

2

TV Interativa

Com a substituição das linhas analógicas convencionais por linhas digitais, a TV tradicional está passando por fortes modificações que vão muito além de apenas melhorias na qualidade de imagem [42]. A mídia digital permite que, além de nitidez e resolução, uma grande gama de conteúdos possa ser inserida e manipulada neste novo paradigma de TV.

A interatividade é, sem dúvida, a maior beneficiada com o avanço desta tecnologia. Com a utilização de novos hardwares de transmissão e decodificação, além de TVs digitais, pode-se fornecer ao usuário a possibilidade de, em termos gerais, interagir com aplicativos que executam localmente, permitindo, desta forma, que conteúdos desenvolvidos para computadores e video games possam estar disponíveis ao acesso de qualquer telespectador frente à TV. O grau de interação é determinado pela tecnologia empregada e pelos recursos de hardware e software disponibilizados, bem como pela natureza do conteúdo recebido.

Esse novo paradigma de TV, também conhecido como “interactive TV – iTV” ou “enhanced TV”, é resultado de enormes avanços em tecnologia digital, TV digital, redes de alta velocidade, processamento de áudio e vídeo, softwares de compressão e serviços de *broadcasting* [55][137]. A TV convencional, que é passiva e linear, está se tornando sob demanda, participativa, não-linear, bidirecional, ou em outras palavras, está permitindo que cada telespectador possa definir o conteúdo e a forma como a informação lhe é apresentada. iTV é a reinvenção da existente e passiva TV. Segundo [138], iTV é, essencialmente, a incorporação de programação ao vídeo que permite algum nível de interatividade. Segundo [12], iTV é a junção das tecnologias associadas à difusão de vídeo com tecnologias interativas viabilizadas por um “canal de retorno” ligando terminais de acesso avançados com as emissoras de televisão.

Esta nova tecnologia vai permitir que o telespectador possa receber informações adicionais sobre assuntos de interesse e até mesmo agendar o horário em que deseja ver seu programa favorito [42]. Com a iTV, o

telespectador poderá, num futuro próximo, ter boa parte dos recursos disponíveis em um PC, tais como jogos, Internet, áudio e vídeo, com a mesma eficiência. Entretanto para que tudo isso ocorra, é necessária a criação de padrões, tanto na forma de transmissão digital, quanto no formato do conteúdo a ser exibido.

Para que a iTV possa se consolidar e vir a substituir a TV tradicional, uma série de requisitos deve ser atendida. O elemento central de toda a infraestrutura é o conteúdo final que é apresentado ao telespectador (usuário). Em função deste conteúdo, necessidades de banda passante, processamento computacional e nível de interação devem ser determinados e garantidos. Esses diversos itens são discutidos neste capítulo e são usados para validar a viabilidade técnica do uso de histórias interativas como conteúdo para iTV.

2.1

Comunicação de Dados

Um dos requisitos necessários para a construção e consolidação da iTV é a substituição da transmissão analógica por linhas digitais de alta velocidade. Este novo meio, além de ser necessário para a iTV, é um passo para a evolução da velha TV analógica na direção da TV digital (DTV - *Digital Television*). DTV é um dispositivo que pode processar (decodificar) mídias digitais, que em sua grande maioria são comprimidas, para um aproveitamento melhor da banda passante. O padrão de compressão adotado é o MPEG-2 [30]¹ para imagem e o MP3 para áudio.

Não existe uma obrigatoriedade do uso de DTV para acesso a conteúdos interativos. Estes podem ser acessados por meio de TVs analógicas, desde que acopladas a hardwares conversores de sinal digital em analógico. Esta conversão pode ser realizada pelos set-top boxes (URD - Unidade Receptora-decodificadora [126]), que são dispositivos que conectam a TV aos provedores (*content providers*) e que também processam os dados e conteúdos interativos. Estes dispositivos são detalhados na Seção 2.4.

DTV não é sinônimo de HTDV (*High definition TV*), que é um padrão de alta definição e, conseqüentemente, representa um maior consumo de banda. Esta banda, em DTV, pode ser variada, o que não ocorre em transmissões analógicas. A resolução em HTDV é em torno de 1K de linhas

¹MPEG-4 é um padrão de compressão bem mais avançado, porém, por questões de padronização já estabelecidas no mercado, o MPEG-2 é a referência em TV digital.

de escaneamento ativas (*scan lines*)², o que é um salto significativo em relação ao 0.5K da SDTV (*Standard Definition TV*)³. As tecnologias de 4K, como a *Ultra High Definition Video* (UHDV) da NHK (*Japan Broadcasting Corporation*) e câmeras tipo HDC-950, ainda são experimentos em TV⁴.

Diversos serviços interativos, como VoD (*Video on Demand*), transmissão de aplicativos, imagens, gráficos e outros elementos de grande uso em programações interativas, somente são possíveis com a tecnologia digital.

Independente do padrão de transmissão (americano, europeu ou japonês), os tipos de transmissões de TV Digital são os seguintes: cabo, satélite e terrestre. No Brasil, por suas características geográficas e de base instalada, a transmissão para a TV aberta deve ser via terrestre⁵. A TV por assinatura não está presa a uma política do governo e cada emissora pode adotar o padrão que achar conveniente (Aliás, a Sky já oferece TV digital de baixa interatividade, por satélite, desde 1996 [133]). A banda para transmissão terrestre é de 6 MHz, o que permite uma taxa de transmissão de 20 Mbps. Com a compressão MPEG-2, esta banda permite que uma emissora de TV transmita uma qualidade HDTV (com som *Dolby Digital*)⁶ em um único programa consumindo toda a banda. Entretanto, ao contrário da transmissão analógica⁷, a emissora pode optar por usar a banda de 6 MHz para transmitir 4 canais SDTV simultâneos. Na realidade, a banda de 6 MHz pode comportar várias opções combinando canais de vídeo e dados (Figura 2.1).

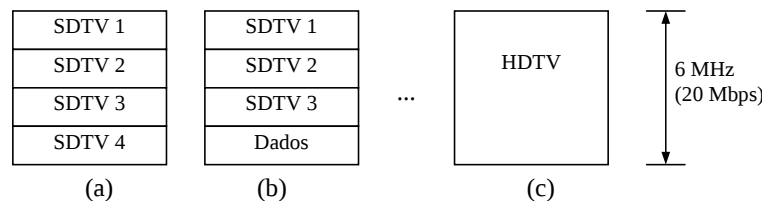


Figura 2.1: Opções de uso de um canal de TV digital.

Cada uma das opções apresentadas na Figura 2.1 representa um

²1080x1920 (USA), 1000x1778 (Europa), 1080x11920 (Japão).

³484x720 (Padrão NTSC, USA), 575x767 (Padrão PAL, Europa).

⁴A indústria de cinema americana vê o cinema digital 4K em LSDI (*Large Screen Digital Imaging*) como a solução da sobrevivência ao cinema doméstico (*Home Theaters*) e à TV digital [75].

⁵Chama-se terrestre à transmissão feita pela rede de torres de transmissão.

⁶5 direções e 1 subwoofer.

⁷A transmissão analógica não suporta canais próximos em frequência por causa da interferência.

modelo de negócios diferente⁸. Há basicamente dois tipos de interação em TV digital: com o sinal recebido e com o canal de retorno. A interação através do sinal corresponde a uma navegação restrita às opções e aos serviços transmitidos⁹. A interação com o canal de retorno permite que o telespectador envie informação de volta a emissora, geralmente utilizando uma linha telefônica (este tipo de comunicação ainda pode evoluir para uma comunicação de banda mais larga através de redes e Internet). A linha telefônica é normalmente suficiente, devido ao pouco volume de dados de retorno transmitidos por telespectadores.

O uso de linhas digitais para uso em TV é ainda um conceito novo. Por isso, ainda não existe um consenso sobre a forma de utilização desta larga banda passante. Atualmente, e como ilustra a Figura 1.1, existem 3 correntes que propõem diferentes usos desta nova tecnologia:

- Maior resolução: Implicaria na substituição do padrão tradicional de dados (*SDTV - Standard TV*) pelo padrão HDTV (Figura 2.1(c));
- Aumento de canais: Nesta estratégia, continua-se usando o padrão SDTV, porém aumenta-se o número de canais disponíveis (Figura 2.1(a));
- Adição de recursos interativos: Parte da banda passante seria usada para enviar conteúdos interativos ou, até mesmo, conteúdos personalizados para cada telespectador (se houver uma integração com redes de serviço e Internet). Em outras palavras, a consolidação da iTV.

Uma opinião intermediária sugere variar a resolução em função do conteúdo a ser apresentado. Apesar das opiniões discordantes, certamente, parte da banda passante vai ser usada para iTV, visto o grande sucesso da Internet e desejo de uma grande massa de pessoas em interagir com a informação e com outras pessoas, por meio de jogos, programas interativos, dentre outros.

Linhas de alta velocidade, capazes de suportar transmissão de vídeo e outros conteúdos digitais em tempo real, se fazem necessárias frente à possibilidade de transmissão de conteúdos personalizados a cada

⁸Na ocasião da confecção desta tese (2004), o governo brasileiro apontava para o modelo de 3 canais SDTV com foco em interação (Figura 2.1(b)). A Rede Globo, por ser a única empresa brasileira capaz de suprir programação HDTV de qualidade, forçava o modelo HDTV completo (Figura 2.1(c)). O autor desta tese aposta na adoção do modelo que contempla a interatividade (Figura 2.1(b)).

⁹A indústria costuma designar este tipo de interação como “walled garden” (jardin cercado).

usuário, principalmente no caso de VoD. Segundo Furht [55], o futuro das redes de comunicação será baseado em sub-redes ATM hierárquicas e interconectadas, distribuídas em áreas geográficas distintas¹⁰. No topo da hierarquia, existirá uma rede global, que irá conectar várias redes nacionais. Por sua vez, as redes nacionais vão englobar redes metropolitanas, que poderão ser conectadas a redes locais. Toda esta estrutura será implementada sobre as redes já existentes, que passarão a ser substituídas gradativamente por redes de fibra óptica.

Um exemplo do uso de redes ATM para iTV pode ser visto em [104]. Neste sistema, cada usuário é conectado a um servidor, que atende a um determinado número de clientes, localizados em uma determinada vizinhança. Para evitar falhas, os serviços são disponibilizados em servidores que possuem réplicas, que entram em operação quando o servidor corrente falha. Os serviços disponibilizados nesta plataforma, desenvolvidos para a Time Warner, incluem VoD, comércio eletrônico e jogos multi-usuários. Atualmente, transmissões digitais em broadcasting operam sobre satélites, cabos e linhas telefônicas de alta velocidade [76].

O projeto I2TV (Infra-estrutura Internet2 para Desenvolvimento e Teste de Programas e Ferramentas para TV Interativa), que está sendo desenvolvido no Brasil em âmbito nacional por um conjunto de universidades e emissoras de TV [12], também baseia-se no uso da Internet como meio de difusão do conteúdo digital. Este projeto visa a formação de um consórcio para desenvolvimento e teste de aplicações e ferramentas para TV Interativa em ambiente Internet2. Ele aborda a geração de conteúdo interativo, *middleware*, exibição (desenvolvimento de formatadores e distribuidores de vídeo [13]), e sistemas de rede necessários à distribuição do conteúdo interativo. A abordagem deste projeto sugere uma integração de tecnologias de broadcast de vídeo digital com a WWW, tendo em vista a quantidade de aplicações interativas que podem surgir como consequência desta integração.

Outro projeto, coincidentemente com a mesma sigla, é o i2TV (*Interactive Internet TV*) [105]. Este é um projeto experimental que visa criar um ambiente de “Realidade Mesclada” (*Mixed Reality*) que permita a interação de usuários da Internet (participantes *on-line*) com eventos ocorrendo em um local real (participantes *on-site*), como por exemplo uma conferência. Os dois tipos de participantes devem se sentir envolvidos (imersos neste novo ambiente mesclado), e vivenciar detalhes das duas

¹⁰ATM deixou de ser uma tecnologia atrativa face às novas possibilidades das redes gigabit. O conceito a ser mantido é o de Qualidade de Serviço (QoS - *Quality of Service*).

situações que estão sendo integradas (on-line e on-site). Nesse projeto faz-se uso de uma combinação de ambientes 3D, TV digital, interfaces de comunicação móveis, *broadcast Internet streaming*, e mediadores (*medial staging on-site*) de modo a integrar Internet e o modelo passivo de transmissão de TV por broadcast em uma novo meio de TV interativa baseada em *Mixed Reality*. Os mediadores se fazem necessários para gerenciar múltiplas interações provenientes dos usuários on-line sob o evento, sendo realizado em tempo real, em um espaço real, de modo que possam se tornar uma parte integrante do evento.

2.2

Usuário versus Telespectador

Com as propostas da iTV, uma grande mudança deve ocorrer na forma como a TV é usada e manipulada. A possibilidade do usuário poder interagir com o conteúdo que está sendo apresentado, bem como poder escolher o que deseja assistir, é sem dúvida um grande avanço para uma tecnologia que permaneceu inalterada durante várias décadas.

Entretanto, antes de desenvolver todo um aparato tecnológico de redes, processadores e aplicativos, deve-se perguntar ao usuário sobre sua intenção de transformar o mais comum instrumento de diversão, entretenimento e cultura em um dispositivo que, possivelmente, não será operado em sua total funcionalidade sem a intervenção humana. Além disto, põe-se em questão se as pessoas estarão dispostas a pagar mais pelos novos serviços interativos disponibilizados pelos provedores [138]. Este novo paradigma vai exigir das pessoas uma mudança da velha e tradicional atitude passiva por outra onde a interatividade é a palavra chave.

Independente da resposta do usuário ser positiva ou negativa, várias frentes de pesquisa estão avançando na tentativa de definir as linhas mestras desta revolução tecnológica. Entretanto, nem todos têm a mesma opinião sobre os rumos da iTV, o que está levando ao surgimento de tecnologias com dois enfoques divergentes, cujo ponto chave é a determinação do grau de interatividade que será oferecido ao telespectador. Será vencedora a solução que melhor atender às necessidades dos usuários e do mercado.

A primeira, encabeçada pela Microsoft [86], resume a interatividade com o termo “interatividade preguiçosa” (*lazy interactivity*), ou seja, a iTV terá sucesso se exigir pouca atenção e esforço do usuário. Já a outra corrente, liderada pela Sun Microsystems, sustenta a definição de uma arquitetura

que possa oferecer alto poder de processamento e, conseqüentemente, maior liberdade de interação ao usuário.

A Microsoft está se concentrando no desenvolvimento de interfaces intuitivas e divertidas para os usuários. O principal desafio é que estas interfaces precisam ser mais eficientes do que as usadas em computadores atuais e ao mesmo tempo devem ser mais fáceis de aprender e usar. Para isso, está sendo feito uso de computação gráfica de alta qualidade [19].

À medida que a iTV evolui, ela se torna mais semelhante a um computador no que diz respeito tanto a dispositivos de hardware, softwares, poder computacional, potencialidades e, conseqüentemente, nível de interação, quanto na susceptibilidade a erros, o que pode resultar em eventual insatisfação do usuário.

Até o momento, não foi feita uma distinção entre usuário e telespectador. Os dois termos foram usados de forma indistinta. Entretanto, existe uma diferença muito clara entre os dois termos. Usuário, em termos computacionais, é a pessoa que usa um dispositivo para realizar uma determinada tarefa. Por outro lado, o telespectador é somente um membro passivo, ou seja, que não interage - apenas recebe informação.

Em se tratando de iTV, o termo telespectador já não é o mais apropriado, uma vez que ele necessita interagir, transformando-se em usuário de um serviço ou aplicativo com que interage. O nível máximo de interação coincide com a equiparação do uso da iTV com um computador pessoal.

Atualmente, o usuário pode escolher o grau de participação, ou seja, pode se enquadrar como um telespectador, como um usuário, ou em uma posição intermediária. À medida que o poder computacional dos set-top boxes aumenta, há uma tendência ao aumento do grau de interatividade oferecido e de potencialidades de novas aplicações e conteúdos.

Neste trabalho, o telespectador da TV tradicional será considerado como um usuário, visto que este poderá, em algum momento, interagir com a informação recebida ou, em termos mais genéricos, com o conteúdo recebido. Esse aspecto é um dos mais polêmicos referentes à iTV e está intimamente relacionado com o tipo de conteúdo oferecido, discutido em mais detalhes na próxima seção.

Cabe ressaltar que é muito mais fácil desenvolver processadores poderosos e redes de alta velocidade do que mudar a mentalidade de uma massa de usuários que, durante décadas, viam a TV apenas com um meio passivo de transmissão de informações, diversão e lazer.

2.3

Geração de Conteúdo Interativo

A possibilidade de interação do telespectador/usuário com o conteúdo recebido depende não apenas dos recursos de software e hardware disponíveis no cliente para permitir esta interação. É necessária a criação de conteúdo interativo específico para tal fim.

A geração de conteúdo interativo está trazendo à tona muitos desafios e, como consequência, novas áreas de pesquisa estão surgindo. Muitas delas se concentram em adaptar interfaces e programas desenvolvidos para computadores aos hábitos do novo público-alvo emergente.

Os provedores devem se familiarizar com as mudanças necessárias para transformar a velha transmissão broadcasting em algo que possa ser personalizado e direcionado a cada usuário. Além da adaptação, também devem ser levados em conta os novos custos de produção da programação [138], o que em muitos casos pode resultar em prejuízos. Para contornar este problema, uma solução é associar conteúdo interativo com comércio eletrônico [22]. A questão de tecnologias para a geração de conteúdo interativo é analisada na Seção 2.3.2.

2.3.1

Aplicações e Serviços para iTV

Atualmente, um dos principais usos da iTV é para guia de programação (EPG - *Electronic Program Guide*), que consiste em exibir uma interface gráfica com informações que auxiliam o usuário na escolha de programas, canais, *pay-per-view*, VoD (*video-on-demand*) e diversos outros conteúdos disponibilizados nesse ambiente digital [77]. Serviços mais avançados de EPG oferecem recursos de Internet, como navegação e e-mail.

Os EPGs são aplicativos que podem ser configurados pelo provedor ou pelo próprio usuário e, por geralmente serem serviços gratuitos, são uma ótima opção para a exibição de comerciais e anúncios. Um exemplo é a WebTV for Windows [144]. Pelo fato dos EPGs estarem se tornando um portal para outros conteúdos interativos, é de vital importância que os provedores dominem esta tecnologia e possam disponibilizá-la da melhor forma [138].

O conteúdo interativo pode estar mesclado com a programação corrente ou pode ser acessado separadamente. Podem-se citar, como exemplos de conteúdos não mesclados, as EPGs que informam a previsão do tempo, placares de jogos e notícias.

Em situações onde o conteúdo é mesclado, geralmente usam-se elementos gráficos semitransparentes, preferencialmente localizados em um canto da tela da TV. Esta técnica pode ser usada para visualização de estatísticas de jogos, competições automobilísticas, ou qualquer outra aplicação em que o telespectador tenha interesse em receber informações adicionais, além dos fluxos convencionais de áudio e vídeo presentes na TV. Outra estratégia de exibição de conteúdo é o uso de caixas de diálogo, que podem ser usadas para exibir ou capturar informação do usuário, muito utilizadas para anúncios e comércio on-line. Além das aplicações já mencionadas, podem-se ainda citar recursos de acesso a contas bancárias, escolha do ângulo de visão em partidas de futebol, acesso a cenas de capítulos anteriores, dentre outras.

Segundo Furht [55], os principais serviços disponibilizados atualmente, além dos já mencionados, incluem entretenimento interativo, serviços de navegação, jogos interativos mono e multi-usuários, serviços educacionais e instrucionais como ensino à distância, bem como versões eletrônicas de jornais, revistas e páginas amarelas.

2.3.2

Tecnologias para Geração de Conteúdo Interativo

Os principais problemas para a geração de conteúdo para iTV estão no desenvolvimento de formatadores e editores que trabalhem com a sincronização de mídias. O grupo Telemídia (www.telemidia.puc-rio.br) apresenta excelentes propostas para uma linguagem hipermídia (*Nested Context Language* - NCL), um formatador (*HyperProp*) [128] e uma ferramenta de autoria (*JEdictor*). O comprometimento deste grupo de pesquisa com a linguagem Java possibilita o uso das ferramentas propostas em qualquer plataforma.

Existem várias outras tecnologias para dar suporte ao desenvolvimento de conteúdo interativo. Um exemplo do uso de VRML (*Virtual Reality Modeling Language*) [143] pode ser encontrado no “*The Steerable Media Project*” [95]. Nessa pesquisa, são usados os conceitos de camadas para mesclar vídeos e gráficos 2-3D, por meio de uma linguagem de marcação chamada Blendo, que estende a linguagem VRML. Quando estes elementos chegam ao cliente, é realizada a composição, em tempo dinâmico, de acordo com as preferências do usuário, por meio de um motor de síntese (*Blendo engine*)¹¹, que também faz uso da biblioteca gráfica OpenGL [147]. Nesse

¹¹Blendo é um motor de apresentação multimídia desenvolvido pela Sony que deriva

projeto, se aposta na contínua queda da relação preço/desempenho de processadores gráficos 3D, bem como de hardwares em geral, para a criação de dispositivos capazes de sintetizar vídeo com alta qualidade, com uso de técnicas de Computação Gráfica, a um custo que os usuários estarão dispostos a pagar.

Além de VRML, é também usada a linguagem Flash [51], com extensões que permitem trabalhar com fluxos múltiplos de vídeo, habilidade para renderizar elementos gráficos 2-3D, além de permitir desenvolvimento de aplicações em linguagem C++ e Java. A idéia do projeto é a criação de um cenário para a apresentação de notícias, cujo conteúdo possa ser guiado pelo usuário. Este conteúdo a ser apresentado não deve se parecer nem com a tradicional TV, nem com páginas WEB, o que ocorre no caso da WebTV [144], desenvolvida pela Microsoft.

A WebTV, por sua vez, faz uso de HTML para estruturação da informação exibida. Com esta tecnologia podem-se apresentar game shows interativos, notícias e eventos esportivos. Todos os elementos da informação, tais como vídeo e textos, são apresentados em janelas distribuídas na tela. Textos e gráficos são renderizados em janelas separadas, o que faz com que o conteúdo apresentado seja muito semelhante ao de uma página Web. O grau de interatividade e liberdade de geração de conteúdos interativos é também muito limitado.

Gibbs et al. [60] estendem o motor Blendo para suportar transmissões esportivas em TV interativa. O protótipo desenvolvido permite desde a exibição de estatísticas simples sob demanda, como, por exemplo, visualizar a telemetria de um determinado carro, até a integração com jogos de computador. Tanto em [95] como em [60], os experimentos foram realizados sobre estações de trabalho SGI rodando Windows NT.

2.4

Processamento e Exibição de Conteúdos Interativos

A infra-estrutura para iTV consiste na geração, transmissão e exibição de conteúdos interativos. Esse conteúdo, como já foi mencionado, pode consistir de fluxos simples de áudio e vídeo, mas pode também agregar conteúdos interativos, tais como aplicativos, gráficos, imagens e caixas de diálogo. A manipulação desse conteúdo digital exige processamento computacional adicional no cliente. Essa tarefa é realizada pelos set-top boxes, que são dispositivos que agem como meio de comunicação entre a do VRML.

TV, digital ou analógica, e o meio de transmissão dos dados (via satélite, cabo, terrestre) [76]. Segundo Driscoll [42], “O Set-top Box está situado entre a supervia de informação digital e o aparelho de TV”. Diversas outras nomenclaturas para estes dispositivos podem ser encontradas em [78]. Neste trabalho será usado o termo set-top box.

O set-top box recebe o sinal digital comprimido e codificado e o decodifica, transformando-o em sinais analógicos que possam ser exibidos nas TVs. Eles podem ser vistos como computadores dedicados com interfaces via display e outros dispositivos de interação como mouse, teclado e controle remoto, por onde o usuário pode interagir com o conteúdo em apresentação. Dependendo da ação do usuário, faz-se necessário o uso de uma linha de retorno de dados com o provedor para que as novas requisições ou comandos possam ser atendidos. Esta linha de retorno é geralmente muito mais lenta do que a de transmissão de streams, e pode ser implementada por uma linha telefônica, *cable modem*, DSL, comunicação via satélite, etc.

A TV interativa é muito mais que vídeo sob demanda (VoD). Ela é um novo meio pelo qual o telespectador tem tanto educação quanto entretenimento. O set-top provê acesso a esse meio, e serve como uma ponte de comunicação entre um vasto repositório de informação multimídia e uma ferramenta que pode navegar nesta informação, criando para cada usuário uma apresentação diferenciada [19]. Todos estes recursos necessitam de processamento adicional, que deve estar presente no set-top box e que pode ser assim considerado como um motor de síntese.

2.4.1

Arquitetura de Hardware do Set-top Box

Os set-top boxes possuem interfaces de rede e decodificadores para capturar e processar os fluxos (vídeo, áudio ou dados) que, para economia de banda passante, são comprimidos. Também devem possuir buffers para garantir continuidade de exibição dos fluxos, em casos de atrasos da rede, e mecanismos de sincronização de exibição de áudio e vídeo. Além disso, a existência de barramentos, memórias, CPUs, unidades de armazenamento, processadores gráficos e dispositivos de entrada e saída, tornam a arquitetura de um set-top muito parecida com a arquitetura de computador pessoal. Segundo Furht [55], vários dispositivos poderão estar conectados aos set-top boxes tais como VCR, controle remoto, CD-ROM, Impressoras, HD e teclados.

Os set-top boxes podem oferecer recursos de atualização de software como browsers e EPGs. Alguns podem também armazenar localmente programação a ser exibida no momento que o usuário desejar [77].

O conceito de set-top não é totalmente novo. Ele já existe há algum tempo, porém se limita a apenas receber informação analógica e mostrar na TV. Esta primeira versão de set-top box não possui linha de retorno e disponibiliza baixo poder computacional. Em termos cronológicos, este é considerado o set-top de primeira geração, também chamado de *Broadcast TV Set-top Box*.

A geração seguinte de set-top, também conhecida como *Enhanced TV Set-top Boxes*, já possui canal de retorno lento, implementado por meio de uma linha telefônica, e permite serviços de VoD, comércio eletrônico e recursos de Internet, como navegação, e-mail e Chat.

Da terceira geração em diante, os set-tops já disponibilizam recursos de armazenamento de dados e possibilidade de executar jogos, tudo isso aliado a redes de maior velocidade. O que diferencia também as gerações de set-top boxes é o poder computacional, que se torna maior a cada nova geração.

2.4.2

Arquitetura de Software do Set-top

A arquitetura de software de um set-top é muito semelhante à de um computador. Geralmente, ela é dividida em 3 camadas: sistema operacional, *middleware* e aplicativos. Estas camadas de software se fazem necessárias para dar ao set-top a possibilidade de executar as ações do usuário, bem como processar e exibir o conteúdo interativo.

2.4.2.1

Sistemas Operacionais

Set-top boxes fazem uso de sistemas operacionais (SO) de tempo real (também denominados RTOS - *Real-Time OS*), especialmente porque devem processar mídias contínuas, como áudio e vídeo, sem interrupção e em tempo real. Como os set-tops ainda têm recursos de hardware limitados quando comparado com microcomputadores, o SO precisa ser robusto, compacto e principalmente confiável, visto que telespectadores não estão acostumados com bugs, resets, nem com pausas para CPU, disco ou rede, resultado de tarefas intensas. Os usuários de iTV esperam que o tempo de

resposta nunca seja maior que meio segundo. Além disso, esperam que a TV e seus recursos estejam sempre disponíveis [104]. Para rápida inicialização, o SO deve ser preferencialmente armazenado em ROM. Outra exigência do SO é a capacidade de processar concorrentemente diversas tarefas, que vão desde processar o vídeo de entrada até a validação de mensagens.

A abstração do hardware é realizada pela definição do SO em camadas. A camada mais baixa consiste em um conjunto de drivers e abstrações de software que fazem interface diretamente com o dispositivo físico. Com esta estratégia, desenvolvedores podem portar mais facilmente o SO para múltiplas plataformas de hardware. Também é comum a presença de drivers para acesso de teclados, portas, modems e discos [42]. Outra camada comum é o kernel, que tem a função de gerenciar os recursos do set-top, como memória e prioridade de processos.

A seguir são apresentados alguns sistemas operacionais que compartilham das mesmas características desejáveis em um SO para set-top, que incluem: arquitetura de tempo real, organização em camadas para abstrações de hardware, tamanho reduzido, confiabilidade e, principalmente, disponibilização de uma API ou gerenciadores de SO para desenvolvimento de aplicativos.

PowerTV [112]: Desenvolvido pela empresa Scientific-Atlanta especialmente para rodar em set-top, é armazenado em ROM e pode ser atualizado facilmente pela rede. Foram incorporados no PowerTV gerenciadores de sistema operacional para facilitar o desenvolvimento de aplicações, bem como acesso a periféricos.

VxWorks [141]: Desenvolvido pela empresa Wind River Systems, este sistema operacional pode ser usado em set-top boxes, telefones inteligentes, sistemas de navegação para carros e agendas portáteis (*handhelds*). Oferece diversos recursos de acesso à rede, incluindo TCP/IP, FTP e Telnet. É exportado para várias plataformas de hardware, incluindo PowerPC, Intel, Sparc e MIPS. Para manter a compatibilidade de hardware, são fornecidos códigos fonte dos drivers. Oferece suporte a vários browsers também.

Microsoft Windows CE: O Windows CE é uma versão compacta do Windows, feita para rodar em dispositivos com recursos de hardware limitados, como set-tops e *handhelds*. A versão para set-top segue a filosofia cliente-servidor. Uma característica importante deste SO é a possibilidade de executar aplicativos Java ou applets usando uma

JVM - *Java Virtual Machine* - específica para Windows CE. Outro ponto de destaque é o suporte à tecnologia DirectX [93], que permite acesso direto da aplicação aos recursos de hardware para processar multimídia [42].

JavaOS [82]: A tecnologia Java para sistema operacional também é fundamentada na definição de camadas. A base do sistema é um kernel, baseado na tecnologia ChorusOs [31], que é amplamente usada em dispositivos como celulares e sistemas de comunicação. Como camada superior, existe a J2ME - *Java Micro Edition*, que é destinada a fazer a comunicação com aplicativos usados no set-top [42].

Linux: O Linux está chamando a atenção dos fabricantes de set-tops e está se tornando um dos principais concorrentes do Windows CE, principalmente por ser gratuito e ter baixa exigência de hardware. Um exemplo de projeto nacional de pesquisa em iTV que faz uso deste sistema é o I2TV [121], que visa desenvolver tecnologias e ferramentas de suporte à TV Interativa no ambiente Internet2. Além do Linux, neste projeto faz-se uso da API JAVATV como middleware entre as aplicações e a sub-camada de hardware.

2.4.2.2 Middleware

Middleware é um termo relativamente novo em se tratando de set-top. Ele é o centro da nova arquitetura de software, consistindo de uma camada de conexão que age como uma ponte de comunicação entre o SO do set-top e a aplicação do usuário. Esta abstração facilita a migração das aplicações entre diferentes sistemas operacionais.

Em um ambiente set-top, o middleware consiste de alguns componentes, comumente conhecidos como máquinas virtuais. Pode-se dividir os padrões de middleware em 3 categorias [131]:

- Baseada em HTML, Javascript e CSS (*Cascade Style Sheet*), que é definida pelo padrão ATVEF (*Advanced Television Enhancement Forum*). Este padrão de middleware é a tecnologia adotada pela Microsoft na WebTV;
- Tecnologias proprietárias como OpenTV [106] e WebTV, e;
- Java TV [22], que é vista como a tecnologia da nova geração no que se refere ao desenvolvimento de conteúdo para TV interativa.

Sobre a tecnologia de middleware é que são implementadas a maioria das aplicações para iTV. O middleware permite às aplicações operarem transparentemente sobre uma rede sem ter que se preocupar com os protocolos subjacentes. Esta consideração reduz a complexidade de desenvolvimento porque as aplicações podem ser escritas tirando proveito de uma API comum.

Padrão HTML: HTML é sem dúvida a linguagem dominante na Internet, devido à sua simplicidade [86]. Foi apostando nesta característica que a Microsoft focou seus esforços em produzir sua versão de TV interativa. Para estender os recursos da linguagem HTML, usa-se a linguagem JavaScript, que associadas à norma ATVEF, permitem que conteúdos interativos baseados nesta tecnologia possam ser distribuídos para diversas arquiteturas de set-tops. Como resultado de sua concepção, o HTML oferece recursos para diversos propósitos simples. Ele porém não foi projetado para ser usado em TV interativa, pois apresenta limitações no controle de como o layout da tela é renderizado. Outro ponto fraco se refere a elementos dinâmicos, como animações. Pelo fato de não haver processamento local, a maioria dos recursos de interação só pode ser realizada com uma comunicação bidirecional com o servidor (paradigma cliente/servidor). Uma das maiores limitações desta tecnologia está no desenvolvimento de jogos. Segundo [131], o HTML não é um verdadeiro padrão de middleware, pois não existem certificações formais quanto ao seu interpretador, principalmente no que se refere a extensões da linguagem, o que produz, de forma semelhante à Internet, diversos bugs e incompatibilidades. Desta forma, os set-tops que não foram desenvolvidos no padrão WebTV, mas que têm interpretadores HTML, poderão ter problemas de incompatibilidade. Apesar da grande quantidade de pontos fracos, esta tecnologia é adotada por grandes empresas devido à sua simplicidade e pela influência de marketing exercida pela Microsoft. Os principais usos desta tecnologia são: comerciais, propaganda, notícias, clima, programas de auditório, comércio eletrônico, enfim, nada que exija grandes recursos de processamento no lado do cliente.

Padrão Java: Combinando-se a robustez da linguagem Java com as iniciativas da Sun em favor da TV Interativa, nota-se que a plataforma Java oferece um poder de expressão muito grande em relação ao desenvolvimento de aplicações para set-tops. Ele é composto por uma versão mais leve da máquina virtual Java (J2ME - *Java 2 Micro*

Edition) e por um conjunto de bibliotecas. O Java é sem dúvida uma das tecnologias mais modernas e mais poderosas em se tratando de TV interativa, pois disponibiliza uma API completa de programação que independe de plataforma. Outra característica importante diz respeito à segurança, pois sendo uma linguagem interpretada, ocorre uma verificação dos bytecodes antes de sua execução. Isso assegura ao Java alta confiabilidade, o que é uma característica essencial em TV [22]. Cabe, porém, observar que a linguagem Java, pelo fato de ser interpretada, é fortemente penalizada pela baixa eficiência quando comparada com linguagens compiladas como C e C++.

Padrão MHEG-5: Além das máquinas virtuais HTML, Javascript e Java, existe também um outro padrão de middleware chamado MHEG-5 [20], adotado na Europa, o qual foi desenvolvido para tratar com informações multimídia e hipermídia. O termo multimídia refere-se às diversas mídias suportadas, incluindo áudio, vídeo, gráficos e texto. O termo hipermídia é descrito como um aperfeiçoamento que permite navegar na tela por meio de links. Além da definição de objetos multimídia e hipermídia, o padrão também aborda a transferência destes objetos da base de dados até às redes de comunicação. Uma vez que os dados multimídia/hipermídia sejam agrupados no servidor, em um fluxo de bits, são enviados por uma rede até o set-top, onde reside o motor MHEG-5, que extrai a informação, a interpreta e faz a sua exibição na tela do aparelho de TV. O motor requer apenas 300Kb, logo pode ser implantado em sistemas com baixos recursos. Um novo recurso adicionado a este padrão é a possibilidade de interpretar código Java, o que dá a ele a possibilidade de executar operações complexas e acessar serviços em dispositivos remotos, como servidores, localizados nos provedores. Além deste recurso, também estão sendo adicionados ao padrão características como a presença de canal de retorno e dispositivos de entrada, como teclados sem fio. Como principais aplicações deste padrão podem-se citar: EPG, VoD, comércio eletrônico e jogos on-line.

Tecnologias Proprietárias: A maioria dos especialistas em iTV concorda que nenhum padrão de middleware em particular vai controlar o mercado de set-top num futuro próximo, o que está despertando algumas companhias de software a desenvolverem produtos de middleware para set-top. Pode-se citar como exemplos a OpenTV, PowerTV, PlanetWeb e Liberate Navigator. Uma lista completa pode

ser encontrada em [79]. Estas novas tecnologias proprietárias resolvem muitos dos problemas apresentados no HTML, porém impõem outros, principalmente no que se refere à natureza não padronizada destes ambientes. As tecnologias proprietárias na sua maioria dão suporte aos padrões vistos anteriormente. Cada uma oferece suas próprias APIs, ferramentas e serviços. Isso torna as aplicações não portáteis, exigindo que versões específicas sejam desenvolvidas para diferentes plataformas [131]. Entretanto, segundo [106], a versão EN2 do middleware da OpenTV é independente de plataforma, modular, extensível e dá suporte a diversos SOs, como pSOS, VxWorks, Nucleus Plus, microTOS, OS2O, etc. Esta versão também oferece uma biblioteca que inclui funções gráficas, de rede, manipulação de fluxos de vídeo, criptografia, dentre outros. Mesmo sendo multiplataforma, o desenvolvedor do OpenTV não disponibiliza os códigos fontes.

2.4.2.3 Aplicativos

Na camada mais alta do ambiente de software estão os aplicativos. A idéia é que a aplicação possa fazer uso das camadas inferiores, como mostrado na Figura 2.2. Esta característica pode trazer ganho de desempenho, porém ao mesmo tempo impossibilita sua execução em diversas plataformas.

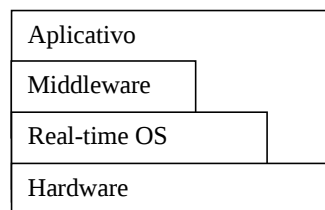


Figura 2.2: Camadas de software em um set-top box.

Como já foi mencionado, o poder computacional e o desempenho destes aplicativos dependem fortemente das linguagens de programação disponibilizadas, bem como das APIs e middlewares presentes na arquitetura.

2.5

Conclusões e Discussões

Atualmente as potencialidades e possibilidades de uso que a iTV pode oferecer não estão completamente definidas. Ainda assim parece haver um consenso de que a iTV constitui uma tecnologia muito promissora, visto que este novo paradigma de TV está chamando a atenção de emissoras de TV, instituições de pesquisa acadêmica, bem como diversos ramos da indústria que possuem alguma ligação tecnológica com toda a infraestrutura necessária para disponibilizar conteúdos interativos. No Brasil, a iTV ainda se encontra em um estágio de estudo por parte do governo e instituições de pesquisa, que têm a incumbência de adotar algum padrão já existente, ou desenvolver um próprio. Três padrões estão sendo estudados: o padrão europeu (DVB - *Digital Video Broadcasting*) [47], o americano (ATSC - *Advanced Television System Committee*) [6] e o Japonês (ISDB - *Integrated Services of Digital Broadcasting*). Maiores detalhes destes padrões podem ser vistos em [126].

O grau de evolução da iTV não está associado somente com a evolução do hardware (no caso, o set-top box), mas também com as linhas digitais de transmissão de dados. A quebra de paradigmas é também outro fator muito importante, senão crucial, para a evolução e definição de novas gerações de conteúdos e programas interativos.

Segundo Becker [13], a especificação do que deve ser o conteúdo interativo é o principal fator que deve ser estudado e pesquisado, ao contrário da especificação de padrões tecnológicos a serem utilizados (Europeu, Americano ou Japonês), como ressaltado por [71], uma vez que todos estes padrões estão cada vez mais parecidos.

Neste trabalho propõe-se o uso de um ambiente de Histórias Interativas como conteúdo para esta nova mídia, o que pode ser visto também como uma contribuição original desta tese. Pelos dados apresentados neste capítulo, pode-se observar que a infra-estrutura de hardware e software dão suporte à exibição deste tipo de conteúdo, pois disponibilizam linhas de transmissão digitais (em muitos casos o uso da própria Internet) e dispõem de hardware dedicado ao processamento da mídia digital. Em termos de aplicativos, observa-se a existência de diversos middlewares que abstraem detalhes específicos do hardware. Para garantir maior compatibilidade de execução em diversas plataformas, neste trabalho optou-se pelo uso de linguagens e bibliotecas multiplataformas, como o Java, C++ e OpenGL. Não é o foco deste trabalho criar software para uma plataforma específica de set-

top box. Todos os processamentos necessários são realizados em um PC. Apesar destes terem um desempenho superior aos modelos atuais de set-top boxes, assim como [95], também aposta-se na existência futura e breve de set-tops com recursos computacionais abundantes, que possam permitir simulações que atualmente são possíveis apenas em computadores de última geração.

Detalhes mais específicos da integração entre TV interativa e a ferramenta proposta são discutidos no Capítulo 6, que apresenta a especificação da arquitetura do sistema.