

Uma Proposta de Arquitetura Interoperável integrando Web, TV Digital e Dispositivos Móveis

Valter Roesler¹, Maria L. K. Barbosa², Fernando Varella¹, Alexandro Bordignon¹

¹UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Instituto de Informática – Porto Alegre, RS, Brasil

²UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul – CINTED – Porto Alegre, RS, Brasil

{roesler, fvarella, abordignon}@inf.ufrgs.br, malukroeff@yahoo.com.br

***Abstract** This paper presents a proposal of architecture which allows the interoperable communication among Digital TV, Web and mobile devices. In a world increasingly convergent, this proposal aims to improve the methods for generation, transmission and content adaptation in order to them work more efficiently. The paper's approach uses metadata in order to support searching and sharing information. The architecture validation was performed through the implementation of two learning objects in real environments. The developed content and implemented is suited for the three platforms and proves the viability and functionality of the proposed architecture.*

***Resumo.** Este artigo apresenta uma proposta de arquitetura que permite comunicação interoperável entre TV Digital, Web e dispositivos móveis. Em um mundo cada vez mais convergente, esta proposta visa aperfeiçoar os métodos de geração, transmissão e adaptação de conteúdos para trabalhar de forma ubíqua e eficiente. A abordagem utiliza metadados para dar suporte à busca e compartilhamento de informações. A validação da arquitetura foi efetuada através da implementação de dois objetos de aprendizagem em ambientes reais. O conteúdo desenvolvido e implementado contempla as três plataformas e prova a viabilidade e funcionalidade dessa nova arquitetura.*

1. Introdução

O mundo está cada vez mais interconectado e proporciona à população o acesso a serviços digitais através de várias plataformas, como Web, TV digital e dispositivos móveis. A possibilidade da inclusão digital a partir do uso dessas tecnologias abre espaço para a convergência tecnológica, para o livre acesso e para a democratização da informação e da comunicação. Nesse contexto está o foco deste artigo, que propõe uma arquitetura interoperável, onde um mesmo conteúdo é adaptado às diferentes plataformas e permite uma maior otimização dos recursos humanos, através de menos retrabalho, e dos recursos físicos, através da otimização da área de armazenamento e metadados. Porém, para se estabelecer a interoperabilidade, alguns requisitos são importantes, tais como:

- **Adaptabilidade:** permite que a mesma descrição de um recurso seja utilizada de forma interoperável e adapte-se às características de cada plataforma, ou seja,

conforme o dispositivo, o sistema apresenta a interface de uma forma diferenciada.

- **Atualizações Automáticas:** possibilita *download* e auto-instalação de novas versões de software.
- **Acessibilidade:** compreende o acesso a todos, inclusive a pessoas com necessidades especiais.
- **Compatibilidade com versões anteriores:** apresenta flexibilidade para suportar inovações tecnológicas futuras, permitindo extensões em sua arquitetura e mantendo a compatibilidade com o que já existe.
- **Compatibilidade com padrões existentes:** mantém a compatibilidade com o que existe no restante do mundo ou permite uma adaptação automática, pois não se podem desprezar os milhares de serviços existentes atualmente e modelados através dos padrões internacionais.
- **Portabilidade de dados:** permite que os dispositivos interoperem entre si, independente da plataforma. Por exemplo, dados disponíveis pela Web podem ser acessados via celular ou televisão, ou, em contrapartida, informações fornecidas por um telespectador através de canal de retorno da TV Digital devem ficar acessíveis na Web e nos dispositivos móveis.

Constata-se, então, a necessidade de ferramentas para padronizar e organizar a grande variedade de informação existente, sendo que uma das alternativas é a utilização de metadados, recurso que possibilita a distribuição de arquivos de mídia associados à descrição semântica dos mesmos.

O uso de metadados tem se mostrado como um recurso poderoso para a indexação e descrição semântica de vídeos. Nesse sentido, o trabalho de Dallacosta (2004) destaca-se ao apresentar o uso do padrão MPEG-7 como mecanismo que possibilita a busca e seleção de vídeos ou partes dele, sendo que o foco de seu trabalho está na utilização de descrições MPEG-7, integradas a um repositório de materiais audiovisuais (objetos de aprendizagem). Por sua vez, Tsinaraki et al (2004) propõem uma arquitetura integrando MPEG-7, TV-Anytime e a ontologia OWL, expressando o conhecimento em OWL e mapeando o domínio em MPEG-7 e TV-Anytime. Shin, Lee and Son (2006) apresentam um esquema de indexação baseado em fragmentos de metadados que visa acelerar o processo de busca de dados. Durand (2005) explorou a integração do MPEG-7, MPEG-21 e TV-Anytime como uma alternativa para modelar serviços escaláveis para TV digital interativa e dispositivos móveis. Nesse trabalho, TV-Anytime é utilizado como framework para, semanticamente, descrever serviços de TV digital, o MPEG-7 é usado para descrever formatos de mídia e o MPEG-21 é aplicado na definição de formas alternativas para exibição de conteúdo nas diferentes plataformas, no caso, set-top-boxes de TV digital e PDAs (*Personal Digital Assistants*).

O presente artigo analisa esses padrões de metadados e busca formas de integração entre eles, objetivando obter o melhor sobre as plataformas web, móvel e TV digital. A arquitetura apresentada permite a interoperabilidade entre esses três ambientes, otimizando a criação dos metadados, uniformizando a geração do conteúdo e levando a tecnologia um passo a mais na direção da ubiquidade tecnológica. Sendo assim, a seção 2 apresenta uma visão geral dos diferentes padrões de metadados utilizadas atualmente.

A seção 3 detalha a arquitetura proposta, a seção 4 apresenta a implementação efetuada e os resultados obtidos através da mesma, e a seção 5, as considerações finais.

2. Padrões de Metadados

Buscando integrar as diferentes plataformas, os autores analisaram os padrões de metadados relativos a cada uma delas. Para a TV, os principais padrões de metadados existentes são as tabelas SI / PSI (*Service Information*) / (*Program Specific Information*) e o TV anytime. Já para a WEB e dispositivos móveis, pode-se citar o LOM (*Learning Object Metadata*). Além desses, algumas normas internacionais de metadados se aplicam a todas plataformas, como o MPEG-7 e MPEG-21.

As tabelas SI e PSI (H.222, 1996) compõem os metadados mais básicos para TV Digital, uma vez que permitem obter informações elementares sobre a programação como, por exemplo, horário, título, classificação da faixa etária e um pequeno resumo dos programas.

Os padrões de metadados tradicionalmente utilizados em Web, como o IEEE 1484 ou LOM (IEEE, 2002), permitem a descrição dos objetos de aprendizagem por até 5 categorias, que são: Geral, Ciclo de Vida, Técnica, Educacional e Direitos Autorais. Cada categoria possui subdivisões, podendo-se inserir informações como título, idioma, descrição, palavras-chave, versão, status, autoria, formato, localização, duração, tipo de interatividade, ambiente, faixa etária, condições de uso, e assim por diante.

O MPEG-7, formalmente chamado *Multimedia Content Description Interface* (MPEG-7, 2009), é um padrão ISO/IEC desenvolvido para fornecer descrição de conteúdo áudio-visual e garantir a interoperabilidade entre aplicativos multimídia em busca, indexação, filtragem e acesso de conteúdo, possibilitando, dessa forma, que aplicativos diversos possam trabalhar com metadados multimídia. Comparando-se a outros padrões, o diferencial do MPEG-7 é a flexibilidade em relação ao que pode ser descrito, permitindo tanto a descrição de informações semânticas e complexas, como estruturas mais simples. O MPEG-21 (ISO, 2009), define um padrão onde os diferentes elementos formam uma infra-estrutura permitindo que a entrega e o consumo de conteúdos de mídia trabalhem em conjunto. Além disso, busca diminuir a distribuição ilegal de arquivos entre usuários na Web. O TV-Anytime (2009) objetiva acolher os serviços que o atual mercado tecnológico exige, contemplar consumidores mais autônomos que buscam captar, armazenar, verificar e distribuir conteúdo multimídia para suas próprias redes pessoais e outros ambientes digitais, com a possibilidade de compartilhar esses dados com outras pessoas. Abrange ainda outras opções de serviços como jogos, informações adicionais, pacotes educativos, recreativos, T-comércio e serviços utilitários, como bancos, lojas e aplicações financeiras.

3. Arquitetura Proposta

A Figura 1 apresenta o módulo principal da arquitetura proposta, que recebe como entrada o “Conteúdo” e gera uma saída para o usuário final, que pode estar com um computador, uma TV Digital ou um aparelho móvel. Tanto o conteúdo como o usuário são figuras genéricas. O conteúdo pode ser visto como um curso, um conjunto de objetos de aprendizagem, um agente dentro de um sistema multi-agentes, um vídeo, algum texto, e assim por diante. A saída do sistema pode ser através de uma entidade

física, pessoa humana, ou uma entidade automática que consome e organiza a informação para oferecê-la ao usuário final no momento adequado. Cada um dos módulos do sistema é descrito a seguir.

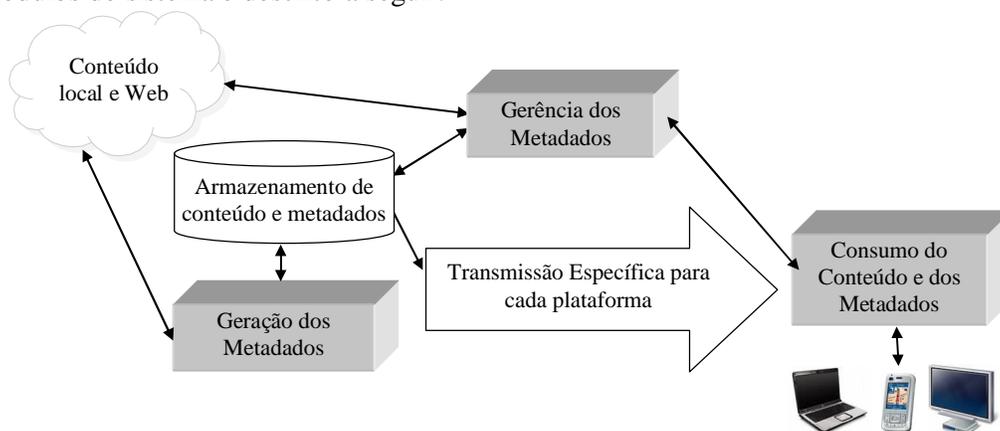


Figura 1. Visão Geral da Arquitetura Proposta

O módulo de “Armazenamento” está relacionado à persistência física dos conteúdos. Apresenta interface com o módulo de gerência, a fim de fornecer conteúdo armazenado localmente, e com o módulo de transmissão, para enviar o conteúdo de acordo com a plataforma. O módulo de “Transmissão” pressupõe que o sistema envia conteúdo, simultaneamente, para as três plataformas. Apresenta um sistema de gerência centralizado, porém com o sistema de transmissão distribuído, uma vez que depende de cada plataforma. O conteúdo a ser enviado para cada uma das redes é o mesmo, entretanto, deve ser adaptado devido à própria diferença entre os sistemas. O papel de apoiar o usuário para identificar a melhor “visão do sistema” para enviar a cada uma das plataformas é do módulo de transmissão.

3.1. Módulo Geração

Os blocos internos do módulo “Geração dos Metadados” são apresentados na Figura 2 e descritos a seguir.

O bloco *Suporte a RSS* permite a recepção de informações através do protocolo RSS (*Really Simple Syndication*), que efetua atualizações em dados sem a necessidade de intervenção explícita do usuário. O bloco *Catálogo dos Metadados* está relacionado com alguns metadados básicos, como Nome, Título, Autor, Resumo curto, Resumo longo, etc. São fornecidos de acordo com o modelo desejado pelo autor do domínio. O bloco *Importação de Conteúdo* deve interpretar conteúdos de forma inteligente e mapeá-los para o sistema, compatibilizando os materiais já existentes hoje na Web. O bloco *Segmentação de Mídia* segmenta um determinado material, gerando metadados adicionais para os pontos relevantes do mesmo. Por exemplo, numa palestra sobre Qualidade de Vida, todos os instantes de tempo que aparece a palavra “saúde”. Num curso, todos os instantes que o professor troca de assunto, e assim por diante. Observa-se que esse tipo de coleta é específico para cada domínio desejado. A ferramenta deve permitir a facilitação da segmentação para o desenvolvedor do sistema, reconhecendo determinadas palavras-chave em áudio (saúde, por exemplo) ou buscando trechos específicos com o apoio das legendas. O bloco *Geração do XML* deve gerar,

como saída, um único arquivo estruturado para as 3 plataformas (Web, TV Digital e dispositivos móveis).

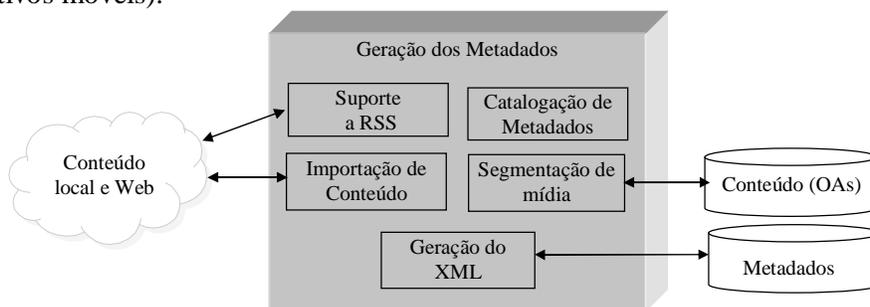


Figura 2. Módulo “Geração dos Metadados”

3.2. Módulo Gerência

O módulo “Gerência de Metadados” tem papel fundamental para oferecer ao usuário, de qualquer plataforma, informações adicionais a respeito de conteúdos solicitados exclusivamente, pois é individual. O acesso ao módulo nas plataformas de Web é imediato via protocolo TCP. Nas plataformas de celular, depende do tipo de conexão (permanente ou discada) e no sistema de TV Digital, obriga o usuário ter acesso a um canal de interatividade. A **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**3 ilustra o funcionamento básico do módulo.

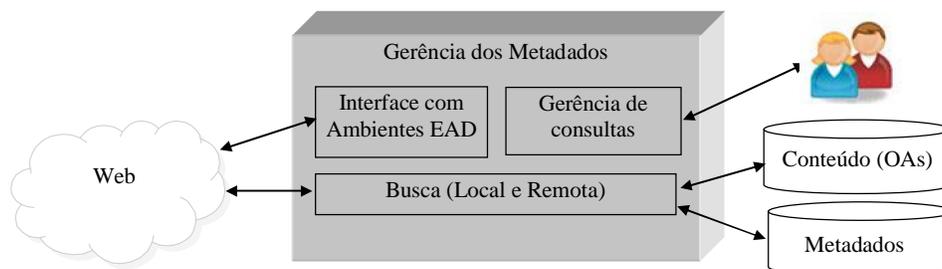


Figura 3. Módulo Gerência de Metadados

O bloco *Gerência de Consultas* recebe as necessidades do usuário, interagindo com os outros módulos para obter a resposta desejada, encaminhando-a ao usuário. Excepcionalmente, um canal unidirecional pode transmitir a resposta. O bloco *Busca (Local e Remota)* é a interface para buscas na Web. Inicialmente, pesquisa o objeto desejado na área de conteúdo local, e posteriormente, se necessário, efetua a busca na Web. A *Interface com ambientes de EAD* permite contribuições dos usuários em ambientes de aprendizagem colaborativa. Por exemplo, um grupo de alunos assistindo a uma palestra sobre Qualidade de Vida e querendo saber informações dos fatores de risco relacionados a doenças cardiovasculares e à inatividade física, bem como dicas de alimentação e exercícios para promoção da saúde. Para conseguir isso, o bloco *Gerência de Consultas* acessa o bloco *Busca*. Este, por sua vez, efetua a busca local e, se necessário, remota, identificando a informação desejada e respondendo para o bloco *Gerência de Consultas*. Outro exemplo é num curso remoto, onde o usuário recebe a parte básica do curso com vídeos, desafios, e assim por diante. Entretanto, para contribuir no curso, num fórum de discussão, por exemplo, o mesmo acessa o bloco *Gerência de Consultas*, postando sua contribuição. Esse bloco interage com o de

Interface com Ambientes EAD, que efetiva a contribuição no sistema do ambiente de aprendizagem.

3.3. Módulo Consumo

O módulo “Consumo de Conteúdo e Metadados” está diretamente relacionado com o usuário e visa fornecer os mecanismos para a utilização final dos metadados recebidos. A **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**4 apresenta os blocos principais.

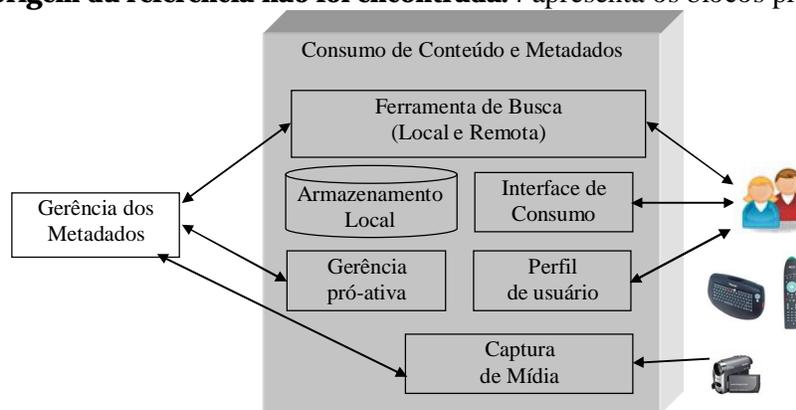


Figura 4. Módulo Consumo

O bloco *Interface de Consumo* oferece ao usuário os meios para navegação de metadados ou pesquisas por busca. Por exemplo, mostra um menu com as possibilidades adicionais do programa, como jogos, contribuições (por exemplo, chat), mail, dicas, textos e áudios adicionais, e assim por diante. Se o usuário quiser buscar algum conteúdo específico que não seja previsto pelo desenvolvedor do sistema, como tratamento para uma doença específica, ele deve usar o bloco *Ferramenta de Busca (Local e Remota)*.

Primeiramente, a ferramenta de busca verifica se a informação está presente nos metadados locais e, caso negativo, contata com o módulo “Gerência”, que efetua a busca globalmente. O bloco de *Gerência pró-ativa* procura informações específicas para os usuários, com base no seu perfil e no seu histórico de acessos. Esse bloco pode, por exemplo, armazenar automaticamente todos os eventos de atividades para promoção da saúde, educação pelo movimento, aprendizagem pelo lúdico e outros eventos relacionados à educação e à saúde, pois inferiu que o usuário gosta desse tipo de programa. Na próxima vez que o mesmo acessar o sistema, será oferecido o consumo dessas mídias. Evidentemente que para esse módulo funcionar, o usuário necessitará de armazenamento local de tamanho considerável. O bloco *Perfil de usuário* abre um menu perguntando ao usuário informações de perfil, como nome, idade, preferências de mídia, e assim por diante. Trabalha em conjunto com o bloco de *Gerência pró-ativa*. O bloco *Captura de Mídia* permite ao usuário efetuar contribuições ao sistema. Sua API consiste de primitivas para codificação de áudio e vídeo, bem como entrada de texto. Após contribuições do usuário, esse bloco envia sua contribuição para o Módulo “Gerência”, que publica a contribuição na ferramenta de EAD associada.

4. Implementação

A implementação da arquitetura, apresentada na Figura 1, teve seu foco nos módulos de “Armazenamento”, “Transmissão” e “Consumo”, buscando chegar a um conjunto de

tecnologias interoperáveis sem ferir os padrões existentes. Futuramente, será efetuada a implementação dos módulos “Geração” e “Gerência”.

O módulo de armazenamento contém o conteúdo do curso em geral, incluindo os metadados e os mecanismos de adaptação entre cada plataforma, de forma a minimizar as conversões devido às diferenças de visualização inerentes a cada dispositivo. Analisou-se as necessidades de adaptação em termos de cores de interface, texto, imagens, vídeo e áudio. Para atender aos itens acima, a implementação efetuada optou por uma combinação de XHTML combinado com CSS (*Cascading Style Sheets*) juntamente com um *framework* próprio desenvolvido para o sistema, denominado “interop”, baseado em *taglibs* com apoio de JSF (*Java Server Pages*). Detalhes da implementação podem ser obtidos em Bordignon (2009).

Através do *framework* desenvolvido, o objeto de aprendizagem é gerado uma única vez, contemplando não só as adaptações automáticas para tamanho de fonte e cor de cada plataforma, mas também para características específicas, podendo-se escolher, mostrar ou não um conteúdo em uma delas. Além disso, pode-se escolher adaptação de resolução de vídeos e taxa de áudio, entre outros.

Na arquitetura proposta, um servidor de aplicação fornece o conteúdo adequado de acordo com a plataforma que o solicitou. Se um dispositivo móvel pedir o mesmo conteúdo, será enviado o conteúdo juntamente com um arquivo CSS relativo ao estilo de telefones móveis, e da mesma forma para Web e televisão, já adaptados à plataforma, devido ao processamento do *framework* Interop no servidor JSP. Para identificar corretamente o tipo de cliente (uma vez que a URL acessada é a mesma para as três plataformas), a aplicação do servidor analisa alguns parâmetros do cabeçalho da requisição http (FIELDING, 2009). Dentre esses, o mais importante é o *user-agent*, que fornece detalhes da plataforma, sistema operacional e browser utilizado, permitindo distinguir o tipo de cliente e realizar as adaptações necessárias através do *framework*.

No módulo de consumo, foi implementado o bloco da interface com o usuário para as três plataformas. As interfaces foram validadas através do desenvolvimento de um objeto de aprendizagem simples e um mais complexo, conforme descrito na subseção a seguir.

4.1. Resultados e Validação

Na implementação foram utilizados formato XHTML para conteúdo de texto, arquivos de estilo CSS para adaptar a exibição e JPEG para as imagens. Os arquivos de conteúdo permaneceram os mesmos nas três plataformas, validando a questão de utilização de conteúdo único. A única adaptação necessária foi na TV Digital, onde foi necessário um arquivo NCL apontando para o XHTML, de acordo com o padrão do Sistema Brasileiro de TV Digital.

O primeiro objeto de aprendizagem foi validado através de uma adaptação de um já existente chamado “Outras Infâncias” (NUTED, 2009), escolhido devido à sua simplicidade e por ser pedagogicamente validado. O ambiente de validação utilizado para TV Digital consistiu de um set-top box Proview e do Ginga Virtual Set-top Box versão

0.9.28¹ (executado em PC e exibindo a saída em televisor). Para telefones móveis foi utilizado o navegador do Motorola v196 e para Web o Mozilla Firefox². No lado servidor, as páginas foram geradas por um servidor Web com tecnologia JSP³.

A Figura 5 apresenta o resultado da implementação nas três plataformas, após as adaptações necessárias ao objeto. Pode-se observar, através das 3 imagens apresentadas, que o conteúdo é o mesmo, apresentando algumas modificações de exibição. Na Web (imagem esquerda), como existe espaço disponível no monitor, o menu pode ficar sempre visível. Na TV Digital (imagem central) e no celular (imagem da direita), o menu é acessado separadamente por questões de interface. O módulo “Consumo de Conteúdo e Metadados” está diretamente relacionado com o usuário e visa fornecer os mecanismos para a utilização final dos metadados recebidos.

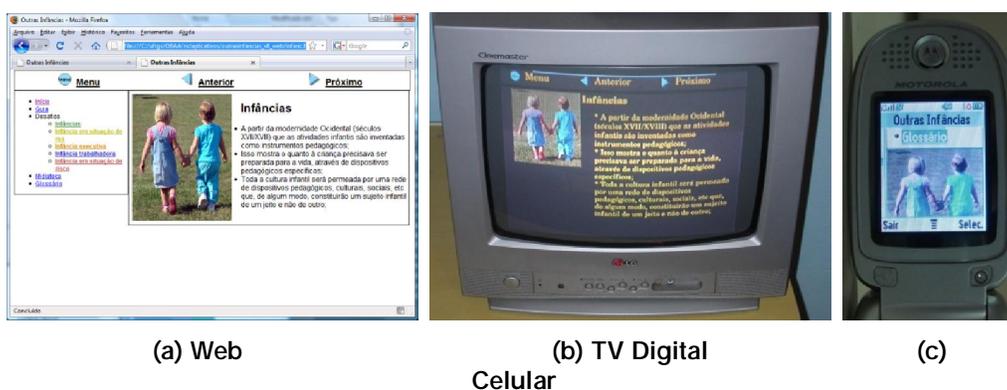


Figura 5. Objeto “Outras Infâncias” na Web, TV Digital e móveis.

Com o sucesso do primeiro desenvolvimento, partiu-se para uma validação mais complexa, envolvendo diversos metadados aplicados em uma campanha educacional contra a Dengue, que envolve um programa principal, composto por áudio e vídeo explicativo sobre características do mosquito transmissor, seu ciclo biológico, processo de contágio da doença e legendas (em português e inglês). Além disso, possui dicas para prevenir a doença, composto de uma cartilha com textos e fotos, jogos educativos e um questionário para testar o conhecimento. Definiu-se um “story board”, relacionando todos os objetos de aprendizagem com o programa principal, e respeitando também a sincronização de mídia, a navegação e a apresentação dos metadados. Outros objetos de aprendizagem foram definidos de forma diferente, respeitando-se as peculiaridades de aplicação em cada plataforma. Por exemplo, o jogo associado apresenta resoluções de imagem diferente para TV digital e celular, em virtude do tamanho da tela. O vídeo é codificado em resolução de 720x480 pixels para a TV e computador, e 128x160 para o dispositivo móvel em questão. Nos dispositivos móveis, como não há suporte de vídeos exibidos diretamente no browser, uma imagem e um texto são exibidos como links para permitir acesso ao vídeo. Além disso, disponibilizou-se botões para acesso aos demais recursos. Na TV Digital, um documento NCL controla os eventos e também gerencia a

¹Disponível para *download* gratuito na comunidade Ginga, em http://www.softwarepublico.gov.br/ver-comunidade?community_id=1101545

² <http://br.mozdev.org/>

³ <http://java.sun.com/products/jsp/>

apresentação dos vídeos e páginas XHTML. Também foi desenvolvido um programa denominado TVA-Generator (2009), desenvolvido sobre a API do TV-Anytime.

Uma pequena amostra da implementação da campanha é vista na Figura 6, tanto para a TV Digital como para o celular, demonstrando as possibilidades de interatividade local. Conforme ilustrado, o usuário pode obter as seguintes informações adicionais:

- a) **“Jogos”**: possibilita ao usuário acesso a atividades relacionadas ao conteúdo apresentado (inclui caça-palavras, labirinto e algumas questões de múltipla escolha);
- b) **“Imagens”**: fotos e textos que apresentam informações úteis para se livrar do mosquito;
- c) **“Sobre”**: fornece mais informações sobre o conteúdo apresentado, utilizando os metadados apresentados na Figura 9, exibindo dados como Título, Resumo, Palavras-chave e Autores;
- d) **“Dicas”**: dá dicas sobre os segmentos de vídeo associadas às palavras-chave, possibilitando acesso direto aos segmentos.



(a) TV Digital



(b) Celular

Figura 6. Telas de interface da campanha contra Dengue

5. Considerações Finais

Este artigo apresentou uma proposta de arquitetura que visa integrar um único conteúdo de maneira interoperável entre a web, TV digital e telefones móveis. A base dessa arquitetura é formada pelos metadados, que agregam informações adicionais ao conteúdo transmitido e permitem uma gama bastante grande de opções de busca e recuperação. Os principais aspectos abordados foram: geração manual e automática de metadados; armazenamento dos conteúdos de forma otimizada, visando sua reutilização para cada plataforma; questões de transmissão para cada plataforma e metodologia de adaptação; adaptação de interfaces para o consumo da informação; gerência e interatividade do sistema.

Vários blocos da arquitetura proposta foram implementados visando sua prova de conceito, e apresentaram-se duas aplicações funcionais e rodando num *set-top box* Proview, num Ginga-NCL Virtual Set-top Box e num celular Motorola. O primeiro objeto implementado foi simples, e visualizou-se a interface final nas três plataformas. A segunda implementação, mais complexa, foi de uma campanha educacional contra a Dengue. A visualização final também foi obtida nas três plataformas, comprovando-se a possibilidade de uma implementação realmente interoperável.

Com o núcleo da arquitetura funcional, conforme demonstrado no artigo, espera-se continuar a implementação de seus outros módulos, integrando a inteligência do uso dos metadados e agregando o uso de ontologias.

Agrega-se ao conhecimento científico a possibilidade de se elaborar um único objeto de aprendizagem, e o mesmo ser utilizado em Web, TV Digital e dispositivos móveis, adaptando-se de forma automática, conforme demonstrado neste artigo. Além disso, em estudos futuros, buscar-se-á incrementar a interface gráfica do material, tornando-o esteticamente mais agradável de ser visualizado em cada plataforma.

Referências

- BORDIGNON, Alexandro; et al. Mechanisms for interoperable content production among Web, Digital TV and Mobiles. In Proceedings of WCCE 2009: IX IFIP WORLD CONFERENCE ON COMPUTERS IN EDUCATION. July, 2009. Bento Gonçalves, Brazil.
- DALLACOSTA, A; DUTRA, R.L.S.; TAROUCO, L.M.R. A Utilização da Indexação de Vídeos com MPEG-7 e sua Aplicação na Educação. RENOTE : Revista Novas Tecnologias na Educação. V. 2 N° 1, Março, 2004.
- DURAND, G.; KAZAI, G.; LALMAS, M. A metadata model supporting scalable interactive TV services. *In: Proceedings of the 11th International Multimedia Modeling Conference (MMM 2005)*.
- FIELDING, R. et al. Hypertext Transfer Protocol - HTTP/1.1. 1999. Disponível em: <http://www.ietf.org/rfc/rfc2616.txt>. Acesso em junho de 2009.
- H222. ITU-T. Recommendation H.222 – Generic Coding of Moving Pictures and Associated Audio Information: System. Genebra. 1996.
- IEEE 1484.12.1. IEEE Standard for Learning Object Metadata. IEEE, 2002.
- ISO. Information technology - Multimedia framework (MPEG-21). Disponível em: http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=40611. Acesso em julho de 2009.
- MPEG-7 Overview (ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N6828). Disponível em: <http://www.chiariglione.org/mpeg/standards/mpeg-7/mpeg-7.htm>. Acesso em julho de 2009.
- NUTED. Outras Infâncias. 2007. Disponível em <http://homer.nuted.edu.ufrgs.br/ei2007/infancias/index.html>. Acesso em julho de 2009.
- SHIN, H.; LEE, M.; SON, S. Fragment Indexing of XML-Based Metadata for Digital TV Contents. *Advances in Artificial Reality and Tele-Existence*. Springer Berlin/Heidelberg. Volume 4282/2006.
- TSINARAKI, C.; POLYDOROS, P.; CHRISTOUDOULAKIS, S. Integration of OWL ontologies in MPEG-7 and TV-Anytime compliant Semantic Indexing. *Lecture Notes in Computer Science*, Springer, 2004.
- TVAnytime. Disponível em: <http://www.tv-anytime.org>. Acesso em julho de 2009.
- TVA-Generator. Disponível em: <http://www.inf.ufrgs.br/~favarella/tva-generator/>. Acesso em julho de 2009.