

Uma aplicação de Governo Eletrônico Usando Televisão Digital Interativa

Carlos A. Piccioni

LCMI – Depto de Automação e Sistemas - Univ. Fed. de Santa Catarina
Caixa Postal 476 - 88040-900 - Florianópolis - SC – Brasil
piccioni@das.ufsc.br

Valdecir Becker

EGC - Programa de Pós Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento
NURCAD – Núcleo de Redes de Alta Velocidade e Computação de Alto Desempenho
Caixa Postal 476 - 88040-900 - Florianópolis - SC - Brasil
valdecir@nurcad.ufsc.br

Carlos Montez

LCMI – Depto de Automação e Sistemas - Univ. Fed. de Santa Catarina
NURCAD – Núcleo de Redes de Alta Velocidade e Computação de Alto Desempenho
Caixa Postal 476 - 88040-900 - Florianópolis - SC – Brasil
montez@das.ufsc.br

Resumo

A extensão do conceito do governo eletrônico, através do uso da televisão digital, traz à tona o que vem sendo recentemente cunhado de T-Gov. Este artigo apresenta uma aplicação de T-Gov, chamada Júri Virtual, que foi implementada em um *middleware* baseado em JavaTV. O enfoque dado neste artigo é na realidade brasileira, onde a discussão é centrada na forma como a informação difundida pode ser usada para inclusão social. Além de propor o uso da televisão interativa como ferramenta de inclusão digital e social, outras contribuições deste artigo são as de levantar algumas das principais características do JavaTV, e de discutir o problema da implementação do canal de retorno na TV Digital e Interativa.

Palavras-chave: Governo Eletrônico, Televisão Digital Interativa, Inclusão Digital.

1. Introdução

Existem estimativas que afirmam que a televisão hoje está presente em quase 90% dos domicílios brasileiros [4], possuindo uma penetração na sociedade superior ao do telefone. Dessa forma, qualquer iniciativa por parte do governo brasileiro que objetive disseminar informações de utilidade pública, atingindo e integrando regiões remotas, precisa levar em consideração o uso dessa tecnologia. Os últimos governos já reconheciam essa necessidade, tanto que a partir de 1996 foi posta em prática através da iniciativa da TV Escola [2]. Porém, com a chegada da televisão digital ao país, essa abordagem poderá ter um grande salto de qualidade, principalmente fazendo uso do potencial que a televisão digital interativa trará.

A televisão digital é uma tecnologia emergente em todo o mundo. Como vantagens dessa, destacam-se: uma melhor qualidade de áudio e vídeo e um uso mais eficiente do espectro de frequência. Essa última vantagem irá propiciar a difusão de um maior número de canais e informações. As informações difundidas nesse tipo de mídia podem ser originadas de qualquer dado que possua formato digital. Ou seja, na televisão digital, além de áudio e vídeo de excelente qualidade, também é possível difundir textos, planilhas, base de dados, e, até mesmo, programas de computador, que poderão executar nos receptores dos telespectadores, que passam a possuir capacidade de processamento de dados.

Uma vantagem excepcional a ser explorada é a possibilidade da interatividade entre espectador e a informação, através da *televisão digital interativa*. Esse novo tipo de mídia, com um canal de retorno entre

telespectador e provedor de conteúdo, fecha um ciclo completo formado pelo fornecimento e recebimento de informação.

O acesso à informação, atualmente, é um importante aspecto na busca da cidadania¹. A centralização da informação de qualidade, que efetivamente gera conhecimento, é um problema recorrente, pois apenas uma pequena parcela da população tem acesso a ela, consegue transformá-la em conhecimento, gerando novas informações que só elas têm acesso, aumentando, dessa forma, o vão que as separa da maioria sem acesso [3]. A televisão, como vimos, serve como uma forma de disseminar informação. Contudo, a falta de interatividade nesse contato torna a “interação” unidirecional. Ou seja, na realidade não há interação, apenas a absorção de informação, onde a escolha do conteúdo e o momento em que é disseminada são ditados pela emissora.

Por tudo isso, pode se constituir em uma oportunidade para o Governo brasileiro, através da criação do Sistema Brasileiro de Televisão Digital (SBTVVD) [4], direcionar suas políticas para a adoção de uma televisão digital interativa brasileira com o intuito de combater a exclusão digital, e conseqüentemente, a exclusão social no Brasil.

A Internet é atualmente o meio com maior capacidade de fornecer informação. O governo brasileiro, reconhecendo esse potencial, já vem a algum tempo fazendo uso do mesmo, disponibilizando uma gama de serviços públicos de forma eletrônica. O conjunto desses serviços pode ser chamado de *e-government*, ou simplesmente *e-gov*, denotando um governo eletrônico que vem obtendo boa aceitação junto à sociedade.

Apesar de todos os esforços no sentido de usar a Internet como ferramenta geradora de inclusão digital e social, só 7,5% dos brasileiros tem acesso a essa tecnologia [3]. Num país em que menos de 10% têm computador em casa, disseminar esse acesso torna-se fundamental para a própria consolidação da democracia, que exige pleno acesso à informação para poder ser concretizada. Este texto tem por objetivo discutir as vantagens da criação de uma nova série de serviços utilizando a televisão digital interativa por parte das instituições governamentais – o *T-Gov*.

Dentro desse contexto, foi projetada e implementada no âmbito do projeto de pesquisa I2TV (Infra-estrutura Internet 2 para Desenvolvimento e Testes de Ferramentas para TV Interativa) [20] – desenvolvido no Núcleo de Redes de Alta Velocidade e Computação de Alto Desempenho (NURCAD), da UFSC – uma aplicação de júri virtual, em que o réu, os advogados, o juiz e as testemunhas estão num fórum, enquanto os jurados podem estar em lugar remoto, participando do julgamento através da televisão. O júri foi implementado em um *middleware* baseado em JavaTV, também estudado e adaptado no projeto.

Este artigo é dividido em oito partes. Em seguida a esta introdução é introduzido o conceito de *e-gov* e são relacionadas formas como essa abordagem pode ser usada como uma ferramenta para a cidadania. Na seqüência, seção 3, é descrito um novo conceito, o *T-Gov*, o qual é sugerido, neste texto, como uma alternativa impar para disseminação de informação útil à sociedade. Na seção 4 é dada uma visão geral do modelo de televisão digital interativa, incluindo seus componentes e tecnologias possíveis para serem usadas como canal de interação. Nas seções 5 e 6 é apresentada a aplicação Júri Virtual e sua implementação usando o JavaTV, respectivamente. A seção 7 apresenta alguns trabalhos relacionados ao nosso. Finalmente, na seção 8 são apresentadas as considerações finais e algumas sugestões de trabalhos futuros.

2. *E-government*: uma possibilidade de inclusão social

Assim como o mundo empresarial desenvolveu o B2C (*Business to Consumer*) e B2B (*Business to Business*) nos seus relacionamentos com clientes e suas cadeias de comercialização, o governo eletrônico criou os conceitos de G2C (*Government to Consumer*), relacionamento do governo com o cidadão, G2B (*Government to Business*), relacionamento com seus fornecedores e o G2G (*Government to Government*), o relacionamento entre as agências governamentais. Porém, no sentido inverso, existe o B2G (*Business to Government*) e o C2G (*Consumer to Government*), e nesses o *e-government* demonstra sua importância ao possibilitar que empresa e cidadão participem da formulação de políticas públicas e de controle social.

O *e-gov*, implementado em sua plenitude, traria benefícios em diversas áreas de responsabilidade governamental, como educação, saúde, segurança pública e justiça. Possibilitaria também uma maior transparência nos atos dos órgãos públicos, maior eficiência na entrega dos serviços públicos; promoveria uma maior luta contra a corrupção, além de possibilitar um atendimento mais individualizado à população.

¹ Há informações que não geram cidadania [3]. Contudo, no contexto desse artigo essa questão não é tratada.

Assim, com esse controle de estado pela sociedade, além da democracia ser fortalecida, o direito à cidadania seria exercido.

O aumento da transparência dos atos públicos e da luta contra a corrupção nos mesmos poderia ser conseguido pelo governo eletrônico devido ao acesso à informação pelos cidadãos. As repartições públicas podem ser monitoradas por esse no momento em que as informações sobre o funcionamento dessas estão disponíveis a sociedade. Com o cidadão acompanhando licitações, realizações de obras públicas e compras eletrônicas, e entendendo todo o processo que envolve essas atividades, o mesmo exerce a função de fiscalizador das atividades do Estado, diminuindo assim a corrupção no país.

São vários os exemplos dos benefícios do *e-gov* no mundo. O Canadá é tido como exemplo mundial na implementação do mesmo. Em um país onde a Internet alcança 71% dos habitantes, serviços como seguro-desemprego, declaração de impostos, passaportes, buscas de empregos e pensões estão disponíveis para o cidadão. Os Estados Unidos são reconhecidos pelo centro de aprendizagem *on-line*, que fornece capacitação aos funcionários dos governos nas mais diversas áreas em um único portal. O Reino Unido dispõe informações sobre acontecimentos relevantes no ciclo de vida de uma pessoa como, por exemplo, cuidar de idosos e como lidar com crimes. A Malásia possui destaque no cenário internacional pelo cartão eletrônico multipropósito que, além de ser carteira de identidade, carteira de motorista, registro de eleitor em um único cartão, pode realizar pagamentos eletrônicos assim como transações de seguro social, e uma infinidade de outras possibilidades [1].

Vários outros exemplos de *e-gov* podem ser dados também pela Coreia do Sul, que dispõe de sistemas informativos sobre os registros de residentes, propriedades imobiliárias e documentação sobre veículos. Este país ainda possui um sistema de compartilhamento de informações para o seguro saúde, seguro de pensões, seguro desemprego e seguro contra acidentes industriais. Também possui um sistema de pagamentos relacionados a consultas e certidões tributárias, além de um sistema de compras governamentais, reduzindo os custos dos bens e dos serviços utilizados pelo estado. Outro exemplo interessante é o do sistema de informação para escolas que distribui e administra os históricos escolares dos alunos no sistema escolar [1].

No Brasil o *e-gov* surgiu em 1993, com a disseminação da Internet. A partir dessa data, diversas instituições governamentais começaram a disponibilizar páginas na mesma. Em 1999 o governo brasileiro passou a direcionar fortemente suas políticas para essa área. Os objetivos desde então do governo são de fomentar a inclusão digital, com foco no cidadão, reduzindo custos, melhorando a gestão e qualidade dos serviços, além de promover a simplificação e transparência nos mesmos. A maioria dos serviços de *e-gov* nacionais privilegia a prestação de informações, porém, os serviços interativos estão cada vez mais presentes.

Como um bom exemplo de aplicação do governo eletrônico pode-se citar a elaboração do orçamento participativo em alguns municípios e estados (ex. cidade de Porto Alegre) [10]. O ministério da saúde criou o Saúde.Gov [11], onde é possível obter as mais diversas informações sobre saúde no país, tanto de interesse da população em geral como dos profissionais da área. Na área de segurança pública, além de prestar contas sobre as atividades policiais, alguns estados disponibilizaram serviços de consulta *on-line* de cadastro criminal e do cadastro civil [5]. No que se diz respeito às declarações tributárias entregues pela Internet, como o Imposto de Renda, o Brasil já desponta como um dos líderes mundiais [7].

3. T-Government: uma nova oportunidade

O *e-government* desde seu surgimento vem crescendo com base nas tecnologias oferecidas pela Internet. O mesmo pode tirar grande proveito no que se refere à interatividade desse meio. Em países como o Canadá, onde a Internet alcança quase três quartos da população adulta, consegue-se também uma ampla penetração na sociedade. Porém, em países em desenvolvimento, a situação é extremamente diferente.

No Brasil menos de um em cada dez domicílios possui acesso a Internet. A exclusão digital atinge principalmente as classes C, D e E, exatamente o público alvo das iniciativas governamentais. Dessa forma, o *e-gov* possui um alcance muito limitado no país, principalmente no que se refere à população com menor poder aquisitivo. Muitas vezes, o uso pelo cidadão em geral depende da coletivização do acesso a Internet em prefeituras, escolas e bibliotecas. Porém, o índice de presença de tecnologia nos lares é o oposto no que se refere aos aparelhos de televisão no país. Presente em cerca 90% dos domicílios [4], a televisão é o meio com maior penetração na sociedade. Contudo, a baixa capacidade de interatividade (ou nenhuma) da televisão analógica convencional limita o seu uso a serviço do governo.

Com a implantação do Sistema Brasileiro de Televisão Digital – SBTVD [4] – espera-se que essa tecnologia possa aumentar consideravelmente a disponibilidade de serviços do governo à população em

geral. O desejo do governo é implantar a mesma com acesso a Internet em banda larga via televisão. Porém, mesmo que essa meta ambiciosa não seja atingida por completo, a adoção de tecnologias semelhantes as já existentes em outros países possibilitará o uso da televisão digital com programas governamentais a serviço do cidadão. Tal papel da televisão digital é conhecido como *T-Government*, ou, simplesmente, *T-Gov*.

Um microcomputador possui uma maior capacidade de processamento e uma infinidade a mais de recursos que um receptor conversor que será usado na primeira fase da migração para a televisão digital. Porém, um fato que justifica o governo a direcionar suas políticas para a área é o de que nas classes C, D e E, a televisão é tida como um aparato de maior importância que um micro-computador. Também pelo fato do receptor possuir um custo muito menor que o de um PC, a médio e longo prazo, é mais provável que as famílias desejem sofisticar sua televisão do que adquirir um computador.

O *e-gov* não surgiu a partir do nada, mas sim de uma conjuntura de eventos, e entre eles estão os avanços tecnológicos surgidos desde então. Outra justificativa para o governo acreditar na televisão digital como meio de inclusão digital, é a de que o mesmo atingiu alcançou seus objetivos nas áreas onde concedeu prioridade política e recursos econômicos suficientes. As eleições eletrônicas e a educação a distância são exemplo notáveis disso. A iniciativa privada que investiu em tecnologia no Brasil também conseguiu nichos onde consegue se destacar no cenário mundial; o exemplo claro nesse sentido é o da automação bancária.

O *T-Gov* pode oferecer uma série de vantagens desejadas pelo governo eletrônico. Caso o SBTVD seja bem sucedido, os serviços governamentais serão acessíveis à maioria dos cidadãos. Com receptores baratos, ou subsidiados pelo governo em algumas circunstâncias, chegará aos cidadãos a um menor custo que o atendimento convencional ou o uso da Internet. Com um correto desenvolvimento e direcionamento dos serviços, propiciará também uma maior qualidade no atendimento.

Assim como no *e-gov*, a primeira fase de implantação do mesmo se deu por serviços de informação, no *T-Gov* pode ocorrer o mesmo. Apenas com interação local, ou seja, sem o canal de retorno, devido ao melhor uso do espectro de frequência de difusão utilizado pelas emissoras e pela possibilidade de transmissão de qualquer espécie de dados no formato digital, vários serviços informativos podem ser disponibilizados pelo governo. Dado a capacidade de processamento do receptor, até aplicações podem ser enviadas e executadas localmente. Dessa forma, qualquer serviço informativo com interação local pode ser imaginado nesse contexto.

Regiões longínquas, onde a dificuldade de instalação de um canal de retorno é maior, possuem a vantagem de ter o espectro de frequências subutilizado, ou seja, geralmente nessas áreas um menor número de canais é difundido. Dessa forma, o foco do *T-Gov* pode ser direcionado para o desenvolvimento da interatividade local. Aproveitando as faixas do espectro de frequência não utilizadas, um maior número de informações pode ser difundido, enriquecendo a qualidade da interatividade local. Porém, qualquer realimentação será realizada pelos métodos convencionais, como Internet ou telefone.

Em regiões metropolitanas não haverá capacidade ociosa no espectro. Porém, com a presença do canal de retorno, o *T-Gov* pode passar para a fase onde transações completas podem ser realizadas. Dessa forma, a capacidade de interação real de uma aplicação passa a depender da capacidade do canal de retorno. Como nessas regiões já existem diversas redes de telecomunicações implementadas, o desenvolvimento e uso de um canal de retorno em banda larga são facilitados, ou seja, as transações podem ocorrer sobre esse meio.

Na pior das hipóteses, dependendo das condições geográficas e / ou sociais das regiões alvo, pode-se ao menos disponibilizar um receptor na prefeitura ou em outros tele-centros criados para essa finalidade.

4. Televisão digital interativa

Nos últimos anos, diversas fases da produção de conteúdo para a televisão passaram a substituir a tecnologia analógica pela digital. Contudo, a forma como se dá a difusão do sinal ainda continua sendo a convencional.

Além de trazer benefícios em várias áreas do mundo televisivo, a tecnologia digital passou a ser foco de estudo por parte das emissoras e dos mais diversos institutos de pesquisa como um instrumento possível de ser utilizado também na difusão do sinal. Como as principais vantagens da transmissão digital, pode-se citar uma melhoria significativa na qualidade da imagem e do som, uma menor potência necessária para realizar essa transmissão, e um melhor uso do espectro de frequência utilizado pelas emissoras. Isso significa que, em uma mesma faixa do espectro de frequência, por onde atualmente é difundido apenas um canal, com a televisão digital, podem ser difundidos vários canais, além de outros tipos de informação.

A Figura 1 representa o modelo de um sistema de televisão digital interativa, ilustrando os seus componentes principais. Basicamente, podem ser consideradas três partes fundamentais no modelo – lado do

difusor, meios de difusão e lado do receptor – descritas a seguir.

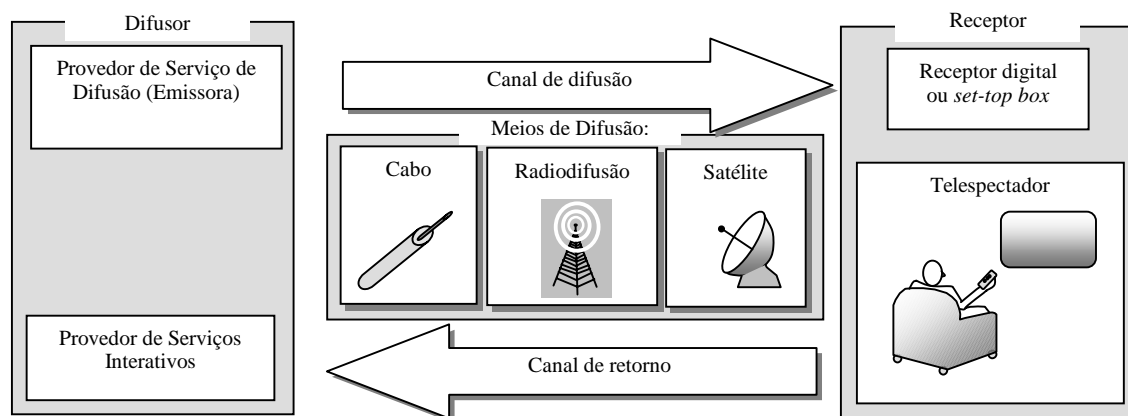


Figura 1: Modelo de um sistema de televisão digital interativa.

4.1 Meios de difusão

A *difusão* é o envio de conteúdo (áudio, vídeo ou dados) de um ponto provedor do serviço – responsável pelo gerenciamento de diversos canais televisivos, – para outros pontos, os receptores, onde se encontram os receptores digitais e os telespectadores. Os meios de difusão mais comuns são via satélite, cabo e radiodifusão, sendo esse último também conhecido como *difusão terrestre*.

O provedor de serviço de difusão pode deter e controlar o seu meio de difusão. Esse é o caso típico quando o meio de difusão usado é via cabo. Por outro lado, um provedor que difunde seu conteúdo via satélite usualmente não é responsável pela operação desse meio.

Plataformas de cabo possuem como vantagem uma boa largura de banda para o seu canal de difusão e para o canal de retorno, este último usado para a interação do telespectador com o provedor de serviço. Contudo, a grande desvantagem do uso desse meio é que a transmissão só alcança as residências que estão interligadas fisicamente, o que atualmente se constitui em sério problema no Brasil e parte da Europa.

Plataformas de satélite possuem como vantagem o alcance de seu sinal. Não existem grandes custos intermediários no crescimento do alcance da rede de difusão. No entanto, esse meio de difusão apresenta como desvantagem a dificuldade de estabelecer um canal de retorno entre o telespectador e o provedor usando o próprio satélite. Essa dificuldade usualmente é superada através do uso de linhas telefônicas para o canal de retorno.

A grande vantagem do uso de difusão terrestre é o fato desse meio ser usado atualmente nas televisões convencionais. Por conseguinte, em teoria, é possível estabelecer de uma forma mais simples a migração lenta entre telespectadores de TV convencional para a TV digital. Uma desvantagem desse meio é a dificuldade de implementar um canal de retorno.

Considerando a realidade brasileira, uma outra característica que pode ser levada em conta na comparação entre plataformas é a da facilidade de suportar conteúdos regionais. Diferentemente das plataformas de cabo e de radiodifusão, as de satélite, pela abrangência do alcance de seus sinais, torna-se mais complexa essa tarefa.

4.2 A difusão

A difusão de um sinal implica em uma série de etapas para construção do sinal a ser difundido. Na televisão digital, além dos fluxos *vídeo* e *áudio*, existe um terceiro tipo de fluxo que também pode ser difundido: *dados*. Esses dados podem ser tanto aplicativos que serão executados na televisão (o receptor digital, que passa a possuir capacidade de processamento), como diversos outros tipos de informações úteis ao sistema, por exemplo, um guia de programação de canais (EPG – *Electronic Program Guide*). Contudo, é possível a difusão de qualquer arquivo de dados em formato digital, tal como planilhas eletrônicas, base de dados e textos.

Existem basicamente duas formas de gerar conteúdo televisivo: transmiti-lo ao vivo ou gravar vários fluxos de vídeo e áudio para posterior edição antes da difusão (Figura 2). Para poderem ser difundidos na forma digital, os sinais de áudio e vídeo precisam ser codificados, usualmente em formato MPEG-2. O componente do sistema responsável por essa tarefa é o codificador (*encoder*), implementado geralmente por *hardware*. Os dados também precisam ser encapsulados nesse padrão para serem transmitidos.

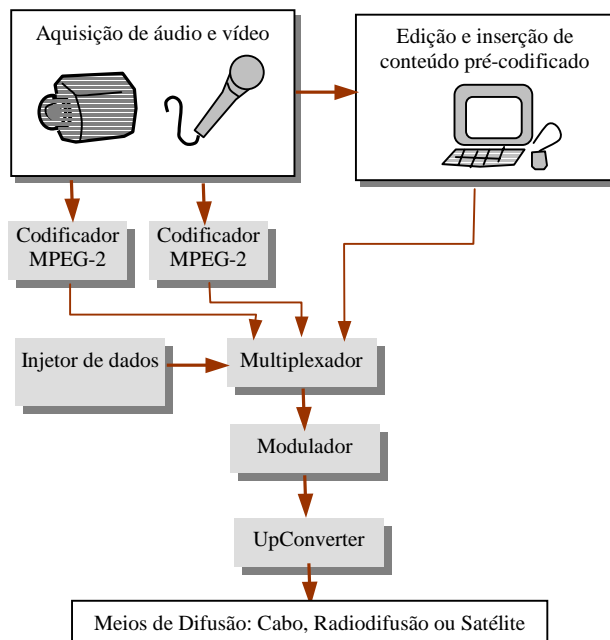


Figura 2. Etapas de difusão.

Um conjunto de fluxos elementares de vídeo, áudio, ou dados encapsulados no formato MPEG-2 pode formar o que costuma ser conhecido como canal, mas que no ambiente da televisão digital é chamado de *serviço*. O equipamento usado para mesclar todas esses fluxos em um serviço é o multiplexador; e o fluxo gerado contendo todos os serviços é denominado fluxo de transporte (*transporte stream*).

Após a multiplexação, o próximo passo é modular esse sinal digital em uma portadora para que o mesmo possa ser difundido pelos meios convencionais. Cabe ao modulador essa tarefa. O modulador gera um sinal em baixa frequência, que precisa ser convertido em outro de maior frequência para poder ser difundido pelos diversos meios. O equipamento responsável por essa conversão é o *UpConverter*.

4.3 Set-top box e a recepção de dados

Antes de ser processado por um receptor, o sinal difundido precisa ser captado por uma antena específica para a tecnologia usada, no caso de satélite ou radiodifusão, ou chegar via cabo. O receptor pode estar embutido em uma televisão digital ou ser um equipamento à parte. Nesse último caso, o receptor passa a ser conhecido como *set-top box*. A idéia básica desse dispositivo é o de uma pequena caixa que se instala sobre uma televisão analógica, permitindo que sinais digitais sejam recebidos e convertidos para o formato analógico antes de serem assistidos por essas televisões convencionais.

As principais etapas de processamento do sinal em um *set-top box* são ilustradas na Figura 3. O primeiro elemento que processa o sinal recebido é o sintonizador digital. O mesmo é responsável pela correta captação do sinal difundido. Este passa então pelo demodulador, o qual extrai desse sinal o fluxo de transporte MPEG-2. Esse fluxo é carregado através do demultiplexador, que extrai deste todos os fluxos elementares. Os fluxos elementares são então encaminhados para o decodificador, que os converterá para o formato apropriado de exibição utilizado pelo equipamento televisivo. Dessa forma, o telespectador recebe em sua televisão os diversos serviços oferecidos.

Além de fluxos de áudio e vídeo, o decodificador também possui em sua saída, dados, que podem ser, desde simples legendas de vídeo, até sofisticados programas de computador, escritos em linguagens de programação e bibliotecas de rotinas específicas para TV digital (ex. em Java).

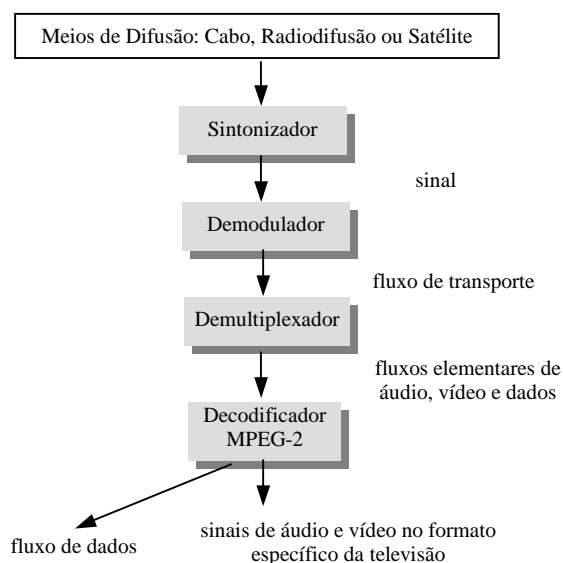


Figura 3. Etapas da recepção.

Com objetivo de permitir que um telespectador possa navegar na Internet, ou interagir com serviços, todo *set-top box* possui capacidade de processamento e, por isso, seu hardware pode conter diversas tecnologias comuns ao mundo da computação atual, tais como CPU, memória, *modems* para utilização de um canal de retorno, discos rígidos para armazenamento de dados, e leitores de *smart cards* para permitir controle de acesso de telespectadores.

Como ocorre em computadores convencionais, esses dispositivos são controlados por gerenciadores de dispositivos (*device drivers*) de sistemas operacionais. Contudo, sistemas operacionais existentes em *set-top boxes* são bem mais simples que os encontrados em microcomputadores pessoais, e geralmente têm seus códigos armazenados em memória ROM (*Read Only Memory*), não volátil.

4.4 Difusão de informações e interatividade

No que se refere à tão esperada inclusão digital para o país, a maior vantagem que essa nova tecnologia pode trazer é a da difusão de informações e a interatividade. Na televisão analógica a única informação difundida é através de áudio e vídeo, e praticamente não existe interação. As opções do telespectador se resumem à escolha dos canais que recebe e de votar em determinados eventos que, dependendo do resultado conjunto total da votação, determinará a seqüência de determinado programa. Ademais, essa interação ainda é realizada através de tecnologias “convencionais”, como por telefone ou pela Internet.

A televisão digital, por utilizar melhor o espectro da frequência, e pela capacidade de transmitir qualquer informação digital, pode oferecer ao telespectador o que costuma ser denominado de *interatividade local*². Nela o telespectador tem uma maior gama de opções de canais e outros recursos que possam ser difundidos, como por exemplo, legendas em diversas línguas, canais de áudio e ângulos de visualização de um determinado evento; além de aplicativos que podem ser executados localmente.

A interatividade alcança um patamar maior quando o receptor possui um canal de retorno. Utilizando as diversas tecnologias disponíveis, por esse meio o receptor poderá não só receber o sinal difundido, como também comunicar-se com as emissoras ou outros servidores no sentido inverso, enviando informações. Desse modo, inumeráveis serviços interativos podem ser imaginados, como por exemplo: acesso a Internet;

² Alguns autores não gostam do termo *interatividade local*, preferindo usar a expressão *reatividade*, considerando que os telespectadores passam a simplesmente reagir a determinados eventos.

acesso a bancos (*t-banking*), comércio eletrônico (*t-comercing*), vídeo sob demanda, bate-papo, serviços de mensagens instantâneas, correio eletrônico (*t-mail*) e o governo eletrônico (*t-government*).

Vários esforços para a criação de padrões para a televisão digital já foram iniciados no mundo. Os Estados Unidos começaram a definir seu próprio padrão (ATSC) em 1993, assim como a Europa (DVB) nessa mesma data e o Japão mais recentemente (ISDB) em 1999. Além desses, a China também já se juntou a esses esforços e pretende lançar suas especificações em breve. O Brasil entrou nessa corrida, e o governo espera em pouco tempo uma definição para o padrão nacional.

4.5 Tecnologias para o canal de retorno

O desejo do governo brasileiro não é disponibilizar apenas interatividade local, e sim o acesso total a Internet via receptor digital a um custo relativamente baixo. Nesse ponto, a discussão se torna mais acalorada, especialmente com relação aos aspectos tecnológicos envolvidos. O primeiro ponto a ser discutido é a tecnologia a se utilizar no canal de retorno [16]. Diversas questões devem ser relevadas, como o custo ao telespectador pela utilização do meio, o custo do equipamento, o investimento ao difusor em infra-estrutura, além do custo de desenvolvimento técnico necessário [8].

A solução mais simples para ser utilizada como canal de retorno é a linha telefônica fixa. Com uma largura de banda de até 56 Kbps, é considerada suficiente para a maioria das aplicações interativas previstas, desde que não exijam vídeo sob demanda. Uma de suas principais vantagens é o baixo custo tanto na inclusão de um modem ao receptor como em infra-estrutura por parte do emissor. As desvantagens são a necessidade de se ter um ponto de telefone fixo, e o custo por tempo de ligação, que no caso brasileiro, é consideravelmente alto para grandes períodos de uso da linha telefônica.

Outras tecnologias que utilizam a linha telefônica também podem ser utilizadas. A mais comum é o ADSL (*Assimetric Digital Subscriber Line*). Sua grande vantagem está nas taxas de transmissão, que podem chegar a 8.000 Kbps do operador para o utilizador e a 800 Kbps no sentido inverso. Outra vantagem é que não é um meio de comunicação compartilhado com outros usuários, ou seja, a largura de banda máxima esta sempre disponível. As desvantagens atualmente são os altos preços tanto do serviço como do equipamento, além da dificuldade em se cobrir áreas de baixa densidade demográfica.

Emissoras de televisão por cabo podem utilizar o próprio meio de difusão como canal de retorno. Para isso, é necessário adicionar ao receptor o chamado *cable modem*. A largura de banda é alta, podendo chegar a 3.088 Kbps, porém, ao contrário do ADSL, é compartilhada pelos usuários. As vantagens são o baixo investimento em infra-estrutura por parte do emissor, além do equipamento necessário ao usuário ser um tanto simples.

Uma solução sem fio para o canal de retorno é o LMDS (*Local Multipoint Distribution System*), que utiliza sinais de microondas de curto alcance a uma frequência entre 950 e 2150 MHz, através de uma rede de distribuição geral. Da mesma forma que a especificação a cabo, permite uma velocidade de até 3.088 Kbps, porém, também é compartilhada. A conexão é realizada através de um *cable modem* conectado a uma antena de microondas.

Outra solução é o canal de retorno por UHF. Dados podem ser enviados para o emissor utilizando a própria antena de recepção. Dessa forma, o emissor terrestre pode utilizar parte de sua banda de frequência de UHF para o canal interativo. Mas o principal problema dessa solução é que a banda utilizada pelos serviços interativos devido à densidade de usuários em determinado momento não é constante como ocorre com a banda de difusão de sinais televisivos.

Algumas propostas de modulação para o UHF permitem uma arquitetura modulável para tornar o uso do espectro de frequência escalável, onde células suplementares são adicionadas ao sistema à medida que o número de utilizadores dos serviços interativos aumenta. A largura de banda disponível devido ao compartilhamento do canal de retorno por UHF entre vários usuários é menor que a da linha telefônica convencional. Outra desvantagem é a complexidade do equipamento necessário ao receptor para a transmissão. Porém, uma grande vantagem desse sistema é possibilitar a recepção móvel, além de ser ideal para áreas de baixa densidade demográfica e de baixa infra-estrutura, como zonas rurais.

Implementar o canal de retorno via satélite também é possível, e vem despertando grande interesse por parte dos difusores. Dentre as suas vantagens podemos citar: não ocupa a linha telefônica; não há redução da qualidade de serviço com o aumento do uso do meio; permite velocidades de até 2 Mbps; possui uma ampla área de cobertura. A transmissão pode ser feita por uma antena do receptor direto para o satélite, porém, devido ao alto custo de um equipamento desse porte, essa solução ainda é pouco utilizada. Uma alternativa é

unir vários usuários em um ponto de transmissão comum, através de cabo ou soluções que utilizem o TDMA (*Time Division Multiplexing Access*).

Todas as soluções para o canal de retorno possuem vantagens e desvantagens, com uma forte dependência do contexto onde serão utilizadas, como por exemplo, a densidade demográfica ou os aspectos geográficos de determinada região. Assim, dificilmente uma única solução possa atender a todo o país. Espera-se que não uma, e sim várias alternativas possam ser utilizadas em todo o território nacional [8].

5. Júri Virtual: uma aplicação de governo televisivo

Atualmente já há várias iniciativas na televisão em que o telespectador julga alguma atração, votando pelo telefone ou e-mail. Nesses programas, bastante populares sob o ponto de vista da audiência, a interação é indireta, precisando de um terceiro meio de comunicação para que a resposta do telespectador chegue à emissora. Como exemplo, pode-se citar os *reality shows* e o programa *Você Decide*, da Rede Globo (rede de televisão brasileira) que ficou no ar por quatro anos.

O projeto I2TV tem por objetivo principal o estudo de aplicações e ferramentas para TV Interativa [9]. Nesse contexto nosso grupo de pesquisa efetua vários estudos envolvendo aplicações e serviços (conteúdo) para esse novo tipo de mídia. Um outro enfoque dado em nossas pesquisas é o de investigar as características dos principais *middlewares* de TV digital e suas adequações para o desenvolvimento de aplicações interativas. No contexto dessas investigações, foi proposto e desenvolvido um protótipo de um serviço de governo eletrônico usando TV Interativa, e implementado em um *middleware* baseado em JavaTV: o Júri Virtual (Figura 4).

No júri desenvolvido pelo projeto I2TV, o juiz, o réu, os advogados, tanto de defesa como a promotoria, e as testemunhas estão em um fórum realizando o julgamento de um suposto crime. Todo o julgamento decorre normalmente, com uma diferença: os jurados estão em suas próprias casas, assistindo tudo pela televisão. No protótipo implementado, eles podem se comunicar por *chat* e acessar as provas do crime e o inquérito policial através da TV. Ao final do julgamento, quando o juiz concita os jurados a decidirem pela culpa ou inocência do réu, há um espaço de cinco minutos para o debate e ao término desse tempo, todos devem votar inocente ou culpado (Figura 5). O próprio *software* faz a soma dos “votos” e os remete ao juiz, que declara o réu inocente, caso a maioria dos jurados tenha assim considerado, ou culpado. Em caso de empate dos votos, o réu é considerado inocente.

Para esta aplicação, previmos no roteiro das filmagens duas possibilidades, ambas gravadas: o réu poderia ser considerado inocente ou culpado pelos jurados. Na prática o roteiro seria diferente, pois a aplicação seria ao vivo, e a parte final, culpado ou inocente, só seria rodada após o parecer dos jurados.

O protótipo foi pensado como uma ferramenta T-Gov, dentro do conceito de justiça virtual [1]. No caso do protótipo implementado, apenas os jurados estão dispersos em vários lugares. Porém, num segundo momento, todos os participantes poderiam estar em lugares diferentes, usando a TV como uma ferramenta de videoconferência para a realização do julgamento. Nesse caso, o canal de interação precisaria ser de alta velocidade.

Para a implementação, descrita a seguir, foi usado um PCs como set-top boxes, e Internet como meio de difusão e canal de interação.

6. O JavaTV

O JavaTV [6] é uma plataforma para o desenvolvimento e distribuição de serviços para televisão digital interativa, composto por um conjunto de APIs. Por se tratar de uma API Java, possui um alto nível de controle e flexibilidade sobre o aspecto e comportamento das aplicações, tornando possível o desenvolvimento de aplicações interativas.

Desenvolvido pela Sun Microsystems, em parceria com empresas do ramo da televisão digital, é uma extensão da plataforma Java. Visa atender às funcionalidades dos receptores (*set top boxes*) de televisão digital interativa, como:

- *streaming* de áudio/vídeo;
- acesso mediante identificação (CA - *Conditional Access*);
- acesso às Informações de Serviço (SI - *Service Information*);

- controle e troca do canal do receptor;
- controle dos gráficos na tela.

Uma vez que se situa entre a camada do sistema operacional e as aplicações interativas, JavaTV pode ser visto como um *middleware* de TV digital. Os desenvolvedores de serviços interativos podem criar o conteúdo escrevendo uma única vez o código, que será compatível com todos os aparelhos que usam o JVM. Isso evita preocupações com o processador ou sistema operacional de cada receptor. Esta, por sinal, é a principal característica da linguagem de programação Java: sua portabilidade e compatibilidade. O *middleware* desenvolvido a partir dela pode rodar em qualquer aparelho cujo sistema operacional suporte a linguagem. Além disso, as aplicações desenvolvidas serão compatíveis com qualquer receptor que esteja rodando esse *middleware*.

O JavaTV provê em sua API recursos de uso geral, sempre em um alto nível de abstração, tornando possível o desenvolvimento de aplicações sem conhecimento específico das camadas de baixo nível, como o protocolo do SI (*Service Information*), os protocolos de transmissão ou mesmo a rede transmissora. Provê também meios de seleção de serviços, acesso a um banco de dados com as informações do SI, controle do *media player* interno do receptor, e acesso a dados transmitidos no sinal de televisão.

Algumas características necessárias para implementação de aplicações de TV interativa, mas não especificadas em JavaTV, podem ser encontradas em outras APIs Java. Dois exemplos são o suporte a um canal de retorno ou a reprodução de conteúdo multimídia. O primeiro pode ser encontrado no pacote `java.net` e o segundo, nas APIs do Java Media Framework (JMF). Contudo, alguns recursos necessários ainda não são disponibilizados pelo JavaTV e não possuem nenhum equivalente nas APIs Java de domínio público, os mais notáveis são a falta de um sistema de gerenciamento de recursos, assim como o fato de não existir suporte a nenhum sistema de arquivos de difusão (*broadcast filesystem*), que seria o sistema de arquivos utilizado nas transmissões digitais.

As aplicações desenvolvidas em Java para o *middleware* JavaTV são chamadas de Xlets. Os Xlets são especificados para prover um modo de controle rígido do seu ciclo de vida. Ou seja, possuem meios para que o *middleware* possa saber e controlar se determinado aplicativo estará rodando ou não em determinado ponto da programação, bem como determinar o tipo do aplicativo.

Existem quatro tipos básicos de aplicativos: os EPGs, ou *Electronic Program Guides*, que são os guias da programação da rede/canal; as aplicações dependentes de programa, como uma enquete em um programa de auditório; as aplicações independentes, como um aplicativo que mostre cotações da bolsa de valores, vindas de uma rede secundária e que pode manter-se ativa mesmo ao trocar de canal; e as propagandas, que poderiam dar acesso a outros produtos da mesma marca, bem como à possibilidade de efetuar a compra online.

6.1 Protótipo do Júri em JavaTV

De posse da implementação de referência do Java TV, esta teve que ser modificada pra se adequar às particularidades do "receptor", neste caso, um PC comum rodando Linux. Como um dos objetivos do trabalho era desenvolver e testar o *middleware*, num primeiro momento não haveria a transmissão propriamente dita, mas o SI apontaria para um arquivo armazenado em um servidor HTTP. Uma conexão à internet funcionaria como canal de retorno. Algumas outras dificuldades tiveram de ser contornadas, como a falta de um codec no JMF para MPEG-2, o que fez com que fosse necessário utilizar outro codec de vídeo compatível com o JMF. No caso a opção foi pelo Cinepak.

A aplicação baseia-se em um servidor *broadcast multithread* para o *chat*, que recebe as conexões e envia os dados (do *chat*) para todos os clientes conectados (Figura 4). É o cliente do *chat* que se conecta ao servidor e conseqüentemente comunica-se com todos os outros clientes. O cliente do *chat*, necessita de dois parâmetros para efetuar a conexão: o nome do jurado e o local onde ele está. Possuindo esses parâmetros, se conecta (por TCP/IP) ao servidor e recebe a lista dos outros clientes já conectados, enquanto estes outros recebem a informação de que mais um se conectou. Todas as informações (falas) enviadas ao servidor são difundidas entre os clientes, de modo que todos possam ler o que cada um escreveu.



Figura 4. Juri virtual: fase de adesão dos jurados.

Em determinada altura do programa, quando é necessário que os jurados votem a inocência ou a culpa do réu, o servidor envia o comando, e o cliente, recebendo este comando, pergunta ao usuário, que retorna a resposta para servidor (Figura 5). Este faz a contagem e envia o veredicto para o juiz e para os clientes. O cliente, de posse do veredicto, troca o serviço corrente, passando a apontar para o vídeo do final do julgamento. Nesse caso, há dois serviços, um apontando para o vídeo referente ao veredicto culpado e outro ao veredicto inocente. Como é sabido de antemão quais são os serviços necessários, o programa requer ao SI um apontador para o vídeo, e em seguida requer ao JMF um *player* para o mesmo. Finalmente coloca o *player* na tela principal da aplicação e inicia o vídeo.

Esses dois serviços foram implementados porque o programa foi pré-gravado. Em um programa ao vivo seriam desnecessários.



Figura 5. Juri virtual: decisão do veredito.

7. Trabalhos relacionados

No Brasil existem várias iniciativas de implantação de políticas de *e-gov*. Algumas cidades lançaram programas nesse sentido. Destacam-se iniciativas como a do orçamento participativo, da cidade de Porto Alegre [10], e a de segurança pública, no estado de Pernambuco [5]. No contexto nacional, o governo também implementou várias soluções, como por exemplo, a declaração do Imposto de Renda pela Internet [7].

No âmbito de trabalhos relacionados com TV digital interativa, existem algumas iniciativas em andamento no Brasil. O Projeto I2TV (Infra-estrutura Internet2 para Desenvolvimento e Teste de Programas e Ferramentas para TV Interativa) [9], um consórcio entre as universidades UFRN, PUC-Rio, USP e UFSC além das emissoras televisivas TVU-RN, TVE-RJ, TV Cultura-SP e TV Cultura-SC, objetiva o estudo de aplicações e ferramentas para TV Interativa usando a Internet2.

Outro projeto é o HiTV [14], que integra as Universidades Federais da Paraíba e a do Rio Grande do Norte, e é dividido em seis grupos de trabalho, responsáveis por várias áreas que envolvem desde o desenvolvimento de programas interativos até a construção de protótipos de *set-top boxes*. Uma das atividades importantes desse projeto é relacionada com *datacasting*, através do desenvolvimento de software para multiplexar e demultiplexar dados em fluxos MPEG-2. Finalmente, a USP – através do LABITV (Laboratório de TV Interativa e Múltiplos) [15] – vem realizando um trabalho direcionado para a educação através do uso da televisão digital interativa.

Apesar de todos esses trabalhos envolvendo *e-gov* e/ou televisão digital interativa, aparentemente não existe nenhum grupo de pesquisa conhecido no Brasil que tenha implementação de serviços *T-Gov*. Essa é uma área de interesse recente no mundo, com amplo potencial propiciado pelas novas tecnologias que foram apresentadas nesse artigo.

8. Considerações finais

As abordagens de *e-government* existentes no Brasil e no mundo podem tirar proveito de muitos dos recursos interativos da Internet. Contudo, ao contrário da televisão, no Brasil ela está presente em apenas 7% dos domicílios. Por conseguinte, a exclusão digital é um problema de grandes dimensões no país.

Essa exclusão se reflete nos próprios serviços *e-gov* oferecidos atualmente. Muitos desses serviços acabam atendendo apenas o topo da pirâmide social brasileira. Pode-se observar, que as políticas de *e-gov* empregadas atualmente no Brasil, acabam sendo direcionadas principalmente para a diminuição da burocracia e eliminação de filas e deslocamentos. Alguns exemplos notáveis são a declaração do Imposto de Renda, o pagamento de multas de trânsito e de outros impostos pela Internet.

Caso o SBTVD atinja uma porcentagem da população próxima da que utiliza a televisão convencional, e o mesmo ofereça uma capacidade interativa considerável, a mais próxima possível da Internet, a inclusão digital poderá se tornar uma realidade no país. Espera-se que isso acarrete efeitos positivos para a inclusão social, e por fim, para a obtenção da cidadania por parte da população brasileira.

É importante ressaltar que o oferecimento, por si só, de *T-Gov* não conduz automaticamente a esses benefícios. Não existe diretamente essa relação de causa-efeito. Deve-se compreender *T-Gov* como uma ferramenta importante para alcançar a população em lugares mais remotos do Brasil.

Para uma implementação plena de *T-Gov* é preciso conceber a televisão digital interativa como uma nova mídia [3] e, com isso, necessita de nova linguagem. Não há espaço nem tempo para se repetir os erros cometidos quando foi introduzida a televisão e a web. Durante muito tempo, tentou-se equivocadamente usar as linguagens de rádio e de revistas eletrônicas, respectivamente para essas mídias.

Baseado nas experiências dos estudos realizados com o Júri Virtual I2TV e considerando os objetivos do SBTVD, ponderamos que o *middleware* ideal deva ser portátil entre as diferentes plataformas de *hardware* e *software*, para não limitar a indústria e o mercado a um único modelo de *set top box*. Além disso, deve ter canal de interação, que é pré-requisito para a inclusão digital proposta pelo governo. Nesse caso, o acesso à web também se torna necessário. Também nos parece certo que o *middleware* deva saber gerenciar os fluxos elementares, vindos do demultiplexador e do decodificador, dando os destinos adequados ao vídeo, ao áudio, e caso necessário, aos dados.

Como em todos os estudos trabalhamos com diferentes plataformas de *hardware* para *set top box* e diversos cenários mercadológicos e sociais, consideramos fundamental que o *middleware* se adapte a essas diferentes realidades.

O Brasil tem inúmeros problemas que impedem o alcance global da tecnologia, devendo esta se adaptar às necessidades de cada região, classe econômica e interesses pessoais dos usuários. Isso leva à conclusão de que o canal de interação não será uniforme e que o *middleware* mínimo pode não ter suporte a Java para baratear os custos dos equipamentos. Mas isso não impede que aplicações produzidas em Java e que necessitam da máquina virtual sejam exploradas. Vai depender do *middleware* tratar essas questões, como a de não exibir as aplicações que exijam canal de interação ou Java, caso o *set top box* não tenha esses recursos. É o que chamamos de adaptabilidade aos diferentes cenários. Isso implica em programas televisivos mais sofisticados, capazes de atrair os telespectadores, mesmo que não possuam canal de interação.

O *middleware* desenvolvido a partir do JavaTV tem suporte a todos os requisitos considerados ideais, se caracterizando como uma boa alternativa para o país. Tem código aberto, o que é outro diferencial importante para uma economia já desgastada, entre outras coisas, pela incessante aquisição de tecnologias, implicando num crescente pagamento de *royalties* [3].

Porém, sua implementação de referência é incompleta, o que num primeiro momento pode representar alguns obstáculos ao desenvolvimento. Além disso, necessita de um grande poder de processamento por executar código interpretado, o que representa um ponto negativo, pois eleva o preço dos *set-top boxes*. Para um país que precisa urgentemente baratear a tecnologia e torná-la disponível, isso pode representar um ponto crítico.

Pelos testes efetuados nos laboratórios do NURCAD, o *middleware* desenvolvido a partir do JavaTV precisa no mínimo de um processador Pentium III, 500 MHz, com 64 MB de memória e 100 MB de espaço em disco, além de uma placa de vídeo com 32 MB de memória, ou uma placa decodificadora MPEG-2. Porém, o desempenho ideal apenas é alcançado com 128 MB de memória e 300 MB de espaço em disco.

A aplicação desenvolvida mostrou-se complexa no primeiro momento da implementação, pois o JavaTV teve que sofrer algumas alterações para suprirem todas as demandas do programa. Além disso, mostrou-se adaptável a diferentes cenários, como ambientes sem canal de interação ou com canais de interação de alta

velocidade. O telespectador pode acompanhar a programação, atingindo o objetivo da aplicação, que é o entretenimento.

O próximo passo no estudo dos dois *middlewares* apresentados aqui é aumentar a interatividade do júri. No momento só é possível a comunicação dos jurados por *chat*. Num segundo momento essa comunicação deve ser por áudio, e num terceiro momento, por vídeo, o que caracterizaria a interatividade máxima possível nessa aplicação. Considerando, é claro, um cenário ideal, onde o canal de interação tem velocidade suficiente para o envio de vídeo, necessário nesse nível de interatividade. Além disso, os quatro níveis devem coexistir. Num cenário sem canal de retorno, o telespectador assiste ao julgamento, sem as ferramentas de interação. Caso o canal de interação seja de baixa velocidade, a interação fica restrita ao *chat*. Num cenário com canal de interação de média velocidade, a interação pode ser por *chat* e áudio, acrescentando o vídeo num canal de interação de alta velocidade.

Além disso, torna-se pertinente o estudo e a implementação desse mesmo protótipo no MHP [12][13], não estudado ainda por falta de uma implementação de referência aberta. Só depois de completados esses estudos será possível fornecer uma visão mais abrangente sobre qual *middleware* é melhor para o país dentro do contexto dos objetivos previstos pelo SBTVD.

Este artigo buscou levantar essas questões, levando sempre em consideração os aspectos tecnológicos relacionados. Foi proposta uma aplicação de *t-government* voltada para realidade brasileira, e foi discutido também o problema do canal retorno, que se constitui em um dos principais obstáculos na implementação da interatividade para a televisão digital. Considerando os objetivos do SBTVD e das especificidades abordadas acima que um *middleware* deve ter para atingir essas metas, consideramos importante a continuidade dos estudos nesta área, pois a relação da TV interativa com a inclusão digital e com a própria Sociedade da Informação ainda foi pouco estudada, seja na área da computação e da comunicação, focos deste artigo, seja na própria sociologia ou antropologia.

Os autores gostariam de agradecer a CNPq e RNP por ter apoiado o Projeto I2TV. Uma versão preliminar das idéias deste artigo foi publicada nos anais eletrônicos do IV SCPDI – Simpósio Catarinense de Processamento Digital, Florianópolis, Outubro de 2004.

Referências bibliográficas

- [1] A. CHAIN, et. al., @-Gov.br: A Próxima Revolução Brasileira, Prentice Hall, São Paulo, SP, Brasil, 2004.
- [2] Ministério da Educação – TV Escola, Consultado na Internet em 5 de março de 2005. <http://www.mec.gov.br/seed/tvescola>.
- [3] CASTELLS, Manuel. A sociedade em rede: a era da informação: economia, sociedade e cultura; Volume 1, São Paulo. Editora Paz e Terra, 2a. ed., 1999.
- [4] Ministério das Comunicações: TV Digital, Consultado na Internet em 5 de março de 2005. http://www.mc.gov.br/tv_digital1.htm.
- [5] Governo Digital de Pernambuco – Consultado na Internet em 15 de março de 2005. http://www.sare.pe.gov.br/Gov_Digital/prod_esperados.html.
- [6] JavaTV Technology. Consultado na Internet em 17 de março de 2005. <http://java.sun.com/products/javatv>
- [7] Secretaria da Receita Federal. Consultado na Internet em 15 de março de 2005. <http://www.receita.fazenda.gov.br/>
- [8] Set-Top Boxes. Consultado na Internet em 4 de março de 2005. <http://telecom.inescn.pt/people/mandrade/>
- [9] I2TV. Consultado na Internet em 15 de março de 2005. <http://www.i2tv.ufsc.br>
- [10] Orçamento Participativo. Consultado na Internet em 12 de maio de 2004. <http://www.portoalegre.rs.gov.br/Op/default.htm>
- [11] Portal da Saúde. Consultado na Internet em 12 de março de 2005. <http://portal.saude.gov.br/saude/>
- [12] DTT & T-Government: Applications for MHP Platform. Consultado na internet em 5 de março de 2004. www.crit.ra.i.it/eng/news
- [13] Multimedia Home Platform. Consultado na Internet em 12 de março de 2005. www.mhp.org
- [14] Projeto HiTV. Consultado na Internet em 15 de março de 2005. <http://www.natalnet.br/~hitv/>
- [15] LABITV. Consultado na Internet em 15 de março de 2005. <http://www.labitv.futuro.usp.br/>
- [16] BECKER, Valdecir e MONTEZ, Carlos. TV Digital Interativa: conceitos, desafios e perspectivas para o Brasil. I2TV, Florianópolis, 2004.