

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA COMPUTAÇÃO**

**SeReS-EPG: Guia Eletrônico de Programação com Suporte à
Recomendação de Conteúdo para o SBTVD**

Cléber Moterani Tavares

Itajubá, agosto de 2013

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA COMPUTAÇÃO**

Cléber Moterani Tavares

**SeReS-EPG: Guia Eletrônico de Programação com Suporte à Recomendação
de Conteúdo para o SBTVD**

**Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação
em Ciência e Tecnologia da Computação como parte
dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em
Ciência e Tecnologia da Computação.**

Área de Concentração: Sistemas de Computação

Orientador: Prof. Dr. Laércio Augusto Baldochi Júnior

**Agosto de 2013
Itajubá**

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Mauá
Bibliotecária Jacqueline Rodrigues de Oliveira Balducci- CRB_6/1698

T231s

Tavares, Cléber Moterani

SeReS-EPG : Guia Eletrônico de Programação com Suporte
à Recomendação de Conteúdo para o SBTVD / Cléber Moterani
Tavares. – Itajubá, (MG) : [s.n.], 2013.

95 p. : il.

Orientador: Prof. Dr. Laércio Augusto Baldochi Júnior.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Itajubá.

1. Guia eletrônico de programação. 2. Recomendação de
conteúdo. 3. Sistema brasileiro de TV digital. I. Baldochi Junior,
Laércio Augusto, orient. II. Universidade Federal de Itajubá. III.
Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA COMPUTAÇÃO**

Cléber Moterani Tavares

**SeReS-EPG: Guia Eletrônico de Programação com Suporte à Recomendação
de Conteúdo para o SBTVD**

Dissertação aprovada por banca examinadora em 13 de agosto de 2013, conferindo ao autor o título de ***Mestre em Ciência e Tecnologia da Computação.***

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Laércio Augusto Baldochi Júnior (orientador)

Prof. Dr. Eduardo Barrere

Prof. Dr. Bruno Yuji Lino Kimura

Itajubá
2013

Dedicatória

*Dedico este trabalho à minha família
e à memória de meu pai Valter Tavares*

Agradecimentos

Em primeiro lugar, agradeço a Deus pela saúde e pela força que me deu para concluir mais essa etapa da minha vida.

Agradeço ao professor Dr. Laércio Augusto Baldochi Júnior pela orientação, pelo incentivo, pela paciência e pela confiança em mim depositada, sempre acreditando na realização deste trabalho.

A minha eterna gratidão aos meus pais, Valter e Leida, que sempre me apoiaram em minhas escolhas e me incentivaram a chegar até aqui. Mãe, obrigado por seu amor incondicional. E pai, obrigado por tudo que me ensinou enquanto esteve comigo. Tenho certeza de que mesmo estando ausente, compartilha da felicidade deste momento de realização.

Agradeço a toda a minha família, em especial a minha avó Tereza, que sempre pedia justificativas para as minhas eventuais ausências aos domingos. Acredito que agora as ausências estão bem justificadas.

Agradeço de forma especial minha noiva, Marina, que me acompanhou durante os anos do mestrado e sempre permaneceu ao meu lado, me apoiando e incentivando mesmo quando eu não lhe dava a atenção merecida ou me ausentava.

Meu muito obrigado a todos os membros do LUMI (Laboratório de Usabilidade e Mídias Interativas) da UNIFEI, em especial o colega Glauco da Silva que apoiou e contribuiu para a continuidade do projeto iniciado por ele e o colega Hícaro da Silva Santos, por sua parceria nas programações. A todos os professores e colegas do Programa de Mestrado em Ciência e Tecnologia da Computação, também o meu muito obrigado.

Agradeço a todos os colegas da UNIFAL-MG (Universidade Federal de Alfenas), em especial os colegas do NTI (Núcleo de Tecnologia da Informação) que não mediram esforços para cobrir as minhas ausências nos momentos em que eu estava cumprindo os compromissos do mestrado. A Beatriz Garcia de Araújo Ferreira, minha chefe, um obrigado especial por todo o apoio.

Por fim, obrigado a todos que direta ou indiretamente contribuíram e participaram da realização deste trabalho.

Resumo

O Guia Eletrônico de Programação (EPG) é uma ferramenta fundamental no ambiente de TV Digital, através do qual o telespectador frequentemente lida com uma quantidade muito grande de programas que estão disponíveis para consumo. Esse volume imenso de conteúdo faz com que ele perca um tempo considerável localizando canais e programas que são do seu interesse. Com o intuito de facilitar a vida do usuário de TV, alguns guias oferecem recursos adicionais como a recomendação de conteúdo, mas os mecanismos de recomendação utilizados geralmente empregam abordagens que resultam em recomendações pouco relevantes devido a superespecialização. Considerando o cenário atual de implantação do Sistema Brasileiro de TV Digital (SBTVD), o país ainda não dispõe de um EPG oficial, que funcione sobre a sua plataforma, o *middleware* Ginga. No sentido de suprir essa demanda, esta dissertação propõe o SeReS-EPG, uma ferramenta desenvolvida para o SBTVD que, além de mostrar a grade de programação dos canais, oferece funcionalidades adicionais e recursos de personalização, como a recomendação de conteúdo, a reserva de programas, a notificação de conteúdo recomendado e reservado, a identificação implícita dos canais e horários preferidos do telespectador e uma interface personalizável. A recomendação de conteúdo é baseada em processamento semântico, o que evita recomendações superespecializadas, e os recursos de personalização são providos por uma arquitetura capaz de receber, interpretar e contextualizar os dados enviados pelos canais de TV.

Palavras-chave: Guia Eletrônico de Programação. Sistema Brasileiro de TV Digital. Recomendação de Conteúdo. Recursos Inteligentes. Interface Personalizável.

Abstract

The Electronic Programming Guide (EPG) is a paramount tool in order to deal with the huge amount of programs that are available for consumption in modern TVD environments. This voluminous content makes finding programs of interest a time consuming task. In order to improve the experience of watching TV, some existing EPGs offer the feature of recommending programs. However, these solutions usually exploit syntatic approaches which lead to overspecialization, resulting in exact recommendations. As far as the Brazilian Digital TV System (SBTVD) is concerned, there is no official EPG targeted to the Ginga middleware. Therefore, this work proposes SeReS-EPG, a tool developed for the SBTVD that, besides displaying the channel's programming guide, offers a personalized user interface providing features such as program recommendation, program reservation and non-intrusive notifications. The implemented recommender exploits semantic reasoning, which avoids overspecialized recommendations. The services and features of SeReS-EPG were implemented exploiting a software architecture which manages the reception, interpretation and contextualization of the metadata sent by the TV channels.

Keywords: Electronic Program Guide. Brazilian Digital TV System. Content Recommendation. Intelligent Resources. Customizable Interface.

Lista de Figuras

1	Modelo de camadas para TVD (adaptação de Montez e Becker (2005)) . . .	p. 22
2	Arquitetura de um sistema de TVD com a camada do <i>middleware</i>	p. 23
3	Distribuição dos padrões de TVD pelo mundo (Silva, 2011)	p. 25
4	Módulos do <i>middleware</i> Ginga	p. 27
5	Componentes do Ginga <i>Common Core</i>	p. 28
6	Estrutura de um documento NCL (Soares e Barbosa, 2008)	p. 34
7	Arquitetura do EGA (adaptado de Moreno et al., 2009)	p. 38
8	Ontologia para meios de transporte	p. 41
9	Rede semântica para o domínio dos meios de transporte	p. 43
10	Ontologia OnTVBR	p. 48
11	Fragmento de uma rede semântica (Silva e Baldochi, 2010)	p. 49
12	Perfil de usuário gerado pelo SeReS (Silva, 2011)	p. 50
13	Arquitetura do SeReS-EPG	p. 53
14	Fragmento do arquivo que contém os metadados processados	p. 56
15	Interface do Usuário	p. 59
16	Alerta de Programa Reservado	p. 60
17	Áreas da interface do SeReS-EPG	p. 62
18	Reserva de programas no SeReS-EPG	p. 66
19	Exemplo de uma recomendação customizada	p. 69
20	Rede semântica de um determinado usuário	p. 75
21	Tempo gasto por cada usuário nas tarefas	p. 79

Lista de Tabelas

1	Percentual da população com acesso ao sinal digital por região	p. 26
2	Comparativo entre SeReS-EPG e trabalhos relacionados	p. 72
3	Resultados obtidos com o experimento com usuários reais	p. 77
4	Pontuação na Escala SUS para o SeReS-EPG	p. 81
5	Resultado do segundo questionário	p. 82

Acrônimos

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
API	<i>Application Programming Interface</i>
ATSC	<i>Advanced Television System Committee</i>
CDT	<i>Common Data Table</i>
CSS	<i>Cascading Style Sheets</i>
DMB	<i>Digital Multimedia Broadcast</i>
DVB	<i>Digital Video Broadcast</i>
EDTV	<i>Enhanced Definition Television</i>
EGA	<i>Electronic Guide Application</i>
EGD	<i>Electronic Guide Document</i>
EGI	<i>Electronic Guide Information</i>
EIT	<i>Event Information Table</i>
EPG	<i>Electronic Program Guide</i>
GEM	<i>Globally Executable Multimedia Home Platform</i>
GIF	<i>Graphics Interchange Format</i>
HDTV	<i>High Definition Television</i>
IMDB	<i>Internet Movie Data Base</i>
IPTV	<i>Internet Protocol Television</i>
ISDB	<i>Integrated Services Digital Broadcasting</i>
ISDB-TB	<i>Integrated Services Digital Broadcasting - Terrestrial Brazilian</i>

ITU-T	<i>International Telecommunication Union - Telecommunication Standardization Sector</i>
JPEG	<i>Joint Photographic Experts Group</i>
JVM	<i>Java Virtual Machine</i>
MP3	<i>MPEG-1/2 Audio Layer 3</i>
MPEG	<i>Moving Picture Experts Group</i>
NCL	<i>Nested Context Language</i>
NCM	<i>Nested Context Model</i>
PDA	<i>Personal Digital Assistant</i>
PNG	<i>Portable Network Graphics</i>
SBTVD	Sistema Brasileiro de Televisão Digital
SDT	<i>Service Description Table</i>
SDTV	<i>Standard Definition Television</i>
SeReS	<i>Semantic-based Recommender System</i>
SI	<i>Service Information</i>
STB	<i>Set-Top Box</i>
SUS	<i>System Usability Scale</i>
TOT	<i>Time Offset Table</i>
TVD	Televisão Digital
TVDi	Televisão Digital Interativa
VSTB	<i>Virtual Set-Top Box</i>
XHTML	<i>eXtensible Hypertext Markup Language</i>
XML	<i>eXtensible Markup Language</i>

Sumário

1	Introdução	p. 14
1.1	Objetivos	p. 17
1.2	Metodologia	p. 18
1.3	Estrutura da dissertação	p. 18
2	O SBTVD	p. 20
2.1	TV Digital	p. 20
2.2	TV Digital no Mundo	p. 23
2.3	TV Digital no Brasil	p. 24
2.3.1	Ginga	p. 26
2.3.2	Metadados	p. 30
2.4	Desenvolvimento de aplicações para TV Digital	p. 32
2.4.1	A linguagem NCL	p. 32
2.4.2	A linguagem Lua	p. 34
2.5	Guias Eletrônicos de Programação	p. 35
2.5.1	Aplicação de Guia Eletrônico	p. 37
2.6	Considerações Finais	p. 39
3	Recomendação Baseada em Processamento Semântico	p. 40
3.1	Ontologias	p. 40
3.2	Redes semânticas	p. 42
3.3	Sistemas de recomendação	p. 43

3.3.1	Recomendação baseada em conteúdo	p. 44
3.3.2	Recomendação baseada em filtragem colaborativa	p. 44
3.3.3	Recomendação híbrida	p. 45
3.4	Recomendação baseada em semântica	p. 46
3.4.1	SeReS	p. 47
3.5	Considerações Finais	p. 50
4	SeReS-EPG	p. 52
4.1	Arquitetura	p. 52
4.2	Fluxo de Dados	p. 55
4.3	Interface	p. 61
4.3.1	Aspectos de Apresentação	p. 63
4.3.2	Aspectos de Interação	p. 63
4.3.2.1	Funcionamento da interface	p. 64
4.3.2.2	Reserva de programas	p. 65
4.3.2.3	Recomendações e recursos de personalização	p. 67
4.4	Trabalhos Relacionados	p. 70
4.5	Considerações Finais	p. 73
5	Testes e Validação	p. 74
5.1	Testes de Recomendação	p. 74
5.1.1	Experimentos com Usuários Reais	p. 75
5.1.2	Resultados	p. 77
5.2	Testes de Usabilidade	p. 78
5.2.1	Execução das Tarefas	p. 79
5.2.2	Primeiro Questionário	p. 80
5.2.3	Segundo Questionário	p. 82

5.2.4	Resultados	p. 83
5.3	Considerações Finais	p. 83
6	Conclusão	p. 85
6.1	Trabalhos Futuros	p. 87
	Referências Bibliográficas	p. 88

1 Introdução

Um *Electronic Program Guide* ou EPG, traduzido como Guia Eletrônico de Programação, é um instrumento que exhibe a lista de programação atual e futura das emissoras de TV, além de informações adicionais sobre os programas, como, por exemplo, hora de início e término, classificação indicativa, ano de produção, nome do diretor e dos atores no caso de filmes e séries. O EPG não é uma ferramenta recente, mas evoluiu muito nos últimos anos, principalmente com relação ao formato e recursos oferecidos, graças à evolução de outras tecnologias.

Antes da era digital, estes instrumentos – os EPGs – já eram distribuídos em formato impresso, principalmente por meio de jornais e revistas especializadas, aos telespectadores interessados em saber o que estava passando e o que iria passar na TV nos próximos dias. Com o advento da Internet, estes mesmos veículos de comunicação, e inclusive a própria emissora, passaram a disponibilizar as grades de programação em seus *sites*, o que ampliou o acesso a este tipo de informação e reduziu muito os custos de divulgação, conferindo uma dinamicidade muito grande a todo o processo, já que as atualizações em ambiente web podem ser publicadas e lidas quase que ao mesmo tempo.

O surgimento da TV Digital, ocorrido no final da década de 1990, trouxe a possibilidade de transmitir dados além do sinal de áudio e vídeo já transmitidos na TV analógica. Com isso nasceu a possibilidade de trazer o EPG para dentro da TV, desobrigando o telespectador de utilizar outros recursos que não a sua própria televisão para consultar a grade de programação das emissoras. Os EPGs passaram então a ser distribuídos como sistemas embarcados em receptores e aparelhos de TV. Com o tempo, foram agregando outras funcionalidades, tornando-se softwares de média e alta complexidade.

Um divisor de águas neste processo evolutivo ocorreu quando os EPGs deixaram de ser meros divulgadores de informação e passaram a oferecer serviços adicionais como a recomendação de programas. A recomendação consiste basicamente em selecionar, a partir de uma grade de programação repleta de itens disponíveis, programas que o telespectador

provavelmente gostará de assistir. Para produzir esta recomendação, ou seja, para tentar *adivinhar* o gosto do telespectador, foram criadas diversas abordagens como a recomendação baseada em conteúdo, a filtragem colaborativa e soluções híbridas que misturam características de mais de uma abordagem.

A recomendação de programas passou a ser uma funcionalidade de extrema importância diante do crescente aumento no número de canais e conteúdos produzidos no âmbito da TV digital. A decisão do telespectador sobre o que ele vai assistir torna-se um processo moroso e complexo considerando a enorme variedade de opções existentes. Diante desse cenário, no qual o telespectador precisa navegar por centenas de canais até encontrar algum programa que lhe seja interessante, foram desenvolvidas soluções que visam enfrentar o problema conhecido na literatura como *sobrecarga de informação* (Nelson, 1994).

O primeiro sistema de TV distribuído comercialmente e em larga escala que explorou a recomendação de conteúdo foi o TiVo (Ali and van Stam, 2004). Utilizando uma abordagem simples baseada em técnicas como filtragem baseada em conteúdo e *relevance feedback* ele se tornou muito popular, demonstrando o enorme potencial dos sistemas de recomendação para programas de TV.

Depois do TiVo, outros sistemas foram desenvolvidos seguindo as mesmas abordagens ou abordagens semelhantes para promover a recomendação. No entanto, mais recentemente, com a evolução da Web semântica, sistemas de recomendação baseados em processamento semântico têm ganhado destaque. Nestes sistemas, ao invés do uso de técnicas de similaridade como é o caso da filtragem baseada em conteúdo, explora-se técnicas de raciocínio que fazem uso de ontologias. Várias ontologias tem sido criadas exclusivamente para o domínio da TV Digital. (Blanco Fernández et al., 2008) (Naudet et al., 2008) (Silva e Baldochi, 2010).

A grande vantagem da recomendação baseada em semântica é evitar a superespecialização. Sistemas que utilizam a filtragem baseada em conteúdo, por exemplo, utilizam atributos como gênero, elenco e diretor como entrada para um sistema de aprendizado. Esse sistema, por sua vez, é capaz de detectar a similaridade sintática existente entre os programas que compartilham atributos comuns, fazendo com que suas sugestões sejam sempre de programas que possuem os mesmos atributos daqueles existentes em programas que o telespectador já assistiu, contribuindo dessa forma, para uma recomendação bastante previsível.

Por outro lado, sistemas de recomendação baseados em semântica usam estratégias capazes de inferir associações entre os programas assistidos pelo telespectador e os novos

programas disponíveis na grade de programação. Assim, é possível conhecer a preferência do telespectador, que obviamente é usada no processo de recomendação. Conseqüentemente, os itens recomendados tem menos chance de ter um grande número de atributos em comum, oferecendo assim uma certa dose de surpresa na recomendação realizada.

Silva e Baldochi (2010) desenvolveram o SeReS - *Semantic-based Recommender System*, um sistema de recomendação baseado em semântica para o SBTVD – Sistema Brasileiro de TV Digital. Para o projeto deste sistema foi criada uma ontologia para o domínio da TV Digital. Depois foi implementado um sistema que: (i) coleta dados de sites como o IMDB¹ para conseguir atributos semânticos para os programas de TV; (ii) explora o relacionamento semântico entre os atributos para construir uma rede semântica; e (iii) descobre nós nesta rede que são semanticamente relacionados e que, por sua vez, conectam os programas já assistidos pelo usuário a novos programas disponíveis na grade de programação. Como resultado, o sistema desenvolvido constrói um perfil de usuário, contendo um conjunto de recomendações para um usuário específico.

Dando continuidade ao trabalho de Silva e Baldochi, este projeto propõe o SeReS-EPG, um EPG personalizável com suporte a recomendação de conteúdo para o SBTVD (Tavares et al., 2012). O SeReS-EPG provê uma interface personalizável ao mesmo tempo que oferece um conjunto de serviços automáticos que reduzem significativamente a sobrecarga de informação, mesmo quando centenas de canais são considerados. Explorando os perfis gerados pelo SeReS, a ferramenta visa reduzir o esforço para encontrar conteúdo relevante no ambiente de TV Digital, dando ao usuário, por exemplo, uma seleção de programas recomendados, a opção de ver apenas seus canais favoritos na grade de programação, fazer reserva de programas, avaliar conteúdos consumidos, receber notificações de programas que foram recomendados pelo sistema ou reservados pelo próprio usuário, dentre outras facilidades.

A literatura mostra que há diferentes EPGs com suporte a recomendação de conteúdo (Ardissono et al., 2004) (Zhang et al., 2005) (Bellekens et al., 2009) (Neto et al., 2010). Para o SBTVD particularmente, esforços tem sido realizados no sentido de integrar estas ferramentas ao Ginga, o *middleware* oficial do SBTVD (Ávila and Zorzo, 2009a, 2009b) (Maia et al., 2010) .

Estes esforços, no entanto, exploram técnicas de filtragem baseada em conteúdo para promover a recomendação. Como consequência, as ferramentas desenvolvidas até o momento apresentam limitações como a superespecialização da recomendação. De modo

¹<http://www.imdb.com>

similar, o SeReS-EPG também foi desenvolvido para funcionar sobre a plataforma Ginga, mas explora técnicas de recomendação baseada em semântica, o que possibilita recomendações relevantes, porém pouco previsíveis. Além disso, as facilidades e o nível de personalização implementados no SeReS-EPG o tornam diferente de qualquer outra ferramenta desenvolvida para o Ginga.

O conjunto de funcionalidades oferecido pelo SeReS-EPG foi implementado por meio de uma arquitetura modular, baseada na proposta de Moreno et al. (2009) para o desenvolvimento de guias eletrônicos com suporte à atualização em tempo real. A arquitetura desenvolvida foi projetada para ser extensível e resiliente, podendo receber novos módulos ou mesmo funcionar com parte deles desligados. Dessa forma, ela pode facilmente servir a outros objetivos e atender novas necessidades dentro do cenário do SBTVD.

1.1 Objetivos

No sentido de prover recursos inovadores para os usuários do SBTVD, este trabalho teve como meta desenvolver uma ferramenta capaz de apresentar a grade de programação atual e futura dos canais de televisão, recomendar novos conteúdos com base nos conteúdos já consumidos, oferecer personalização de interface permitindo que o usuário visualize seus canais favoritos, identificar os horários preferidos do usuário, permitir a reserva de programas e notificar os usuários sobre programas recomendados e reservados.

Para atingir este objetivo geral, os seguintes objetivos específicos foram elencados:

1. criar e implementar, no *middleware* Ginga, uma arquitetura de software capaz de gerar um EPG, tomando como base a arquitetura proposta por Moreno et al. (2009);
2. criar e implementar, na arquitetura desenvolvida, um módulo capaz de realizar recomendações de conteúdo considerando o consumo do usuário no passado, tomando como base o mecanismo de recomendação proposto por Silva e Baldochi (2010);
3. criar e implementar, na arquitetura desenvolvida, um módulo capaz de reservar programas para o usuário e notificá-lo sobre a reserva momentos antes do programa começar;
4. criar e implementar, na arquitetura desenvolvida, um módulo capaz de personalizar a interface do EPG de acordo com o perfil do usuário, identificando seus canais e horários favoritos;

1.2 Metodologia

A primeira grande ação desenvolvida no sentido de alcançar o objetivo específico 1 foi conhecer e estudar a arquitetura proposta por Moreno et al. (2009) visando identificar uma forma de inserir nela novos módulos que pudessem atender aos requisitos do SeReS-EPG. Em seguida, as ações ocorreram no sentido de codificar e implementar a arquitetura desenvolvida sobre a plataforma do Ginga.

A segunda grande ação, com foco no objetivo específico 2, foi conhecer e estudar a arquitetura do Ginga para identificar uma forma de viabilizar o funcionamento do SeReS (Silva e Baldochi, 2010) de forma integrada a essa arquitetura. Na sequência, as ações tomadas foram conhecer e estudar o mecanismo de recomendação do SeReS e realizar os ajustes necessários para que ele pudesse funcionar sobre o *middleware* e de forma integrada à nova arquitetura.

As outras ações, desenvolvidas para alcançar os objetivos específicos 3 e 4, foram estender a arquitetura com novos módulos capazes de proporcionar recursos de personalização para o sistema, como o armazenamento de programas reservados pelo usuário, os alertas para programas reservados e recomendados e a identificação de canais e horários favoritos. Em seguida, as ações ocorreram no sentido de codificar e implementar os módulos dentro da arquitetura, que já funcionava sobre o *middleware*.

Por fim, depois de ter construído uma arquitetura própria para o SeReS-EPG e ter todos os seus módulos implementados e funcionando sobre o Ginga, foram realizados testes que avaliaram a interface do sistema, os recursos oferecidos e a efetividade das recomendações. A validação do sistema foi realizada com a participação de usuários reais e a utilização de dados reais dos canais de TV.

Todas essas ações foram desenvolvidas utilizando um VSTB - *Virtual Set-Top Box*, disponibilizado pela comunidade do Ginga através do Portal do Software Público Brasileiro (2013). O VSTB é uma máquina virtual Linux que contém o *middleware* Ginga instalado e é disponibilizada para desenvolvedores de aplicações interativas para o SBTVD testarem seus projetos.

1.3 Estrutura da dissertação

A dissertação está estruturada da seguinte maneira: O Capítulo 2, sobre o SBTVD, faz uma introdução sobre televisão digital, fala sobre o cenário atual da TV Digital no

mundo e entra na perspectiva da televisão digital brasileira, trazendo uma visão geral do *middleware* Ginga e os metadados que são enviados junto com o conteúdo de áudio e vídeo. Ainda no Capítulo 2 há uma seção que trata do desenvolvimento de aplicações e das linguagens de programação para o ambiente da TV Digital, sobretudo no que tange o Sistema Brasileiro de TV Digital.

O Capítulo 3 discorre sobre recomendação baseada em processamento semântico. São abordados os conceitos de ontologia, redes semânticas e sistemas de recomendação. O SeReS é apresentado em detalhes neste capítulo.

O Capítulo 4 apresenta o SeReS-EPG, com enfoque especial na arquitetura desenvolvida para suportar os serviços de recomendação, personalização e reserva de programas. Detalhes da interface do sistema, bem como aspectos de apresentação e interação são abordados. Este Capítulo também apresenta os trabalhos relacionados, trazendo um comparativo entre a solução proposta e outras abordagens presentes na literatura.

O Capítulo 5 apresenta os experimentos realizados com o objetivo de validar a ferramenta desenvolvida. Para tanto, foram realizados testes para medir a usabilidade do EPG e também para verificar a efetividade do serviço de recomendação de conteúdo.

Por fim, no Capítulo 6 são apresentadas as considerações finais sobre a dissertação, as principais contribuições deste trabalho e as sugestões para trabalhos futuros.

2 O SBTVD

Este capítulo traz uma visão geral sobre o Sistema Brasileiro de TV Digital (SBTVD) e apresenta suas principais características. O entendimento dessas características é de fundamental importância para a compreensão de toda a essência do SeReS-EPG.

O Capítulo está organizado da seguinte forma: a Seção 2.1 faz uma introdução à TV Digital, a Seção 2.2 mostra o cenário da TV Digital no Mundo e a Seção 2.3 apresenta em detalhes o Sistema Brasileiro de TV Digital, suas características e as principais tecnologias envolvidas.

A Seção 2.4 aborda as linguagens de programação próprias para o ambiente da TV Digital, como a linguagem declarativa NCL e a linguagem imperativa Lua, principais recursos utilizados na construção do SeReS-EPG.

Na Seção 2.5 é abordado o desenvolvimento de aplicações do tipo EPG para o ambiente de TV Digital, com ênfase para uma proposta de arquitetura que visa a geração de Guias Eletrônicos de Programação que podem sofrer alterações em tempo real.

Por fim, a seção 2.6 traz as considerações finais do Capítulo.

2.1 TV Digital

No século XX, já nos anos 70, os japoneses começaram a desenvolver uma TV de alta definição. O objetivo dos japoneses em suas pesquisas era oferecer aos telespectadores uma televisão com imagem e som de alta qualidade, equivalente aos do cinema. Os pesquisadores perceberam que para conseguir tal qualidade de imagem era preciso no mínimo 1000 linhas, um valor que ultrapassava a capacidade do padrão analógico, que era de 625 linhas. Foi preciso então, criar uma forma de comprimir as linhas. O Japão foi pioneiro ao lançar no mercado um sistema de televisão analógico de alta definição mas, o primeiro país no mundo a implantar um sistema de TV digital foram os Estados Unidos no ano de 1983.

O surgimento da TVD (TV Digital), foi o maior avanço ocorrido nas transmissões de sinais de TV desde o surgimento da TV em cores. A constante busca por melhorias na qualidade da imagem e do som levou ao seu surgimento. No entanto, o emprego do sinal digital não teve como objetivo apenas a alteração da forma de transmissão (de analógica para digital) mas visou também a alteração da forma de produzir conteúdo, armazenar informações e interagir com o telespectador.

É importante esclarecer que a definição de TVD não é igual a definição de HDTV (*High Definition Television*). O primeiro termo faz referência à forma de transmissão do sinal e o segundo se refere a qualidade da imagem transmitida. A televisão de alta definição (HDTV) implica que um número maior de linhas formem a imagem que aparece na tela e quanto maior esse número maior é a qualidade da imagem exibida. Já TVD é definida por Cesar e Chorianopoulos (2008) como uma experiência audiovisual que envolve pelo menos um usuário e um ou mais dispositivos audiovisuais.

Estendendo o conceito de TVD, veio o conceito de TVDi que se refere à Televisão Digital Interativa, isto é, a possibilidade de o telespectador interagir com a programação. Essa interação se torna possível apenas quando o sistema de TVD suporta essa tecnologia. Para Yang et al. (2008) a parte interativa da TVD é composta por um controle remoto e aplicações interativas como relatórios de clima, votações, jogos, etc. Essa interatividade se torna possível por meio das aplicações que estão embutidas no programa da TVD.

Em relação à TV analógica, há o paradigma de que o telespectador possui uma atitude passiva diante da programação. O nível máximo de interação que existe entre o telespectador e a programação é a troca de canal. Nenhum outro tipo de interação é possível. A TVDi quebra esse paradigma quando permite ao telespectador ter uma postura ativa podendo definir preferências e interagir com as aplicações disponíveis na grade de programação da TV, através de enquetes, jogos e aplicativos dos mais variados tipos.

Neste sentido, diversas pesquisas têm sido realizadas (Blanco-Fernández et al., 2006; Aroyo et al., 2007; Alves, 2008; Coelho, 2008) para permitir que o usuário interaja com a sua TV de formas diferentes como, por exemplo, escolhendo quais aplicações quer visualizar e como essas aplicações devem ser exibidas na tela, configurando se deseja receber informações adicionais sobre os programas que está assistindo e quais informações deseja visualizar, definindo canais e gêneros de programas favoritos, configurando aspectos técnicos da TV ou do STB - *Set-Top Box*, aparelho responsável pela decodificação do sinal digital.

A TVD possui uma arquitetura baseada em camadas, na qual as camadas inferior-

res suportam as camadas superiores, e cada camada possui seus próprios protocolos e funções, como ilustra a Figura 1. Observando a sua arquitetura, pode-se concluir que o conceito de TVD é muito mais amplo do que uma simples forma de transmitir dados digitais. A TVD é composta por tecnologias de desenvolvimento de aplicações, formas de transmissão, codificação de vídeo e áudio, captura de perfil dos usuários e outros. Se considerada a interação com o usuário, por exemplo, soma-se essas tecnologias o canal de retorno, imprescindível para que os usuários possam enviar dados informando preferências ou informações que permitam definir o seu perfil.

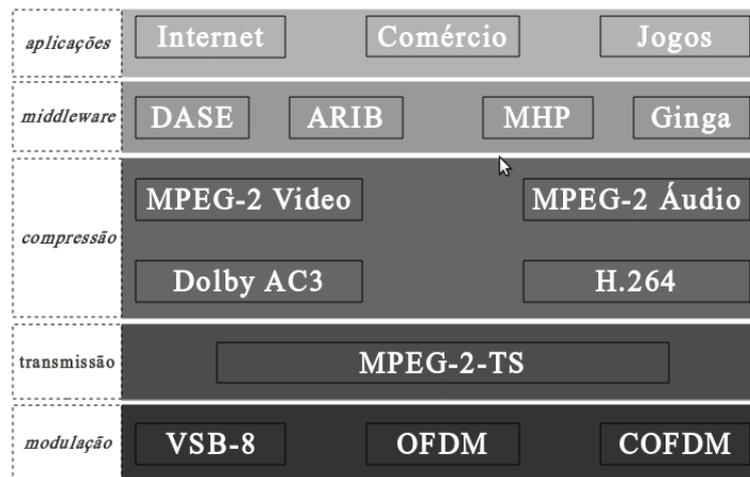


Figura 1: Modelo de camadas para TVD (adaptação de Montez e Becker (2005))

Sob o ponto de vista da recepção do sinal de TV Digital, os aparelhos receptores podem ser dos mais variados tipos como televisores, *tablets*, *smartphones* e PDAs - *Personal Digital Assistant*. As configurações desses dispositivos são as mais variadas possíveis já que cada um deles geralmente possui capacidade de armazenamento e processamento e resolução de tela diferentes, além de sistemas operacionais distintos. Por esse motivo, é necessário a utilização de um software que identifique o tipo de dispositivo e como as informações serão passadas para ele. Esse software é o *middleware*.

O *middleware* pode ser entendido como uma camada de software que fica localizado entre o sistema operacional e as aplicações. Ele é responsável por disponibilizar as aplicações de acordo com o dispositivo utilizado pelo usuário, seja ele um telefone celular ou uma TV de alta resolução. Para permitir a diversificação de dispositivos é necessário que estes forneçam às aplicações uma API (*Application Programming Interface*) genérica, padronizada e bem definida que deve identificar as especificações dos dispositivos receptores. A partir dessas informações, a API determina quais dados/funcionalidades podem ser oferecidas ao dispositivo, incluindo a possibilidade de interatividade. A Figura 2 apresenta a posição do *middleware* dentro do sistema de TVD.

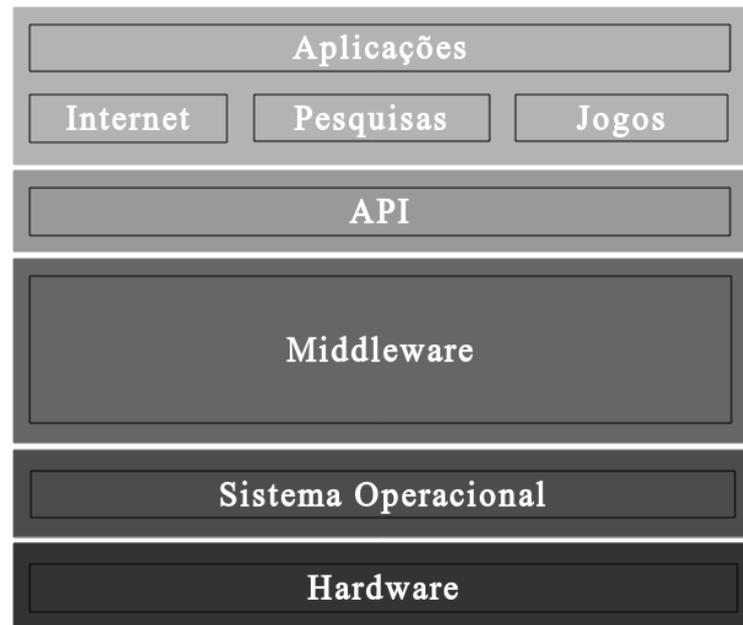


Figura 2: Arquitetura de um sistema de TVD com a camada do *middleware*

A função do *middleware* é fornecer um serviço padronizado para as aplicações ocultando as diferenças e tecnologias utilizadas para compressão, transporte e modulação das informações. A utilização do *middleware* permite que as aplicações sejam executadas em qualquer dispositivo receptor que tenha suporte ao *middleware* adotado, permitindo, assim, que as aplicações sejam portadas mais facilmente para os diversos dispositivos existentes (Montez e Becker, 2005).

2.2 TV Digital no Mundo

A transmissão de TVD aberta no mundo ainda é motivo de estudo e de muita discussão com relação a definição de padrões para a sua transmissão. Três padrões são mais utilizados:

- **Americano:** ATSC (*Advanced Television System Committee*) (Richer et al., 2006; ATSC, 2009)
- **Europeu:** DVB (*Digital Video Broadcast*) (DVB, 2009)
- **Japonês:** ISDB (*Integrated Services Digital Broadcasting*) (Tanaka; Saito, 2006)

Existe ainda o DMB (*Digital Multimedia Broadcast*) que é o padrão adotado na China.

O padrão Americano foi desenvolvido a partir de 1987 por um grupo de 58 indústrias de equipamentos eletroeletrônicos. Desde outubro de 98, está em operação comercial nos Estados Unidos e foi implantado também no Canadá e na Coreia do Sul. Seu desenvolvimento foi pensado para operar com conteúdo audiovisual em alta definição (HDTV). A opção do consórcio ATSC garante a melhor resolução de imagem possível, ao mesmo tempo que restringe a capacidade de transmissão a um só programa por canal.

O padrão Europeu foi projetado a partir dos anos 80 por um consórcio de países da União Européia. Desde 1998, está em operação no Reino Unido, tendo chegado a outros países do continente e à Austrália. O padrão trabalha com conteúdo audiovisual nas três configurações de qualidade de imagem: HDTV (1080 linhas entrelaçadas), EDTV (576 linhas progressivas) e SDTV (576 linhas entrelaçadas) . Nas duas últimas configurações, permite a transmissão simultânea de mais de um programa por canal, permitindo uma média de quatro. No início de sua implantação, apresentou dificuldades de recepção na Inglaterra, sendo sujeito à interferência de ruídos de eletrodomésticos ou motores.

Dos três padrões mais utilizados, o ISDB foi o último a ser desenvolvido e integra em suas aplicações a TV de alta definição (HDTV), múltiplas programações, TV móvel e portátil e datacasting (envio de dados). Foi desenvolvido para a convergência com outros aparelhos, como celulares 3G e computadores de mão, que, para tanto, precisam ser equipados com um chip receptor. Esse padrão é apontado como o mais flexível de todos por responder melhor a necessidades de mobilidade e portabilidade. No Brasil foi eleito o melhor nos testes técnicos comparativos conduzidos pelo grupo de trabalho que teve como missão escolher o padrão brasileiro de TV Digital.

A Figura 3 apresenta a distribuição dos padrões de TVD adotados ao redor do mundo.

2.3 TV Digital no Brasil

O SBTVD foi instituído pelo Decreto Presidencial nº 4.901 de 26 de novembro de 2003 (República, 2003) e tem em seu Artigo 1º, entre outros, os seguintes objetivos:

- *“Promover a inclusão social, a diversidade cultural do País e a língua pátria por meio do acesso à tecnologia digital, visando a democratização da informação;*
- *Propiciar a criação de rede universal de educação a distância;*
- *Estimular a pesquisa e o desenvolvimento e propiciar a expansão de tecnologias*

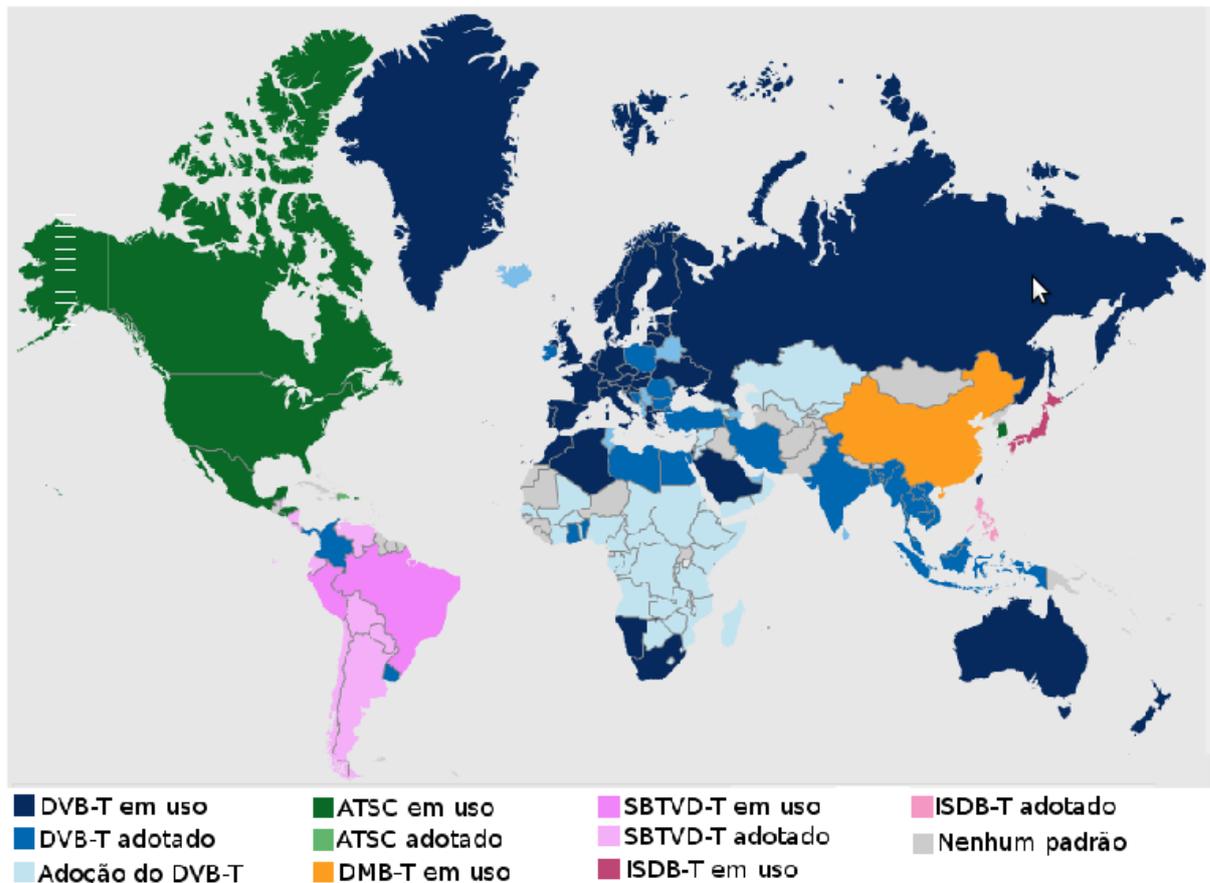


Figura 3: Distribuição dos padrões de TVD pelo mundo (Silva, 2011)

brasileiras e da indústria nacional relacionadas a tecnologia de informação e comunicação.”

O SBTVD deve possibilitar que a transmissão digital seja realizada em alta resolução (HDTV) e resolução padrão (SDTV - *Standard Definition Television*); deve permitir a recepção por aparelhos fixos, móveis e portáteis e deve permitir a interatividade (República, 2006). Diante desses requisitos, o país adotou o padrão japonês (República, 2006) com algumas adaptações para atender ao cenário brasileiro (República, 2003).

Para evitar a adoção de um sistema puramente internacional, optou-se pelo desenvolvimento de um padrão que se adequasse melhor ao cenário brasileiro. Nesse sentido, houve uma mobilização de cientistas, pesquisadores, universidades, órgãos públicos e empresas privadas com o objetivo de desenvolver o SBTVD seguindo as exigências do Decreto 4.901 (República, 2003).

Como resultado, foi criado o padrão brasileiro para TV Digital chamado ISDB-TB (*Integrated Services Digital Broadcasting - Terrestrial Brazilian*), que tem como base o padrão japonês e acrescenta tecnologias desenvolvidas em pesquisas de Universidades Bra-

sileiras.

O sinal de TV Digital está operante em todas as capitais do Brasil. 46% da população brasileira já tem acesso ao sinal digital e nos estados de São Paulo e Rio de Janeiro esse índice sobe para quase 70% da população. Atualmente, há um esforço pela interiorização das transmissões. A Tabela 1 mostra o percentual da população com acesso ao sinal digital, por região (Site Oficial da TV Digital, 2013).

Tabela 1: Percentual da população com acesso ao sinal digital por região

Região	População total	População coberta	Percentual da população com sinal de TVD
Sudeste	80.353.724	47.821.286	60%
Nordeste	53.078.137	16.523.755	31%
Sul	27.384.815	10.936.191	40%
Norte	15.794.045	6.261.665	40%
CentroOeste	14.050.340	7.077.553	50%
	190.661.061	88.620.450	46%

2.3.1 Ginga

Para atender à demandas locais, o governo brasileiro decidiu desenvolver, na totalidade, um *middleware* para o SBTVD. Esse *middleware* representa a principal inovação trazida pela implantação da TV Digital no país. A plataforma desenvolvida foi concebida sob o nome Ginga (Soares e Barbosa, 2008) e oferece uma gama de facilidades para o desenvolvimento de conteúdos e aplicações, tornando transparentes os mecanismos dos protocolos de comunicação, sistema operacional e equipamentos de hardware.

O Ginga surgiu de uma parceria entre os laboratórios TeleMídia¹ da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio) e LAViD² da Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Segundo Barbosa e Soares (2008), o nome foi escolhido porque representa uma qualidade de movimento e atitude característicos dos brasileiros, e flexibilidade e adaptação também são qualidades inerentes ao *middleware* brasileiro.

O *middleware* é composto por três módulos principais, como ilustra a Figura 4: *Common Core*, Ginga-NCL (Soares; Rodrigues; Moreno, 2007; ABNT, 2008b, 2008c) e Ginga-J (Souza Filho; Leite; Batista, 2007; ABNT, 2008d). Os dois últimos módulos compõem a camada de Serviços Específicos do Ginga. Aplicações podem ser desenvolvidas seguindo

¹<http://www.telemidia.puc-rio.br> (abril de 2013)

²<http://www.lavid.ufpb.br> (abril de 2013)

dois padrões de programação diferentes, através de uma linguagem procedural ou uma linguagem declarativa.

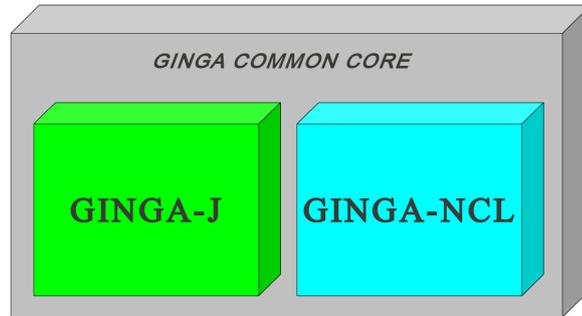


Figura 4: Módulos do *middleware* GINGA

Aplicações procedurais são desenvolvidas utilizando-se a linguagem Java, enquanto as aplicações declarativas são desenvolvidas em NCL (*Nested Context Language*). A Linguagem NCL foi desenvolvida pelo laboratório TeleMídia da PUC-Rio, e em abril de 2009 tornou-se padrão internacional do ITU-T (*International Telecommunication Union - Telecommunication Standardization Sector*), sob a recomendação H.761 (ITU, 2009).

A arquitetura e as facilidades do GINGA foram desenvolvidas para sistemas de transmissão em *broadcast* e receptores terrestres, mas isso não significa que ele não pode ser utilizado para outros tipos de transmissão, como satélite, TV a cabo ou IPTV (Soares; Rodrigues; Moreno, 2007).

No *Common Core* estão localizados os serviços que são necessários tanto para a máquina de execução (Ginga-J), quanto para a máquina de apresentação (Ginga-NCL). O *Common Core* é responsável pela integração entre os módulos GINGA-NCL e GINGA-J. Ele é composto por decodificadores de conteúdo comum e procedimentos que são utilizados para obter conteúdos transportados em fluxos de transporte ou pelo canal de retorno (Soares; Rodrigues; Moreno, 2007). A Figura 5 apresenta a arquitetura do *Common Core* e seus componentes básicos (Soares; Rodrigues; Moreno, 2007).

- **Sintonizador:** Responsável pela escolha do canal físico e um dos fluxos de transporte (*Transport Stream*) que está sendo transmitido no canal.
- **Filtro de seção:** Assim que o canal é selecionado, o *middleware* precisa ter acesso a partes específicas do fluxo de transporte. O filtro de seção é capaz de buscar no fluxo exatamente a parte que as APIs precisam para serem executadas. Dessa forma ele deixa passar somente as informações requeridas pela API, realizando uma filtragem no fluxo.



Figura 5: Componentes do Ginga *Common Core*

- **Processador de dados:** Responsável pelo acesso, processamento e repasse dos dados recebidos pela camada física. Possui também a responsabilidade de notificar os outros módulos sobre qualquer evento recebido.
- **Persistência:** O *middleware* permite salvar um arquivo mesmo que o seu processo pai (processo que criou o arquivo) já tenha sido finalizado. Este módulo é o responsável por esta persistência dos arquivos.
- **Iniciador de aplicações:** Faz o gerenciamento das aplicações. Possui a função de carregar, configurar, inicializar e executar qualquer aplicação (declarativa ou procedural). É responsável também pelo controle de vida das aplicações e pelo controle dos recursos utilizados por elas.
- **Adaptador do A/V principal:** Permite que as aplicações tenham acesso ao fluxo de áudio e vídeo. Isso é necessário quando uma aplicação precisa ter controle de suas ações baseado no que está sendo transmitido.
- **Gerenciador gráfico:** Responsável por definir como as imagens, vídeos, dados, etc., serão apresentados ao usuário. A forma e apresentação são definidas pelo padrão do ISDB (ARIB, 2008).
- **Gerenciador de atualizações:** Gerencia as atualizações realizadas no sistema; verificando se existe alguma modificação, fazendo o *download* de versões mais atuais e atualizando o *middleware* sempre que houver uma nova versão ou uma correção de versões anteriores. Esse procedimento é realizado em tempo de execução, de forma transparente para o usuário.
- **Exibidor de mídia:** Armazena as ferramentas utilizadas para exibir os arquivos de mídia recebidos (MPEG, JPEG, MP3, GIF, XML etc.).

- **Interface com o usuário:** Captura e interpreta os eventos gerados pelo usuário e informa os outros módulos interessados nesses eventos.
- **Gerenciador de contexto:** Captura preferências do usuário, informando outros módulos que tenham interesse nessas preferências. Essas informações podem ser: horários em que o usuário assiste a TV, programação preferida, entre outras.
- **Canal de retorno:** Provê a interface dos outros módulos com o canal de retorno. Além disso, deve realizar o gerenciamento do canal de retorno de forma que informações sejam transmitidas assim que o canal estiver disponível, ou *forçar* a transmissão caso o horário exato de transmissão tenha sido estipulado pelo usuário ou por uma aplicação.
- **Acesso condicional:** Responsável por restringir conteúdos inapropriados recebidos pelos canais de programação.

Ginga-NCL é um subsistema do Ginga que processa documentos escritos em linguagem NCL (Soares; Rodrigues; Moreno, 2007; Oliveira; Cunha, 2008). Um componente chave do Ginga-NCL é a máquina de interpretação de conteúdo declarativo (formatador NCL Maestro) e seu módulo de gerenciamento de base privada. O Maestro tem a função de receber os documentos NCL e controlar a sua apresentação, sempre tentando garantir que os relacionamentos entre os objetos de mídia sejam respeitados (Oliveira; Cunha, 2008).

Outros módulos importantes do Ginga-NCL são o exibidor (*user agent*) de XHTML, que inclui interpretadores de estilo CSS (*Cascading Style Sheets*) ECMAScript e a máquina de apresentação LUA, que é responsável por interpretar scripts LUA (ABNT, 2008c). Dependendo da implementação XHTML, o Ginga-NCL pode ser compatível com outros padrões declarativos.

A comunidade do Ginga na Internet disponibiliza o Ginga-NCL pré-instalado em uma máquina virtual que simula o STB - *Set-Top Box*. O VSTB - *Virtual Set-Top Box*, como é chamado, pode ser baixado através do Portal do Software Público Brasileiro.

Ginga-J é um componente do *middleware* que fica residente nos dispositivos receptores (STB, TV, PDA etc.). O Ginga-J é a parte procedural do Ginga. Baseado em tecnologias Java (Java Virtual Machine - JVM e APIs), ele incorpora diversas inovações, principalmente para atender as requisições impostas pelo Decreto 4.901 (República, 2003), mas mantém a compatibilidade com a maioria dos *middlewares* existentes, desde que eles trabalhem com o GEM (*Globally Executable MHP*) (ETSI, 2008).

Um dos principais objetivos do Ginga é interagir com dispositivos móveis/portáteis, não somente enviando dados para estes dispositivos, mas também recebendo e interpretando os dados enviados pelos dispositivos (Souza Filho; Leite; Batista, 2007).

O usuário pode interagir com a aplicação através de dispositivos de entrada e saída associados ao equipamento que contém o *middleware*. Esses dispositivos podem ser controles remotos ou teclados. Em resposta à entrada do usuário, o equipamento pode apresentar uma saída visual ou um som utilizando sua tela de exibição e caixas de som, no caso de uma TV por exemplo, ou usando a tela do dispositivo de interação, como um PDA.

Vários usuários podem interagir com o Ginga ao mesmo tempo. Para isso ocorrer, cada usuário deverá ter um dispositivo de interação e o Ginga poderá diferenciar os comandos enviados por e para cada dispositivo.

2.3.2 Metadados

Nos sistemas de TV Digital, além do áudio e do vídeo, podem ser transmitidos dados contendo informações sobre os programas. Por se tratar de dados que trazem informações sobre outros dados, como o áudio e o vídeo, eles são chamados de metadados. Tais metadados podem ser enviados por difusão, multiplexados juntamente com o áudio e o vídeo, ou sob demanda quando solicitados pelo receptor depois da chegada do áudio e do vídeo.

Exemplos de metadados são as várias legendas que podem acompanhar um filme, sendo uma para cada idioma, os detalhes sobre um show, os perfis dos integrantes de uma banda, horários de transmissão, classificação etária, gênero e subgênero do programa, atores, diretores, apresentadores, dentre outros.

Os sistemas abertos de TV Digital adotam o padrão MPEG-2 System – *Transport Stream* para multiplexar e transmitir os metadados. Este padrão de transmissão define seções para o transporte de tabelas conhecidas como *Program Specific Information* – PSI. Nos padrões atuais, a transmissão de informação está baseada nas definições de metadados das tabelas de informações de serviços, as *Service Information* – SI. As tabelas SI estendem as tabelas PSI do padrão MPEG-2.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT definiu um formato padronizado para os metadados quando se deu início o projeto de implantação da TV Digital no Brasil. Considerando o padrão de tabelas SI, as normas ABNT NBR 15603-1 (ABNT, 2011) e ABNT NBR 15603-2 (ABNT, 2008) estabelecem que os metadados sejam transmitidos

em estruturas como a *Event Information Table* – EIT e a *Service Description Table* – SDT.

A tabela EIT é usada para apresentar informações específicas de programas, tais como nome, data de início, hora de início e duração. A tabela EIT é flexível o bastante para permitir que mais informações sejam enviadas pelos provedores de conteúdo por meio do uso de descritores. Com isso, dados adicionais como gênero e subgênero dos programas, classificação etária, descrição e sinopses de eventos e filmes podem ser enviados. A norma ABNT NBR 15603-2 define dezesseis gêneros que podem ser utilizados pelos provedores de conteúdo (ABNT, 2008).

Além disso, a tabela EIT informa a identificação do provedor de conteúdo responsável pela transmissão das informações. Uma característica importante da tabela EIT é que a mesma transporta informações referentes não apenas à programação corrente como também dados referentes à programação futura (Ávila, 2010). A norma ABNT NBR 15603-2 (ABNT, 2008) especifica e define códigos para até oito dias de programação futura.

A tabela SDT traz informações que descrevem os provedores de conteúdo. No sistema analógico, os provedores são conhecidos como emissoras. De maneira análoga à EIT, a tabela SDT permite o uso de vários descritores que transmitem informações adicionais. O principal deles é o que permite definir o nome do provedor. No cenário atual do SBTVD alguns valores válidos para este descritor seriam Record, SBT, Globo, Rede TV, entre outros. Em linhas gerais a SDT traz informações sobre os provedores de conteúdo, mas não oferece nenhuma informação sobre os conteúdos propriamente ditos (Ávila, 2010).

A tabela SDT é amplamente utilizada em conjunto com a tabela EIT pelos aplicativos de guia eletrônico de programação, enquanto a SDT informa os provedores de serviços, a EIT descreve os programas e horários, entre outras informações (Morris e Smith-Chaigneau, 2005).

Além da EIT e da SDT estão previstas outras duas tabelas dentro do padrão de tabelas SI definido pela ABNT. São elas a *Common Data Table* – CDT e a *Time Offset Table* – TOT. A primeira é utilizada para transmissão de dados que devem ser armazenados em memória não volátil no dispositivo receptor do sinal. Geralmente ela é designada para transmissão dos logotipos das emissoras em formato PNG. A segunda é utilizada para informar a data e hora corrente além da diferença de horário entre o horário local e o horário mundial. A sua transmissão é obrigatória e pode ser utilizada para informar a data e a hora atuais na aplicação local do usuário (Oliveira, 2010).

2.4 Desenvolvimento de aplicações para TV Digital

Segundo Soares e Barbosa (2012), aplicações desenvolvidas para o ambiente de TV Digital podem utilizar dois paradigmas de programação distintos: o declarativo e o não-declarativo.

Linguagens de programação declarativas são linguagens de mais alto nível de abstração, muitas vezes ligadas a um domínio ou objetivo específico. Nesse tipo de paradigma, o programador fornece apenas quais tarefas deverão realizadas, não se preocupando com a forma com a qual o executor da linguagem irá implementar as tarefas.

Na programação não-declarativa, é necessário que o programador informe cada passo a ser executado e, em consequência disso, possui maior poder sobre o código, sendo obrigado a estabelecer todo o fluxo de controle e execução do programa.

Praticamente todos os *middlewares* para TV Digital terrestre oferecem suporte para o desenvolvimento de aplicações usando os dois paradigmas de programação. O suporte de um *middleware* para aplicações declarativas é chamado de ambiente declarativo e o suporte para aplicações não-declarativas é chamado de ambiente imperativo. O Ginga possui um ambiente declarativo (Ginga-NCL) e um ambiente imperativo (Giga-J).

2.4.1 A linguagem NCL

Criada no Laboratório TeleMídia da PUC-Rio, a NCL ³ é utilizada para autoria de documentos hipermídia baseados no modelo conceitual NCM - *Nested Context Model*. Como na linguagem NCL existe uma separação estrita entre conteúdo e estrutura, ela não define nenhum tipo de mídia por si só. Ao invés disso, ela define uma ligação que mantém os objetos ligados às apresentações multimídia.

A linguagem NCL é declarativa e dividida em módulos, que agrupam elementos e atributos XML que possuam alguma relação semântica entre si. De acordo com as necessidades de uma aplicação, as funcionalidades da linguagem podem ser reunidas, visto que a relação semântica agrupa os elementos e atributos (Rodrigues e Soares, 2006).

O modelo da linguagem NCL visa não apenas o suporte declarativo à interação do usuário, mas ao sincronismo espacial e temporal em sua forma mais geral, tratando a interação do usuário como um caso particular. NCL visa também o suporte declarativo a adaptações de conteúdo e de formas de apresentação de conteúdo; o suporte declarativo a

³<http://www.ncl.org.br/pt-br/inicio> (abril de 2013)

múltiplos dispositivos de exibição e a edição/produção da aplicação em tempo de exibição, ou seja, ao vivo. Como esses são os focos da maioria das aplicações para TV digital, NCL se torna a opção preferencial no desenvolvimento da maioria de tais aplicações. Para os poucos casos particulares, como por exemplo, quando a geração dinâmica de conteúdo é necessária, NCL provê o suporte de sua linguagem de script Lua.

A linguagem NCL define como os objetos de mídia são estruturados e relacionados, no tempo e espaço. Como uma linguagem de *cola*, NCL não restringe ou prescreve os tipos de conteúdo dos objetos de mídia. Nesse sentido, é possível ter como objetos de mídia NCL:

- objetos perceptuais de imagem, de vídeo, de áudio, e de texto;
- objetos com código imperativo (Lua, entre outros);
- objetos com código declarativo (XHTML, entre outros).
- objetos com código NCL aninhados.

Um determinado objeto de mídia possuirá suporte se houver exibidores de objetos de mídia compatíveis acoplados ao exibidor (*player*) NCL. Essa definição depende do sistema de TV Digital onde o Ginga é utilizado. No caso do ISDB-TB, por exemplo, objetos com código imperativo podem ser Java (XLet) ou Lua (NCLua); objetos com código declarativo podem ser XHTML (com as funcionalidades mínimas definidas pelas Normas do Sistema) ou outras aplicações NCL embutidas (Soares e Barbosa, 2012).

A integração entre Lua e NCL ocorre por meio da referência de objetos com script Lua em códigos escritos em NCL. A linguagem Lua é apresentada na Seção 2.4.2. A função de executar aplicações NCL, gerenciando toda a apresentação, pertence à Máquina de Apresentação Ginga-NCL, que faz parte do ambiente declarativo do *middleware* Ginga.

A estrutura de um documento NCL é composta por um *cabeçalho de arquivo*, um *cabeçalho de programa*, um *corpo de programa* e um *término de arquivo*. O *cabeçalho do arquivo* deve ser igual em todo documento NCL e serve para que a Máquina de Apresentação do Ginga-NCL possa identificar o tipo do documento.

O *cabeçalho do programa* pode variar de um arquivo para outro, pois contém a estrutura específica do programa que se deseja criar. Essa estrutura é composta por uma *base de regiões*, uma *base de descritores* e uma *base de conectores*. As regiões definem *onde* as mídias serão apresentadas (é possível definir, por exemplo, a posição exata na tela).

Descritores informam *como* as mídias serão apresentadas (se for um arquivo de áudio, por exemplo, é possível definir o volume). Conectores definem *quando* os elos são ativados e o que eles disparam (é neste ponto que se define, por exemplo, a relação entre duas mídias, se elas vão iniciar juntas ou uma depois da outra).

O *corpo do programa* contém as *portas*, que são os pontos de entrada do programa, e os *conteúdos* propriamente ditos. Um conteúdo representa *o que* será exibido. Pode ser, por exemplo, um endereço de uma mídia que será exibida durante a execução do programa. O *término do arquivo* NCL simplesmente fecha as *tags* abertas no *cabeçalho do arquivo* e no *cabeçalho do programa*. A Figura 6 ilustra como deve ser a estrutura de um documento NCL.

cabeçalho do arquivo NCL	1:	<code><?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?></code>
	2:	
	3:	<code><ncl id="exemplo01" xmlns="http://www.telemidia.puc-rio.br/specs/xml/NCL23/profiles" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" xsi:schemaLocation="http://www.telemidia.puc-rio.br/specs/xml/NCL23/profiles/NCL23.xsd"></code>
cabeçalho do programa	4:	<code><head></code>
	base de regiões	5: <code><regionBase></code>
		6: <code><!-- regiões da tela onde as mídias são apresentadas --></code>
		7: <code></regionBase></code>
	base de descritores	8: <code><descriptorBase></code>
		9: <code><!-- descritores que definem como as mídias são apresentadas --></code>
		10: <code></descriptorBase></code>
	base de conectores	11: <code><connectorBase></code>
		12: <code><!-- conectores que definem como os elos são ativados e o que eles disparam --></code>
		13: <code></connectorBase></code>
	14: <code></head></code>	
corpo do programa	15:	<code><body></code>
	ponto de entrada no programa	16: <code><port id="plnicio" component="ncPrincipal" interface="ilnicio"/></code>
	conteúdo do programa	17: <code><!-- contextos, nós de mídia, elos e outros elementos --></code>
		18: <code></body></code>
término do arquivo NCL	19:	<code></ncl></code>

Figura 6: Estrutura de um documento NCL (Soares e Barbosa, 2008)

2.4.2 A linguagem Lua

Desde o início de seu desenvolvimento, no início dos anos 1990, Lua foi projetada para ser usada em conjunto com outras linguagens, não sendo comum encontrar programas escritos puramente em Lua. Nesse sentido, Lua é normalmente usada para permitir que uma aplicação principal seja estendida ou adaptada através do uso de *scripts*. Esse tipo de uso caracteriza Lua como uma linguagem de *scripts* no seu sentido mais puro. O próprio

nome da linguagem, Lua, remete à ideia de uma linguagem satélite.

Também desenvolvida na PUC-Rio, Lua é linguagem de *script* adotada pelo Ginga-NCL (ABNT, 2011). Suas características — simplicidade, eficiência e portabilidade — além de sua licença livre, casam perfeitamente com o cenário de TV digital. Uma linguagem simples é bem-vinda onde é comum equipes formadas não só por programadores, mas também por designers e produtores de conteúdo. A portabilidade é importante quando o *middleware* deve ser desenvolvido para dispositivos com características conflitantes, como celulares e *set-top boxes*. A eficiência e o tamanho da linguagem requerem menos custos com *hardware*. Já a licença livre de *royalties* reduz a custo zero a adoção do interpretador por unidade produzida. Um indicador de como a linguagem Lua se adapta bem a esse tipo de cenário é a liderança de Lua como linguagem de *script* em videogames, nicho que compartilha as mesmas características descritas.

Lua combina programação procedural com poderosas construções para descrição de dados, baseadas em tabelas associativas e semântica extensível. A linguagem é tipada dinamicamente, interpretada a partir de bytecodes, e tem gerenciamento automático de memória com coleta de lixo. Essas características fazem de Lua uma linguagem ideal para configuração, automação (*scripting*) e prototipagem rápida, característica de grande importância para as aplicações de TV, cujo desenvolvimento rápido é fundamental (Soares e Barbosa, 2012).

Além disso, Lua é facilmente embarcável. Seu interpretador é uma biblioteca da linguagem C, embarcável em várias linguagens, entre elas C++ (linguagem da implementação de referência do Ginga-NCL) e Java (linguagem do ambiente imperativo do Ginga).

2.5 Guias Eletrônicos de Programação

Dentre as aplicações que podem ser desenvolvidas para o ambiente de TV Digital, o Guia Eletrônico de Programação é a mais importante. Os telespectadores utilizam os guias com o propósito de encontrarem, de forma organizada e rápida, os conteúdos aos quais desejam assistir.

As emissoras normalmente enviam, multiplexados no fluxo de transporte, os metadados a serem apresentados pelo guia. Para Oliveira (2010), a principal diferença entre um Guia Eletrônico de Programação e uma outra aplicação qualquer desenvolvida para o ambiente de TV Digital, é a utilização dos dados das tabelas SI, os metadados. Nesse

aspecto, as APIs fornecidas pelo *middleware* normalmente definem como as aplicações podem requisitar esses dados. Da mesma maneira, a forma como o *middleware* responde às solicitações também é definida pela norma do sistema de TV.

Em um sistema de TV digital, quando um canal é sintonizado pelo telespectador, o receptor de TV passa a processar o fluxo de transporte vindo desse canal para decodificar os fluxos de áudio e vídeo, permitindo que o conteúdo do canal seja apresentado ao telespectador. Mas, a qualquer instante, o telespectador pode solicitar o Guia Eletrônico de Programação, que pode ser gerado por uma aplicação residente no *middleware* do receptor ou ser enviado pelo provedor de conteúdo junto com o fluxo de áudio e vídeo.

Segundo Oliveira (2010), o que normalmente ocorre, é que os receptores já possuem uma aplicação de Guia Eletrônico embutida e desenvolvida pelo próprio fabricante do receptor. Como não há uma padronização acerca de guias eletrônicos, um fabricante desenvolve uma aplicação específica para o seu receptor, da maneira que desejar. Com isso, apesar dos guias eletrônicos servirem para divulgar os conteúdos oferecidos, os provedores de conteúdo não possuem nenhum controle sobre as aplicações geradoras de guia eletrônico embutidas no receptor.

No entanto, além do áudio e do vídeo, aplicações interativas desenvolvidas pelo próprio canal de TV podem ser transmitidas ao receptor do usuário. Diferente de uma aplicação desenvolvida para um receptor específico, essas aplicações interativas utilizam o conjunto de APIs fornecido pelo *middleware*. Como as APIs são padronizadas pela norma do sistema de TV, elas obrigatoriamente precisam ser respeitadas pelo *middleware*, independente do fabricante do receptor. Então, se uma aplicação interativa faz o uso das APIs conforme a norma, é esperado que ela execute com sucesso em todas as implementações de *middleware* que seguem essa mesma norma, tornando-se portátil para todos os receptores que utilizam o *middleware* para o qual ela foi desenvolvida.

Independente do fato de a aplicação geradora do guia eletrônico ser residente ou não, a política de fazer uso dos recursos de um *middleware* para gerar o EPG, geralmente traz benefícios para o desenvolvedor (Oliveira, 2010). Primeiro porque pode ser desenvolvida uma única aplicação de guia eletrônico para todos os sistemas de TV que utilizam o mesmo *middleware*. Segundo porque o desenvolvimento de uma aplicação de guia eletrônico que utiliza um *middleware* como base, pode ser mais simples, considerando que o desenvolvedor não precisa possuir conhecimentos específicos sobre o receptor. Terceiro porque uma aplicação interativa desenvolvida para um *middleware* pode estar residente no receptor, ser enviada por difusão ou ainda ser adquirida sob-demanda, o que torna o guia eletrônico

uma aplicação mais flexível.

As aplicações de guia eletrônico geralmente encontradas na literatura podem ser eventualmente substituídas por meio de uma atualização completa da aplicação, mas não podem ser adaptadas parcialmente em tempo de exibição. Para Oliveira (2010), o suporte à adaptabilidade em tempo de exibição permite um maior controle do guia eletrônico pelos provedores de conteúdo. A adaptabilidade em tempo de exibição do guia permite que os provedores de conteúdo modifiquem a aplicação, adicionando, removendo ou alterando funcionalidades de acordo com seus interesses, sem interromper a execução da aplicação e, assim, sem parar a apresentação do EPG.

Seguindo essas abordagens, de utilizar recursos do *middleware* e permitir atualizações em tempo de execução, Moreno et al. (2009) propuseram uma arquitetura composta por módulos para a geração de aplicações do tipo EPG. O fato de a arquitetura estar dividida em módulos, possibilita que diferentes componentes sejam compartilhados entre provedores de conteúdo e desenvolvedores. Além disso, a modularização e o seu suporte à adaptabilidade possibilitam adaptações em componentes específicos da arquitetura sem a necessidade de substituir a aplicação inteira. Essa arquitetura é apresentada na Seção 2.5.1.

2.5.1 Aplicação de Guia Eletrônico

Com o intuito de apresentar uma solução para a personalização de guias eletrônicos em tempo de execução, no ambiente do SBTVD, Moreno et al. (2009) propuseram uma arquitetura modular, integrada ao Ginga-NCL, que permite criar aplicações como Guias Eletrônicos de Programação e Guias Eletrônicos de Serviços que podem sofrer alterações em tempo real. Essa arquitetura, chamada de EGA - *Electronic Guide Application* - pelos autores, possui uma separação clara entre estilo, estrutura e aspectos de navegação. Segundo os autores, a arquitetura pode ser usada para gerar código computacional em diferentes linguagens-alvo.

O produto gerado pela EGA é o EGI - *Electronic Guide Information*, que pode ser um Guia Eletrônico de Programação ou um Guia Eletrônico de Serviços.

A arquitetura EGA é dividida em oito componentes, representados pelos retângulos pretos da Figura 7. O processo de geração do EGI ocorre em duas fases chamadas, *Alimentação* e *Produção*.

Na fase da *Alimentação* os metadados são obtidos e transformados em estruturas de

dados internas chamadas *Serviço de Dados*. Esses dados são passados para a fase da *Produção* na qual outra estrutura de dados chamada EGD - *Electronic Guide Document* - é criada para ser apresentada ao usuário pelo componente *EGD Player*, que faz parte, originalmente, da arquitetura do Ginga-NCL.

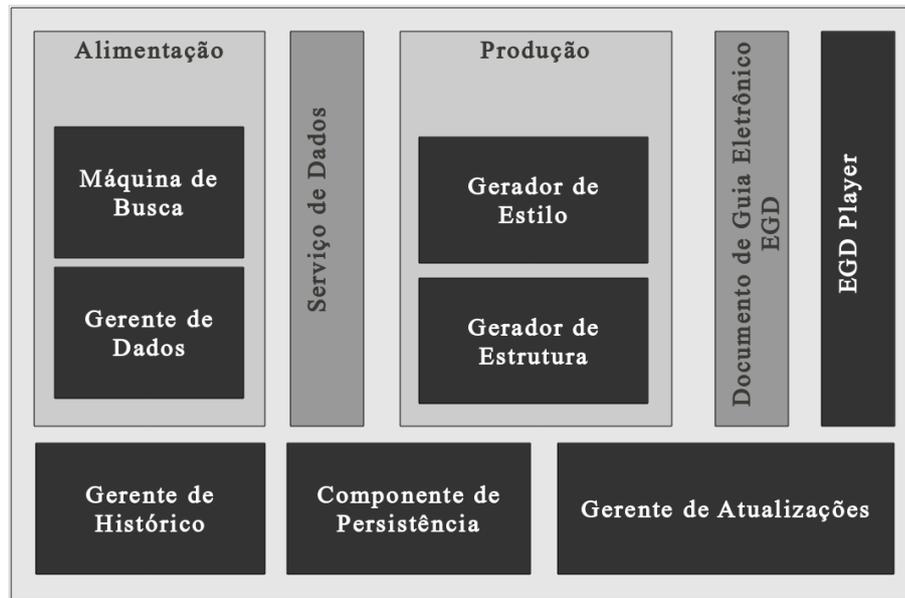


Figura 7: Arquitetura do EGA (adaptado de Moreno et al., 2009)

A criação do EGD conta com o auxílio dos demais componentes da arquitetura, segundo as suas respectivas funcionalidades:

- **Máquina de Busca:** coleta informações recebidas das emissoras;
- **Gerente de Dados:** controla a máquina de busca e processa as informações coletadas, adicionando-as à estrutura *Serviço de Dados*;
- **Gerador de Estilo:** cria os estilos de apresentação que serão utilizados para exibir as informações extraídas da estrutura *Serviço de Dados*;
- **Gerador de Estrutura:** organiza, estrutura e relaciona os conteúdos que serão apresentados;
- **Gerente de Histórico:** armazena informações sobre o histórico do usuário;
- **Componente de Persistência:** persiste qualquer informação de atualização dos demais componentes;
- **Gerente de Atualizações:** mantém as versões dos componentes atualizadas.

Segundo Moreno et al. (2009) a arquitetura EGA, com exceção do *EGD Player*, é independente da plataforma do *middleware*, mas é mais fácil de ser implementada em plataformas que suportam linguagens interpretadas. Assim, *middlewares* declarativos fornecem melhor suporte para a sua implementação. Nesse caso, tanto os componentes da arquitetura quanto o EGD devem ser implementados como documentos escritos em linguagem declarativa.

2.6 Considerações Finais

Neste Capítulo foi dada uma visão geral sobre o tema TV Digital, primeiro abordando conceitos que envolvem a TVD e em seguida apresentando um panorama sucinto da abrangência desse tipo de tecnologia no mundo. Os principais padrões de transmissão foram citados e as suas diferenças destacadas.

Em seguida, com o foco voltado para a TV Digital no Brasil, falou-se sobre o cenário atual da implantação do sistema brasileiro e foi apresentado o Ginga, o *middleware* oficial do SBTVD. Dentro dessa Seção, seus componentes, suas características e as principais tecnologias envolvidas foram abordadas. Os metadados utilizados na transmissão do sinal digital, tema que possui grande importância na concepção do SeReS-EPG, também foram citados.

Na sequência, descreveu-se sobre o desenvolvimento de aplicações para o ambiente da TV Digital, onde foram abordadas as linguagens NCL e Lua, as duas linguagens mais utilizadas no desenvolvimento do SeReS-EPG. Por fim, abordou-se o desenvolvimento de aplicações do tipo EPG, com destaque para a arquitetura proposta por Moreno et al. (2009) para o desenvolvimento desse tipo de aplicação. Como será visto no Capítulo 4, a arquitetura proposta pelos autores foi utilizada como base para a construção da arquitetura do SeReS-EPG.

3 Recomendação Baseada em Processamento Semântico

Este capítulo apresenta os principais conceitos envolvidos na recomendação baseada em semântica, técnica empregada no SeReS-EPG para prover a recomendação de conteúdo televisivo aos seus usuários. A recomendação baseada em semântica elimina uma série de limitações que outros métodos de recomendação apresentam e consegue produzir recomendações não previsíveis, porém relevantes.

A Seção 3.1 traz o conceito de Ontologias, enquanto a Seção 3.2 aborda Redes Semânticas. A Seção 3.3 discorre sobre o tema Sistemas de Recomendação, citando os tipos de sistema existentes e apresentando as principais diferenças entre eles. Por fim, a Seção 3.4 entra no viés da Recomendação Baseada em Semântica, mostrando o estado da arte desse método de recomendação e apresentando o SeReS, o mecanismo de recomendação utilizado pelo SeReS-EPG.

3.1 Ontologias

O termo ontologia é original da filosofia, e representa um subcampo dessa ciência, que significa o estudo da natureza da existência, ou seja, é a forma de representar os tipos de coisas existentes e como elas são caracterizadas. Em computação, ontologias são utilizadas em áreas de pesquisa da inteligência artificial (representação do conhecimento, recuperação de informação, sistemas cooperativos e outros) para facilitar o compartilhamento e reuso de conhecimento (Fensel, 2004).

Diversas definições para ontologia são encontradas na literatura, uma das mais citadas no meio acadêmico é a definição de Gruber (1993), que define uma ontologia como sendo *uma especificação explícita de uma conceitualização*, ou seja, uma ontologia é um modelo de domínio descrito explicitamente. Em 1998, Studer, Benjamins e Fensel (1998) ampliaram a definição de Gruber, explicando que uma ontologia é *uma especificação formal e*

explícita de uma conceitualização compartilhada.

A *Conceitualização* refere-se a um modelo abstrato de algo real que identifica os seus conceitos. *Explícito* significa que os conceitos utilizados e as restrições de uso são definidos de forma explícita. *Formal* se refere ao fato de que a ontologia é representada por uma linguagem legível por máquinas, e *Compartilhada* significa que o conhecimento é consensual, ou seja, não é definido por uma única pessoa e sim por um grupo que aceita aquelas definições para um determinado domínio.

De maneira geral, uma ontologia é utilizada para descrever formalmente um domínio de conhecimento. Basicamente, uma ontologia é composta por um conjunto de conceitos e relacionamentos entre esses conceitos. Os conceitos são representados através de classes, que compõem o domínio de conhecimento, enquanto os relacionamentos permitem a hierarquia entre as classes e fornecem as relações que as classes possuem entre si (propriedades, restrições de valores, disjunção e especificações lógicas de relacionamentos entre classes) (Antoniou; van Harmelen, 2008).

Um exemplo de ontologia é apresentado na Figura 8, no qual o domínio utilizado é o de meios de transporte. É possível observar que existe uma hierarquia entre os conceitos.

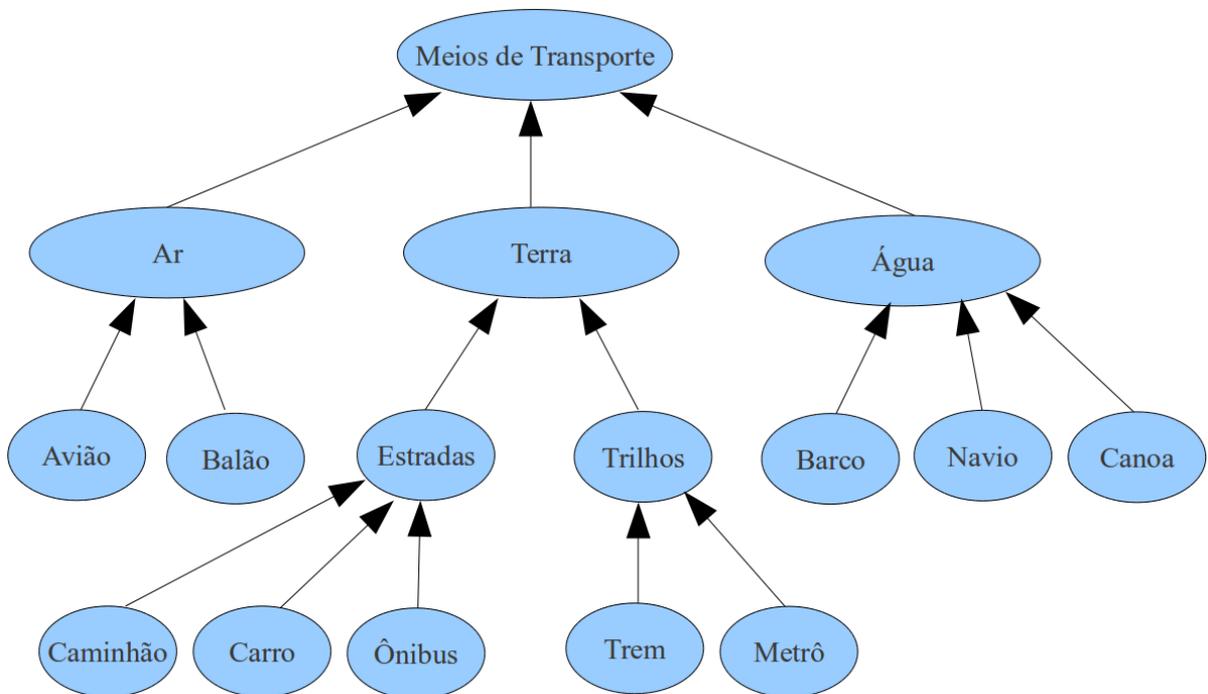


Figura 8: Ontologia para meios de transporte

A utilização de ontologias oferece vantagens, tais como prevenção contra significados diferentes, independência de software, interoperabilidade entre softwares, compartilhamento por meio de arquivos descritivos, reutilização e possibilidade de realizar inferências.

É importante observar como a ontologia auxilia o compartilhamento de informações entre sistemas, uma vez que ela representa de forma não ambígua conceitos que compõem o domínio utilizado em um sistema (Silva, 2011).

3.2 Redes semânticas

Redes semânticas são grafos direcionados utilizados para representar conceitos de uma base de conhecimento através de palavras e frases da linguagem natural, nas quais os nós representam os conceitos e os arcos representam os relacionamentos semânticos entre os nós (Simons, 1972). De uma forma mais genérica, Sowa (1987) define uma rede semântica como um grafo que representa uma base de conhecimento.

Na computação, as redes semânticas foram utilizadas primeiramente na área de inteligência artificial, para em seguida serem adotadas em diversas outras áreas como representação de conhecimento, recuperação de informações e recomendação de conteúdo. Pelo fato de as redes semânticas serem representadas na forma de grafos é possível utilizá-las para representar uma base de conhecimento ou utilizá-las em sistemas de recuperação de informações. Segundo Sowa (1987) são seis os tipos de rede semântica mais comuns, descritas a seguir:

- Redes de definições: dão ênfase ao subtipo (subclasse), ou seja, enfatizam o relacionamento *é-um* entre um conceito e um novo conceito criado. A rede resultante possui uma hierarquia de generalização, na qual é utilizada a herança de propriedades dos conceitos.
- Redes assertivas: são redes criadas para validar proposições. As informações nesse tipo de rede é assumida verdadeira, a menos que seja indicado o contrário. Algumas redes assertivas são utilizadas como modelos de estruturas conceituais sobre a semântica de linguagens naturais.
- Redes de implicação: utilizam a implicação como relação primária das conexões entre nós. Podem ser utilizadas para a representação de padrões de causalidade ou inferências.
- Redes executáveis: redes que possuem alguma forma de processamento. Essas redes podem realizar inferências, troca de mensagens e busca por padrões e associações.
- Redes de aprendizagem: redes criadas ou estendidas para adquirir conhecimento a partir de exemplos. O conhecimento aprendido pode causar alterações na rede

original pela adição ou exclusão de nós e arcos na rede, bem como a modificação de valores de pesos associados aos relacionamentos.

- Redes híbridas: redes que utilizam duas ou mais técnicas apresentadas anteriormente. Essas redes podem ser criadas separadamente, mas interagem entre si.

A criação de uma rede semântica pode ser realizada de forma explícita ou através do aproveitamento de alguma base de conhecimento, como por exemplo uma ontologia que representa algum domínio. A partir de uma ontologia é possível extrair informações de forma que seja possível elaborar uma rede semântica. Como a ontologia pode ser representada por um grafo com seus conceitos e relacionamentos, a criação da rede semântica a partir dela se torna praticamente direta, pois a rede semântica também é representada por meio de grafos. A Figura 9 mostra parte de uma rede semântica construída para o domínio dos meios de transporte.

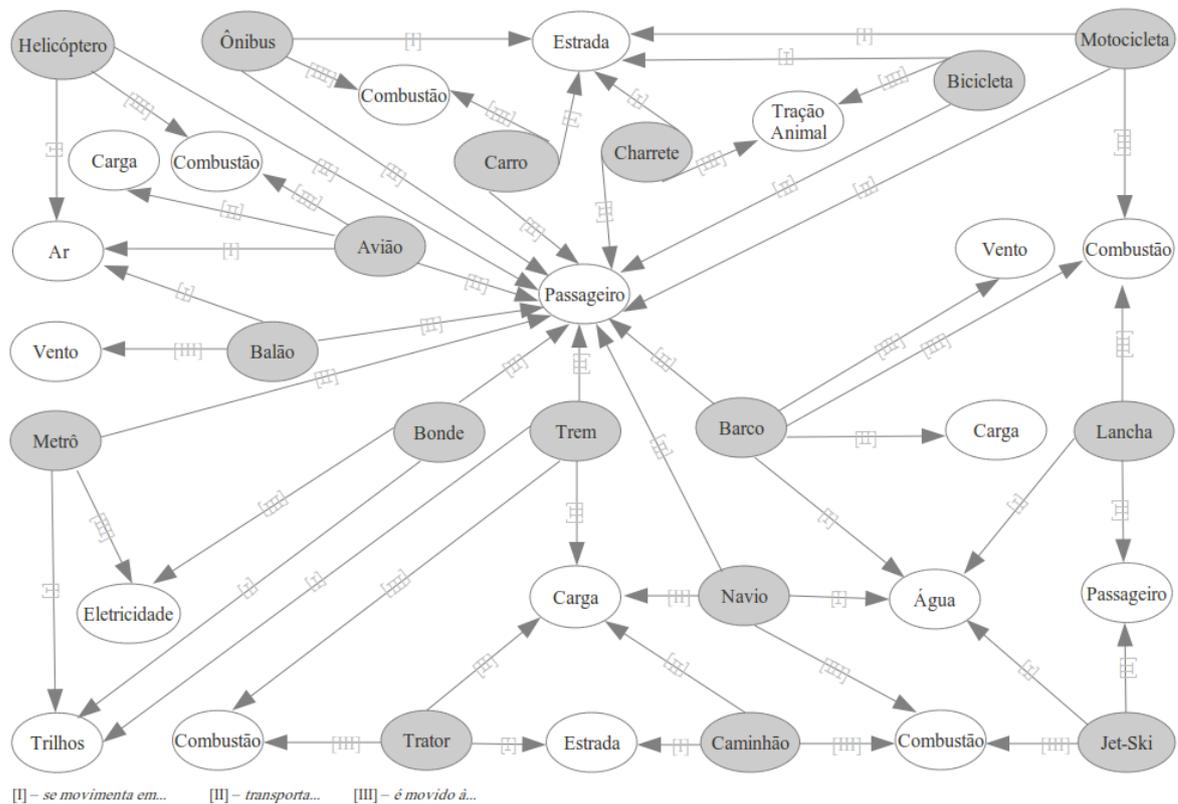


Figura 9: Rede semântica para o domínio dos meios de transporte

3.3 Sistemas de recomendação

Os sistemas de recomendação são utilizados para facilitar a busca por conteúdos de interesse do usuário. Existem basicamente três tipos de sistemas de recomendação: ba-

seados em conteúdo, baseados em filtragem colaborativa e híbridos (Silva, 2011). Esses sistemas possuem características específicas e cada um deles utiliza uma técnica diferente para recomendar conteúdos ao usuário, como pode ser visto a seguir.

3.3.1 Recomendação baseada em conteúdo

Os sistemas baseados em conteúdo são sistemas nos quais a recomendação é baseada no consumo anterior do usuário. Estes sistemas são construídos para recomendar itens que são similares a conteúdos já consumidos (Terveen; Hill, 2001) e que possuem um nível de interesse por parte do usuário. As preferências podem ser determinadas por meio do *feedback*, que pode ser obtido de duas formas: explicitamente, quando o próprio usuário avalia o conteúdo ou implicitamente quando se utiliza dados, como por exemplo, o tempo gasto consumindo o conteúdo.

Os sistemas baseados em conteúdo, no entanto, possuem limitações (Burke, 2002; Adomavicius; Tuzhilin, 2005). A primeira delas é a análise restrita dos conteúdos. Um sistema de recomendação de filmes, por exemplo, somente pode se basear nas informações escritas nos filmes (nomes de atores e diretores, gêneros, etc.). A segunda é a superespecialização, que ocorre devido ao fato de que as preferências de outros usuários não são levadas em conta. Por isso, esses sistemas não podem recomendar itens que sejam diferentes dos itens já consumidos pelo usuário. Outra limitação, chamada de efeito portfólio, refere-se ao problema da não diversidade, casos em que são recomendados itens muito similares aos que já foram consumidos pelo usuário, como por exemplo, filmes estrelados pelo mesmo ator. Por fim, pode ocorrer o problema conhecido como *cold start*, sempre que se tem um novo usuário no sistema. Um novo usuário não possui conteúdos consumidos em número suficiente para que o sistema possa fazer recomendações eficientes.

3.3.2 Recomendação baseada em filtragem colaborativa

Filtragem colaborativa é a técnica que agrupa usuários com perfis semelhantes para realizar recomendação e permite que a aplicação recomende conteúdos consumidos por outros usuários que possuem preferências semelhantes às do usuário alvo. Os conteúdos consumidos pelos usuários recebem uma determinada pontuação, que permite que o perfil de cada usuário seja gerado. Essa pontuação é então relacionada com preferências de outros usuários, gerando assim um conjunto de usuários com perfis semelhantes. Uma grande vantagem desse sistema é que conteúdos que não compartilham atributos com

outros conteúdos consumidos pelo usuário podem vir a ser recomendados a ele, trazendo o elemento surpresa à recomendação (Burke, 2002).

Segundo Reategui e Cazella (2005) é necessário agrupar os usuários para que seja possível utilizar técnicas que permitam encontrar similaridade entre eles. Para se realizar o agrupamento, existem duas formas de se trabalhar (Gutiérrez, 2008): a filtragem colaborativa baseada em usuário e a filtragem colaborativa baseada em conteúdo. A primeira compara os conteúdos consumidos pelo usuário alvo com os conteúdos de outros usuários para determinar um grupo de pessoas com interesses semelhantes. A segunda toma como base cada conteúdo consumido pelo usuário alvo e encontra outros conteúdos que possuem semelhança com os programas consumidos.

Apesar de os sistemas baseados em filtragem colaborativa suprirem algumas limitações dos sistemas baseados em conteúdo, as técnicas de filtragem colaborativa possuem suas próprias limitações (Lee, 2001; Burke, 2002; Adomavicius; Tuzhilin, 2005). A primeira está relacionada com a esparcidade de avaliações. Quando o número de avaliações é esparso, ou seja, quando poucos usuários avaliaram o mesmo item, os sistemas apresentam dificuldades de realizar a recomendação. A segunda está relacionada com o *cold start*. Devido ao fato das recomendações serem baseadas na comparação entre o usuário alvo e outros usuários, pode ser difícil definir seus interesses quando ele ainda é novo para o sistema. O problema também ocorre quando um novo item é inserido. Como o novo conteúdo ainda não possui um número suficiente de avaliações, o sistema pode encontrar dificuldades em recomendá-lo. A terceira limitação é conhecida como o problema da *ovelha negra*. Ela ocorre com o usuário que possui interesses diferentes se comparado com o restante do grupo. Como não existem outros usuários com interesses similares, a recomendação gerada é geralmente pobre.

3.3.3 Recomendação híbrida

Sistemas de recomendação híbridos são sistemas que combinam técnicas de filtragem baseada em conteúdo e filtragem colaborativa em uma única ferramenta, buscando evitar os problemas decorrentes de cada abordagem. Por isso, os sistemas de recomendação híbridos consideram o histórico do usuário e a relação do seu consumo com o de outros usuários (Silva, 2011). Porém, realizar a filtragem colaborativa é muitas vezes difícil, especialmente no ambiente de TVD, devido ao grande número de usuários.

3.4 Recomendação baseada em semântica

Como uma alternativa aos sistemas híbridos, foram criados sistemas de recomendação baseados em semântica (Naudet et al., 2008; Blanco-Fernández et al., 2008), que exploram técnicas da *Web Semântica* para realizar a recomendação de conteúdo.

Esses sistemas utilizam ontologias para representar conteúdos disponíveis na programação da TV, de forma que as informações semânticas dos conteúdos possam ser utilizadas. Além das ontologias, também são utilizadas redes semânticas, que relacionam os conteúdos através de suas informações. Por fim, um processamento semântico é realizado sobre a rede gerada, a fim de descobrir os conteúdos que podem ser recomendados.

Abordagens que utilizam o processamento semântico conseguem suprir as limitações apresentadas pelos sistemas baseados em conteúdo e baseados em filtragem colaborativa, devido às técnicas empregadas para realizar recomendações. A seguir, são apresentadas algumas características dessas abordagens que permitem solucionar, ao menos em parte, as limitações das abordagens tradicionais.

Para suprir a limitação de poucas informações disponíveis, o que gera uma análise restrita, informações semânticas são adicionadas à representação de cada conteúdo disponível, as quais permitem uma análise mais profunda desses itens. Essas informações também são utilizadas para encontrar vínculos entre conteúdos, permitindo que a recomendação realizada seja composta de tipos variados, evitando assim, a superespecialização.

O problema de se recomendar conteúdo sempre do mesmo tipo é evitado com o processamento semântico, pois através das informações de cada um deles é possível encontrar similaridades entre programas diferentes, o que evita a recomendação de um mesmo tipo já consumido pelo usuário.

Para solucionar o problema do novo usuário (*cold start*), os sistemas baseados em semântica consideram as informações disponíveis nos conteúdos consumidos por esse usuário. Mesmo que ele possua pouco consumo, os conteúdos possuem informações que podem ser relacionadas com outros conteúdos, possibilitando uma recomendação que seja do interesse do usuário.

Quando um novo conteúdo é adicionado ao sistema, ele não possui nenhum consumo, porém possui informações que o relacionam com outros conteúdos, dessa forma, ele pode ser recomendado, mesmo sendo um conteúdo novo.

Um usuário que possui interesses diferentes ou exóticos é classificado como *ovelha*

negra nos sistemas de recomendação tradicionais e pode não ter uma recomendação muito satisfatória devido a pouca semelhança com outros usuários. Os sistemas que utilizam processamento semântico conseguem recomendar conteúdos para esse usuário, mesmo ele possuindo interesses diferentes, pois utilizam diversas informações sobre o conteúdo para realizar buscas, o que faz com que relações entre conteúdos disponíveis sejam encontradas.

Observa-se, portanto, que a utilização de técnicas semânticas conseguem suprir várias limitações dos sistemas tradicionais, permitindo que as recomendações sejam realizadas de forma a surpreender o usuário.

Pelas razões apresentadas acima e motivados pelos trabalhos desenvolvidos por Naudet et al. (2008) e Blanco-Fernández et al. (2008), Silva e Baldochi (2010) desenvolveram um sistema de recomendação com abordagem semântica para o SBTVD, o SeReS - *Semantic-based Recommender System*. Esse sistema utiliza técnicas semânticas para realizar recomendações aos usuários do SBTVD, conforme é descrito na Seção 3.4.1.

3.4.1 SeReS

Para realizar recomendação baseada em semântica, Silva e Baldochi (2010) utilizaram uma ontologia adaptada para atender as necessidades do SBTVD. A ontologia, chamada OnTVBR, define que um conteúdo de TV pertence a uma hierarquia de classes como *ficção, não ficção, esporte, entretenimento, etc.*

Estas classes podem ser especializadas, como por exemplo: a classe *não ficção* possui duas subclasses chamadas *noticiários* e *documentários*, assim como mostra a Figura 10. Dessa forma, todos os programas de TV são classificados de acordo com essa ontologia e passam a ser instâncias dessas classes, em seu nível mais inferior, ou seja, sempre pertencem a uma subclasse da ontologia.

Conforme apresentado na Seção 2.3.2, uma norma técnica da ABNT, a NBR 15603-2 (ABNT, 2007), define quais metadados devem ser transmitidos junto com o sinal de TV para identificar os programas que fazem parte da grade de programação, tanto aqueles que estão no ar quanto os que ainda serão transmitidos. Estes metadados foram utilizados para instanciar os objetos das subclasses da OnTVBR. Para conseguir atributos para estes objetos foram consultados *websites* que fornecem informações sobre séries, filmes e documentários como o IMDB¹ e o TheTVDB.com².

¹<http://www.imdb.com>

²<http://thetvdb.com>

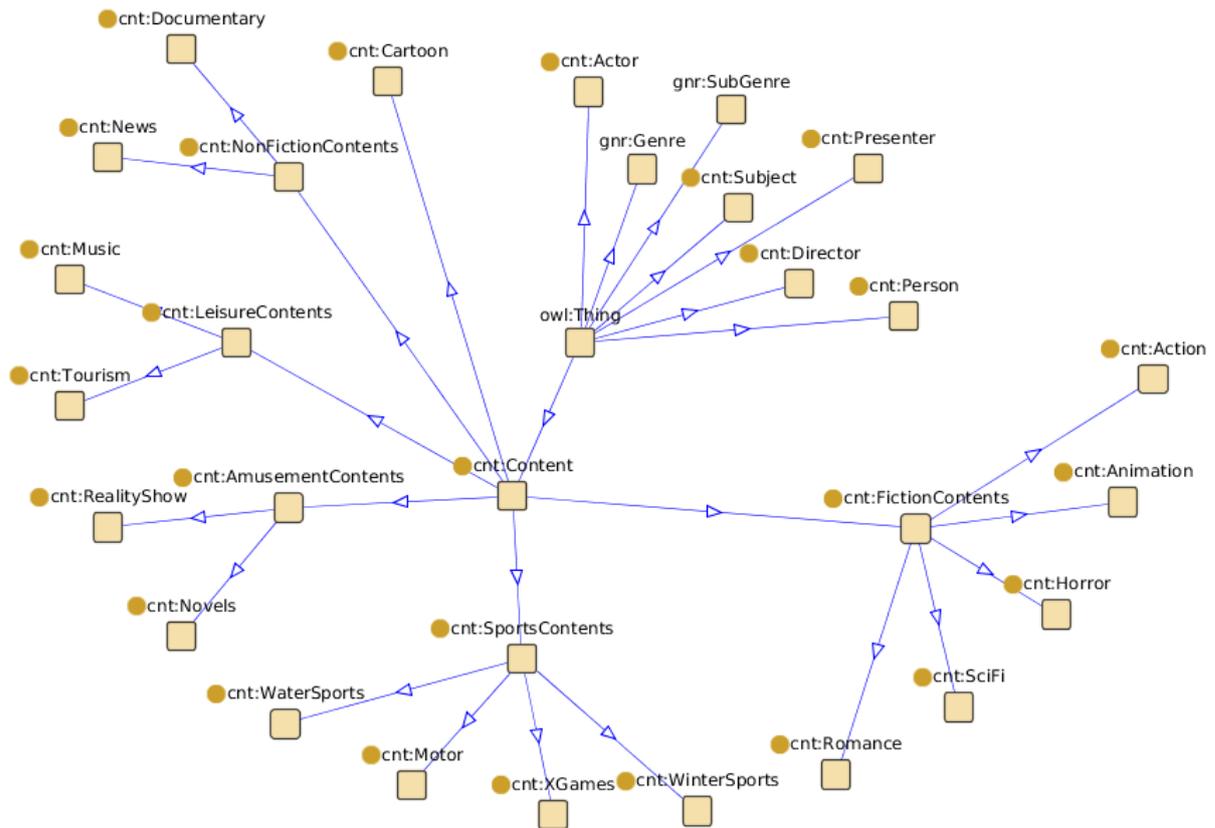


Figura 10: Ontologia OnTVBR

Para criar as relações semânticas entre essas instâncias foi definido um conjunto de propriedades como *pertenceAoGenero*, *eSobre*, *temAtores*, dentre outras (Silva e Baldochi, 2010). Explorando esta ontologia, o SeReS é capaz de construir uma rede semântica na qual os nós representam os programas de TV e as conexões representam as relações entre os programas, como ilustra a Figura 11.

Para construir a rede semântica, o sistema registra o consumo do usuário em um determinado período (uma semana por exemplo). Em seguida a grade de programação da TV é processada com o conteúdo dos próximos sete dias de programação e é feito o enriquecimento semântico desses conteúdos com dados provenientes das bases de dados externas.

Utilizando os conteúdos presentes nas grades de programação e os conteúdos consumidos pelo usuário, o SeReS constrói uma rede semântica de acordo com as propriedades e relações especificadas na OnTVBR. Dessa forma, a rede é composta por instâncias de programas que o usuário já assistiu e programas que ainda serão transmitidos.

Para recomendar novos programas com base em outros que já tenham sido assistidos pelo usuário foi utilizado um algoritmo de *Spreading Activation*. Nesse algoritmo foram


```

1 <Profile>
2   <STB_ID>837768919</STB_ID>
3   <Content_Consumed>
4     <title>MCMAP: Marines</title>
5     <activation_level>1.0</activation_level>
6     <title>Kill Bill - Volume 1</title>
7     <activation_level>0.8</activation_level>
8     <title>
9       Pirates of the Caribbean - The dead Man's Chest
10    </title>
11    <activation_level>0.3</activation_level>
12    <title>Fórmula 1 - Brazil GP</title>
13    <activation_level>0.4</activation_level>
14  </Content_Consumed>
15  <Directors>
16    <name>Quentin_Tarantino</name>
17    <activation_level>0.074</activation_level>
18    <name>Gore_Verbinski</name>
19    <activation_level>0.059</activation_level>
20  </Directors>
21  <Actors>
22    <name>Lucy_Liu</name>
23    <activation_level>0.066</activation_level>
24    <name>David_Carradine</name>
25    <activation_level>0.066</activation_level>
26    <name>Uma_Thurman</name>
27    <activation_level>0.066</activation_level>
28    <name>Orlando_Bloom</name>
29    <activation_level>0.056</activation_level>
30    <name>Tom_Hollander</name>
31    <activation_level>0.056</activation_level>
32    <name>Keira_Knightley</name>
33    <activation_level>0.056</activation_level>
34    <name>Johnny_Depp</name>
35    <activation_level>0.056</activation_level>
36  </Actors>
37  <Subjects>
38    <name>MartialArts</name>
39    <activation_level>0.0824</activation_level>
40    <name>CombatTechniques</name>
41    <activation_level>0.08</activation_level>
42    <name>Motor</name>
43    <activation_level>0.074</activation_level>
44    <name>Racing</name>
45    <activation_level>0.062</activation_level>
46    <name>Cars</name>
47    <activation_level>0.062</activation_level>
48    <name>Pirates</name>
49    <activation_level>0.059</activation_level>
50  </Subjects>
51  <Recommended_Contents>
52    <title>Kill Bill - Volume 2</title>
53    <activation_level>0.0559</activation_level>
54    <title>
55      Pirates of the Caribbean - At World's End
56    </title>
57    <activation_level>0.0539</activation_level>
58    <title>Fórmula 1 - Canada GP</title>
59    <activation_level>0.0534</activation_level>
60    <title>Stock Car</title>
61    <activation_level>0.0534</activation_level>
62    <title>Muay Thai</title>
63    <activation_level>0.053</activation_level>
64    <title>Samurai: behind the blade</title>
65    <activation_level>0.053</activation_level>
66    <title>MotorWeek</title>
67    <activation_level>0.0526</activation_level>
68    <title>Wanted</title>
69    <activation_level>0.0519</activation_level>
70    <title>Charlie and the Chocolate Factory</title>
71    <activation_level>0.0504</activation_level>
72    <title>Edward Scissorhands</title>
73    <activation_level>0.0504</activation_level>
74  </Recommended_Contents>
75 </Profile>

```

Figura 12: Perfil de usuário gerado pelo SeReS (Silva, 2011)

3.5 Considerações Finais

O Capítulo apresentou os conceitos de ontologia e rede semântica, mostrando que as origens e o uso dessas tecnologias ocorreram antes do surgimento da computação. Ao falar sobre sistemas de recomendação, as principais abordagens existentes atualmente foram citadas, de forma que foi possível perceber os benefícios e as limitações de cada uma.

Foi visto que os sistemas baseados em conteúdo levam em consideração o que o usuário consumiu, ou seja, realiza a recomendação baseando-se no seu histórico de consumo. Já a abordagem de filtragem colaborativa leva em consideração o consumo de vários usuários e cria grupos para que usuários com interesses semelhantes recebam recomendações indicadas por outros usuários.

Visando um melhor aproveitamento das duas abordagens foram criados os sistemas híbridos, nos quais são utilizadas técnicas mescladas de dois sistemas, buscando, assim, suprir as deficiências dos dois tipos de sistemas de recomendação. Porém, em ambientes de TVD a utilização da filtragem colaborativa é difícil, muitas vezes até impraticável.

Buscando otimizar as recomendações em ambientes de TVD, sistemas baseados em semântica são utilizados, melhorando as recomendações e obtendo resultados próximos aos gerados pelos sistemas baseados em filtragem colaborativa. Os sistemas baseados em semântica utilizam técnicas semânticas, como ontologias, redes semânticas e ativação semântica para melhorar o processo de recomendação. Além disso, esse tipo de sistema consegue suprir algumas limitações dos sistemas tradicionais, pois utilizam informações mais completas e detalhadas dos conteúdos.

Por fim, foi apresentado o SeReS, um sistema de recomendação baseado em semântica, proposto para o SBTVD, que utiliza uma ontologia para o domínio dos conteúdos de TV como base para construir uma rede semântica. Nessa rede, os nós representam os programas e as conexões representam as relações entre eles. Utilizando algoritmos de *Spreading Activation*, o sistema é capaz de apontar programas que o usuário ainda não assistiu mas que provavelmente irá gostar de ver, baseado apenas em seu histórico de consumo.

4 SeReS-EPG

O SeReS-EPG é uma ferramenta desenvolvida para o SBTVD que visa proporcionar ao usuário desse sistema facilidades como recomendação de conteúdo, reserva de programas, alertas de programas recomendados e reservados e interface personalizada com os canais favoritos. O mecanismo de recomendação baseado em semântica proposto por Silva e Baldochi (2010) foi implementado sobre o *middleware* Ginga, para realizar a recomendação. Com o objetivo de promover a reserva de conteúdo, os alertas ao usuário e a interface personalizável, foram desenvolvidos módulos específicos para uma arquitetura previamente proposta por (Moreno et al., 2009).

Neste capítulo é apresentado o SeReS-EPG, detalhes do seu funcionamento, sua arquitetura e suas funcionalidades, além de propostas semelhantes que são atualmente encontradas na literatura.

O Capítulo está estruturado da seguinte forma: A Seção 4.1 apresenta a arquitetura construída para permitir que o SeReS-EPG ofereça todas as funcionalidades previstas. A Seção 4.2 mostra como ocorre o fluxo de dados dentro da arquitetura desenvolvida. A Seção 4.3 fala sobre o funcionamento e os aspectos de apresentação e interação da interface. A Seção 4.4 faz um comparativo entre o SeReS-EPG e outros sistemas semelhantes. Por fim, a Seção 4.5 traz as considerações finais sobre o Capítulo.

4.1 Arquitetura

Com o intuito de apresentar uma solução para a personalização de guias eletrônicos em tempo de execução, no ambiente do SBTVD, Moreno et al. (2009) propuseram uma arquitetura modular que permite criar aplicações como Guias Eletrônicos de Programação e Guias Eletrônicos de Serviços que podem sofrer alterações em tempo real, conforme apresentado na Seção 2.5.1. O SeReS-EPG explora essa arquitetura e adiciona e ela novos módulos que o tornam capaz de prover recomendação personalizada, reserva de programas, notificações ao telespectador, personalização de interface dentre outras funcionalidades.

A arquitetura do SeReS-EPG, mostrada na Figura 13, é composta pelos seguintes módulos: *Data Manager*, *History Manager*, *Information Repository*, *Recommender*, *Scheduler*, *Structure Generator*, *Customizer*, *Script Repository* e *Style Generator*.

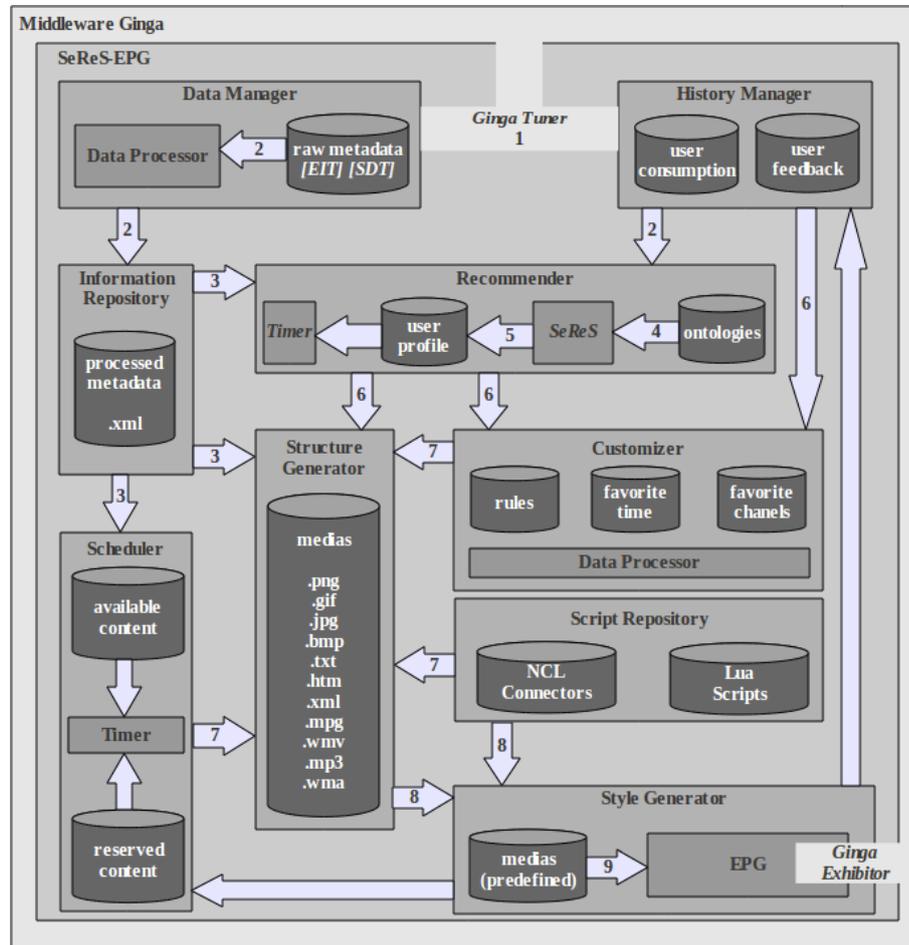


Figura 13: Arquitetura do SeReS-EPG

O módulo *Data Manager* é o responsável por fazer a leitura e o processamento dos metadados *brutos* recebidos pelo *middleware* Ginga, por meio do seu componente *Tuner*. Os metadados (ABNT, 2007) são filtrados e apenas informações relevantes para a exibição do guia e para a execução da recomendação são extraídas. As informações obtidas são enviadas para o módulo *Information Repository*, onde são armazenadas em arquivos XML. O módulo *Information Repository*, portanto, atua como um banco de dados que fornece toda a informação necessária pronta para ser consumida pelos demais módulos da arquitetura.

O *Scheduler* é o módulo responsável por processar e armazenar a agenda do telespectador. Este módulo foi adicionado à arquitetura proposta por Moreno et al. (2009) para possibilitar a reserva de programas. O módulo armazena a lista de programas feita pelo usuário e por meio do seu componente *Timer* é capaz de emitir um aviso na tela

da TV momentos antes de cada programa da lista começar. Esta é uma das características do SeReS-EPG que não é comumente encontrada em outras ferramentas citadas na literatura.

History Manager é o módulo encarregado por armazenar o conteúdo consumido pelo telespectador. O módulo utiliza do componente *Tuner* do *middleware* Ginga para identificar o canal sintonizado e o programa que o usuário está assistindo. Para evitar o efeito *zapping*, isto é, não registrar os momentos em que o telespectador navega rapidamente entre os canais, o módulo *History Manager* considera o tempo em que o canal permaneceu sintonizado e descarta os canais que o usuário assistiu por um período de tempo inferior a 1 minuto.

Além de registrar o consumo, o módulo *History Manager* registra a avaliação feita pelo usuário de um determinado conteúdo consumido. Esta avaliação é representada por uma nota, um valor numérico que varia numa escala entre 0 e 5, onde 0 representa o desinteresse total pelo conteúdo e 5 representa o interesse total do usuário pelo conteúdo.

O módulo *Recommender* também foi adicionado à estrutura proposta por Moreno et al. (2009) e é provavelmente a extensão mais importante incluída na arquitetura original. O *Recommender* é o módulo responsável por recomendar eventos novos ao usuário baseando-se em conteúdos já consumidos por ele no passado. É basicamente composto pelo *SeReS*, que contém a ontologia proposta por Silva e Baldochi (2010) e um sistema capaz de gerar um perfil de usuário, que é utilizado para promover a recomendação de conteúdo e outros tipos de personalização. Também faz parte desse módulo o componente *Timer*, responsável por emitir avisos ao usuário sobre programas recomendados a ele e que estão prestes a começar.

O módulo *Script Repository* armazena códigos NCL e Lua que são requeridos por vários outros módulos da arquitetura. Funciona como uma biblioteca de funções. Conectores NCL e funções Lua para leitura de arquivos XML são exemplos de códigos guardados e disponibilizados pelo *Script Repository*.

Customizer é mais uma contribuição dada à arquitetura de Moreno (2009). Este módulo é o responsável por fornecer as diretrizes de personalização de todo o sistema. Ele explora o perfil do usuário gerado pelo módulo *Recommender* e o histórico de consumo mantido pelo módulo *History Manager* a fim de obter informações sobre o telespectador e com base em algumas regras de customização pré-definidas é capaz de promover alterações na interface do EPG para adequá-lo às necessidades e gostos do usuário.

A identificação dos canais favoritos do usuário e a identificação do período do dia em que usuário prefere ou costuma assistir sua TV são duas das personalizações que o *Customizer* é capaz de promover na interface. Utilizando estes recursos, o SeReS-EPG apresenta a grade de programação dos canais favoritos do telespectador e, no momento em que mostra as recomendações, oferece destaque para conteúdos que serão transmitidos no período do dia em que o telespectador mais assiste a sua TV, o que caracteriza o poder de personalização do sistema, já que usuários diferentes terão canais favoritos e horários preferidos diferentes.

O módulo *Structure Generator* tem como principal atribuição gerar as mídias que serão utilizadas para a exibição do guia e das recomendações. O módulo faz a leitura dos dados armazenados nos módulos *Information Repository*, *Scheduler*, *Recommender* e *Customizer* para criar todos os arquivos de texto, imagem, vídeo e som necessários à apresentação da interface. Para executar esta função, os scripts Lua do módulo *Script Repository* são requeridos.

Finalmente, o *Style Generator* é o módulo responsável por gerar a interface do usuário. Diferentemente do módulo *Structure Generator*, que cria as mídias necessárias, o *Style Generator* define onde, quando e como estas mídias serão exibidas, estabelecendo uma ordem de exibição, um grau de hierarquia e um relacionamento entre elas.

Além das mídias geradas pelo *Structure Generator*, o *Style Generator* faz uso de mídias previamente definidas, que já se encontram armazenadas sob o seu domínio, como, por exemplo, imagens de *background* e de logomarcas de canais de TV. É também responsabilidade deste módulo definir toda a interatividade que o guia oferece ao telespectador. Para tanto, scripts NCL do módulo *Script Repository* são exaustivamente utilizados. Depois de gerada, a interface é enviada ao componente *Exhibitor* do *middleware* Ginga que se encarrega de apresentá-la na tela da TV.

4.2 Fluxo de Dados

Para ilustrar o comportamento dinâmico da arquitetura apresentada na Seção 4.1, será mostrado a seguir como se dá o fluxo principal da informação entre os módulos, começando pela recepção dos metadados provenientes dos provedores de conteúdo e terminando com a exibição do EPG na tela do telespectador. Os números destacados nas setas da Figura 13 representam as etapas desse fluxo, na ordem em que elas ocorrem. O fluxo dos dados pode ser disparado independente da solicitação do EPG pelo usuário.

O *middleware* Ginga possui um componente chamado *Tuner* que é responsável pela aquisição dos metadados que são disponibilizados pelos provedores de conteúdo - os canais de televisão. É neste componente que o fluxo de dados se inicia uma vez que a arquitetura implementada, por meio dos módulos *Data Manager* e *History Manager*, permanece *ouvindo* o componente *Tuner* para obter os metadados à medida que eles vão sendo disponibilizados, configurando a etapa de número 1. O *Data Manager* recebe os metadados brutos e extrai deles toda a informação necessária para ser exibida pelo EPG ao mesmo tempo que o *History Manager* registra apenas os metadados associados aos conteúdos consumidos pelo usuário. A Figura 14 mostra um fragmento de arquivo que contém os metadados já processados.

```

...
<event id="1">
<start_date>2012-08-06</start_date>
<start_time>10:00:00</start_time>
<running_status>4</running_status>
<event_name_char>Encontro com Fátima Bernardes</event_name_char>
<text_char>Programa de entrevistas que traz temas atuais</text_char>
<content_nibble_level_1>Jornalístico</content_nibble_level_1>
<content_nibble_level_2>Talk Show</content_nibble_level_2>
<rating>Livre</rating>
</event>
...

```

Figura 14: Fragmento do arquivo que contém os metadados processados

Na etapa 2, toda a informação recebida e armazenada pelo *Data Manager* é processada internamente pelo componente *Data Processor* e enviada para o *Information Repository*, onde é armazenada para ser posteriormente consumida pelos demais módulos da arquitetura. Esse processamento é fundamental para filtrar apenas informações relevantes dentre as milhares que acompanham os metadados, garantindo, assim, que apenas os dados que serão efetivamente utilizados pelos demais módulos da arquitetura permaneçam armazenados no *Information Repository*.

Ainda na etapa 2, os dados referentes ao consumo e à avaliação de conteúdo registrados pelo *History Manager* são enviados ao *Recommender*, para que possam ser utilizados no processo de recomendação e conseqüentemente na geração do perfil do usuário. Os módulos *Information Repository* e *History Manager* funcionam, portanto, como *buffers* de dados e com isso possibilitam o desacoplamento entre a arquitetura implementada e o *middleware*, uma vez que garantem o funcionamento dos demais módulos mesmo que o componente *Tuner* esteja momentaneamente inacessível.

Sempre que novos metadados chegam ao *Information Repository* eles já estão prontos para serem requeridos pelos módulos *Recommender*, *Scheduler* e *Structure Generator*. Na etapa 3, o módulo *Recommender* verifica se as novas informações recebidas já estão inseridas na rede semântica utilizada no processo de *Spreading Activation*. Caso contrário, o módulo realiza o enriquecimento semântico destas informações e as insere na rede. Ao mesmo tempo, o módulo *Structure Generator* utiliza os metadados recebidos para gerar as mídias que irão compor a interface do EPG.

Ainda na etapa 3, o módulo *Scheduler* atualiza a sua base de dados com conteúdos que podem ser reservados pelo usuário, adicionando os conteúdos novos (programação futura) e eliminando os conteúdos antigos (que já foram transmitidos).

Na etapa 4, utilizando a informação recebida do *History Manager*, o módulo *Recommender* dá início ao processo de recomendação iniciando o algoritmo de *Spreading Activation* provido pelo SeReS. Considerando que processar a rede semântica é uma tarefa complexa e que pode requerer muito recurso de hardware, este processo deve ocorrer preferencialmente quando o *Set-Top box* estiver ocioso.

Como resultado do processamento semântico, o SeReS produz um perfil de usuário contendo conteúdos consumidos e recomendados para ele, caracterizando a etapa 5. O intervalo no qual este perfil é atualizado pode variar de acordo com parâmetros de configuração e pode ocorrer toda vez que um novo conteúdo for consumido pelo usuário, por exemplo.

Essa política de atualização, no entanto, poderia levar ao processamento da rede semântica várias vezes ao dia, ocasionando queda na eficiência de todo o sistema. Para tentar equacionar esta questão, foi feita uma análise relacionando a frequência de processamento da rede semântica e o poder de abrangência das recomendações geradas para o usuário e chegou-se à conclusão de que o processamento da rede uma vez por dia é o ideal, considerando que metadados são enviados diariamente pelos provedores de conteúdo.

Na etapa 6, o perfil do usuário é requisitado pelo módulo *Structure Generator* que o utiliza para gerar as mídias necessárias para a exibição dos conteúdos recomendados ao usuário na interface do EPG. Ainda nessa etapa, o perfil do usuário também é requisitado pelo módulo *Customizer* juntamente com dados de consumo provenientes do módulo *History Manager*. Essas informações são utilizadas para promover a customização da interface, que é feita em dois eixos principais: a obtenção da lista dos canais favoritos do usuário e a identificação dos horários em que o telespectador mais consome conteúdos.

No primeiro eixo o *Customizer* identifica e armazena em uma base de dados interna, um *ranking* dos canais mais assistidos pelo usuário, segundo informações de consumo obtidas a partir do seu próprio perfil e de seu histórico. Estas informações podem ser requeridas posteriormente pelo *Structure Generator*, caso o usuário decida ver apenas a grade de programação dos seus canais favoritos.

No segundo eixo, o *Customizer* identifica uma faixa de horário que tenha grande probabilidade de ser a faixa preferida do usuário para assistir sua TV, considerando o horário do dia no qual se concentra a maior parte do consumo registrado, segundo informações do seu histórico. O módulo *Customizer* então armazena essa informação para identificar, dentre os conteúdos recomendados, quais estão dentro da faixa de horário favorita dele. Todo o processamento é realizado pelo componente interno *Data Processor*. Uma vez identificados esses conteúdos, o módulo *Structure Generator* pode utilizá-los para exibir com destaque as recomendações que estão na faixa de horário preferida do usuário, caso ele opte por esse tipo de personalização.

A partir dos dados disponibilizados pelos módulos *Information Repository*, *Recommender*, *Customizer* e *Scheduler*, o módulo *Structure Generator* fazendo uso de *scripts* armazenados no módulo *Script Repository* gera e seleciona todas as mídias necessárias – geralmente arquivos de texto e imagem – para a montagem da interface do SeReS-EPG, caracterizando assim, a etapa 7.

Na etapa 8, quem entra em ação é o módulo *Style Generator*. Neste módulo estão todas as definições de como, onde e quando as mídias fornecidas pelo *Structure Generator* e as mídias disponíveis em seu próprio repositório serão utilizadas para criar a interface do SeReS-EPG. De forma análoga a um maestro que rege os músicos para que o som da orquestra seja harmonioso, o *Style Generator* rege suas mídias para que a imagem gerada como resultado final seja um guia eletrônico funcional. Além de organizar as mídias, o *Style Generator* funciona como uma espécie de *cola* que faz a ligação entre mídias e códigos. Dentre estes códigos estão os Conectores NCL, que são responsáveis pela interatividade que o EPG irá fornecer ao usuário.

Finalmente, na etapa 9, o código responsável pela criação do EPG, gerado a partir da atuação conjunta entre *Structure Generator* e *Style Generator*, é enviado ao componente *Exhibitor* do *middleware* Ginga para que o guia eletrônico seja mostrado na tela ao usuário. A interface principal do SeReS-EPG, gerada pela arquitetura descrita é mostrada na Figura 15.

Além do fluxo principal apresentado, existem dois outros fluxos secundários que ocor-



Figura 15: Interface do Usuário

rem de forma independente e são responsáveis por duas importantes funcionalidades do sistema: a reserva de programas e a avaliação de conteúdo pelo usuário.

O primeiro deles se inicia quando o usuário seleciona um conteúdo a partir da grade de programação exibida pelo EPG e informa que gostaria de ser avisado momentos antes do programa começar. Neste momento, o *Style Generator* envia ao módulo *Scheduler* a identificação do conteúdo reservado. O *Scheduler* armazena a informação recebida em um banco de dados exclusivo com informações de toda a programação futura. O programa reservado é então marcado dentre os demais para ser posteriormente identificado.

O módulo *Scheduler* possui um componente chamado *Timer* que permanece constantemente monitorando este banco de dados e verificando se existem conteúdos marcados. Quando a diferença entre o horário atual e o horário de início de um programa reservado é menor que 180 segundos, o módulo *Scheduler* envia ao *Structure Generator* um comando para gerar as mídias necessárias para mostrar um aviso na tela do usuário.

A partir desse aviso, o *Structure Generator* requisita ao *Scheduler* os metadados do programa reservado, cria as mídias que serão utilizadas para o alerta e envia ao *Style*

Generator um comando para que inicie sua atuação. O módulo *Style Generator*, por sua vez, requisita as mídias disponibilizadas pelo *Structure Generator* e, da mesma forma que procede para construir o EPG, constrói um alerta visual e o envia ao componente *Exhibitor* do Ginga para que seja apresentado ao telespectador, como mostra a Figura 16.

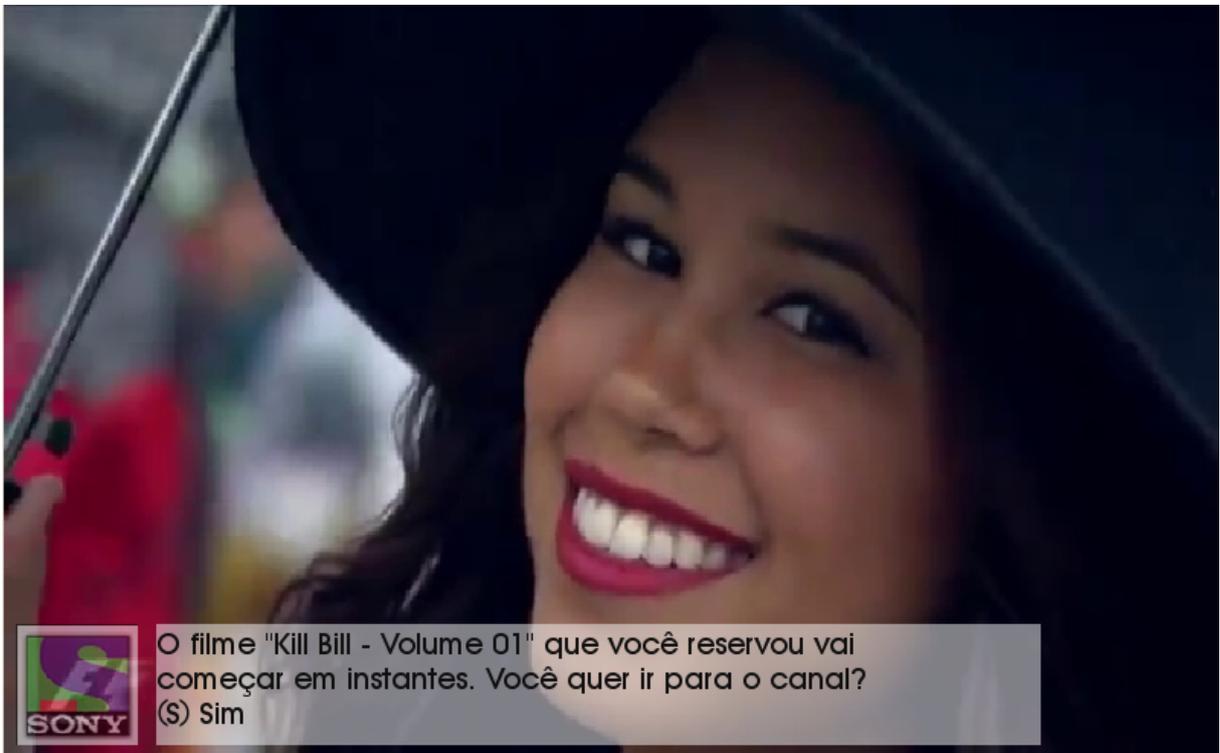


Figura 16: Alerta de Programa Reservado

O alerta não é apresentado de maneira intrusiva, isto é, o usuário continua assistindo a programação atual e, se ignorado, o alerta desaparece da tela em alguns segundos. Caso o usuário aceite o aviso basta que aperte um botão no controle remoto para ser direcionado ao canal onde o conteúdo reservado será transmitido.

O outro fluxo de dados secundário diz respeito à avaliação do conteúdo consumido e ocorre apenas se o usuário decidir avaliar um conteúdo depois de consumi-lo. A interface para a avaliação é provida pelo *Style Generator* e o processo ocorre da seguinte maneira:

- o usuário consome um conteúdo;
- ao final do programa, o sistema oferece a possibilidade de o usuário avaliar o conteúdo assistido;
- o usuário opta por realizar a avaliação, confirmando o início do procedimento;
- o usuário avalia o programa com valores inteiros entre 0 e 5, sendo 0 para caracterizar que não gostou do programa e 5 para indicar que possui muito interesse no conteúdo;

- o sistema normaliza o valor informado pelo usuário para uma escala entre 0 e 1;
- o sistema armazena a nota já normalizada e agradece a avaliação;
- a nota é enviada junto com a identificação do conteúdo para o módulo *History Manager*. Neste módulo há uma base de dados chamada *userfeedback* utilizada exclusivamente para armazenar as avaliações.

A partir do momento que a avaliação de um conteúdo foi registrada ela está pronta para ser requisitada pelo *Recommender* quando este for processar a rede semântica, segundo o fluxo de dados principal. Mas isso não quer dizer que, se não houver avaliação por parte do usuário, o processo de recomendação não vai ocorrer.

Se o módulo *History Manager* informar que há conteúdos avaliados, o *Recommender* colocará esses conteúdos em uma fila de prioridade ordenada de forma decrescente pela nota do usuário. Em seguida realizará o processo de ativação semântica para determinar os conteúdos que serão recomendados, considerando que o nível de ativação inicial de cada item consumido será igual à nota fornecida pelo usuário. Caso não exista avaliação para os conteúdos consumidos, o *Recommender* utilizará o tempo de consumo do conteúdo para calcular o seu nível de ativação inicial e realizará o processo de ativação semântica da mesma forma.

4.3 Interface

O único contato que um usuário tem com a aplicação que está usando é por meio da interface que esse sistema oferece. Se a interface for boa, provavelmente a experiência do usuário com o sistema será positiva, caso contrário, se a interface for ruim, a experiência será negativa, mesmo que todos os recursos estejam funcionando corretamente. A interface do SeReS-EPG foi construída utilizando principalmente a linguagem NCL e *scripts* escritos em Lua. Visando garantir a facilidade de uso do sistema mesmo com uma grande quantidade de informações sendo exibida em uma única tela, houve a preocupação de proporcionar ao usuário o melhor nível de interatividade possível. A interface do SeReS-EPG é composta por 8 áreas, conforme ilustra a Figura 17:

- **Área 1 (Identificação):** área que contém a logomarca da aplicação e do *middleware* Ginga. A sua função é identificar o sistema e a plataforma para o qual foi desenvolvido frente a outras aplicações que possam vir a coexistir no mesmo *Set-Top box*;

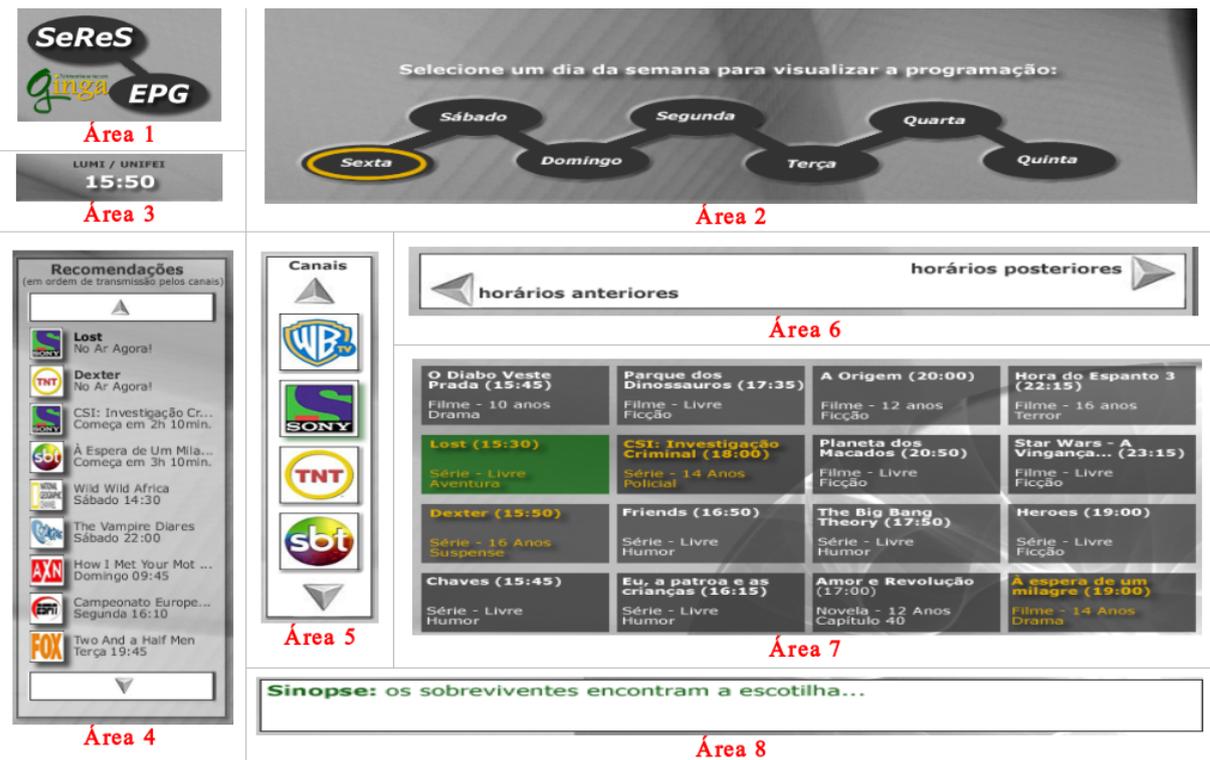


Figura 17: Áreas da interface do SeReS-EPG

- **Área 2 (Dias da semana):** área onde é possível ver e selecionar o dia da semana, do qual se deseja visualizar a grade de programação. O dia selecionado é indicado por uma elipse na cor amarela. Por padrão, o dia selecionado quando o EPG é carregado corresponde ao dia atual;
- **Área 3 (Contexto):** área que contextualiza o EPG no tempo, apresentando a hora atual do sistema;
- **Área 4 (Recomendações):** área que mostra as recomendações geradas para o usuário e onde é possível navegar por elas;
- **Área 5 (Canais):** área onde é possível ver e alterar o grupo de canais que é exibido. A alteração dos canais é feita por meio do acionamento das setas para cima e para baixo. A troca de canais ocorre sempre em grupos de 4.;
- **Área 6 (Horários):** área onde é possível visualizar os horários em que são exibidos os programas da grade. A movimentação para a direita atualiza a grade com programas futuros e a movimentação para a esquerda retorna para a programação atual;
- **Área 7 (Grade):** área central que mostra a grade de programação dos canais, de

acordo com o dia e a faixa de horário selecionados. Informações básicas sobre os programas como nome, classificação e gênero são exibidas;

- **Área 8 (Sinopse):** área onde é possível ver a sinopse de um programa selecionado na área da grade.

4.3.1 Aspectos de Apresentação

Observando detalhes da interface é possível notar que o *layout* da logomarca bem como da área de seleção dos dias da semana lembram a representação gráfica mais comum de uma rede semântica, instrumento que é utilizado para a obtenção das recomendações.

Os tons de cinza e branco foram escolhidos para não sobrecarregar a tela com cores extras, uma vez que as logomarcas dos canais já são coloridas. Como o EPG é um recurso que será frequentemente utilizado pelo usuário, olhar para ele não pode ser algo cansativo para o usuário. Inerente a isso, transparências foram utilizadas para tornar o ambiente mais leve para os olhos.

O destaque para os objetos selecionados da interface é indicado pelas cores verde e amarelo, as mesmas cores oficiais da logo do *middleware* Ginga. A indicação de seleção do dia semana, por exemplo, é feita por uma elipse amarela. O conteúdo selecionado na grade de programação, por sua vez, é sombreado de verde. Verde também é a cor utilizada no texto da sinopse. Todas essas características de apresentação formam a identidade visual da interface, que por sua vez, está intimamente ligada à identidade visual das tecnologias que foram empregadas no seu desenvolvimento.

Além da grade de programação dos canais, a interface também mostra um lista com os conteúdos que são recomendados ao usuário. Essa lista fica à esquerda da tela e traz o nome do conteúdo, a identificação do canal (por meio da sua logomarca), e a data e hora da sua exibição. É possível notar que os itens que fazem parte dessa lista também aparecem na grade de programação, destacados na cor amarela.

4.3.2 Aspectos de Interação

A principal forma de interação do usuário com a sua TV é por meio do controle remoto do aparelho. Geralmente, existe uma tecla no controle remoto chamada *Guia* que serve para exibir o EPG disponibilizado pelo *middleware*, no caso da TV Digital. Quando se utiliza um receptor de sinal digital externo ao aparelho de TV, a tecla *Guia* a ser

utilizada deve estar no controle remoto do receptor. Quando a TV possui um receptor (ou conversor) de sinal digital interno, é provável que o seu controle também possua essa tecla. Mas isso não é regra. Independentemente de se utilizar um receptor externo ou a própria TV para receber o sinal digital, para que o controle tenha a tecla *Guia* é preciso que exista um *middleware* instalado no equipamento. Porém, essa disponibilidade ainda não é padronizada entre os fabricantes.

Hoje, no Brasil, a grande maioria dos modelos de televisores que estão sendo vendidos, já estão preparados para receber sinal digital. No entanto, não são todos que possuem o *middleware* Ginga. Alguns modelos vem equipados com *middlewares* proprietários, isto é, desenvolvidos e mantidos apenas pelo fabricante do aparelho, e outros modelos sequer possuem um *middleware*. Isto significa que, mesmo que um usuário esteja recebendo e assistindo conteúdo no formato digital, pode ser que ele não tenha como interagir com os programas ou utilizar aplicativos que normalmente são suportados por um *middleware*.

Atualmente, existe um selo que identifica a presença do Ginga em um aparelho de TV. É a sigla DTVi (Televisão Digital Interativa). Este selo garante que, ao receber o sinal digital, o usuário terá acesso a todos os recursos de interação fornecidos pelo canal e também terá acesso as aplicações que funcionam sobre o Ginga, como por exemplo, um Guia Eletrônico de Programação, que poderá ser acionado pela tecla *Guia*, provavelmente presente no controle remoto do aparelho. O selo DTV (Televisão Digital) indica que o aparelho, apesar de receber o sinal digital, não possui o *middleware* instalado.

4.3.2.1 Funcionamento da interface

A interface do SeReS-EPG foi projetada para ser exibida mediante o uso da tecla *Guia*. Ao ser iniciada, a interface mantém o foco na *Área 2* (Dias da Semana). Para selecionar o dia da semana no qual se deseja ver a grade de programação, basta que o usuário utilize as teclas numéricas de 1 a 7 do controle. Como já foi mencionado, os dias da semana não são apresentados sempre da mesma forma, pois o primeiro dia da lista é sempre o dia atual. Na Figura 15, por exemplo, pode se observar que a interface foi aberta numa sexta-feira. Por isso, é importante ressaltar que os números de 1 a 7, não representam necessariamente os dias entre domingo e sábado. O número 1 representa o primeiro dia da lista, o dia atual, que pode ser qualquer um, dependendo do dia em que a interface foi acionada. O número 2 representa o dia seguinte e assim por diante.

Os controles remotos padronizados para a TV Digital mantém quatro teclas coloridas que podem receber as mais diversas funções dependendo da aplicação utilizada. Essas

cores são o amarelo, o azul, o verde e o vermelho. A interface do SeReS-EPG utiliza essas teclas para mudar o foco dos comandos de uma área para outra. A tecla vermelha mantém o foco na *Área 7* (Grade), para que o usuário possa navegar entre os programas e visualizar suas sinopses, utilizando as setas *para cima*, *para baixo*, *direita* e *esquerda* do controle remoto. A tecla azul mantém o foco na *Área 6* (Horários), para que o usuário navegue entre horários atuais e futuros da programação utilizando respectivamente as setas *esquerda* e *direita* do controle. A tecla amarela leva o foco para a *Área 5* (Canais) e para navegar entre os canais – sempre de 4 em 4 – o usuário deve utilizar as setas *para cima* e *para baixo* do controle remoto. Por fim, a tecla verde leva o foco para a *Área 4* (Recomendações) onde o usuário pode navegar utilizando as setas *para cima* e *para baixo* do controle. Como pode ser visto na Figura 15, as cores das áreas são identificadas pela cor da sua borda, o que auxilia o usuário no momento de utilizar os botões coloridos.

Como já foi visto, a *Área 4* (Recomendações) e a *Área 7* (Grade) mostram respectivamente os programas que foram recomendados pelo sistema e os programas disponíveis na grade de programação das emissoras. Para assistir a um programa que está sendo mostrado em uma dessas áreas, o usuário deve navegar até o conteúdo desejado, utilizando as setas para selecioná-lo, e então utilizar o botão *ok* do controle remoto. Ao pressionar o botão, a interface é fechada automaticamente para que o usuário possa assistir ao programa escolhido. É importante destacar que nas demais áreas da interface, o botão *ok* não precisa ser utilizado, considerando que o simples acionamento dos botões de direção *esquerda*, *direita*, *para cima* e *para baixo* promovem a ação desejada.

4.3.2.2 Reserva de programas

Para reservar um programa disponível na grade de programação, o procedimento a ser realizado é praticamente igual ao que é feito para assistir a um programa, conforme demonstrado na subseção anterior. A única diferença é que ao invés de selecionar um conteúdo que já está sendo transmitido, o usuário deve selecionar um conteúdo que ainda não começou. Ao utilizar o botão *ok* sobre um programa futuro, a interface pergunta se o usuário deseja fazer a reserva, como pode ser visto na Figura 18. Para confirmar a reserva o usuário deve selecionar a opção *Sim* na tela do EPG e para desistir deve selecionar a opção *Não*. Os conteúdos reservados permanecem indicados com um *asterisco* na grade de programação até o horário do seu início. Na interface que estampa a Figura 15, por exemplo, o filme de ficção *A Origem* está reservado. É importante ressaltar que o usuário não necessita fazer a reserva de programas que foram recomendados pelo sistema, pois

nesse caso, o próprio sistema se encarrega de notificá-lo sobre a recomendação, momentos antes do programar começar.

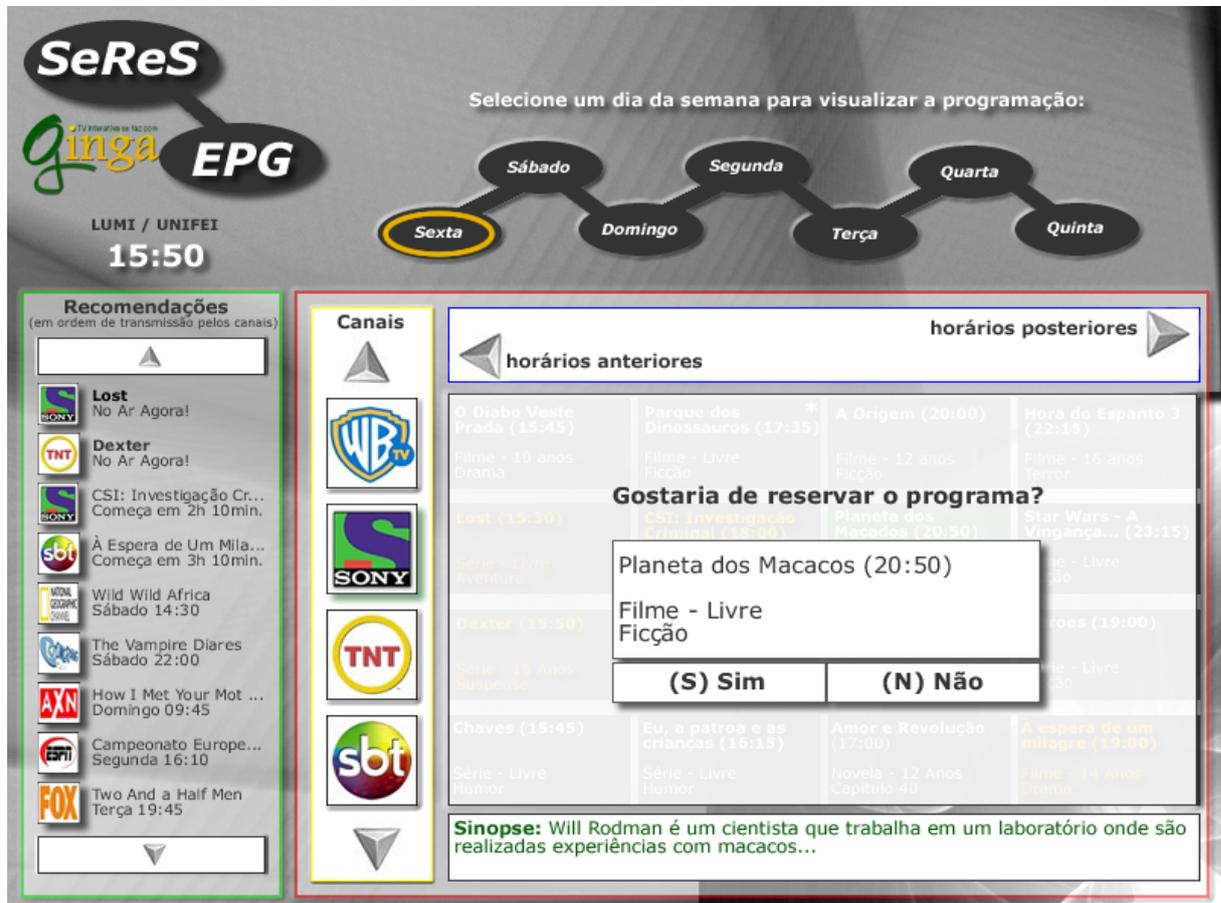


Figura 18: Reserva de programas no SeReS-EPG

O usuário pode cancelar uma reserva a qualquer momento antes do programa começar. Para isso, basta que ele localize o programa reservado (que deve estar indicado com um asterisco) e utilize novamente o botão *ok* sobre ele. Neste instante a interface irá perguntar se o usuário deseja cancelar a reserva. Caso o usuário escolha o *Sim* ele não será mais notificado pelo SeReS-EPG minutos antes do programa começar. Caso escolha o *Não*, a reserva está mantida.

A notificação sobre um conteúdo reservado ou recomendado é exibida na tela da TV, de forma automática, aproximadamente 3 minutos antes do programa começar. O aviso é relativamente discreto e não impede que o telespectador continue assistindo ao seu programa atual, como pôde ser visto na Figura 16. Caso o telespectador queira continuar assistindo à programação atual, basta que aguarde alguns instantes até que a notificação desapareça da tela. Caso queria mudar para o canal no qual o programa reservado será transmitido basta que aperte o botão *ok* do controle remoto.

Como foi possível observar até aqui, o botão *ok* possui atribuições diferentes dependendo da situação em que é utilizado. Se for pressionado sobre um conteúdo que já começou, a sua função é permitir que o usuário assista ao programa. Caso seja utilizado sobre um conteúdo que ainda vai começar e que não tenha sido previamente reservado, a sua função é permitir a reserva desse programa. Se for pressionado sobre um conteúdo que já está reservado, a sua função é permitir o cancelamento da reserva. Por fim, caso seja utilizado sobre um aviso que está sendo mostrado na tela, sua função é aceitar a notificação recebida. Esse controle sobre as atribuições do botão *ok* é responsabilidade da interface e ocorre de maneira transparente para o usuário.

4.3.2.3 Recomendações e recursos de personalização

Outro recurso de personalização oferecido pelo SeReS-EPG é a indentificação dos canais e horários favoritos do usuário. O funcionamento desses recursos não requer nenhuma interação do usuário. Tanto a identificação dos canais quanto a identificação dos horários é realizada de forma automática pelo sistema, de maneira totalmente implícita, a partir da análise do histórico de consumo e do perfil do usuário.

A atuação desses recursos é percebida por meio da customização que eles promovem na interface do EPG. A partir do momento que o sistema consegue identificar os canais preferidos (aqueles com maior incidência de sintonia pelo usuário), eles são colocados em evidência na *Área 5* (Canais). Os canais preferidos passam a ocupar as primeiras posições da lista de canais, sempre que o EPG é iniciado. No entanto, todos os demais canais continuam aparecendo normalmente na lista, ocupando as posições mais baixas. Quando o usuário acessa a interface do SeReS-EPG, a chance de que ele queira consultar primeiro a programação dos seus canais preferidos é grande e, por isso, a interface o auxilia nessa tarefa. A ordem dos canais é definida de acordo com o nível de preferência aferido pelo sistema, do mais preferido ao menos assistido pelo usuário.

A identificação dos horários preferidos pelo usuário, ou seja, a faixa de horário em que ele costuma assistir TV com mais frequência, possibilita a reordenação da lista de conteúdos recomendados. A geração dessa lista é obtida por meio da análise do perfil do usuário. A ordem estabelecida pelo perfil leva em conta apenas o peso da ativação semântica dos conteúdos, isto é, conteúdos que foram ativados com maior peso aparecem acima dos conteúdos que foram ativados com menor peso, de acordo com o processamento da rede semântica. Essa é a ordenação original e considerada como padrão pelo SeReS-EPG.

No entanto, a partir do momento que o sistema consegue obter a faixa de horário favorita do usuário (por meio da análise do seu histórico de consumo), ele faz a reordenação dessa lista de recomendações, de modo que os conteúdos que possuem horário de início mais próximo ou dentro da faixa de horário preferida do usuário, ocupem as primeiras posições da lista. Sempre que o perfil do usuário é atualizado, e novas recomendações são geradas, ocorre a reorganização da lista de recomendações pelo módulo responsável pela customização do sistema. Esse tipo de personalização torna a recomendação ainda mais efetiva, uma vez que, o usuário recebe indicações de conteúdos que provavelmente irá gostar de assistir e que são transmitidos no horário que ele realmente pode assistir. É importante salientar que a visualização da lista de recomendações ordenada dessa forma (considerando o horário favorito) é uma opção do usuário.

A relação de conteúdos recomendados é mantida pelo sistema considerando as duas ordenações básicas citadas anteriormente: em primeiro lugar pela ordem de acordo com a faixa de horário preferida do usuário e em segundo lugar pela ordem dada pela ativação semântica do conteúdo. No entanto, quando a interface do guia é chamada pelo usuário, antes de carregar a *Área 4* (Recomendações) do EPG, o SeReS-EPG pode fazer ainda um último ajuste na ordenação dos conteúdos, afim de contextualizar a ordem das recomendações com o horário atual do sistema, de forma que o usuário veja primeiro os programas que estão perto de começar, ignorando assim a ordenação que leva em conta o seu horário favorito. O sistema entende que, apesar do usuário ter o seu horário preferido, ele pode ligar a TV a qualquer hora do dia e o mais importante é que, independente do horário, sejam feitas recomendações da forma mais relevante possível. É importante notar que esse ajuste é realizado apenas no momento da exibição, e não modifica a ordem original da lista que é armazenada pelo sistema.

Com essa intervenção, os conteúdos são ordenados cronologicamente, considerando o dia e horário de início do programa e o dia e horário atuais. Assim, quanto mais próximo de entrar no ar um conteúdo estiver, mais próximo do topo da lista ele vai ficar. Os conteúdos que estiverem no ar no momento da exibição do guia tem o título destacado em negrito e a informação *No Ar Agora!* sendo mostrada, como pode ser visto na Figura 15. Essa medida potencializa o uso da função de recomendação do SeReS-EPG, pois evita que o usuário tenha que navegar pela grade de programação das emissoras. Além disso é muito mais conveniente para o usuário, que já está assistindo à TV, ter um programa atual sendo recomendado ao invés de ser recomendado sobre um programa que, por exemplo, vai ao ar somente no dia seguinte.

Portanto, as recomendações ao usuário podem ser apresentadas pelo SeReS-EPG de três formas diferentes: ordenadas exclusivamente pela ativação semântica (ordenação original), ordenadas conforme o horário favorito do usuário e ordenadas cronologicamente. Quem decide como quer visualizar as recomendações é o usuário, que pode alterar a forma de ordenação da lista simplesmente ativando a *Área 4* (Recomendações). Toda vez que recebe o foco (através do botão *verde* do controle remoto), a *Área 4* (Recomendações) apresenta a lista de recomendações em uma ordem diferente, considerando as três opções possíveis. A forma de ordenação corrente é mostrada no topo, abaixo do título *Recomendações*. O sistema armazena a última forma de ordenação escolhida pelo usuário. A Figura 19 exemplifica a forma como ocorre a customização da interface no que se refere à exibição das recomendações para o usuário, considerando todas as ordenações possíveis de serem realizadas pelo sistema.

Fragmento de mídia da Área 4 do EPG (conteúdos recomendados)	Fragmento de mídia da Área 4 do EPG (conteúdos recomendados)	Fragmento de mídia da Área 4 do EPG (conteúdos recomendados)
<p>recomendacoes_do_perfil.xml</p> <pre data-bbox="240 1025 587 1464"><recomendacoes> <nome>Kill Bill – Volume 2</nome> <ativacao>0.0559</ativacao> <id>195248</id> <dia>2013-04-01</dia> <hora>18:00</hora> <nome>Piratas do Caribe</nome> <ativacao>0.0534</ativacao> <id>195403</id> <dia>2013-04-01</dia> <hora>22:00</hora> <nome>Fórmula 1</nome> <ativacao>0.0526</ativacao> <id>195511</id> <dia>2013-04-01</dia> <hora>15:00</hora> <nome>Os Reis dos Carros Clássicos</nome> <ativacao>0.0519</ativacao> <id>190053</id> <dia>2013-04-01</dia> <hora>10:00</hora> </recomendacoes></pre>	<p>recomendacoes_do_horario_favorito.xml</p> <pre data-bbox="660 1025 1007 1464"><recomendacoes> <nome>Piratas do Caribe</nome> <ativacao>0.0534</ativacao> <id>195403</id> <dia>2013-04-01</dia> <hora>22:00</hora> <nome>Kill Bill – Volume 2</nome> <ativacao>0.0559</ativacao> <id>195248</id> <dia>2013-04-01</dia> <hora>18:00</hora> <nome>Fórmula 1</nome> <ativacao>0.0526</ativacao> <id>195511</id> <dia>2013-04-01</dia> <hora>15:00</hora> <nome>Os Reis dos Carros Clássicos</nome> <ativacao>0.0519</ativacao> <id>190053</id> <dia>2013-04-01</dia> <hora>10:00</hora> </recomendacoes></pre>	<p>recomendacoes_da_hora_atual.xml</p> <pre data-bbox="1080 1025 1426 1464"><recomendacoes> <nome>Os Reis dos Carros Clássicos</nome> <ativacao>0.0519</ativacao> <id>190053</id> <dia>2013-04-01</dia> <hora>10:00</hora> <nome>Fórmula 1</nome> <ativacao>0.0526</ativacao> <id>195511</id> <dia>2013-04-01</dia> <hora>15:00</hora> <nome>Kill Bill – Volume 2</nome> <ativacao>0.0559</ativacao> <id>195248</id> <dia>2013-04-01</dia> <hora>18:00</hora> <nome>Piratas do Caribe</nome> <ativacao>0.0534</ativacao> <id>195403</id> <dia>2013-04-01</dia> <hora>22:00</hora> </recomendacoes></pre>
<p>Opção 1</p> <p>→ ordenação original, gerada pelo módulo <i>Recommender</i>, baseada apenas no nível de ativação semântica do conteúdo</p> <p>→ o filme “Kill Bill – Volume 2” é o primeiro da lista porque é o conteúdo com maior nível de ativação semântica</p>	<p>Opção 2</p> <p>→ ordenação customizada, obtida após a intervenção do módulo <i>Customizer</i>, que identificou os horários dos conteúdos e a faixa de horário favorita do usuário, das 20:00 às 00:00</p> <p>→ o filme “Piratas do Caribe” é o primeiro da lista porque o seu início está dentro do horário favorito</p>	<p>Opção 3</p> <p>→ ordenação temporária, que é mostrada para o usuário se ele acessar o guia às 9:00, por exemplo</p> <p>→ o documentário “Os Reis dos Carros Clássicos” é o primeiro da lista porque é o conteúdo que está mais próximo de começar</p>

Figura 19: Exemplo de uma recomendação customizada

Na interface, os itens presentes na *Área 4* (Recomendações) vão sendo eliminados a medida que vão sendo exibidos pelos canais de TV, tendo em vista que não faz nenhum sentido recomendar conteúdos passados. A exibição dos conteúdos na *Área 7* (Grade) segue este mesmo princípio. Olhando para a Figura 15 é possível observar, por exemplo, que os conteúdos presentes nas quatro colunas de programação estão no ar ou ainda vão ser

transmitidos. Ao navegar pela grade de programação o usuário pode visualizar conteúdos presentes e futuros, nunca conteúdos passados. O menu *Horários Anteriores da Área 6* (Horários) é, no entanto, útil para quando o usuário estiver navegando por conteúdos futuros e desejar retornar aos conteúdos que estão atualmente no ar.

4.4 Trabalhos Relacionados

Considerando projetos que contemplam a recomendação de conteúdo para o ambiente de TV Digital, existem alguns trabalhos desenvolvidos. Porém, nem todos estão integrados a serviços como Guias Eletrônicos de Programação e nenhum dos trabalhos encontrados oferece recomendação baseada em processamento semântico para a plataforma do SBTVD.

Em (Ávila e Zorzo, 2009) os autores propuseram estender o Ginga acrescentando ao *middleware* um módulo capaz de prover recomendação de conteúdo utilizando técnicas de mineração de dados. O *RecommenderTV*, nome dado à ferramenta, não gera perfil de usuário e para exibir as recomendações ao telespectador foi desenvolvida uma aplicação de *front-end* relativamente simples que se limita a apresentar os programas recomendados omitindo a grade de programação dos canais. As diferenças entre o *RecommenderTV* e o SeReS-EPG estão na técnica de recomendação empregada e no serviço mais limitado que é entregue ao usuário.

O trabalho de Bellekens et al. (2009) apresentou o *iFanzzy*, uma ferramenta desenvolvida para o sistema europeu de TV Digital, composta dentre outras aplicações, por um EPG personalizável que utiliza técnicas de web semântica para interpretar dados de comportamento e de contexto do usuário e, a partir deles, prover recomendações de conteúdos televisivos. O sistema envolve ambientes heterogêneos, pois permite a interação por meio de outras tecnologias como *Web* e dispositivos móveis. É um dos trabalhos mais completos desenvolvidos na área de recomendação de conteúdo para TV Digital, porém não foi projetado para a realidade brasileira.

Em (Lucas e Zorzo, 2009) os autores apostaram em algoritmos de mineração de dados para identificar grupos de telespectadores com gostos semelhantes e promover a recomendação de conteúdo para os membros destes grupos. A interface produzida para apresentar as recomendações utiliza a API JavaTV e não foi desenvolvida ou testada no *middleware* Ginga. Além do mecanismo de recomendação ser diferente do SeReS-EPG, a tecnologia utilizada no desenvolvimento é compatível apenas com o Ginga-J, módulo do *middleware* que ainda não foi totalmente concluído.

O trabalho de Neto et al. (2010) apresentou um sistema que utiliza técnicas de filtragem baseada em conteúdo e regras de associação para prover recomendação de programas televisivos. A proposta também prevê a geração de perfis de usuário, mas considera que o próprio usuário forneça informações para alimentá-los. O EPG desenvolvido mostra a grade de programação dos canais mas não há menção de que o sistema tenha sido desenvolvido para o *middleware* Ginga. O fato de que o perfil do usuário não é gerado de forma implícita e o mecanismo de recomendação não é baseado em processamento semântico são as principais diferenças em relação ao SeReS-EPG.

Em seu trabalho, Maia et al. (2010) desenvolveram um EPG com suporte a recomendação de conteúdo para funcionar sobre o *middleware* Ginga. Chamada de *MyPersonal-EPG*, a proposta exige que o usuário informe ao sistema categorias de programas para as quais gostaria de obter recomendações e estas, por sua vez, são feitas apenas por meio da comparação entre as categorias dos programas disponíveis e as categorias selecionadas pelo usuário, sem o uso de qualquer técnica mais elaborada de recomendação. Ao contrário do SeReS-EPG, portanto, o *MyPersonal-EPG* não utiliza uma técnica baseada em processamento semântico para gerar as recomendações, além do fato de que o usuário não é analisado de forma implícita.

No trabalho de Überall et al. (2011) os autores desenvolveram um sistema de recomendação exclusivo para o sistema europeu de TV Digital que contempla a recomendação de conteúdo em ambientes heterogêneos, uma vez que o sistema é capaz de recomendar tanto conteúdos televisivos quanto conteúdos provenientes do YouTube ¹. Para gerar o perfil do usuário os autores desenvolveram algoritmos de filtragem baseada em conteúdo e utilizaram métodos explícitos de coleta de dados do usuário. Para apresentar as recomendações, os autores propuseram um PPG (*Personal Program Guide*) que se limita a apresentar apenas os conteúdos recomendados. Além do fato de o sistema não ser suportado pelo SBTVD, o serviço que é entregue ao usuário é limitado, pois não apresenta a grade de programação dos canais.

Em (Silva et al., 2012) os autores mostraram uma arquitetura de software capaz de prover recomendação de conteúdo baseada em perfil de usuário e em informações de contexto. Apesar de incluir o contexto como forma de enriquecer as recomendações, o perfil não é gerado de forma implícita, sendo necessário que o telespectador forneça ao sistema informações a seu respeito. A ferramenta desenvolvida para interagir com o telespectador não é necessariamente um EPG, pois se limita a mostrar os conteúdos

¹www.youtube.com

A partir do resultado desse comparativo, pode-se concluir que apesar da variedade de pesquisas na área, não existe alguma que reúna todas as características presentes no SeReS-EPG: apresentar a grade de programação de todos os canais disponíveis; estar adequado ao SBTVD; oferecer suporte a recomendação de conteúdo baseada em processamento semântico; gerar perfil de usuário de forma totalmente implícita e oferecer serviços de personalização de forma não invasiva, como a reserva de programas e o aviso de programas reservados e recomendados.

4.5 Considerações Finais

Com o objetivo suprir uma necessidade do SBTVD este Capítulo apresentou o SeReS-EPG, um Guia Eletrônico de Programação com suporte a recomendação de conteúdo e que oferece recursos de personalização aos seus usuários. A recomendação de conteúdo é baseada em processamento semântico, o que permite a geração de recomendações relevantes e evita problemas como a superespecialização da recomendação.

O SeReS-EPG, além de exibir a grade de programação dos canais, permite que o usuário faça a reserva de um programa, receba uma notificação quando o programa reservado estiver próximo de começar, visualize os canais favoritos e altere a forma como quer visualizar as recomendações de conteúdo. Para prover todos os recursos e serviços, uma arquitetura de software foi desenvolvida, a partir da arquitetura proposta por Moreno et al. (2009). O Capítulo apresentou detalhes dessa arquitetura e a forma como ocorre o fluxo de dados dentro dela.

Com relação à interface da ferramenta, os principais aspectos de apresentação e interação foram abordados. Também foi possível comparar o SeReS-EPG com sistemas semelhantes e observar que ele possui características que fazem dele uma solução praticamente única para o ambiente do SBTVD.

5 Testes e Validação

Para validar o SeReS-EPG, mostrar a sua eficácia em recomendar conteúdo e o seu nível de usabilidade, este Capítulo apresenta os testes que foram realizados e os resultados obtidos.

O Capítulo está estruturado da seguinte maneira: A Seção 5.1 mostra como foram feitos e quais foram os resultados obtidos nos testes de recomendação, que mediram a efetividade da recomendação de conteúdo oferecida pelo SeReS-EPG a usuários reais de um sistema de TV Digital. A Seção 5.2 apresenta como foram feitos os testes de usabilidade e também os resultados obtidos com usuários reais do SeReS-EPG. Por último, a Seção 5.3 traz as considerações finais do Capítulo.

5.1 Testes de Recomendação

Uma importante característica do processo de recomendação do SeReS-EPG é que ele torna possível compreender o raciocínio existente por trás de cada item recomendado, uma vez que o caminho que leva à recomendação de um conteúdo pode ser facilmente rastreado, percorrido de trás para frente, por meio da rede semântica. Como exemplo, considere que um determinado usuário consumiu três filmes (*Avatar*, *Mr. And Mrs. Smith* e *Wanted*) e um documentário (*Scuba Diving*). De acordo com a ontologia proposta é possível descobrir relacionamentos entre esses programas e outros conteúdos que estão disponíveis para consumo. Usando a ontologia OnTVBR, o SeReS é capaz de construir uma rede semântica assim como esta parcialmente exibida na Figura 20.

A partir do consumo prévio deste usuário, composto por três filmes e um documentário, o SeReS foi capaz de recomendar uma série de TV e outros filmes e documentários. Considerando que cada relação mostrada na Figura 20 possui um peso, os conteúdos recomendados foram ativados com mais ou menos intensidade. Esta *intensidade* é chamada valor de ativação e quanto maior o valor maior é a certeza da efetividade da recomendação,

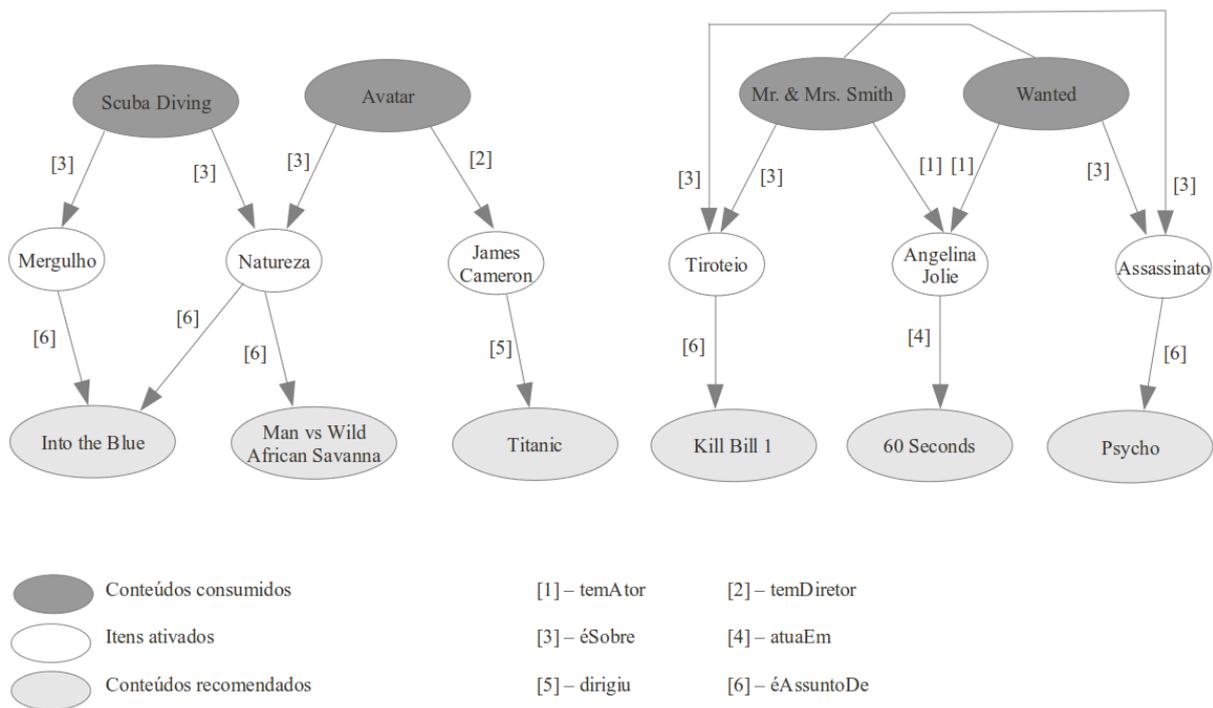


Figura 20: Rede semântica de um determinado usuário

ou seja, maior é a probabilidade de acerto.

Portanto, todos os itens recomendados são considerados e vão para uma fila ordenada de forma decrescente pelo valor de ativação. Para o usuário do exemplo, a lista de recomendações será a seguinte: Into The Blue (0.75); Man Vs. Wild, Kill Bill 1 e Psycho (in any order, 0.5); 60 Seconds (0.4) e Titanic (0.3). Into The Blue está no topo da lista porque recebeu mais ativações a partir de relações que possuem pesos altos.

Nos experimentos realizados notou-se que quanto maior a quantidade de itens consumidos mais úteis e efetivas se tornam as recomendações, uma vez que muitos itens consumidos facilitam a captura pela preferência do usuário, considerando os relacionamentos semânticos que há entre os programas de TV, como pode ser observado na Seção 5.1.1.

5.1.1 Experimentos com Usuários Reais

Para avaliar a efetividade das recomendações produzidas em um ambiente real, com programas de TV atuais e usuários reais inserimos no SeReS-EPG metadados de 22 provedores e de aproximadamente 2000 conteúdos que eram transmitidos por estes provedores na época do experimento. Os programas de TV foram semanticamente enriquecidos com

atributos obtidos a partir de consultas em bases de dados externas como o IMDB¹ e uma rede semântica foi criada pelo SeReS de modo que todos os conteúdos passaram a estar semanticamente conectados.

Durante um período de aproximadamente 3 meses, utilizando o guia eletrônico de programação do SeReS-EPG, 54 usuários escolhidos aleatoriamente foram convidados a participar de um experimento no qual eles selecionaram programas que gostariam de assistir a partir da grade de programação disponível. Os programas de todos os canais disponíveis estavam distribuídos nos 7 dias da semana, sendo que para cada dia, o usuário poderia escolher no mínimo 1 e no máximo 10 programas. O limite de 10 programas por dia foi colocado para não sobrecarregar o usuário e não tornar cansativo o processo de escolha dos programas. Todos os usuários tinham idade entre 18 e 25 anos, eram estudantes universitários e possuíam alguma experiência com guias eletrônicos de programação.

Após a coleta de informações, as escolhas de cada usuário foram divididas em dois grupos: o primeiro grupo continha os programas escolhidos pelo usuário nos 4 primeiros dias da semana e o segundo continha os programas escolhidos nos 3 últimos dias. O primeiro grupo de programas foi inserido no SeReS-EPG como registro de consumo do usuário no módulo *History Manager*. Este processo foi realizado separadamente para cada usuário participante, de modo que cada um deles passou a ter um histórico de consumo armazenado no *History Manager*.

Em seguida, cada usuário obteve uma lista de conteúdos recomendados gerada, a partir do seu consumo registrado no *History Manager*. Cada usuário tinha registrado pelo menos 4 e no máximo 40 conteúdos consumidos, já que foram considerados os programas escolhidos nos 4 primeiros dias da semana e cada usuário marcou entre 1 e 10 programas de seu interesse por dia. De posse deste consumo o sistema, por meio do módulo *Recommender* foi capaz de gerar um perfil de usuário contendo recomendações personalizadas.

Por fim, a lista de recomendações presente em cada perfil de usuário foi comparada com a lista gerada a partir do segundo grupo de programas escolhidos pelo usuário dono do perfil analisado. Quanto maior a similaridade entre as listas maior foi o nível de acerto do sistema, ou seja, maior foi a efetividade das recomendações geradas. O nível de acerto mostrou que a lista de conteúdos recomendada pelo sistema foi bastante similar à escolha do usuário, portanto seria útil para ajudá-lo a encontrar conteúdo de seu interesse, em um caso de uso real do sistema.

¹<http://www.imdb.com>

5.1.2 Resultados

Medidos os níveis de acerto nas recomendações de cada usuário participante do experimento, o resultado foi muito satisfatório. Para avaliar o desempenho das recomendações dividimos a taxa de acerto em três grupos:

- **efetividade ótima** (acerto igual ou maior que 70%);
- **efetividade regular** (acerto entre 30 e 70%);
- **efetividade ruim** (acerto menor que 30%).

Do total de 54 participantes, 48 deles (quase 90%) obtiveram uma efetividade ótima em suas recomendações, apenas 6 participantes (aproximadamente 10%) obtiveram efetividade regular e nenhum participante obteve uma efetividade ruim. Isso quer dizer que, para a grande maioria dos usuários, o SeReS-EPG acertou em mais de 70% nas indicações que fez aos usuários, ou seja, de cada 10 programas recomendados, pelo menos 7 deles foram considerados interessantes pelos usuários. A Tabela 3 apresenta um extrato dos dados obtidos com o experimento.

Tabela 3: Resultados obtidos com o experimento com usuários reais

Usuário	Quantidade de programas escolhidos nos 4 primeiros dias	Quantidade de programas recomendados	Quantidade de programas escolhidos nos 3 últimos dias que coincidem com os programas recomendados	Porcentagem de acerto
A	20	19	14	73.68
B	37	26	23	88.46
C	37	26	25	96.15
D	31	25	21	84.00
E	40	30	24	80.00
F	35	26	20	76.92
G	40	30	28	93.33
H	27	24	22	91.67
I	36	30	26	86.67
J	07	04	02	50.00

Observando os dados apresentados pela Tabela 3 é possível notar um comportamento previsível do sistema: quanto maior a quantidade de conteúdo consumido maior é a efe-

tividade da recomendação e quanto menor a lista de consumo do usuário, menos efetivas são as recomendações.

O usuário C, por exemplo, consumiu 37 conteúdos dos 40 possíveis e obteve uma taxa de acerto do sistema acima dos 96%. Já o usuário J que assistiu apenas à 7 programas, dos 40 que poderia ter assistido, obteve uma efetividade de apenas 50%. Considerando todas as participações no experimento, a menor taxa de acerto obtida foi de 33,33% e a maior foi de 100% de acerto.

5.2 Testes de Usabilidade

O teste de usabilidade realizado com o SeReS-EPG foi qualitativo. Segundo (Nielsen Norman Group), para um teste qualitativo apenas 5 usuários são suficientes. Seguindo esta diretiva, um grupo composto de 5 pessoas com diferentes níveis de afinidade com EPGs de forma geral participaram do teste. Fizeram parte do grupo desde pessoas com nenhuma familiaridade com o recurso até pessoas acostumadas a lidar diariamente com os EPGs providos pelos serviços de TV por assinatura que possuem em suas casas. O objetivo do teste foi verificar o nível de dificuldade no uso do SeReS-EPG e obter informações que pudessem ajudar a melhorar determinadas características da sua interface.

Inicialmente o SeReS-EGP foi apresentado a todos os integrantes do grupo. Foram mostradas todas as funcionalidades da ferramenta e como elas poderiam ser acessadas e utilizadas por um telespectador. Considerando as funcionalidades apresentadas, três tarefas foram definidas, sendo elas de baixa, média e alta complexidade, respectivamente. A primeira tarefa, de baixa complexidade, consistia em navegar pela grade de programação dos canais, escolher um conteúdo disponível qualquer e selecioná-lo para assistir.

A segunda tarefa, de média complexidade consistia em reservar um conteúdo para ser lembrado pelo sistema momentos antes de ser transmitido. A terceira e última tarefa, que para este teste foi considerada de alta complexidade, consistia em avaliar um conteúdo consumido. Todos os participantes do teste foram convidados a executar estas tarefas individualmente e foram observados à distância enquanto as executavam. Ao final do teste, cada participante foi convidado a responder dois questionários sobre a usabilidade do SeReS-EPG.

O primeiro questionário utilizou a Escala de Usabilidade de Sistema – SUS (Brooke J., 1996), uma escala padrão de medição de usabilidade amplamente utilizada na literatura. O segundo foi um questionário composto de questões específicas acerca do SeReS-EPG e

pediu sugestões e comentários sobre alguns pontos que poderiam ser melhorados na ferramenta. As respostas coletadas pelos dois questionários somadas às observações realizadas durante a execução das tarefas propostas pelos usuários constituíram o resultado desse teste de usabilidade, como será visto a seguir.

5.2.1 Execução das Tarefas

Os participantes do teste, depois de terem conhecido o SeReS-EPG, foram convidados a usar o sistema e executar nele tarefas pré-definidas. Para executar essas tarefas, basicamente são necessários os botões *guia* (para apresentar o EPG na tela da TV), os botões de seta para baixo, para cima, para esquerda e para direita (para navegar na grade de programação), o botão *ok* (para confirmar) e os botões dos números (para avaliar). Todos os usuários foram observados individualmente durante a execução das tarefas e os tempos de cada um deles em cada tarefa foram medidos. Os valores obtidos podem ser vistos no gráfico da Figura 21.

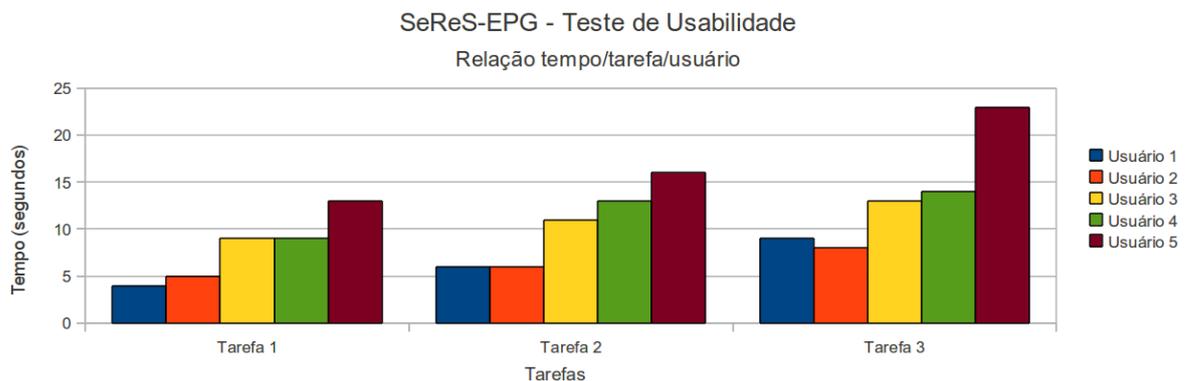


Figura 21: Tempo gasto por cada usuário nas tarefas

Os valores aferidos mostraram que mesmo a tarefa considerada mais complexa (Tarefa 3), executada pelo usuário menos experiente (usuário 5), foi executada em menos de 25 segundos. A tarefa considerada mais simples (Tarefa 1) foi executada em menos de 5 segundos pelo usuário mais experiente (usuário 1). A distribuição dos tempos refletiu o nível de experiência dos participantes, os usuários 1 e 2 já estavam acostumados a utilizar outros Guias Eletrônicos de Programação, os usuários 3 e 4, apesar de assistirem TV com muita frequência, não tinham familiaridade com o uso de EPGs e o usuário 5 não era assíduo em assistir programas na TV. A média do tempo gasto na execução das tarefas, considerando todos os usuários, foi de 10,6 segundos.

5.2.2 Primeiro Questionário

O questionário SUS (Brooke J., 1996) é utilizado para medir o grau de satisfação do usuário sobre um determinado sistema e tem sido bastante usado em diferentes áreas, principalmente porque é gratuito e possui apenas 10 questões. O avaliador responde às questões usando uma escala que varia de 1 a 5, sendo que 1 significa *discordo totalmente* e 5 significa *concordo totalmente*. Depois de coletadas as respostas, os valores são convertidos para uma outra escala que varia de 0 a 4, sendo que 0 significa *discordo totalmente* e 4 significa *concordo totalmente*. Em seguida as notas de cada item avaliado são somadas resultando em uma pontuação total que varia de 0 a 40. Por fim, esse total é normalizado para uma escala que varia entre 0 e 100 pontos.

A pontuação obtida nessa escala representa o resultado da avaliação, sendo que quanto mais alto o valor mais favorável foi a percepção de usabilidade do sistema pelo usuário. As questões que fazem parte do questionário SUS são:

1. eu acho que gostaria de usar esse sistema com frequência;
2. eu achei o sistema desnecessariamente complexo;
3. eu achei o sistema fácil de usar;
4. eu acho que precisaria do suporte de uma pessoa técnica para ser capaz de usar esse sistema;
5. eu achei que as várias funções deste sistema estão bem integradas;
6. eu achei que havia muita inconsistência nesse sistema;
7. eu imagino que a maioria das pessoas aprenderia a usar esse sistema muito rapidamente;
8. eu achei o sistema muito complicado de usar;
9. eu me senti bem confiante usando o sistema;
10. eu precisei aprender várias coisas antes de continuar usando o sistema.

Considerando que os 5 integrantes do grupo possuíam perfis diferentes em relação ao uso da TV e de recursos como EPGs, os resultados gerados por cada um deles apresentou uma razoável diferença. (Tabela 4). Foi possível observar, por exemplo, que os usuários

com maior familiaridade com os Guias Eletrônicos fizeram uma avaliação mais favorável do que os usuários com pouca ou nenhuma familiaridade com Guias Eletrônicos. Estes, por sua vez, fizeram uma avaliação mais favorável do que o único usuário do grupo que não tem o costume de assistir TV com frequência. Fazendo a média das avaliações, os resultados apresentados com a aplicação do questionário SUS mostraram que o SeReS-EPG obteve uma pontuação média de 84 na escala que varia de 0 a 100, com um desvio padrão de 9,07.

Tabela 4: Pontuação na Escala SUS para o SeReS-EPG

Usuário	Pontuação
Usuário 1	97.5
Usuário 2	95
Usuário 3	80
Usuário 4	77.5
Usuário 5	70

(Sauro, 2011) em um de seus estudos sobre a mensuração da usabilidade em sistemas fez uma pesquisa que contou com a participação de mais de cinco mil usuários avaliando a usabilidade de aproximadamente quinhentos sistemas diferentes. Nesse estudo ele mostrou que a pontuação média SUS de todos os sistemas avaliados foi de 68 na escala de 0 a 100 e por isso afirma, a partir da sua própria experiência, que esse valor é um bom patamar de usabilidade para qualquer sistema e, quaisquer valores obtidos acima dele estariam acima da média.

O trabalho de (Wilfinger, 2009) no qual os autores foram a campo avaliar um sistema de TV interativo composto por EPG e diversos recursos de personalização, o teste de usabilidade realizado por meio do questionário SUS obteve como resultado uma pontuação de 89.6. Segundo os autores, essa pontuação indica alta usabilidade do sistema, considerando que a maioria dos resultados de estudos sobre usabilidade em ambientes de TV Digital, publicados até o momento, relatam como um bom nível de usabilidade uma pontuação que varia entre 80 e 85.

Considerando essa média, pode-se concluir que o índice de usabilidade do SeReS-EPG está dentro da faixa considerada satisfatória, aproximando-se do limite superior, o que o deixa próximo de ocupar a faixa que caracteriza sistemas com alto índice de usabilidade.

5.2.3 Segundo Questionário

Além do questionário SUS, um segundo questionário foi elaborado contendo sete questões específicas sobre o SeReS-EPG. O objetivo desse questionário foi, além de obter um feedback dos participantes acerca das tarefas executadas anteriormente, levantar informações sobre dois aspectos da interação entre o sistema e o usuário:

1. o nível de operacionalidade oferecido pela interface do sistema;
2. o nível de intromissão do sistema durante o uso da TV;

Os participantes responderam à esse questionário considerando uma escala de níveis que varia de 1 a 5, onde 1 indica o nível mais baixo (menos favorável) e 5 indica o nível mais alto (mais favorável). O questionário também permitiu que os participantes escrevessem comentários, críticas e sugestões sobre o sistema, podendo abordar aspectos que não foram contemplados nas questões objetivas. As questões e as respostas fornecidas pelos usuários nesse questionário são apresentadas na Tabela 5.

Tabela 5: Resultado do segundo questionário

	Questão	Usuário 1	Usuário 2	Usuário 3	Usuário 4	Usuário 5
1	Qual o seu nível de conhecimento sobre EPGs?	5	5	2	2	1
2	Em que nível o SeReS-EPG facilitou o uso da TV?	5	5	5	5	5
3	Qual a facilidade em compreender os recursos da interface?	5	5	4	4	4
4	Qual a facilidade em sintonizar um canal e assistir seu conteúdo?	5	5	3	4	2
5	Qual a facilidade em reservar um conteúdo?	5	5	4	4	2
6	Qual a facilidade em avaliar um conteúdo consumido?	5	5	4	3	2
7	Quão invasivo foi o sistema ao avisar de um conteúdo reservado?	1	1	1	1	1

Como pode ser observado, nem todos os participantes declararam possuir um bom conhecimento sobre EPGs e, mesmo assim, todos eles acreditam que o SeReS-EPG pode facilitar o uso da TV com seus recursos (questões 1 e 2). Além disso, todos demonstraram

ter compreendido facilmente os recursos oferecidos pela interface do sistema (questão 3). Com relação às tarefas executadas (questões 4, 5 e 6), o resultado refletiu aquilo que foi constatado a partir da aferição do tempo gasto em cada uma delas: os participantes que acharam as tarefas mais fáceis foram os mesmos que levaram menos tempo para concluí-las e os participantes que avaliaram as tarefas com um nível de facilidade menor foram aqueles que demoraram mais para executá-las, conforme mostra a Figura 21. Por fim, nenhum participante achou que o sistema foi invasivo ao avisar sobre o início de um programa previamente reservado (questão 7).

5.2.4 Resultados

Os resultados obtidos com o teste de usabilidade foram positivos. Foi possível concluir que a interface do SeReS-EPG é intuitiva de forma igual ou melhor que outros EPGs disponíveis comercialmente e que, as dificuldades encontradas por alguns usuários se devem ao fato de que não houve tempo suficiente para que estes usuários pudessem explorar a ferramenta até se sentirem à vontade com ela, situação que provavelmente ocorreria com qualquer outro EPG e até mesmo com qualquer outro recurso tecnológico. A prova disso é que os usuários que já tinham usado uma ferramenta similar não encontraram dificuldades.

Com relação aos comentários, críticas e sugestões, basicamente dois aspectos foram levantados: o primeiro diz respeito a quantidade de informação que é mostrada em uma única tela e que, segundo algumas opiniões pode dificultar para o usuário encontrar a informação que realmente precisa. O segundo diz respeito a quantidade de canais que são exibidos de uma só vez. A sugestão é que, ao invés de quatro, seja exibido apenas um canal por vez. Dessa forma, a sinopse do conteúdo selecionado poderia ter mais destaque na tela.

5.3 Considerações Finais

Dois tipos de teste foram realizados para validar o SeReS-EPG. O primeiro experimento colocou à prova a efetividade das recomendações geradas pelo módulo *Recommender*. Os resultados obtidos a partir de testes com usuários reais mostraram que o sistema acertou nos itens que recomendou para praticamente 90% dos usuários.

O segundo experimento, também realizado com usuários reais do sistema, avaliou a usabilidade da interface do SeReS-EPG. Em um primeiro momento avaliou-se o tempo

gasto na execução de tarefas previamente definidas, utilizando recursos da interface. No segundo momento houve a aplicação do questionário SUS e, por fim, aplicou-se um questionário específico para medir o grau de satisfação dos usuários com a interface. Os resultados obtidos foram bastante positivos demonstrando que a interface é intuitiva e fácil de operar, segundo os critérios de Sauro (2011) e Wilfinger (2009).

6 Conclusão

A implantação do SBTVD traz consigo demandas que precisam ser sanadas para garantir que as expectativas em torno do projeto sejam alcançadas. Considerando que, com a chegada da TV Digital, a quantidade e a variedade de conteúdos disponíveis nos canais de TV tende a crescer rapidamente, uma dessas demandas é por aplicações capazes de oferecer recursos diferenciados aos usuários do sistema. Nesse cenário, os Guias Eletrônicos de Programação passam a ter um papel fundamental pois são o tipo de aplicação que tem mais condições de auxiliar o usuário a lidar com a diversidade de opções. O papel do EPG vai além da apresentação dos conteúdos disponíveis e passa a englobar funcionalidades extras e bastante úteis como recomendação de conteúdo, reserva de programas, personalização de interface, dentre outros.

Os guias eletrônicos encontrados atualmente não oferecem todos esses recursos ou utilizam abordagens pouco eficientes em suas implementações. O recurso da recomendação de programas, por exemplo, quando encontrado em algum guia, geralmente utiliza filtragem baseada conteúdo, filtragem colaborativa ou técnicas que combinam as duas abordagens. Como foi visto neste trabalho, essas técnicas possuem limitações que prejudicam o desempenho da recomendação, levando ao problema da superespecialização, por exemplo. Recursos como reserva de programas e personalização de interface não são encontrados nos guias existentes.

Em relação a essa demanda, este trabalho apresentou o SeReS-EPG, um guia eletrônico de programação personalizável, desenvolvido para o Sistema Brasileiro de TV Digital. Diferentemente de outros EPGs propostos para o SBTVD, essa ferramenta explora tecnologias de web semântica para recomendar programas de TV e oferece recursos adicionais ao usuário como personalização da interface com canais favoritos, identificação de horários favoritos, reserva de programas e notificação de conteúdos reservado ou previamente recomendados, além de exibir a grade de programação dos canais, apresentando tanto a programação atual como a futura, de acordo com as informações enviadas pelas emissoras.

Com base em uma arquitetura proposta por Moreno et al. (2009), foi desenvolvida e implementada sobre o *middleware* Ginga, uma arquitetura de software capaz de produzir um EPG com suporte a recomendação de conteúdo e munido de recursos de personalização. Essa arquitetura, devido à sua importância para o projeto do SeReS-EPG e principalmente devido às suas características de escalabilidade e portabilidade, tornou-se a principal contribuição deste trabalho.

O SeReS, sistema de recomendação baseado em processamento semântico desenvolvido por Silva e Baldochi (2010), foi inserido na arquitetura desenvolvida na forma do módulo *Recommender*, para que a recomendação de conteúdo, um dos propósitos deste trabalho, fosse possível.

Através do módulo *Scheduler*, a arquitetura incorporou a capacidade de reservar programas e notificar o usuário momentos antes do programa reservado ser transmitido. Um módulo capaz de customizar a interface do sistema também foi desenvolvido. O *Customizer* permite ao SeReS-EPG personalizar as informações passadas ao usuário com base na análise do seu perfil e histórico de consumo.

Por meio dos novos módulos adicionados, o sistema tornou-se capaz de extrair conhecimento a partir dos metadados disponíveis para prover uma interface personalizável, fazendo isso de maneira implícita, desobrigando o usuário de ter que realizar qualquer tipo de configuração. Opcionalmente, o usuário pode avaliar um conteúdo consumido para influenciar o resultado das recomendações que recebe uma vez que essa avaliação é levada em conta pelo módulo *Recommender*.

Os experimentos demonstraram que a abordagem utilizada é efetiva para gerar recomendações relevantes e surpreendentes, combatendo dessa forma o problema das recomendações superespecializadas, comumente encontrado em diferentes sistemas de recomendação. Os experimentos realizados com usuários reais mostraram que em aproximadamente 90% dos casos o índice de efetividade das recomendações ficou acima dos 70 pontos (numa escala de 0 a 100), isto é, de cada 10 programas recomendados 7 foram reconhecidos como relevantes pelo usuário, o que demonstra que o objetivo foi alcançado.

Finalmente, os testes qualitativos de usabilidade mostraram que o SeReS-EPG oferece condições de operacionalidade tanto para usuários experientes quanto para novos usuários, permitindo que eles executem tarefas com rapidez e objetividade. Além disso, mostraram que a sua interface é intuitiva, não é invasiva e que os seus recursos auxiliam os telespectadores a aproveitarem suas TVs de forma mais eficiente.

6.1 Trabalhos Futuros

No intuito de incentivar a pesquisa na área de recomendação baseada em processamento semântico e contribuir com o desenvolvimento de tecnologias para o Sistema Brasileiro de TV Digital, são apresentadas as seguintes sugestões para trabalhos futuros:

1. Expansão da ontologia proposta, adicionando a ela itens diferentes de conteúdos televisivos, como sítios *web*, eventos, estreias de cinemas, peças teatrais, roteiros de viagens, museus, exposições e dicas culturais, para que a partir do consumo de conteúdo televisivo o SeReS-EPG possa recomendar conteúdo não televisivo aos seus usuários;
2. Adaptação do sistema para dispositivos móveis por meio do desenvolvimento de uma interface apropriada para celulares e tablets e um redimensionamento do consumo de recursos de *hardware* para que o funcionamento do SeReS-EPG nestes dispositivos possa ocorrer de maneira satisfatória e sem apresentar queda significativa de desempenho;
3. Realização de um estudo sobre a performance do SeReS-EPGs nos *Set-Top Boxes* existentes, inclusive comparando o seu desempenho com o de outros EPGs, o que permitirá identificar e corrigir eventuais gargalos de desempenho;
4. Integração do SeReS-EPG com outras plataformas como a *web* e a telefonia móvel, o que permitirá, por exemplo, que um telespectador reserve programas por meio de um sítio, receba notificações via celular e avalie conteúdos consumidos a distância;
5. Compartilhamento do perfil do usuário entre diversos aparelhos, o que possibilitará que as recomendações e os recursos de personalização sejam mantidos, mesmo quando o usuário trocar de TV.

Referências Bibliográficas

ABNT NBR 15603-1. *ABNT NBR 15603-1: Televisão digital terrestre – Multiplexação e serviços de informação (SI) Parte 1: Serviços de Informação para o sistema de radiodifusão*. Rio de Janeiro, RJ, 2008.

ABNT NBR 15603-2. *ABNT NBR 15603-2: Televisão digital terrestre – Multiplexação e serviços de informação (SI) Parte 2: Estrutura de Dados e definições da informação básica de SI*. Rio de Janeiro, RJ, 2008.

ABNT NBR 15606-2. *ABNT NBR 15606-2: Televisão digital terrestre – Codificação de dados e especificações de transmissão para radiodifusão digital Parte 2: Ginga-NCL para receptores fixos e móveis – Linguagem de aplicação XML para codificação de aplicações*. Rio de Janeiro, RJ, 2011.

ABNT NBR 15606-5. *ABNT NBR 15606-5: Televisão digital terrestre – Codificação de dados e especificações de transmissão para radiodifusão digital Parte 5: Ginga-NCL para receptores portáteis – Linguagem de aplicação XML para codificação de aplicações*. Rio de Janeiro, RJ, 2008.

Adomavicius, G.; Tuzhilin, A. *Toward the next generation of recommender systems: A survey of the state-of-the-art and possible extensions*. IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, IEEE Computer Society, Los Alamitos, CA, EUA, Vol. 17, p. 734–749, ISSN 1041-4347, 2005.

Ali, K.; van Stam, W. *Tivo: making show recommendations using a distributed collaborative filtering architecture*. In KDD '04: Proceedings of the tenth ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining, New York, NY, USA, pp 394-401, 2004.

Alves, L.G.P. *CollaboraTVware: Um infraestrutura ciente de contexto para suporte a participação colaborativa no cenário da tv digital interativa*. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil. 2008.

Antoniou, G.; van Harmelen, F. *A semantic web primer*. 2nd. ed., Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 2008.

Ardissono, L.; Gena, C; Torasso, P.; Bellifemine, F.; Difino, A.; Negro, B. *User Modeling and Recommendation Techniques for Personalized Electronic Program Guides*. Personalized Digital Television. Targeting Programs to Individual Viewers, Kluwer Academic Publishers, p. 3-26, 2004.

ARIB. *ARIB STD-B24 Version 5.2 Volume 2 Data coding and transmission specification for digital broadcasting*. Japão, Fevereiro 2008.

Aroyo, L.; Bellekens, P.; Bjorkman, M.; Houben, G.-J.; Akkermans, P.; Kaptein, A. *Sensee framework for personalized access to tv content*. In: Interactive TV: a shared experience, Alemanha: Springer Berlin / Heidelberg, 2007, (Lecture Notes in Computer Science, v. 4471/2007). p. 156–165.

ATSC. *Advanced Television System Committee*. Disponível em www.atsc.org. Último acesso: Abril de 2013.

Ávila, P. M. *Recommender TV: Suporte ao Desenvolvimento de Aplicações de Recomendação para o Sistema Brasileiro de TV Digital*. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, Brasil. 2010.

Avila, P. M.; Zorzo, S. D. *A personalized TV guide system: an approach to interactive digital television*. In SMC'09: Proceedings of the 2009 IEEE international conference on Systems, Man and Cybernetics, Piscataway, NJ, EUA: IEEE Press, p. 2122–2127, 2009.

Avila, P. M.; Zorzo, S. D. *A personalized TV guide system compliant with Ginga*. In Proceedings of the XV Brazilian Symposium on Multimedia and the Web (WebMedia '09). ACM, New York, NY, USA, 8 pages, 2009.

Bellekens, P.; Houben, G.; Aroyo, L.; Schaap, K.; Kaptein, A. *User model elicitation and enrichment for context-sensitive personalization in a multiplatform tv environment*. In Proceedings of the seventh european conference on European interactive television conference, p. 119-128, New York, NY, USA. 2009.

Bernhaupt, R.; Obrist, M.; Tscheligi, M. *Usability and usage of iTV services: lessons learned in an Austrian field trial*. Comput. Entertain. 5, 2 (Apr. 2007), 6, 2007.

Bjelica, M. *Unobtrusive relevance feedback for personalized tv program guides*. IEEE Transactions on Consumer Electronics, v. 57, n. 2, may, 2011.

Blanco-Fernández, Y.; Pazos-Arias, J.; Solla, A. G.; Cabrer, M. R.; Nores, M. L. *Avatar: an improved solution for personalized tv based on semantic inference*. In IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol. 52, No. 1, p. 223-231, ISSN 0098-3063, 2006.

Blanco-Fernández, Y.; Pazos-Arias, J.; Solla, A. G.; Cabrer, M. R.; Nores, M. L. *Providing entertainment by content-based filtering and semantic reasoning in intelligent recommender systems*. In IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol. 54, No. 2, p. 727-735, ISSN 0098-3063, 2008.

Brooke, J. *SUS: A quick and dirty usability scale*. In P. Jordan, B. Thomas, B. Weerdmeester, and I. McClelland (Eds.), Usability evaluation in industry (pp. 189-194). London: Taylor and Francis, 1996.

Burke, R. *Hybrid recommender systems: Survey and experiments*. User Modeling and User-Adapted Interaction, Springer Netherlands, Vol. 12, p. 331-370, ISSN 0924-1868, 2002.

Cesar, P.; Chorianopoulos, K. *Interactivity and user participation in the television lifecycle: creating, sharing, and controlling content*. In: UXTV '08: Proceeding of the 1st international conference on designing interactive user experiences for TV and video. New York, NY, EUA: ACM, 2008. p. 125-128. ISBN 978-1-60558-100-2, 2008.

Chorianopoulos, K.; Lekakos, G. *Learn and play with interactive TV*. Computers in Entertainment, ACM, New York, NY, EUA, v. 5, n. 2, p. 4, ISSN 1544-3574, 2007.

Coelho, A. S. S. *ProfileTV: Um sistema de gerenciamento de perfis em TVDi* Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco, Brasil. 2008.

Damasceno, J. R.; Santos, J. A. F.; Muchaluat-Saade, D. C. *EDITEC: Hypermedia Composite Template Graphical Editor for Interactive TV Authoring*. In Proceedings of the 11th ACM Symposium on Document Engineering (DocEng '11), pp 77-80. Mountain View, 2011.

DTV.org *Dados sobre a TV digital no Brasil, 2012*. Disponível em www.dtv.org.br. Último acesso: Abril de 2013.

- DVB. *DVB - Digital Video Broadcasting*. Disponível em www.dvb.org. Último acesso: Abril de 2013.
- ETSI. *ETSI TS 102 543 V1.1.1 - Digital Video Broadcasting (DVB); Globally Executable MHP (GEM) Specification 1.2*. França, 2008.
- Fensel, D. *Ontologies: A silver bullet for knowledge management and electronic commerce*. 2nd. ed. Alemanha: Springer, 2004.
- Gruber, T. R. *A translation approach to portable ontology specifications*. Knowledge Acquisition, Academic Press Ltd., London, UK, UK, v. 5, n. 2, p. 199–220. ISSN 1042-8143. 1993.
- Gutiérrez, I. C. *Exploiting the conceptual space in hybrid recommender systems: semantic-based approach*. Tese (Doutorado). Universidad Autonoma de Madrid, 2008.
- IBGE. *Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios 2008-2009*. Disponível em www.ibge.gov.br. Último acesso: Abril de 2013.
- ISO. *ISO 9241-11: Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) Part 11: Guidance on usability*. International Organization for Standardization. 1998.
- ITU. *H.761: Nested context language (NCL) and Ginga-NCL for IPTV services*. Disponível em www.itu.int/rec/T-REC-H.761. Último acesso: Abril de 2013.
- Lee, W. S. *Collaborative learning and recommender systems*. In: ICML '01: Proceedings of the Eighteenth International Conference on Machine Learning. San Francisco, CA, EUA: Morgan Kaufmann Publishers Inc., p. 314–321. ISBN 1-55860-778-1, 2001.
- Lucas, A.S.; Zorzo, S.D. *Personalização para Televisão Digital utilizando a estratégia de Sistema de Recomendação para ambientes multiusuário*. In Proceedings of the XXVII Brazilian Symposium on Computer Networks and Distributed Systems (SBRC), p. 641-654. 2009.
- Maia, P. P. C.; Leite, J.; Batista, T. *MyPersonal-EPG: A customizable EPG with recommendation support*. In Proceedings of the XVI Brazilian Symposium on Multimedia and the Web (WebMedia '10). ACM, New York, NY, USA, 8 pages, 2010.

Montez, C.; Becker, V. *TV Digital Interativa: conceitos, desafios e perspectivas para o Brasil*. 2. ed. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2005.

Moreno, M. F.; Neto, C.S.S.; Soares, L.F.G. *Adaptable software components in an electronic program/service guide application architecture for context aware guide presentation*. International Journal of Advanced Media and Communication: Vol. 3, No. 4, p. 351-364. 2009.

Morris, S.; Smith-Chaigneau A. *Interactive TV standards*. Editora Focal Press is an imprint of Elsevier 30 Corporate Drive, Suite 400, Burlington, MA 01803, USA Linacre House, Jordan Hill, Oxford OX2 8DP, UK. ISSN: 0-240-80666-2, 2005.

Naudet, Y.; Aghasaryan, A.; Mignon, S.; Toms, Y.; Senot, C. *An ontology-based profiling and recommending system for mobile tv*. In Proceedings of the Third International Workshop on Semantic Media Adaptation and Personalization. Washington, DC, USA, pp 94-99, ISBN 978-0-7695-3444-2, 2008.

Nelson, M. R. *We have the information you want, but getting it will cost you!: held hostage by information overload*. Crossroads, ACM, New York, NY, EUA, v. 1, n. 1, p. 11-15. ISSN 1528-4972, 1994.

Neto, M. A. M.; Cardoso, D. S.; Souza, C. T.; Cortés, M. I. *Abordagem Combinada para Recomendação Personalizada Utilizando o Guia de Programação Eletrônico*. In Proceedings of the XXX Brazilian Computer Society (CSBC). Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. 2010.

Nielsen Norman Group. *How Many Test Users in a Usability Study?*. Disponível em www.nngroup.com/articles/how-many-test-users. Último acesso: abril de 2013.

Oliveira, F. N. B.; *Aplicação Adaptativa de Guia Eletrônico utilizando o Ginga-NCL*. Dissertação (Mestrado). Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil. 2010.

Oliveira, M.; Cunha, P. R. F. *Implementing the brazilian digital TV*. In: 22ème Congrès DNAC: De Nouvelles Architectures pour les Communications. Paris, França: DNAC, 2008.

Portal do Software Público. *Comunidade Ginga*. Disponível em www.softwarerepublico.gov.br/ver-comunidade?community_id=1101545. Último acesso: Abril de 2013.

- Reategui, E. B.; Cazella, S. C. *Sistemas de recomendação*. In: V Encontro Nacional de Inteligência Artificial. XXV Congresso da Sociedade Brasileira de Computação. São Leopoldo, RS: Sociedade Brasileira de Computação, p. 306–348. 2005.
- República, P. da. *Decreto No 4.901/2003*. *Diário Oficial da União de 26 de novembro de 2003*, p. 7. Disponível em www.planalto.gov.br. Último acesso: Abril de 2013.
- República, P. da. *Decreto No 5.820/2006*. *Diário Oficial da União de 29 de junho de 2006*, p. 51. Disponível em www.planalto.gov.br. Último acesso: Abril de 2013.
- Richer, M. S.; Reitmeier, G.; Gurley, T.; Jones, G. A.; Whitaker, J.; Rast, R. *The ATSC digital television system*. In: Proceedings of the IEEE. EUA: IEEE, 2006. v. 94, n. 1, p. 37–43. ISSN 0018-9219. 2006.
- Rodrigues, R. F.; Soares, L. F. G. *Produção de conteúdo declarativo para tv digital*. Anais do Seminário Integrado de Software e Hardware (SEMISH), 2006.
- Sauro, J. *Measuring Usability with the System Usability Scale (SUS)*. Disponível em www.measuringusability.com/sus.php. Último acesso: abril de 2013.
- Silva, G. *SeReS: Um Sistema de Recomendação de Conteúdo Baseado em Processamento Semântico para o SBTVD*. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Itajubá, Minas Gerais, Brasil. 2011.
- Silva, G.; Baldochi, L. A. *A semantic-based recommender system for the SBTVD*. In Proceedings of the IADIS International Conference on Applied Computing 2010. Timisoara, Romania, pp 111-118. 2010.
- Silva, F. S.; Alves, L. G. P.; Bressan, G.; *PersonalTVware: An Infrastructure to Support the Context-Aware Recommendation for Personalized Digital*. International Journal of Computer Theory and Engineering Vol. 4, No. 2, April 2012 , pp 131-136. 2012.
- Simons, R. F. *Semantic networks: Their computation and use for understanding english sentences*. Austin, Texas, EUA, 1972.
- Soares, L. F. G.; Rodrigues, R. F.; Moreno, M. F. *Ginga-ncl: the declarative environment of the brazilian digital tv system*. Journal of the Brazilian Computer Society, ISSN 0104-6500, Vol. 12, n. 4, p. 37–46. 2007.
- Soares, L. F. G.; Barbosa, S. D. J. *TV digital interativa no Brasil se faz com Ginga:*

fundamentos, padrões, autoria declarativa e usabilidade. Jornada de Atualização em Informática, 2008. Sociedade Brasileira de Computação. Julho de 2008; pp. 105-174. ISBN: 978-85-7669-188-4. 2008.

Soares, L. F. G.; Moreno, M. F.; Costa, R. M. R.; Moreno, M. F. *Towards the convergence of digital TV systems*. Journal of Internet Services and Applications, Springer London, ISSN 1867-4828, Vol. 1, No. 3, pp 69-79. 2010.

Soares, L. F. G.; Barbosa, S. D. J. *Programando em NCL 3.0: Desenvolvimento de Aplicações para o Middleware Ginga, TV Digital e WEB*. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Ed. 2, 2012.

Souza Filho, G. L.; Leite, L. E. C.; Batista, C. E. C. F. *Ginga-j: The procedural middleware for the brazilian digital tv system*. Journal of the Brazilian Computer Society, ISSN 0104-6500, Vol. 12, n. 4, p. 47–56. ISSN 0104-6500, 2007.

Sowa, J. F. *Semantic networks*. In: Shapiro, S. C. (Ed.). Encyclopedia of Artificial Intelligence. New York, NY, EUA: John Wiley & Sons, 1987.

Studer, R.; Benjamins, V. R.; Fensel, D. *Knowledge engineering: Principles and methods*. Data & Knowledge Engineering, v. 25, n. 1-2, p. 161–197, ISSN 0169-023X, 1998.

Takada, M.; Saito, M. *Transmission system for ISDB-T*. In: Proceedings of the IEEE. EUA: IEEE, 2006. p. 251–256. ISSN 0018-9219. 2006.

Tavares, C. M.; Silva, G.; Baldochi, L. A. *A Personalized Electronic Programming Guide for The Brazilian DTV System* In Proceedings of the IADIS International Conference on Applied Computing 2012. Madri, Espanha, pp 259-266. 2012.

Terveen, L.; Hill, W. *Beyond recommender systems: helping people help each other*. HCI in the new millenium Addison Wesley, Citeseer, n. 1, p. 487–509, 2001.

Überal, C.; Köhnen, C.; Rakocevic, V.; Jäger, R.; Hoy, E.; Rajarajan, M. *Recommendations in a heterogeneous service environment*. Multimed Tools Appl 62:785–820, Springer Science and Business Media, 2011.

Wilfinger, D.; Pirker, M.; Bernhaupt, R.; Tscheligi, M. *Evaluating and Investigating an iTV Interaction Concept in the Field*. EuroITV'09, June 3–5, 2009, Leuven, Belgium, 2009.

Yang, C.-S.; Wang, P.-C.; Lin, C.-L.; Hou, T.-W. *Personalized idtv program in multimedia home platform*. 22nd International Conference on Advanced Information Networking and Applications - Workshops, p. 473–476, 2008.

Zhang H.; Zheng, S.; Yuan, J. *A personalized TV guide system compliant with MHP*. IEEE Trans. on Consum. Electron. 51, 2, p. 731-737. 2005.