

## **ANÁLISE DO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE APLICAÇÕES PARA TV DIGITAL INTERATIVA EM UM CENÁRIO DE *T-COMMERCE***

**Nairon S. VIANA (1); Orlewilson B. MAIA (2); Waldir S. SABINO Jr (3); Vicente F. de LUCENA Jr. (4)**

(1) UFAM - PPGEE – Universidade Federal do Amazonas; Faculdade de Tecnologia (FT). Programa de Pós Graduação em Engenharia Elétrica, Av. General Rodrigo Otávio Jordão Ramos, 3000; CEP 69077-000; Manaus – AM; Tel.: (92)3647 4495, Fax.: (92)3647 4494, e-mail: [nairon\\_viana@ufam.edu.br](mailto:nairon_viana@ufam.edu.br)

(2) UFAM - PPGEE – Universidade Federal do Amazonas, e-mail: [orlewilson\\_maia@ufam.edu.br](mailto:orlewilson_maia@ufam.edu.br)

(3) UFAM - CETELI – Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Tecnologia Eletrônica e da Informação, e-mail: [waldirjr@ufam.edu.br](mailto:waldirjr@ufam.edu.br)

(4) UFAM, CETELI e CEFET-AM – Centro Federal de Educação Tecnológica do Amazonas, e-mail: [vicente@ufam.edu.br](mailto:vicente@ufam.edu.br) ou [lucena@cefetam.edu.br](mailto:lucena@cefetam.edu.br)

### **RESUMO**

Entre os componentes de um sistema de TV Digital Interativa (TVDI), o receptor (caracterizado pelo STB – *Set-Top Box*) é a principal interface entre o usuário e as aplicações interativas do sistema, oferecendo através de um *middleware*, uma plataforma de execução de aplicações. Os atuais modelos de referência em TV Digital especificam *middlewares* com uma série de funcionalidades, que através de APIs (*Application Programming Interface*) viabilizam a construção de alguns cenários de uso (como *T-Banking*, *T-Learning*, *T-Commerce*). Apesar dessas vantagens, alguns fatores específicos do ambiente de TV Digital devem ser considerados: usabilidade da aplicação, questões de segurança e limitações do ambiente de execução. Nesse sentido, o presente trabalho aborda um processo de desenvolvimento de aplicações para TVDI descrevendo tecnologias envolvidas, configuração da plataforma de execução, esquemas de transmissão, modelos de execução de aplicações, e análise de alguns resultados e dificuldades enfrentadas em todo o processo dentro do contexto de *T-Commerce*. Os resultados apresentados baseiam-se nas experiências em um laboratório de pesquisa e desenvolvimento de aplicações para TV Digital. Dessa forma, espera-se contribuir com a literatura existente ao fornecer um processo padronizado que permita a verificação de um cenário real de execução de aplicações interativas, sobretudo as relacionadas a serviços de *T-Commerce*.

**Palavras-chave:** Aplicações para TVDI, Processo de Desenvolvimento, *T-Commerce*.

## 1. INTRODUÇÃO

O conceito de Televisão evoluiu nos últimos anos, acompanhando a própria convergência natural de tecnologias e a demanda de uma sociedade cada vez mais globalizada e motivada pela necessidade de informação. O processo que culminou com a Terceira Revolução Industrial, levou a um contexto de adaptação dos principais meios de comunicação às mudanças de ordem política, econômica e social, que sofreram modificações consideráveis, como a transição para a era digital, chegando-se à situação atual denominada “Era da Informação e do Conhecimento” (CASTELLS, 2007). A Internet surgiu como uma revolução no conceito de integração global oferecendo muitos serviços até então inovadores e integrando-se às novas mídias tecnológicas que surgiam. O papel da TV, nesse cenário, como meio de integração de massas, foi modificado pela necessidade de uma maior participação do telespectador, com o aparecimento dos chamados programas interativos, como uma tentativa de acompanhar essa revolução.

A evolução da TV, inserindo-se no contexto da convergência tecnológica, determinou uma mudança em toda a infra-estrutura do ambiente de transmissão/recepção de sinal convencional. As técnicas de produção de conteúdo, edição e a posterior disponibilização aos aparelhos (transmissão e recepção), foram aprimoradas utilizando novas tecnologias digitais que surgiram num processo gradativo de transformações que levou à própria transformação do sistema de Televisão, incorporando também características digitais (MONTEZ E BECKER, 2004). Essa mudança permitiu que o sistema de TV incorporasse novas características, na medida em que o conteúdo está organizado no formato digital, como uma sequência de *bits* que representam o áudio e vídeo transmitido, além de dados que provêm novos serviços, pois podem estar vinculados ao áudio e vídeo, relacionando-os a aplicações e serviços exibidos ao telespectador, proporcionando a interatividade (sistema de TVDI – TV Digital Interativa).

Considerando-se o desenvolvimento de aplicações para TVDI, algumas questões devem ser consideradas como usabilidade, interfaces e segurança. Nesse contexto, a proposta deste trabalho é analisar o processo para o desenvolvimento de aplicações, levando em consideração essas questões, sob o ponto de vista de um serviço específico: o *T-Commerce*, ou comércio eletrônico através da TVDI. Além disso, será apresentado um processo padrão para a construção e execução de aplicações num ambiente de TV, com a descrição detalhada de cada etapa, componentes, formas de transmissão e tecnologias associadas, desde a criação do aplicativo até a sua execução no STB (*Set-Top Box*), baseando-se nas experiências em um laboratório de pesquisa e desenvolvimento em TVDI. Ao final do trabalho, são apontadas as principais dificuldades desse processo, sobretudo na execução do aplicativo em plataformas emuladas e no ambiente real de televisão.

Este artigo está organizado da seguinte forma: na seção 2 é apresentada, em linhas gerais, a TVDI, bem como alguns cenários de aplicações interativas. A seção 3 trata do modelo de desenvolvimento de aplicações para TVDI. A seção 4 expõe algumas características do *T-Commerce*, motivadoras para seu sucesso na TVDI. Na seção 5 é descrito o processo: o aplicativo desenvolvido, a configuração do ambiente, as tecnologias utilizadas e a realização dos testes (etapas de geração do aplicativo, descrição e configuração dos mecanismos de transmissão e interface da aplicação no STB). Por fim, na seção 6, são analisados os resultados do trabalho e algumas sugestões para futuros estudos são propostas.

## 2. SISTEMA DE TV DIGITAL INTERATIVA

A TV Digital pode ser definida como uma plataforma de TV dotada de capacidade computacional. Mais do que isso, conforme citado anteriormente, toda a infra-estrutura de transmissão/recepção do sistema passa a utilizar técnicas digitais desde a produção do conteúdo até sua exibição ao telespectador. O conceito também pode ser estabelecido tomando-se como base a definição de *difusão de dados*. Segundo (PICCIONE, 2004), a difusão de dados é definida como a entrega de um programa ou serviço, televisivo ou de rádio, para consumidores que possuam equipamentos apropriados para a recepção dos mesmos. Na TV Digital, a difusão se dá pela transmissão de dados digitais, ou *datacasting*, e toda a estrutura é dotada de componentes que oferecem suporte ao tratamento desses dados, conforme se observa na Figura 1. Nessa figura, os principais componentes da arquitetura são: difusor ou provedor de serviços de difusão, os meios de difusão e a unidade de recepção e decodificação (STB), que trabalham na geração, codificação, modulação, transmissão, demodulação, decodificação e conversão de dados encapsulados em formato MPEG-2.

As atuais especificações ou modelos de referência para TV Digital agregam um conjunto de tecnologias para cada camada do sistema, com o objetivo principal de fornecer compatibilidade entre fabricantes de *hardware*, empresas, instituições e desenvolvedores de aplicações. Cada padrão adequa-se as características

da região onde é implantado (como o meio de transmissão utilizado, por exemplo, que é adequado para algumas regiões e inadequado para outras). Os principais modelos de referência para TV Digital são: o europeu *Digital Video Broadcast* (DVB); o americano *Advanced Television Systems Committee* (ATSC); o japonês *Integrated Services Digital Broadcasting* (ISDB); e mais recentemente o brasileiro *International Standard for Digital TV* (ISDTV).

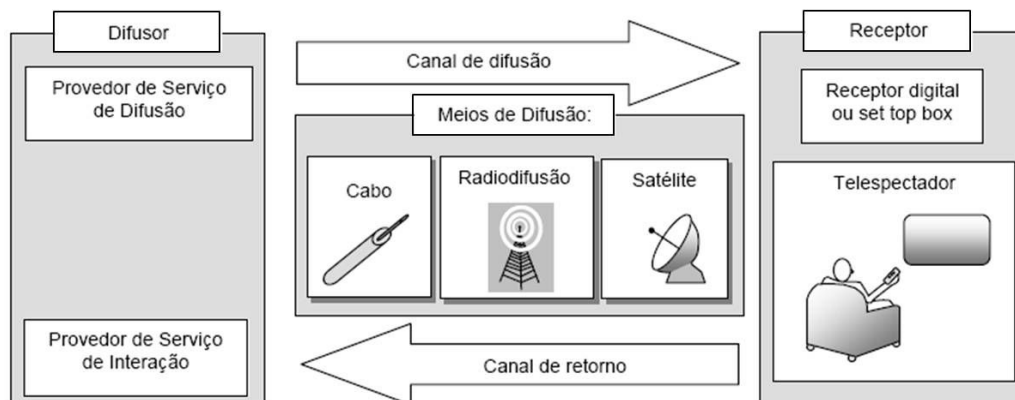


Figura 1 – Componentes do Sistema de TV Digital Interativa (MONTEZ E BECKER, 2004)

Em uma arquitetura genérica do receptor, a principal interface entre as aplicações e os recursos de baixo nível (como acesso ao sistema operacional, ou *drivers* de dispositivos) é o *middleware*: uma camada constituída por um conjunto de ferramentas que fornecem às aplicações um ambiente propício para execução independente de plataforma. As aplicações, nessa arquitetura, são projetadas para o *middleware*, e este se responsabiliza pela interoperabilidade entre as plataformas de *hardware* independentes fornecendo um serviço padronizado às aplicações escondendo especificidades e heterogeneidades das camadas inferiores, que através de uma API padronizada, possibilita a portabilidade das aplicações. Assim, ao desenvolver um aplicativo para o ambiente de TVDI deve-se seguir o modelo específico de *middleware* da plataforma. Os principais *middlewares* existentes são: o europeu *Multimedia Home Platform* (MHP); o americano *DTV Application Software Environment* (DASE); o japonês *Association of Radio Industries and Businesses* (ARIB); e mais recentemente o GINGA, *middleware* do modelo de referência brasileiro.

Considerando-se os aplicativos, estes podem oferecer serviços dos mais variados tipos, desde aplicações de Internet (como correio eletrônico) até aquelas típicas da Televisão (como os guias de programação eletrônica). Segundo (MONTEZ E BECKER, 2004), alguns dos principais cenários de aplicações interativas são: *Electronic Program Guide* (EPG – guia de programação eletrônica); Portais de TV Digital Interativa; Comércio Eletrônico (*T-Commerce*); *E-mail*; Banco Eletrônico (*T-Banking*); Programas Interativos, Aplicações Educacionais, Sociais (*T-Government*) dentre outros. O desenvolvimento dessas aplicações para TVDI não é uma tarefa trivial. Várias questões devem ser consideradas e algumas delas serão abordadas na próxima seção.

### 3. DESENVOLVIMENTO DE APLICAÇÕES PARA TVDI

Os principais padrões de TVDI oferecem suporte para o desenvolvimento de aplicações sob dois paradigmas de programação: procedural e declarativo. Ambos apresentam características próprias com relação à forma como o aplicativo é tratado e interpretado no terminal de acesso: na procedural, um miniaplicativo (*Xlet*) controlado por uma máquina de estados executa sobre o *middleware* comunicando-se com um *gerente de aplicações* (*Application Manager*), demandando e liberando recursos; na declarativa um *documento* escrito em um padrão de gramática é interpretado pelo *gerente de aplicações* que cria uma estrutura de árvore correspondente, a partir do qual realiza o controle sobre o aplicativo.

Os *middlewares* que oferecem infra-estrutura para desenvolvimento de aplicações procedurais e declarativas definem máquinas abstratas, que são ambientes de interpretação das aplicações para cada paradigma de desenvolvimento. Assim, tem-se para aplicações declarativas as *máquinas de apresentação*, como o DVB-HTML (ETSI, 2005); para aplicações procedurais tem-se exemplos de *máquinas de execução*, como o

DVB-J (ETSI, 2005). Atualmente, as linguagens mais conhecidas representativas dos dois modelos de desenvolvimento são: *Java*, para o modelo procedural, sob aspectos da API javaTV (CALDER *et al.*, 2008); NCL (*Nested Context Language*), linguagem representativa do *Modelo de Contextos Aninhados* (NCM, *Nested Context Model*), declarativa. Neste trabalho optou-se por seguir um modelo procedural de desenvolvimento, com a utilização de APIs como javaTV, HAVI (*Home Audio Video Interoperability*) e DAVIC (*Digital Audio Video Council*).

Para o desenvolvimento de aplicações, sejam procedurais ou declarativas, algumas questões próprias do ambiente de TVDI devem ser consideradas, sobretudo questões de segurança, utilização de recursos e usabilidade. Com relação à segurança, os *middlewares* dispõem de alguns protocolos, como o TLS (*Transport Layer Security*), além de recursos da própria linguagem, como APIs *Java* de segurança, implementadas na plataforma DVB-MHP, essenciais para aplicações do tipo *T-Banking*, E-Mail ou *T-Commerce*. A utilização de recursos do sistema também é um fator importante: aplicações para TVDI devem ser construídas no sentido de não prejudicar o processamento do áudio ou vídeo exibido, uma vez o STB possui limitações de processamento. Outra questão é a usabilidade, fundamental para um ambiente com poucas interfaces disponíveis. Além das diretrizes básicas para o design de *software* em geral algumas específicas para o ambiente de TVDI são ressaltadas por (SOARES, 2006): utilização da tela e texto; apresentação de imagens e tratamento de vídeo; navegação e controle e uso das teclas do controle remoto.

Nesse trabalho procurou-se seguir essas diretrizes num estudo de caso aplicado a um cenário de *T-Commerce*, uma importante variedade de aplicação para TVDI. O *Television Commerce*, é uma extensão do conceito de comércio eletrônico, na qual a TVDI é utilizada como canal de promoção e distribuição de comércio. A utilização da TVDI como canal de comércio é vista como um diferencial competitivo para as empresas. Entretanto, um novo modelo de negócios que se utilize da TVDI apresenta características peculiares o que obrigará um investimento inicial em pesquisa de mercado e em estratégias de negócios, que levem em consideração características como participação do telespectador e audiência, perfis de compras, propagandas interativas e entre outros.

Pesquisadores acreditam que a TVDI não trará sucesso na exploração de serviços de *T-Commerce*, principalmente por este ser um dos serviços “importados” da Internet, sobretudo em países onde esta é consagrada (MONTEZ E BECKER, 2004). Por outro lado, a exploração desses serviços onde a Internet é pouco distribuída entre a população, ao mesmo tempo em que a televisão atinge uma grande parcela de residências, é vista por alguns autores como promessa de sucesso no futuro. Algumas questões na utilização de um modelo de *T-Commerce* ainda não estão bem definidas, como as que se referem ao domínio das informações geradas sobre os usuários/telespectadores e as transações envolvendo TVDI e propaganda, pois tanto anunciantes como provedores acreditam que estes dados são de sua posse e controle. Entre algumas das dificuldades para se alavancar investimento no setor, está o receio das empresas de publicidade em investir nessa nova área, além de uma falta de experiência no uso de padrões visuais para TVDI em geral (SANTOS, 2005).

A TV Interativa, como um instrumento de apoio aos negócios juntamente com a Internet, é permeada ainda de muita expectativa e otimismo por grande parte dos especialistas, pois todos os serviços oferecidos por ela deverão ter um grande impacto no ambiente em que serão implantados, podendo ser avaliados sob os mais diversos aspectos. Nas seções a seguir serão descritos o trabalho e metodologia utilizada para o desenvolvimento de um serviço interativo de *T-Commerce*.

#### 4. DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO

A proposta deste artigo é analisar alguns dos fatores acerca da construção de aplicativos para TVDI através da implementação de um serviço que caracterize um dentre os vários cenários de aplicações interativas. Os fatores mais comumente analisados são: *Usabilidade*, *Design de Interfaces para TVDI*, *Implementação de Interface de entrada de dados* e *Segurança*. Para isso, uma organização sistemática dos conceitos e tecnologias sobre TVDI foi feita buscando-se as bases para a escolha de uma implementação específica. No contexto do cenário escolhido, um modelo de desenvolvimento, transmissão e execução de aplicações é apresentado, com base nas experiências num laboratório de pesquisa em TVDI.

O modelo de comércio eletrônico foi escolhido por ser uma interessante promessa de sucesso na exploração comercial da TVDI. Ao escolher um modelo de *T-Commerce*, o objetivo é avaliar a viabilidade do sistema segundo os parâmetros citados anteriormente, através de um protótipo que simule as condições reais da ocorrência de uma transação eletrônica sob influencia de alguns aspectos de um ambiente televisivo.

O diagrama mostrado na Figura 2 ilustra as atividades fundamentais do processo utilizado: (1) *Desenvolvimento*; (2) *Testes em Emuladores*; e (3) *Transmissão*. A seguir será feita uma descrição das atividades de cada etapa, tecnologias e procedimentos utilizados.

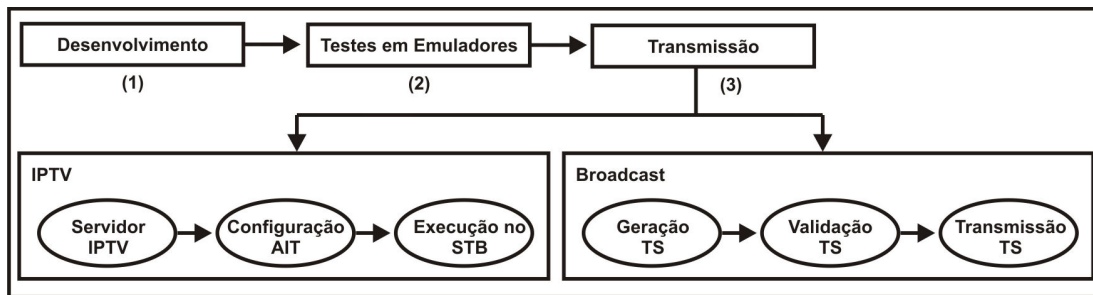


Figura 2 – Etapas fundamentais do processo adotado

#### 4.1. Fase 1: Desenvolvimento

Aqui são apresentados o modelo da aplicação desenvolvida e as ferramentas API's utilizadas para a programação de aplicações de TVDI.

##### 4.1.1. Requisitos

O protótipo de *T-Commerce* consiste de uma interface que deverá permitir ao usuário a realização de cadastro no sistema, navegação entre produtos e realização de uma transação de compra. A aplicação se assemelha a um sistema de *e-commerce web* comum, ao menos conceitualmente: um usuário navega entre categorias de produtos selecionando os de seu interesse e montando um conjunto (carrinho) pelo qual pagará determinado valor em cartão, débito, boleto, entre outras.

Por meio de uma tela principal, o sistema deverá permitir ao usuário *login* ou cadastro. Uma vez iniciada uma sessão para o usuário, este deverá navegar por uma lista de produtos, organizados em categorias. Ao acessar determinado *link*, o usuário irá interagir com a interface associada à categoria selecionada, onde, na tela principal, serão mostrados todos os itens de produtos dessa categoria e o usuário poderá “navegar” entre eles, e por meio do controle remoto, adicionar o item selecionado de seu interesse, no carrinho de compras, na quantidade desejada. Alguns tópicos importantes que são considerados na elaboração do sistema: (1) *Funções para entrada de texto do usuário*; (2) *Organização dos componentes na tela da TV (botões, caixas de texto, teclas de navegação)*; (3) *Mecanismo para persistência e recuperação de dados*; (4) *Autenticação de usuário*; e (5) *Gerenciamento de uma seção de usuário*.

##### 4.1.2. Modelo da Aplicação

A Figura 3 é uma representação genérica do modelo da aplicação. Nela estão presentes os componentes que representam as entidades do sistema: *Gerenciador*, *Cliente*, *Produto*, *Transacao*, *ItemCarrinho*, *Carrinho*, *Midia*, *CD*, *DVD*, *Computador*, *Livro* e *Joia*.

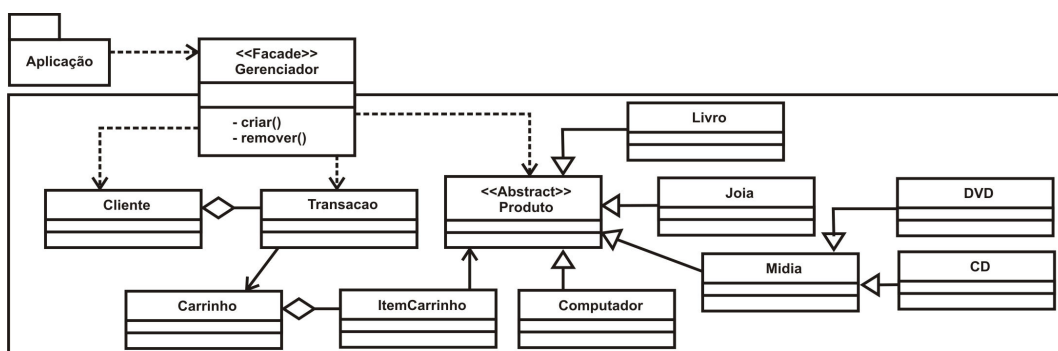


Figura 3 – Modelo simplificado do sistema.

#### 4.1.3. Tecnologias para Desenvolvimento

Como ambiente de desenvolvimento utilizou-se, juntamente com a *Máquina Virtual Java* (1.4\_x), o IDE Eclipse 3.2, um ambiente integrado que facilita a programação de aplicações baseado no conceito de *plugins*. Como API's para utilização das funções e recursos do sistema de TV Digital utilizou-se as tecnologias javaTV, HAVI e DAVIC, além de API's nativas do Java (API's de leitura de arquivos, *java.io*, componentes gráficos, *java.awt*) e adicionais como JMF (*Java Media Framework*), que oferece funções para tratamento de conteúdo multimídia, e o nanoXML (NANOXML, 2008).

A API javaTV é a especificação de referência da Sun Microsystems para receptores de TV Digital. Já as tecnologias HAVI e DAVIC definem padrões para configuração de componentes gráficos e manipulação de áudio e vídeo. A API nanoXML oferece um conjunto reduzido de componentes para formatação de dados em XML, sendo recomendada pelo MHP como padrão para tratamento de conteúdo XML em TV Digital.

#### 4.2. Fase 2: Testes em Emuladores

Após a construção da aplicação a etapa seguinte é a de testes em emuladores. Geralmente de uso mais simples que ambientes reais, os emuladores são uma alternativa comum para o desenvolvimento de aplicações quando não se tem disponível o STB para testes. A principal desvantagem é eventualmente a falta de implementação completa da especificação de TVDI (para emuladores de código aberto, por exemplo), o que muitas vezes pode restringir as pretensões do desenvolvedor. Os emuladores variam desde implementações simples, como *XleTView* (XLETVIEW, 2008) e *OpenMHP* (OPENMHP, 2008), até sistemas completos de testes, como IRT (IRT, 2008). Variam também quanto ao nível de abstração oferecido ao desenvolvedor: as ferramentas já citadas constituem-se de *ambientes de programação*, outros tipos de simuladores são as *ferramentas de autoria*. Estas incluem todas as classes da especificação, fornecendo uma interface simples baseada em configuração de propriedades, eventos, e outros tipos de abstrações. A desvantagem desse tipo de ferramenta é a inflexibilidade, já que algumas só permitem o desenvolvimento acima de sua camada de interface provida, não sendo possível integrá-las com especificações próprias do desenvolvedor (por exemplo, não é possível acessar e customizar um componente de uma dessas ferramentas). Entre exemplos de ferramentas de autoria pode-se citar o Composer (COMPOSER, 2008).

Dois emuladores foram utilizados para testes no sistema: *XleTView* e *OpenMHP*. Uma vez realizados testes nesses ambientes, os erros foram previamente identificados e corrigidos, antes da aplicação ser carregada no STB. Para os propósitos da aplicação, os dois emuladores foram úteis, já que deram suporte a todas as funções requeridas pelo sistema. Optou-se por utilizar o emulador *OpenMHP*, principalmente por seu melhor desempenho em relação ao *XleTView*, por oferecer um melhor suporte ao mapeamento XML com nanoXML; também pelo fato do *OpenMHP* ser estruturalmente mais simples e provido de uma interface que permite ao desenvolvedor um maior controle sobre a execução do aplicativo, através da tela *Debug Information*. A Figura 4 ilustra a interface do sistema nos dois emuladores utilizados.

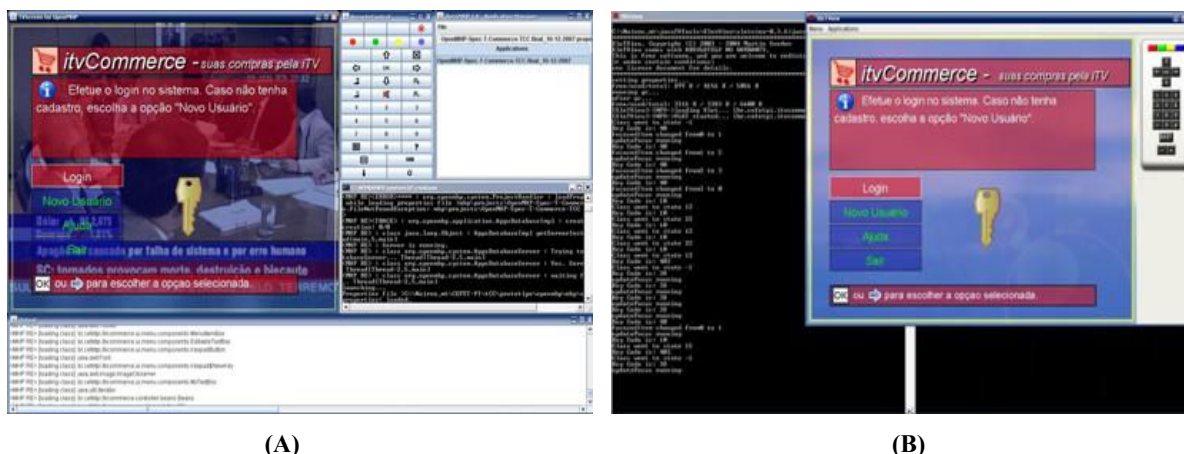


Figura 4 – Interface da aplicação nos emuladores: (A) *OpenMHP* e (B) *XleTView*

### 4.3. Fase 3: Transmissão

Realizados os testes em emuladores, verificação e correção de erros na aplicação, o aplicativo já está pronto para ser entregue para transmissão. Nessa etapa, são utilizados dois esquemas: *transmissão IPTV* (recente, mais simples) e *transmissão Broadcast* (convencional, mais complexa).

#### 4.3.1. Transmissão IPTV

A Figura 5 ilustra o modelo IPTV (*Internet Protocol Television*) de transmissão. Nesse cenário, a TV está inserida numa rede onde, via IP, solicita a servidores acesso a conteúdo multimídia e aplicativos.

Um servidor armazena os recursos de todos os aplicativos criados (classes, arquivos de texto, configuração, XML, imagens) enquanto que outro armazena áudio e vídeo a qual cada aplicativo está vinculado. O acesso a conteúdo multimídia é feito por meio de uma interface disponibilizada pelo *middleware* (plataforma *ADB-IPTV iCAN DVB-JavaScript API v.3.8.1*) (ADB, 2008) que localiza todos os servidores de conteúdo na rede. O acesso aos aplicativos é feito por meio da configuração de um arquivo descritor de aplicação, que segue o padrão AIT (*Application Information Table*) definido pelo MPEG-2 para descrição de aplicativos num fluxo de transporte em TV Digital (ISO-IEC, 2008). Através desse arquivo o cliente (STB) localiza todas as informações necessárias sobre a aplicação, tais como: endereço do servidor, diretório raiz, classe principal do sistema (*Xlet*) e entre outros parâmetros. Uma vez localizado o AIT de um aplicativo e as referências para as informações acima, esses recursos são carregados para o STB que executa a aplicação.

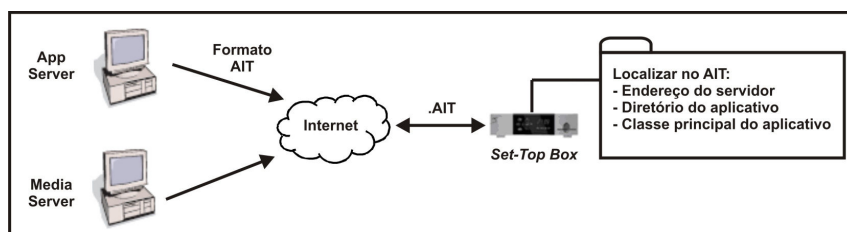


Figura 5 – Modelo IPTV do sistema

O processo IPTV foi dividido em três etapas: (1) *Configuração do servidor*, (2) *Geração do AIT* e (3) *Execução no STB*. Para a etapa (1) utilizou-se um servidor Apache 2.0.59. Os aplicativos testados nos emuladores são alocados na pasta padrão do Apache (*htdocs*), criando uma estrutura ilustrada na Figura 6-A. Na etapa (2) é gerado o AIT referente à aplicação no servidor. O AIT é resultado da interpretação de um arquivo XAIT, onde são configurados manualmente os parâmetros como *nome da aplicação*, *endereço do servidor*, *diretório raiz* e *Xlet principal da aplicação* (Figura 6-B). O *software* para a conversão XAIT-AIT é disponibilizado com o ambiente ADB-IPTV (*Advanced Digital Broadcast*) usado no projeto. Na última etapa o AIT é localizado no cliente e a aplicação executa no STB (modelo ADB3800W, ver Figura 6-C).

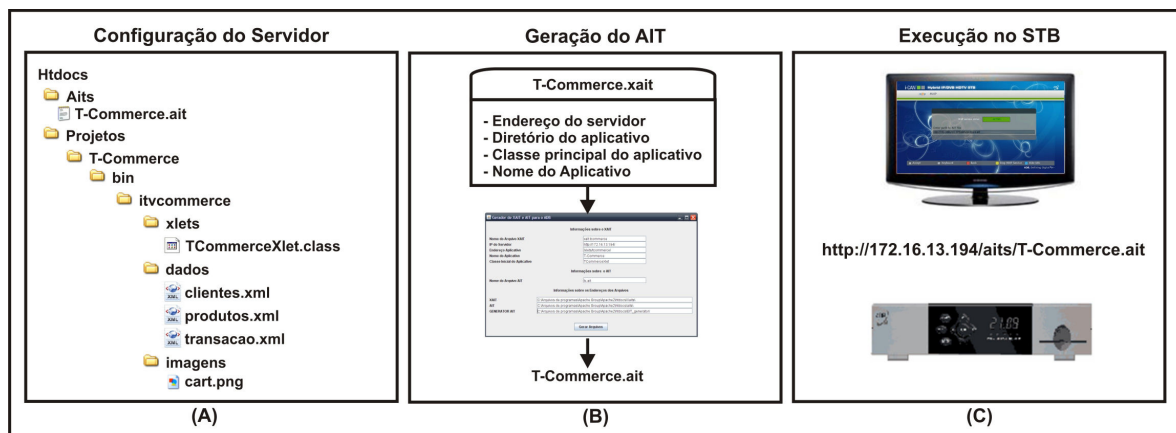


Figura 6 – Etapas do esquema IPTV



#### 4.3.2. Transmissão *Broadcast*

Na transmissão *Broadcast*, convencional nos atuais sistemas de TV Digital, o elemento principal a ser tratado em todas as etapas do processo é o *Transport Stream* (TS). Definido pela ISO-IEC como padrão para transmissão de dados codificados em MPEG-2 (ISO-IEC 13818-1 *MPEG-2 Systems*) (ISO-IEC, 2008), o TS é resultado da multiplexação de fragmentos de áudio, vídeo e dados relacionados a um ou vários programas. Em um TS, áudio e vídeo estão organizados em pacotes de fluxos elementares (*Packetized Elementary Streams*, PES) enquanto que dados referentes a aplicativos estão no formato DSMCC (*Digital Storage Media Command and Control*), padrão MPEG-2 ISO-IEC 13818-6. Fisicamente, um TS constitui-se de uma sequência de *pacotes de transporte* de tamanho fixo de 188 bytes, que contém informações sobre áudio e vídeo de um programa além de dados (legendas, *closed caption*, ou aplicativos, por exemplo). Um pacote de transporte é a unidade elementar de um TS. Além de carregar fragmentos de áudio-vídeo ele pode carregar informações sobre as *seções* MPEG-2: as seções compõem uma série de tabelas (PSI, *Program Specific Information Tables*) definidas pelo MPEG-2 que são utilizadas pelo decodificador para recuperar os dados de um programa e apresentá-los na sequência correta. Entre as tabelas PSI, destacam-se as principais: PAT (*Program Association Table*) que contém referências para os programas e PMT (*Program Map Table*) que contém referência para os componentes de áudio-vídeo de cada programa. Juntas, seções e PES constituem os dois principais grupos de dados de um fluxo de transporte. As etapas para a transmissão *Broadcast* são: (1) Geração do TS; (2) Validação do TS; (3) Transmissão do TS.

**Etapa (1)** – Uma vez produzido o aplicativo e formatados áudio e vídeo convenientemente (o áudio e vídeo devem estar codificados no padrão MPEG-2), estes são multiplexados num fluxo comum TS. Primeiramente, áudio e vídeo são multiplexados utilizando-se uma ferramenta livre, o JustDVB (JUSTDVB, 2008). Além de manipular áudio e vídeo, permitindo a configuração dos pacotes de transporte, com a ferramenta também é possível inserir dados de aplicativos DSMCC. Num mesmo TS gerado podem existir vários canais, cada um dos quais com um programa e aplicativo associado. O resultado dessa etapa é o arquivo TS, com informações de seções e PES distribuídas ao longo do fluxo de transporte (Figura 7-A).

**Etapa (2)** – Entretanto, durante a geração do TS alguns erros podem ocorrer, principalmente relativos às referências aos identificadores de um pacote de transporte: caso todos os pacotes que compõem um vídeo ou as tabelas que os relacionam não sejam associadas corretamente a decodificação no receptor será feita de maneira incorreta. Para resolver esse problema, na etapa de validação é usada uma série de ferramentas que analisam e validam o fluxo TS, verificando as referências corretas entre os pacotes e a organização dos dados no DSMCC. As principais ferramentas de análise utilizadas no projeto foram *Stream Combiner* (ROHDE, 2008) e *KDB Analyzer*. Uma vez identificado um erro por essas ferramentas é possível realizar a correção na etapa anterior. O TS só passará a transmissão se estiver corretamente validado (Figura 7-B).

**Etapa (3)** – Nessa etapa são utilizados os equipamentos de *modulação e transmissão e inserção de dados* adicionais no TS: o primeiro, SFU (*SFU Broadcast Test System*, Rohde-Schwarz) oferece uma interface para a modulação do canal de transmissão do TS. A segunda, DIP *Data Inserter*, permite inserir dados adicionais ao TS antes da transmissão. No ambiente do laboratório de pesquisa essas ferramentas estão inseridas na rede e o arquivo TS gerado e validado é diretamente transmitido para o SFU onde é operado e difundido para o STB via cabo. O STB ADB então demultiplexa o TS exibindo-o em formato conveniente na tela do televisor (Figura 7-C).

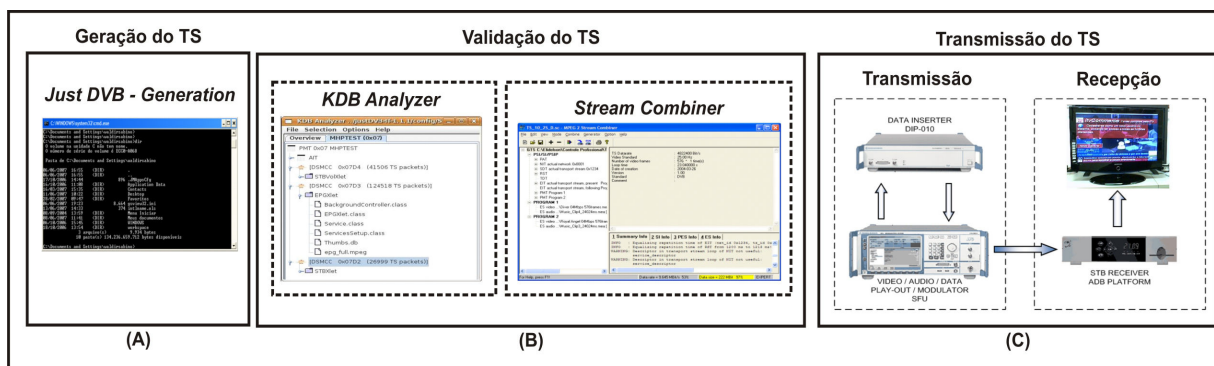


Figura 7 – Etapas do esquema de transmissão *Broadcast*.



## 5. RESULTADOS

O resultado final do projeto é o sistema de *T-Commerce*, obedecendo aos requisitos e diretrizes de programação de aplicações para TVDI estabelecidos. O sistema foi testado no STB quanto a parâmetros como facilidade de uso, navegabilidade, e interface (uma análise desses dados não foi feita por não estar dentro do escopo do trabalho). Pelas experiências no laboratório de Pesquisa e Desenvolvimento, nota-se que o processo baseado em IPTV é mais simples em relação ao *Broadcast*, pois apresenta um menor número de etapas e de ferramentas utilizadas, o que permite a construção mais rápida do aplicativo e entrega ao STB. O processo baseado em *Broadcast*, embora convencional, é mais complexo, pois além de aplicativos, envolve mecanismos de multiplexação de áudio e vídeo. No presente projeto foi mesclado o uso de ferramentas livres e proprietárias, pelo fato de não existir um suporte completo de ferramentas *Open Source* para todas as etapas do processo. Entre os *softwares* livres utilizados estão os emuladores *XleTView*, *OpenMHP*, o Gerador TS *JustDVB* e o analisador *KDB Analyzer*. Já entre os equipamentos adquiridos estão o multiplexador e analisador *Stream Combiner* e os dispositivos *DIP Data Inserter* e *SFU Broadcast Test System* (ambos da *Rohde-Schwarz*).

## 6. CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA FUTUROS ESTUDOS

No presente estudo, procurou-se sistematizar as principais características e necessidades de um sistema de TVDI, sob aspectos de conceitos importantes como usabilidade, interfaces, interatividade, e concepção de aplicativos, dos modelos mais conhecidos de serviços para esta nova mídia, sobretudo no modelo de serviços de comércio eletrônico via TVDI. Dentro desse contexto, foi abordado um modelo de processo de desenvolvimento de aplicações, como um relato de experiências em um laboratório de pesquisa em TVDI. Com os resultados do trabalho, espera-se contribuir ao oferecer conhecimento sobre esse processo, e fornecer as bases para pesquisas futuras em áreas relacionadas. Cada etapa do processo adotado no trabalho é um campo de pesquisa independente, e muitos trabalhos podem surgir de investigações nessas áreas.

Como trabalhos atuais realizados no centro de pesquisa e desenvolvimento, destacam-se os que integram a TVDI com outros dispositivos eletrônicos, como sensores, placas de microcontroladores, outros computadores etc.; além de trabalhos nas áreas de usabilidade e interfaces para TVDI e Engenharia de *Software* para TVDI. Com o estudo nessas áreas, espera-se contribuir para a comunidade científica com a apresentação de novos trabalhos, resultados e relatos de experiências.

## REFERÊNCIAS

ADB. *Advanced Digital Broadcast Ltd*. Disponível em: <<http://www.adbglobal.com>> Acesso em: 04 ago 2008.

CALDER, B.; *et al*. **Java TV API Technical Overview: The Java TV API Whitepaper, version 1.0**. Disponível em: <[http://java.sun.com/products/javatv/jtv-1\\_0-spec\\_overview.pdf](http://java.sun.com/products/javatv/jtv-1_0-spec_overview.pdf)> Acesso em: 04 ago 2008.

CASTELLS, M. **A sociedade em rede**. 10. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2007.

COMPOSER. **Editor de Documentos NCL para Windows**. Disponível em: <[http://www.ncl.org.br/ferramentas/index\\_30.html](http://www.ncl.org.br/ferramentas/index_30.html)> Acesso em: 04 ago 2008.

ETSI. *European Telecommunications Standards Institute (2005). "Digital Video Broadcasting (DVB)"; Multimedia Home Platform (MHP) Specification 1.1.1*. Especificação Técnica ETSI TS 102B12. Disponível em: <<http://www.etsi.org>> Acesso em: 04 ago 2008.

IRT. *Institut für Rundfunktechnik. IRT's middleware for interactive television*. Disponível em: <<http://www.irt.de/en/products/digital-television/iptv-metadata-server.html>> Acesso em: 01 ago 2008.

ISO-IEC. *Information technology — Generic coding of moving pictures and associated audio information: Systems*. Disponível em: <<http://neuron2.net/library/mpeg2/iso13818-1.pdf>> Acesso em: 04 ago 2008.

JUSTDVB. **JUSTDVB-IT 2.0**. Disponível em:

<<http://www.cineca.tv/labs/mhplab/JustDVb-It%202.0.html>> Acesso em: 04 ago 2008.

LEMOS G; FERNENDES, J; SILVEIRA, G; **Introdução à Televisão Digital Interativa: Arquitetura, Protocolos, Padrões e Práticas**. Anais da Jornada de Atualização em Informática do Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, JAI-SBC, 2004. Salvador-BA.

MONTEZ, C.; BECKER, V. **Datacasting e Desenvolvimento de Aplicações e serviços para Televisão Digital Interativa**. Minicurso. Anais do WebMedia & LA-Web, 2004. Ribeirão Preto-SP.

NANOXML. *A small XML parser for Java*. Disponível em: <<http://nanoxml.sourceforge.net>> Acesso em: 04 ago 2008.

OPENMHP. *Free implementation of MHP classes*. Disponível em: <<http://www.openmhp.org>> Acesso em: 04 ago 2008.

PICCIONE, C. A. **Modelo e Implementação de um serviço de Datacasting para Televisão Digital**. 2004. 123p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

ROHDE. **R&S@DV-ASC Advanced Stream Combiner**. Disponível em:

<<http://www2.rohde-schwarz.com/product/DVASC.html>> Acesso em: 04 ago 2008.

SANTOS, L. F. F.; ZILBER, M. A. Interactive Television: Perspectives and Expansion of The Electronic Commerce. In: BALAS - The Business Association of Latin American Studies 2001 Conference, 2001, San Diego. *Anais Annual Conference of Balas*.

SOARES, L.F. G. et all. **Desenvolvimento de Aplicações Declarativas para TV Digital Interativa**. Minicurso. Anais do WebMedia, 2006. Natal-RN.

XLETVIEW. *An emulator for testing MHP Xlets on a PC*. Disponível em:

<<http://sourceforge.net/projects/xletview>> Acesso em: 04 ago 2008.

## AGRADECIMENTOS

O trabalho é resultado das atividades desenvolvidas no Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Tecnologia Eletrônica e da Informação (CETELI), vinculado ao Mestrado em Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Amazonas, UFAM.

Agradecimentos ao CETELI e a UFAM que, através do Laboratório de Pesquisa e Desenvolvimento em TV Digital, ofereceu o suporte fundamental para a realização do trabalho.