch*;
- **AI Classe 4** – Aplicação bidirecional, endereçamento *unicast* ou *multicast*, operação síncrona *on-line*. Esta classe de aplicações requer canal de retorno. Requer a interação síncrona *on-line* do usuário, ou seja, no mesmo instante do processamento da informação, ela independe de retardo. Por exemplo, sistema de colaboração on-line (*whiteboard*), acesso *Web*, *Chat* e *Instant Messaging*;
- **AI Classe 5** – Aplicação bidirecional, endereçamento *unicast* ou *multicast*, operação síncrona *on-line*. Esta classe de aplicações requer canal de retorno. Requer interação síncrona *on-line* do usuário, ou seja, no mesmo instante do processamento da informação, a níveis aceitáveis de retardo. Por exemplo, o recebimento de *streams* de áudio;
- **AI Classe 6** – Aplicação bidirecional, endereçamento *unicast* ou *multicast*, operação síncrona *on-line*. Esta classe de aplicações requer canal de retorno. Requer interação síncrona *on-line* do usuário, ou seja, no mesmo instante do processamento da informação, a níveis aceitáveis de retardo. Por exemplo, o recebimento de *streams* de vídeo;
- **AI Classe 7** – Aplicação bidirecional, endereçamento *unicast* ou *multicast*, operação isócrona *on-line*. Esta classe de aplicações requer canal de retorno e interação síncrona

on-line do usuário, ou seja, no mesmo instante do processamento da informação, e com variação mínima de retardo. Por exemplo, VoIP e áudio-conferência;

- **AI Classe 8** – Aplicação bidirecional, endereçamento *unicast* ou *multicast*, operação isócrona on-line. Esta classe de aplicações requer canal de retorno e interação síncrona on-line do usuário, ou seja, no mesmo instante do processamento da informação, e com variação mínima de retardo. Por exemplo, vídeo interativo e vídeo-conferência.

3.3 Características das Tecnologias

As classes definidas agrupam diversas aplicações que podem trafegar sobre várias tecnologias. As tecnologias mais representativas são mostradas na Tabela 2. Nessa tabela, 16 tipos de tecnologias de comunicação são ilustradas e comentadas em seus requisitos e aspectos mais relevantes:

Tecnologia	Operação	Modo	Vazão Máx. (bps) - teórica		Distância (m)	Retardo (ms)	Vazão máx. (bps)- prática	
			Download	Upload			Down	Upload
CDMA 2000 1xRTT	Sim/NC	FDX	307K	307K	2K (8)	20	153K	153K
GSM	Sim/NC	FDX	2M (9)	2M	2K (8)	20	384K	384K
Ad-Hoc IEEE 802.11g	Ass/PMP/C	FDX	54M	54M	300		-- (10)	-- (10)
DOCSIS Cable Modem	Ass/PMP/C	FDX	55,2M (6)	3,088M	N.A.(1)	8ms	1,5M	256K
MMDS	Ass/PMP/C	FDX	30M	200K	50K		512K	200K
DVB-RCT	Ass/PMP/C	FDX	N.A. (2)	30M	65K			
PLC	Sim/PAP/C	FDX	200M	200M	100		4M	4M
ADSL	Ass/PAP/NC	FDX	8M	800K	7K (5)	20	2M	300K
G.Lite	Ass/PAP/NC	FDX	1.5 M	512K	3K	20	384K	128K
HDSL	Sim/PAP/NC	FDX	2M	2M	4K	20	2M	2M
SHDSL	Sim/PAP/NC	FDX	2.3M, 2 fios, 4.6M, 4 fios	2.3M, 2 fios, 4.6M, 4 fios	7K	20	2M/4M	2M/4M
Dial-UP V92	Ass/PAP/NC	FDX	~64K	48K	5K	N.A.	56K	48K
RDSI (BRI)	Sim/PAP/NC	FDX	128k	128k	5K	N.A.	128K	128K
WiMAX	Sim/PMP/C	FDX	75M (3)	75M	10K (4)	1,2	--	--
CDMA 1xEVDO	Sim/NC	FDX	2,4M	2,4M	2K (8)	20		
DVB-RCS	Ass/PMP/C	FDX	12M	2M	N.A.	500	2M	1M

Tabela 2 - Tecnologias x Indicadores.

Observações:

- (1) = não se aplica (repetidores a intervalos de 1 km).
- (2) = 15 Kbps/portadora e até 2048 portadoras. A vazão de *download* é estabelecida pelo DVB-T.
- (3) = até 75 Mbps em um canal de 20 MHz.
- (4) = típica de 75 km no modo ponto-a-ponto e típica de até 45 km em ponto-multiponto.
- (5) = 4,8 km para 2 Mbit/s e 2,7 km para 8 Mbit/s no sentido da rede (DSLAM) para o cliente. 16 kbps a 640 kbps no sentido do assinante para a rede.
- (6) = canal de 8 MHz/modulação 256QAM;

(7) = ponto-multiponto. Para ponto-a-ponto até 32 km.

(8) = a distância máxima ou raio de cobertura para os esquemas de telefonia celular depende da potência empregada. Portanto, uma estimativa de raio de 2 km é satisfatória atualmente.

(9) = WCDMA

(10) = Não foram encontradas informações comerciais para redes IEEE 802.11g *Ad Hoc*.

Legendas:

Sim: Simétrica

Ass: Assimétrica

PAP: Ponto-a-Ponto

PMP: Ponto-MultiPonto

FDX: *Full Duplex*

HDX: *Half Duplex*

VazãoMáx: Vazão máxima (teórica e praticada comercialmente);

Distância: Distância máxima ou raio de cobertura;

Retardo: Atraso unidirecional (*one-way*);

N.A.: Não se Aplica

N.D.: Não Disponível

N.C.: Não compartilhado

C. : Compartilhado

4 REQUISITOS PARA O MODELO DE REFERÊNCIA DO CI-SBTVD

Os requisitos apresentados a seguir são baseados nas premissas de que o CI deve promover a inclusão digital e, conseqüentemente, a inclusão social; que o CI será utilizado como canal de retorno para as aplicações interativas que exijam bidirecionalidade e que o CI será utilizado como canal de acesso a uma rede IP. Para o Modelo de Referência do Canal de Interatividade do SBTVD, tem-se os seguintes requisitos:

4.1 Convergência entre Tecnologias de Comunicação

A convergência das diversas tecnologias de comunicação se dá através de rede Ethernet. Um sub-sistema, aqui denominado de Sub-sistema de Convergência do Canal de Interatividade (SCCI) pode contemplar as funções de roteador IP, *Firewall* e *switch* FastEthernet.

Além disso o subsistema SCCI pode ser integrado diretamente ao Terminal de Acesso ou pode ser integrado ao modem do Canal de Interatividade.

4.2 Comunicação via Ethernet

- A utilização de comunicação Ethernet UTP RJ-45 conforme padrão IEEE 802.3u para a interface entre SCCI e a rede interna do usuário, que permite a utilização do CI para acesso à Internet a partir de qualquer computador na rede interna do usuário, como mostrado na Figura 1 acima. Para a integração nas camadas físicas e de enlace (nível 2) recomenda-se FastEthernet. Recomenda-se como opcionais a utilização de comunicação USB 2.0 e de IEEE 1394a/b FireWire.
- Para a interface entre SCCI e o modem do CI (por exemplo modem ADSL ou modem IEEE 802.11g) também recomenda-se Ethernet UTP RJ-45 conforme padrão IEEE

802.3u, considerando os modems independentes do Terminal de Acesso, como apresentado na Figura 1.

4.3 Interconexão IP e IPv6, sem NAT

- A camada de rede IP como elemento de interconexão de redes entre os vários tipos de Canal de Interatividade, ou seja, a rede IP é uma camada de abstração das tecnologias possíveis para o canal de interatividade, como ilustra a Figura 2.

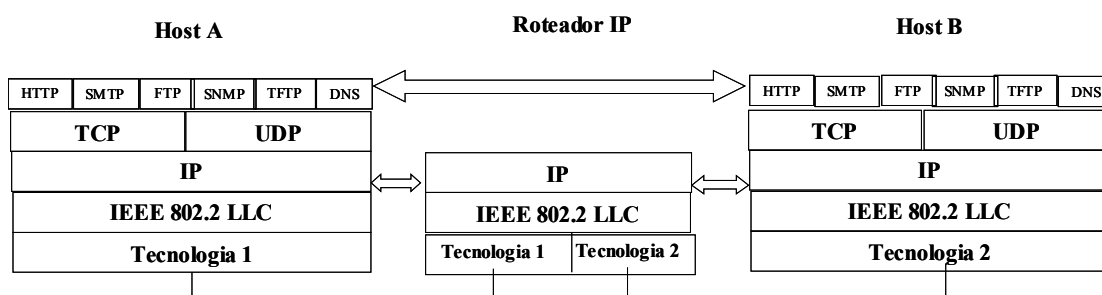


Figura 2 - Rede IP como camada de abstração para o canal de interatividade.

- A não utilização de NAT. Várias aplicações interativas tem restrições de conexão através de *gateway* NAT por conta do mapeamento dinâmico porta/endereço.

A integração na camada de rede (nível 3) deve ser por meio de protocolo IP. Não serão considerados outros protocolos tais como IPX e ATM, sendo obrigatório o suporte a IPv6 [1]. A implementação em IPV6 se justifica pelos seguintes motivos:

- Espaço de endereçamento de 128 bits: a questão principal é: será que a atual disponibilidade de blocos de endereçamento IPv4 atenderia às demandas do Canal de Interatividade da SBTVD? De acordo com as perspectivas de demandas para o Sistema Brasileiro de TV Digital [6], a resposta é não. Muito se fala que ainda há endereços IPv4 suficientes para atender às demandas atuais da Internet e do mercado, mas o fato concreto é que há um grande racionamento no fornecimento de blocos de endereços IPv4 por parte do provedores. Esse racionamento de endereços IP provoca limitações e consequências diretas nas funcionalidades, que se refletem diretamente no Canal de Interatividade do usuário final.
- Mobilidade: funcionalidade importante para aplicações móveis ou mobilidade do Terminal de Acesso da TV Digital. No caso de IPv4 os mecanismos que implementam a mobilidade exigem uma triangulação no fluxo de pacotes, ou seja, um *hop* a mais na comunicação. Já com o IPv6 a comunicação é direta, *peer-to-peer*, sem nenhum intermediário.
- Mecanismos de configuração *plug-and-play* (*stateless address configuration*);
- Mecanismos de segurança como o IP *security* (IPSec): O protocolo IPSec provê criptografia dos dados e autenticação do cabeçalho do pacote IP, incluindo encriptação e autenticação. No IPv6 o protocolo IPSec é obrigatório;
- Suporte para *multicasting* e *anycasting*. Endereçamento *multicast* é um importante requisitos para aplicações multimídia.

- Suporte a aplicações multimídia em tempo real;
- Mecanismos de coexistência entre IPv6 e IPv4: há três estratégias básicas para se lidar com a coexistência entre redes v4 e v6, e com a transição de endereços v4 para v6:
 - ✓ Estratégias de *dual-stack* (pilha dupla), que permitem IPv4 e IPv6 coexistir no mesmo elemento de rede;
 - ✓ Técnicas de tunelamento, que permitem estabelecer túneis IPv4 sobre uma rede IPv6 ou vice-versa;
 - ✓ Técnicas de tradução, para permitir aos elementos IPv6-only se comunicarem com elementos IPv4-only.

Estas estratégias podem ser utilizadas independentemente uma da outra, ou em combinação.

- A tradução de endereços pode ser realizada de diversas formas como, por exemplo, 6to4, 6over4 e *Tunnel Broker*. Essa tradução é realizada de modo transparente ao usuário.

4.4 Conexão do Terminal de Acesso à Rede IP

- Conexão *single-homed*. A conexão do usuário doméstico à rede IP se dará por meio de um provedor IP. A utilização de uma arquitetura que possibilite o acesso simultâneo a vários provedores IP não se aplica neste caso, com exceção para as redes *ad hoc*.
- Recomenda-se fortemente integração de comunicação ethernet ao Terminal de Acesso básico. Um Terminal de Acesso com porta ethernet e comunicação IP pode ser integrado a qualquer tecnologia de comunicação do Canal de Interatividade, mantendo-se inclusive um baixo custo. Por exemplo, à porta ethernet de um Terminal de Acesso pode ser conectado qualquer tipo de modem como RF-Intrabanda (Produto 3), WiMAX, ADSL, Wi-Fi, PLC, DVB-RCT, DVC-RCS, entre outros.

4.5 Gerência Integrada SNMPv3

- A arquitetura e utilização do protocolo de gerenciamento SNMPv3 [1], e que todos os elementos da rede sejam objetos gerenciáveis (MIB - *Management Information Base*) para se estabelecer uma gerência integrada.
- Os elementos de rede devem suportar MIB-II e MIBs proprietárias.

4.6 Qualidade de Serviço e SLA

- A arquitetura DiffServ para qualidade de serviços na rede IP, associado ao uso do protocolo MPLS – *Multi-Protocol Label Switching*. Os conceitos básicos DiffServ foram apresentados no documento [1]. Já o protocolo MPLS provê funcionalidades como engenharia e controle de tráfego, e estabelecimento de redes virtuais privadas que, quando associadas aos mecanismos de qualidade de serviços, formam uma poderosa ferramenta controle e gerenciamento de tráfego IP.
- Na camada de enlace recomenda-se qualidade de serviço baseada no padrão IEEE 802.1p (*priority queueing*). Este protocolo é compatível com as tecnologias de comunicação do Projeto IEEE 802;
- O estabelecimento de acordo de níveis serviços (SLA - *Service Level Agreement*) entre diferentes provedores IP, com a definição de métricas de qualidade largura de banda,

retardo máximo rtt (*round trip time*), perda de pacotes e *jitter*.

4.7 Análise Comparativa Tecnologias x Cenários

Dentro do universo de dezesseis tecnologias analisadas e oito cenários identificados, a Tabela 3 apresenta soluções tecnológicas estratégicas para estes cenários.

Considerando aspectos de infra-estrutura para implantação, tendências mercadológicas nacionais e mundiais, aspectos culturais, usabilidade do serviço e suporte atual da tecnologia ao serviço, cinco níveis de aplicabilidade são propostos, a saber:

Tecnologias\Cenários	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
CDMA 2000 1xRTT	N4	N3	N3	N2	N2	N4	N4	N4
GSM	N4	N3	N3	N2	N2	N4	N4	N4
Ad-Hoc IEEE 802.11g	N2	N2	N3	N3	N4	N4	N4	N4
DOCSIS Cable Modem	N1	N1	N2	N3	N4	N4	N5	N5
MMDS	N2	N2	N1	N1	N1	N4	N4	N4
DVB-RCT	N2	N1	N1	N1	N1	N4	N4	N4
PLC	N3	N3	N3	N3	N2	N2	N5	N5
ADSL	N1	N1	N2	N3	N4	N5	N5	N5
G.Lite	N1	N1	N2	N3	N4	N5	N5	N5
HDSL	N3	N3	N3	N3	N4	N5	N5	N5
SHDSL	N2	N2	N2	N3	N4	N5	N5	N5
Dial-UP V92	N2	N2	N1	N3	N3	N5	N5	N5
RDSI	N3	N3	N4	N4	N4	N5	N5	N5
WiMAX	N1	N1	N1	N1	N1	N3	N4	N4
CDMA 1xEV	N4	N3	N3	N2	N2	N4	N4	N4
DVB-RCS	N4	N4	N4	N4	N3	N1	N1	N1

Tabela 3 - Tecnologias x Cenários

Onde:

- N1: Tecnologia aplicável e bastante recomendável ao cenário
- N2: Tecnologia aplicável e recomendável ao cenário
- N3: Tecnologia aplicável e pouco recomendável ao cenário
- N4: Tecnologia aplicável, porém não recomendável ao cenário
- N5: Tecnologia não aplicável ao cenário

Segue abaixo uma análise detalhada das diversas possibilidades de utilização das tecnologias disponíveis em relação aos cenários considerados:

- Nas áreas definidas no Cenário C1, como centros urbanos das capitais brasileiras, são recomendadas soluções cabeadas (xDSL, V92, Cable), dadas as facilidades de rede já

existentes, e WiMAX, dada a grande capacidade de escoamento de tráfego dessa tecnologia. Soluções *wireless* tipo CDMA e GSM não são recomendáveis pois haveria necessidade de grande quantidade de células para escoar todo o tráfego gerado, dada a grande densidade de tráfego nessas áreas, sendo menos atraente economicamente.

- Nas áreas definidas no Cenário C2, como bairros das grandes cidades brasileiras, a análise é parecida com a do Cenário 1, com a diferença de um tráfego gerado um pouco menor e uma área maior, com predominância de residências. São recomendadas soluções cabeadas (xDSL, V92, Cable), dadas as facilidades de rede já existentes, e WiMAX, dada a grande capacidade de escoamento de tráfego dessa tecnologia. Soluções *wireless* tipo CDMA e GSM são pouco recomendáveis, já que dependem de cobertura e comparando-se à outras tecnologias não se tornam tão viáveis.
- Nas áreas definidas no Cenário C3, como as pequenas cidades do interior dos estados, dado o tráfego mais baixo, menor poder aquisitivo, menor rede cabeada instalada as aplicações mais recomendáveis são MMDS, DVB-RCT, V92, WiMAX. Soluções *wireless* tipo CDMA e GSM são pouco recomendáveis ao cenário, já que dependem de cobertura e comparando-se à outras tecnologias não se tornam tão viáveis economicamente.
- Nas áreas definidas no Cenário C4 como bairros e favelas nos morros do Rio de Janeiro, não são recomendadas soluções cabeadas (xDSL, V92, Cable), dadas as naturais dificuldades/impossibilidades relativas à topologia do terreno, falta de infraestrutura cabeada e problemas com a rede elétrica. Soluções *wireless* tipo MMDS/CDMA/GSM/WiMAX/etc são as mais indicadas, pois podem cobrir toda a área, sem exigir muitos investimentos em infra-estrutura. Este cenário, apesar de ser caracterizado por população de baixa renda, que não são o foco das operadoras de comunicação *wireless*, encontram-se em suas áreas de cobertura por estarem imersas em grandes áreas urbanas.
- Nas áreas definidas no Cenário C5 como a floresta da Tijuca no Rio de Janeiro, não são recomendadas soluções cabeadas tipo xDSL e dial-up V92, dadas as naturais dificuldades/impossibilidades relativas à região geográfica. Soluções *wireless* tipo DVB-RCT/MMDS/CDMA/GSM/WiMAX/etc são as mais indicadas, pois podem cobrir toda a área, sem exigir muitos investimentos em infra-estrutura. Estas áreas se encontram muitas vezes em áreas de cobertura das redes *wireless* por estarem imersas em grandes áreas urbanas e serem caracterizadas em alguns casos por população de alta renda.
- Nas áreas definidas no Cenário C6 - grandes áreas agrícolas, o agreste, o serrado e o sertão, não são recomendadas soluções cabeadas tipo xDSL e dial-up V92, dadas as naturais dificuldades/impossibilidades relativas à região geográfica. Soluções *wireless* tipo CDMA/GSM/etc também não são possíveis dadas a baixa densidade populacional e a grande distribuição/distâncias entre as comunidades/cidades/vilas. Apesar da enorme expansão do mercado de telefonia móvel no Brasil, o uso de celulares ainda está restrito aos grandes centros urbanos. Assim, regiões com baixa densidade demográfica e isoladas não têm cobertura celular, em virtude dos custos de implantação do serviço para as operadoras, da mesma forma para o canal de

interatividade. Nesse cenário as aplicações ideais seriam DVB-RCS em primeiro lugar e PLC como alternativa complementar.

- Nas áreas definidas no Cenário C7 - Pantanal e as regiões ribeirinhas da Amazônia, não são possíveis soluções cabeadas (PLC, xDSL, etc), dadas as naturais dificuldades/impossibilidades relativas à região geográfica. Soluções *wireless* tipo CDMA/GSM/Ad-Hoc etc também não são possíveis dadas a baixa densidade populacional e a grande distribuição/distâncias entre as comunidades/cidades/vilas. Apesar da enorme expansão do mercado de telefonia móvel no Brasil, o uso de celulares ainda está restrito aos grandes centros urbanos. Assim, regiões com baixa densidade demográfica e isoladas não têm cobertura celular, em virtude dos custos de implantação do serviço para as operadoras, da mesma forma para o canal de interatividade. Nesse cenário a aplicação mais indicada seria DVB-RCS pois atinge toda a região.
- Nas áreas definidas no Cenário C8 - região da floresta amazônica, p.ex, não são possíveis soluções cabeadas (PLC, xDSL, etc), dadas as naturais dificuldades/impossibilidades relativas à região geográfica. Soluções *wireless* tipo CDMA/GSM/Ad-Hoc também não são possíveis dadas a baixa densidade populacional e a grande distribuição/distâncias entre as comunidades/cidades/vilas. Apesar da enorme expansão do mercado de telefonia móvel no Brasil, o uso de celulares ainda está restrito aos grandes centros urbanos. Assim, regiões com baixa densidade demográfica e isoladas não têm cobertura celular, em virtude dos custos de implantação do serviço para as operadoras, da mesma forma para o canal de interatividade. Nesse cenário a aplicação mais indicada seria DVB-RCS pois atinge toda a região.

4.8 Segurança da Informação

- A privacidade dos usuários e a segurança da informação são itens fortemente recomendáveis para o CI e para as aplicações interativas do SBTVD;
- Recomenda-se considerar as funcionalidades básicas de segurança como autenticidade, confidencialidade, integridade e legalidade;
- Recomenda-se que os requisitos de segurança sejam estendidos ao nível físico e de enlace quando a comunicação for sem fio, e ao nível de rede IP e às aplicações do terminal de acesso;
- Recomenda-se a adoção de sistemas *firewall*, sistemas de autenticação (RADIUS, por exemplo), sistemas de criptografia, sistemas de assinatura digital e sistemas de certificação digital X509v3, aliados às políticas, normas e procedimentos da ICP-Brasil.

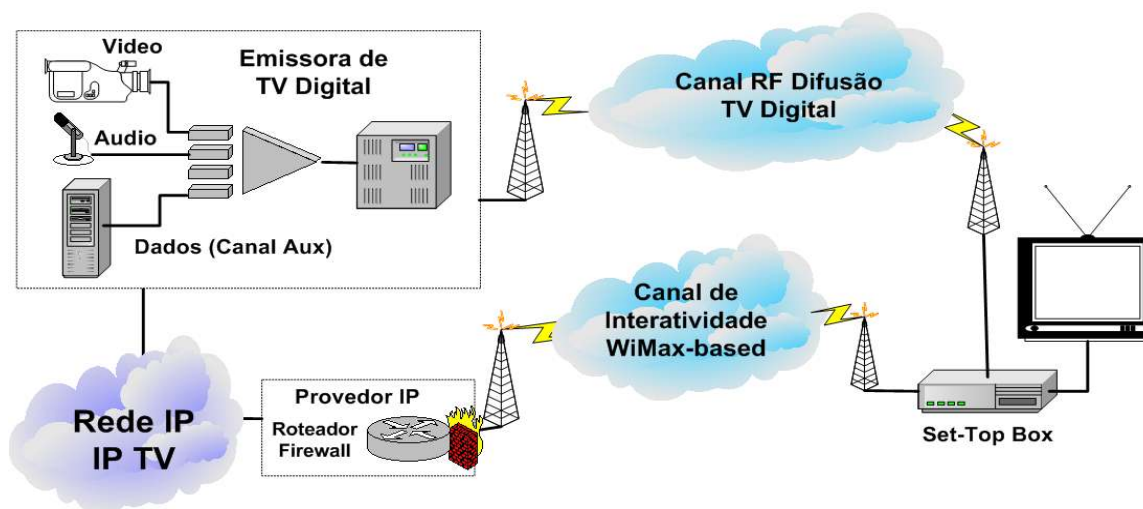
5 CONSOLIDAÇÃO E RECOMENDAÇÕES FINAIS

Com base nas premissas, dados de desempenho, valores característicos máximos teóricos e práticos, definições das tecnologias disponíveis, cenários geográficos e tipos de aplicações, constantes do Capítulo 4 do documento “Especificação Técnica Sistêmica - Geral Consolidada” da RFP14/2004 SBTVD, e com base nos dados e análises efetuados no documento “Análise Técnico-Econômica RF Intrabanda”, a conclusão do consórcio formado para a execução dos projetos e documentos referentes ao RFP14 é pela recomendação do WiMAX como tecnologia de comunicação do Canal de Interatividade para a TV Digital brasileira (vide ilustração Figura 3).

A escolha e recomendação da tecnologia de transporte e acesso WiMAX se deve, entre outros fatores, à:

- Operação fixa, nômade, portátil e móvel;
- Grande cobertura, de cerca de 65 km, podendo passar de 100 km em condições ideais;
- Alta capacidade de escoamento de tráfego, de cerca de 75 Mbps, chegando a mais de 124 Mbps em condições ideais;
- Possibilidade de reuso do espectro em VHF e UHF ou de faixas adjacentes à UHF;
- Estimativas de investimentos em infra-estrutura e despesas operacionais bastante atrativas; estimativa de custos de estações radiobase é de 10% daquela da telefonia celular com possibilidade de emprego de torres de antenas menores que podem ser instaladas em topos de edifícios.
- Suporte aos principais protocolos de comunicação como Ethernet, ATM, IPv6, IPv4. Além disso, planeja-se suporte ao protocolo MPLS;
- Quatro níveis de qualidade de serviços, cobrindo desde serviços CBR (Constante Bit Rate) até BE (Best Effort);
- Suporte a multiplexação em frequência (FDD) e no tempo (TDD);
- Suporte a mecanismos de segurança como autenticação, criptografia e certificação digital;
- Atualidade e modernidade tecnológica: modulação OFDM/OFDMA, antenas inteligentes, operação sem linha de visada (NLOS), topologias ponto-a-ponto, ponto-multiponto e em malha, e ampla faixa de frequências;
- Padronização por instituições e organismos internacionais (IEEE e WiMAX Fórum), com ampla adesão dos fabricantes;
- Grande aceitação e expectativa dos principais *players* de telecomunicações e de tecnologias da informação, o que trará enorme economia de mercado (Intel, Samsung, Nokia, Motorola, Alcatel, Alvarion, Aperto, NEC, Siemens, entre outras);
- Aplicabilidade ao maior número de cenários geográficos brasileiros;
- Atende plenamente aos requisitos dos serviços *triple-play*, com integração de voz, dados e vídeo.

Sistema Brasileiro de TV Digital Canal de Interatividade WiMax



FITec @ 2005

Figura 3 - WiMAX: Canal de Interatividade do SBTVD.

Esta solução mitiga preocupações das emissoras de TV de perda de espectro para outras aplicações. Os resultados experimentais do projeto mostraram que a solução técnica baseada em WiMAX é muito apropriada para utilização do espectro de VHF e UHF e/ou faixas adjacentes ao espectro de UHF. O consórcio atuará junto ao fórum de padronização WiMAX na proposta de um novo perfil de frequências entre 400 e 900 MHz, o que atenderia às necessidades do SBTVD, bem como a necessidade de implantação de infovias municipais, promovendo a tão almejada inclusão digital. A grande vantagem do uso desta faixa de frequências, além do emprego de antenas de pequeno porte, é a excelente penetração em paredes de residências e edifícios facilitando o uso de antenas *indoor*. Isto já não ocorre com os perfis atuais do WiMAX em banda licenciada de 3,5GHz ou não licenciada de 5,8GHz.

Conforme estudos apresentados no documento “Análise Técnico-Econômica RF Intrabanda”, os custos estimados da implantação de um rede de dados WiMAX é bastante inferior aos da rede celular convencional. Estima-se que os custos de uma ERB WiMAX seja ao redor de 10% do custo de uma ERB da telefonia celular. Contribui para isto o fato de que as torres e antenas são menores e podem ser instaladas em topos de edifícios, além de menores custos de equipamentos.

Diversos modelos de negócio para exploração da rede de interatividade RF Intra-banda são possíveis:

- Operadoras de telecomunicações: o sistema seria explorado pelas atuais empresas concessionárias dos serviços de telecomunicações fixa e móvel. Estas empresas são os potenciais investidores do sistema, pois já possuem infra-estrutura e suas bases instaladas. Neste caso, as empresas de telefonia móvel levam considerável vantagem frente as empresas de telefonia fixa, já que aquelas possuem grande infra-estrutura de torres e estações radiobase. Outra vantagem destas é a grande *expertise* no gerenciamento, operação e manutenção destas redes.
- Empresas de rádio e teledifusão: o sistema também pode ser explorado pelas próprias emissoras de televisão. Neste caso seria necessário um alto investimento, já que essas

empresas, em geral, são usuárias dos serviços de telecomunicações das operadoras, e as redes de comunicações não fazem parte de seu *core-business*;

- Redes públicas: uma alternativa que vai de encontro aos objetivos de inclusão e de inclusão social são as iniciativas pelos governos federal, estadual ou municipal. Por exemplo, um município pode implantar e operar a a rede (infovia municipal), oferecendo serviços aos seus cidadãos. Adicionalmente, o município pode implantar a rede e passar a operação para uma empresa privada especializada em gerenciamento de redes;
- Parcerias Público-Privada: as parcerias público-privada (PPP) são outro mecanismo de grande possibilidade de exploração do sistema. Já há iniciativas de inclusão digital e promoção da tecnologia WiMAX em cidades brasileiras (Ouro Preto/MG e Guaratiba/RJ). Aventa-se a possibilidade de que recursos públicos poderiam ser utilizados para implantar redes primárias, contendo algumas ERBs e *backhaul*. Estas redes seriam capazes de escoar o tráfego de interatividade da TVD; a taxa de bits oferecida aos usuários seria gratuita e de faixa estreita, porém suficiente para as modalidades de interatividade de TVD. Posteriormente a exploração da rede de interatividade seria repassada à uma ou mais empresas privadas, ficando estas últimas responsáveis pela operação e manutenção da rede. Porém as empresas assumem o compromisso de ampliação da infra-estrutura de rede (aumento do número de ERBs) e poderão oferecer aos usuários serviços de acesso de Internet de banda larga e explorar comercialmente estes serviços. Neste modelo de negócios as empresas privadas poderiam ainda devolver ao governo ao longo do tempo os recursos inicialmente necessários à implantação da rede primária.
- Redes Comunitárias: podem surgir iniciativas de redes comunitárias, interligando comunidades e localidades restritas como, por exemplo, escolas, bairros e condomínios.

As empresas de tecnologia celular que atuam no Brasil, apresentam alto grau de experiência em planejamento de rede, *sitesurvey*, fabricação de equipamentos etc, itens imprescindíveis para o planejamento, instalação, manutenção e operação da Rede de Interatividade do SBTVD baseado em WiMAX.

Nos cenários geográficos onde as tecnologias wireless terrestres e cabeadas não se aplicam, como é o caso dos cenários 6, 7 e 8, conforme análise efetuada no item 4.7 desse documento, a alternativa tecnológica é a utilização de comunicação via satélite como, por exemplo, DVB-RCS. Deve-se ressaltar, contudo, que a imensa maioria da população brasileira e dos receptores de TV está concentrada nos cenários 1 a 5.

Por fim, ressalva-se que os resultados obtidos por meio da tecnologia de redes ad hoc não foram tão animadores quanto aos da tecnologia WiMAX, podendo encontrar aplicações em cenários bem limitados. Entretanto, acredita-se que a inclusão de *multi-hops* na tecnologia WiMAX poderá abrir caminho às denominadas *mesh networks*, isto está previsto em futuras padronizações do fórum WiMAX.

Também quanto ao uso de sistemas PLC (*Power Line Communications*) ainda não se tem uma rede PLC explorada comercialmente e viável economicamente. Diversos desafios tecnológicos ainda deverão ser vencidos para tornar esta solução competitiva quando comparada às demais.

Vale ainda a pena ressaltar que as soluções tradicionais utilizando a rede de telefonia fixa atingem apenas 30% dos lares brasileiros, sem perspectivas imediatas de forte crescimento; de forma que por este meio não seria possível levar a interatividade da TVD aos 90% dos lares que hoje recebem a TV analógica. Por outro lado o emprego da rede sem-fio da telefonia celular de

terceira ou quarta geração aponta para custos bastante superiores ao da tecnologia WiMAX. Isto se deve principalmente ao enorme potencial de economia de escala do WiMAX – um grande número de empresas fabricantes vem se preparando para a consolidação desta tecnologia nesta década.

Por todos os motivos expostos acima a opção pela tecnologia WiMAX é plenamente justificável e atende plenamente aos requisitos do Sistema Brasileiro de TV Digital (SBTVD), tanto do ponto de vista técnico quanto econômico, com possibilidades reais de aplicabilidade e rápido retorno dos investimentos e de promover a tão almejada inclusão digital. Ressalva-se que a solução via tecnologia WiMAX não precisa ser única, podendo conviver facilmente com outras alternativas, como, por exemplo, os modems v.92 ou ADSL.

6 RESPONSÁVEIS PELO DOCUMENTO

Adailton José Santos Silva
FITec Inovações Tecnológicas
F: +55 19- 3756-6940
ajsilva@fitec.org.br

Astrid M. Carneiro Heinisch
FITec Inovações Tecnológicas
F: +55 31 3263-4074
aheinisch@fitec.org.br

Douglas Roberto Vicente
FITec Inovações Tecnológicas
F: +55 19 3756-6853
drvicente@fitec.org.br

José Antonio Mechaileh
FITec Inovações Tecnológicas
F: +55 19 3756-6967
jmechaileh@fitec.org.br

Prof. Dr. Luís Geraldo Meloni
Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação – UNICAMP
F: +55 19 3788-3818
meloni@decom.fee.unicamp.br

7 REFERÊNCIAS

- [1] Consórcio CISBTVD, *Especificação Técnica Sistêmica Geral Consolidada – Modelo de Referência do Canal de Interatividade do SBTVD* – RFP-14/2004, Canal de Interatividade do Sistema Brasileiro de Televisão Digital, Dez/2005.
- [2] Consórcio CISBTVD, *Visão de Contexto - Evolução*, RFP-14/2004 – Canal de Interatividade do Sistema Brasileiro de Televisão Digital, Ago/2005.
- [3] CPqD, *Mapeamento da Demanda - Pesquisa de Mercado e Análise de Tendências – FUNNTEL – Projeto do Sistema Brasileiro de TV Digital*.
- [4] Consórcio CISBTVD, *Modelos das Fontes de Tráfego RFP-14/2004 – Canal de Interatividade do Sistema Brasileiro de Televisão Digital*, Jul/2005.
- [5] Consórcio CISBTVD, *Análise Técnico-Econômica RF Intrabanda RFP-14/2004 – Canal de Interatividade do Sistema Brasileiro de Televisão Digital*, Dez/2005.
- [6] CPqD, *Mapeamento da Demanda - Pesquisa de Mercado e Análise de Tendências – FUNNTEL – Projeto do Sistema Brasileiro de TV Digital*.

8 HISTÓRICO DE ALTERAÇÕES

Data	Versão	Responsável	Alterações
10/Dez/2005	1.0	Astrid M. C. Heinisch	Versão inicial
10/Dez/2005	1.0	José Antonio Mechaileh	Inclusões
10/Dez/2005	1.0	Adailton J. S. Silva	Inclusões, revisões e consolidação
16/Dez/1005	1.2	Luís Gerado Meloni	Inclusões, revisões, consolidações