

Arquitetura e serviços para EaD no SBTVD com escalabilidade

Mendes, Carlos Otávio Schocair; Leão, Jorge Lopes de Souza; Pedroza, Aloysio de Castro Pinto

Veröffentlichungsversion / Published Version

Zeitschriftenartikel / journal article

Empfohlene Zitierung / Suggested Citation:

Mendes, C. O. S., Leão, J. L. d. S., & Pedroza, A. d. C. P. (2011). Arquitetura e serviços para EaD no SBTVD com escalabilidade. *ETD - Educação Temática Digital*, 12(esp.), 174-197. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-243718>

Nutzungsbedingungen:

Dieser Text wird unter einer Free Digital Peer Publishing Licence zur Verfügung gestellt. Nähere Auskünfte zu den DiPP-Lizenzen finden Sie hier: <http://www.dipp.nrw.de/lizenzen/dppl/service/dppl/>

Terms of use:

This document is made available under a Free Digital Peer Publishing Licence. For more information see: <http://www.dipp.nrw.de/lizenzen/dppl/service/dppl/>

Arquitetura e serviços para EaD no SBTVD com escalabilidade

Carlos Otávio Schocair Mendes¹
Jorge Lopes de Souza Leão²
Aloysio de Castro Pinto Pedroza³

RESUMO

A TV está presente em 95,7% dos lares brasileiros, mostrando ser um importante instrumento de comunicação de massa, diante da proposta do governo brasileiro de promover a inclusão social por meio de cursos, usando a TV Digital interativa. Por outro lado, um número excessivo de usuários poderia comprometer o funcionamento do sistema, tornando o problema não escalável. Durante o desenvolvimento deste trabalho, foram discutidas as formas de viabilizar o Ensino a Distância, utilizando como tecnologia o Sistema Brasileiro de TV Digital. Neste artigo, como contribuição, são apresentados uma arquitetura e serviços escaláveis.

PALAVRAS-CHAVE

EaD; SBTVD; Escalabilidade; SGA distribuído; Objeto de aprendizagem

¹ Docente do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET-RJ) – Coordenação de Informática, Campus Maracanã. Pesquisador do Laboratório de Novas Tecnologias Aplicadas à Educação (Lantec) – Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). E-mail: schocair@gmail.com – Brasil.

² Docente da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia (COPPE). Programa de Engenharia Elétrica (PEE). Grupo de Teleinformática e Automação (GTA). E-mail: jorge.leao@ufrj.br – Brasil.

³ Docente da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia (COPPE) Programa de Engenharia Elétrica (PEE) Grupo de Teleinformática e Automação (GTA). E-mail: alloysio@gta.ufrj.br – Brasil.

Architecture and services
for scalable distance learning
based on the SBTVD

ABSTRACT

Television is present in 95, 7% of Brazilian households, proving to be an important instrument of mass communication, given the Brazilian government project to promote social inclusion through courses using interactive Digital TV. Nevertheless, an excessive quantity of users could adversely affect the operation of the system, making it a non scalable problem. During the development of this work, it was discussed how to make distance learning easier, using as the core technology the Brazilian Digital TV System. The technologies involved were studied in this research and, as a contribution, a scalable architecture and service model was presented.

KEYWORDS

Distance learning; Brazilian Digital TV System; Scalable; Distribution LMS; Learning object

INTRODUÇÃO

A TV, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas – IBGE (2010), estava presente em 95,7% dos lares brasileiros, com potencial para servir como instrumento de comunicação de massa para promoção do Ensino a Distância (EaD).

Este artigo mostra a aplicação EaD na TV Digital com interatividade, apresentando soluções tanto para o problema da escalabilidade⁴, sob o ponto de vista tecnológico da arquitetura da TV Digital, como também sob a ótica dos recursos humanos necessários para o bom andamento de um curso nessa modalidade.

Com o Sistema Brasileiro de TV Digital (SBTVD), o governo federal espera atender o maior número de lares, tornando-o um meio de comunicação importante na promoção da inclusão social por meio de cursos a distância.

A proposta do governo consiste em promover também o acesso à Internet através da TV. Com isso, torna-se necessária a implantação do canal de interatividade ou retorno.

Dentro dessa perspectiva, foram desenvolvidos uma arquitetura e serviços que levem em consideração a escalabilidade do sistema, ou seja, a possibilidade de levar o ensino à distância, estendendo-se aos aspectos tecnológicos e de recursos humanos, de tal sorte que se evite o colapso, e considerando a TV como instrumento de massa, tendo em conta seu alcance e o número possível de participantes em cursos EaD.

Diante dessa perspectiva, o EaD na TV Digital surge como uma alternativa importante, sobretudo para as camadas sociais mais pobres, com a possibilidade de criação de cursos de capacitação, os quais o aluno poderia acompanhar e com eles interagir, através da própria TV, por meio de emissor de conteúdo ou de um tutor *on-line* para tirar dúvidas, além de resolver exercícios interativos durante e depois da aula.

⁴ Entenda como escalabilidade a possibilidade de oferecimento de serviços com qualidade, sem comprometimento tecnológico (*hardware* e *software*), e de recursos humanos até o seu limite máximo.

Para a realização do curso, é necessário suporte tecnológico, por parte das geradoras de TV e das instituições de ensino, capaz de fazê-lo chegar até o aluno.

Serão apresentados, neste artigo, uma arquitetura e serviço escaláveis que permitam a inclusão do maior número de alunos nos cursos na modalidade EaD, usando a TV Digital.

O SISTEMA BRASILEIRO DE TV DIGITAL (SBTVD)

O Sistema Brasileiro de TV Digital (SBTVD) utiliza o meio de radiodifusão terrestre⁵ para propagação do sinal da TVD. Por isso, em diversos artigos e textos técnicos, é encontrada a sigla SBTVD-T, incluída a letra “T”. A TVD pode ser dividida em blocos, conforme a Figura 1.

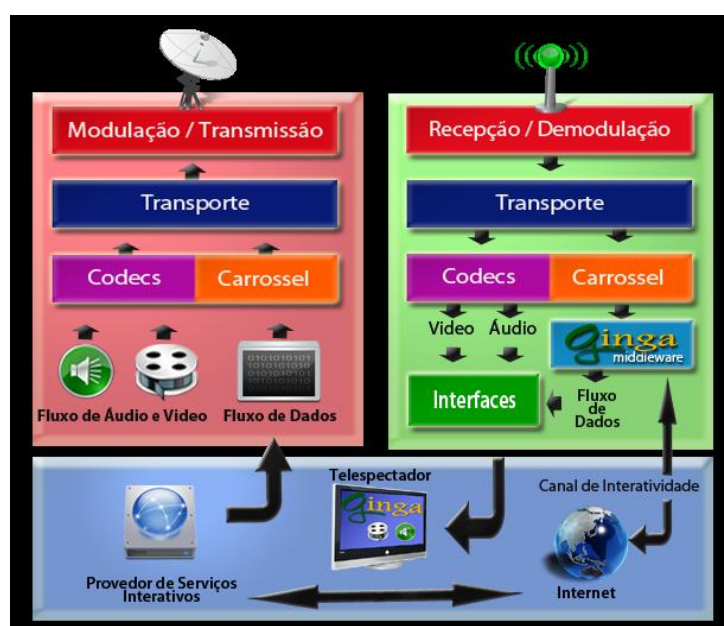


FIGURA 1 – Diagrama de Blocos da TV Digital Terrestre⁶

⁵Existem discussões em torno da ideia de adotar o padrão SBTVD para outros meios, como, por exemplo, a IPTV. Ainda é possível estender esse sistema para cabo e satélite.

⁶ FONTE – elaborada pelos autores. As demais figuras que aparecem neste trabalho também.

A definição do funcionamento de cada bloco é válida para qualquer sistema de TV Digital terrestre descrito a seguir:

- codificador/decodificador (CODECs) de áudio e vídeo - o codificador corresponde à codificação e à compactação dos fluxos elementares de áudio e vídeo, no lado do transmissor, e o decodificador produz o caminho inverso no lado receptor. Cada padrão de TVD determina o algoritmo do CODEC a ser usado;
- *datacasting* - também chamado de fluxo de dados, corresponde às aplicações que são transmitidas e permitem a interatividade;
- multiplexação/demultiplexação de Transporte - permite que os fluxos elementares (áudio, vídeo e *datacasting*), agrupados por serviço ou programa⁷, sejam unificados em único fluxo de transporte e encaminhados ao transmissor. No lado do receptor, são recebidos pelo demodulador e demultiplexados, ou seja, o fluxo de transporte é novamente dividido nos seus fluxos elementares (áudio, vídeo e *datacasting*);
- modulador/demodulador e transmissor/receptor - na modulação, prepara o sinal multiplexado de acordo com a frequência base ou portadora (canal) da emissora de TV. No transmissor, o sinal modulado da TV Digital é amplificado e enviado por radiodifusão;
- receptor/demodulador - no lado do receptor, o sinal digital é captado pela antena e sintonizado de acordo com seleção da frequência (canal) escolhida pelo telespectador. No demodulador, retira-se a frequência da portadora da informação, e o sinal, contendo somente a informação, passa ao demultiplexador;
- interfaces - representam as saídas para a Televisão. Recebem os sinais provenientes do decodificador de áudio e do decodificador de vídeo. Outras interfaces possíveis são: a controladora USB, que permite a inclusão de dispositivos periféricos externos, como teclado e *mouse*, e também atua como porta de entrada para atualização de

⁷ Serviço ou programa corresponde a um canal virtual que pode ser entendido como um subcanal com programação diferente para o caso de multiprogramação ou um mesmo canal, mas com várias cenas transmitidas simultaneamente.

software; o canal de interatividade, que é conectado através da interface *ethernet*, que se interliga ao módulo do *middleware*;

- *carrossel* - método usado para envio das aplicações no lado do transmissor e para recebimento das aplicações no lado do receptor. Neste método, a aplicação é enviada/recebida de forma cíclica, de tal sorte que o telespectador, ao sintonizar o canal de TV naquele momento, receberá a aplicação e, caso ocorra alguma atualização, o usuário que já estava sintonizado receberá o seu complemento. No lado do receptor, será entregue ao *middleware* para que seja interpretada;

- *middleware* - camada de *software* instalado no STB ou na TV, quando incorporada às funções do STB, permitindo a execução das aplicações interativas na TV Digital. Nesta camada, a aplicação recebida pelo *carrossel* será interpretada, abstraindo o *software* e o *hardware* específico da máquina, atuando diretamente no sistema operacional;

- canal de interatividade - este canal, também denominado de canal de retorno, permite interagir com o emissor de conteúdo e com outros telespectadores que estejam conectados na rede do canal de interatividade. No EaD, por exemplo, é fundamental o canal de interatividade para que o aluno participe do curso e possa interagir ativamente com o professor ou o tutor, consultar avaliações, realizar pesquisas. No Brasil, a internet está sendo utilizada para prover este acesso.

O STB é um dispositivo que recebe os sinais da TV Digital e converte-os para que possam ser utilizados pela TV analógica. Muitos aparelhos de TV no mercado não possuem esses módulos, necessitando também do STB.

Este equipamento traz consigo os módulos: receptor, demodulador, demultiplexador, decodificador, *carrossel* e *middleware*. É um computador dedicado, ou seja, possui sistema operacional, processador, memória e dispositivos de entrada/saída. Alguns STB podem incorporar um disco rígido, permitindo a gravação de programas.

Outros equipamentos de televisão com tela de LCD ou plasma possuem esses módulos incorporados; portanto, não necessitam do STB.

O SBTVD é derivado do padrão japonês. A maior contribuição brasileira está na mudança no desenvolvimento do *middleware* GINGA, que é subdividido em duas partes: a declarativa GINGA-NCL, representada pelas linguagens NCL e Lua, e a imperativa (ou procedural) GINGA-J, representada pela linguagem JAVA (SOARES; BARBOSA, 2009; IERUSALIMSCHY, 2006; MONTEZ; BECKER, 2005).

O SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE APRENDIZADO DISTRIBUÍDO – SIGAD

Considerando a TV como um instrumento de massa, é razoável supor que um curso com expressão nacional⁸ ou regional⁹, dependendo do público alvo, tenha muitos alunos inscritos e participantes.

Levando em conta ainda essa afirmativa, há de se pensar numa solução tecnológica, com utilização da TV Digital, que atenda às expectativas de muitos usuários com acesso simultâneo para pesquisar o objeto de aprendizagem (OA) ou o *Learning Management System* (LMS)¹⁰, ou ainda para realizar atividades ou consultar notas. Sem os devidos cuidados, uma arquitetura cliente servidor sem distribuição não seria aceitável, dada a quantidade de acessos ao sistema.

Com isso, a contribuição do Sistema de Gerenciamento de Serviços de Aprendizado Distribuído - SiGAD - permite que cursos sejam acessados pelos alunos através do STB ou do conversor digital embutido na própria TV, como uma das soluções de escalabilidade, pois muitos alunos concorreriam ao acesso a repositórios de OA ou ao LMS.

O SiGAD é composto de um sistema multicamadas, conforme a Figura 3.1, na qual a primeira camada é representada por aplicações NCL/Lua¹¹, transmitidas pela emissora de TV durante uma teleaula, ou mesmo ao longo de sua programação, de forma assíncrona em

⁸ Curso oferecido em toda a extensão territorial do País, em cadeia televisiva nacional.

⁹ Curso oferecido abrangendo apenas uma determinada região do País, em sintonia com a área de concessão do canal de TV da localidade.

¹⁰ Neste artigo será utilizado o termo inglês, embora possa ser traduzido como Sistema de Gerenciamento de Aprendizado (SGA).

¹¹ O Sistema Brasileiro de TV Digital (SBTVD) utiliza as linguagens de programação *Nested Context Language* (NCL) e Lua.

relação seu conteúdo televisivo. A segunda camada é composta de servidor *proxy*¹², que controla o encaminhamento aos vários *web services* (WS) distribuídos, existentes de acordo com a demanda, fornecendo suporte segundo o número de telespectadores conectados. A terceira e última camada permite o acesso ao Repositório Distribuído de OA ou ao LMS Distribuído.

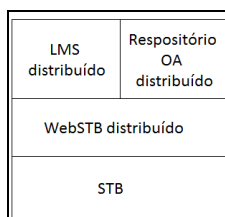


FIGURA 2 – Representação Multicamada SiGAD

A Figura 2 mostra todo o sistema e a forma de ligação dos componentes. O ponto principal é o telespectador, que acessa todo o sistema de forma transparente¹³ através do WS, aqui denominado WebSTB distribuído.

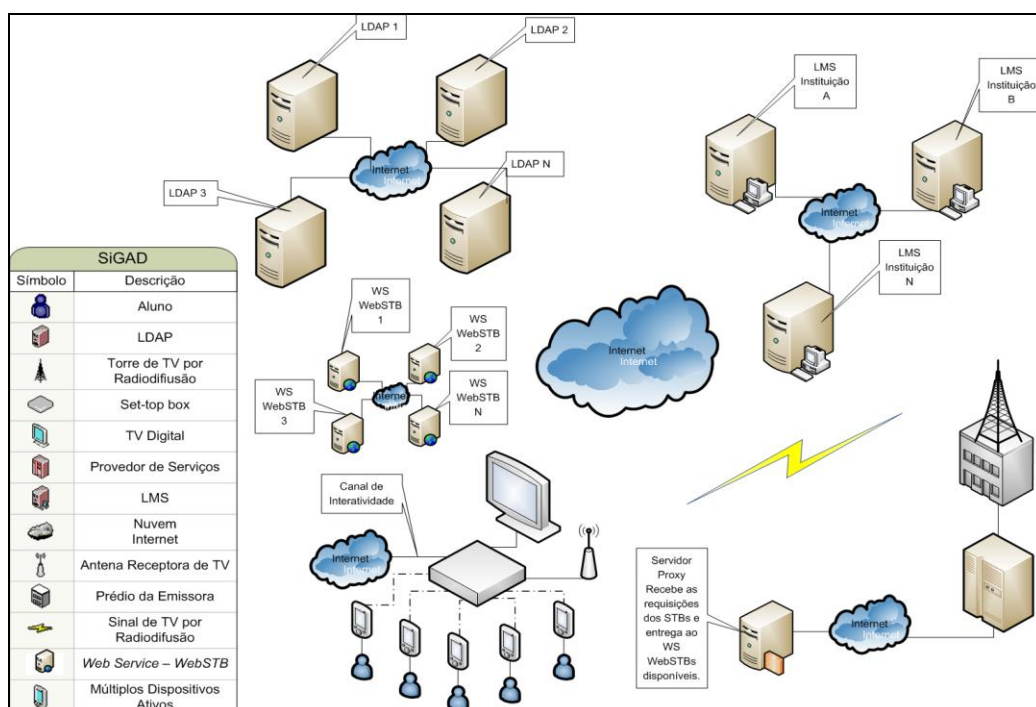


FIGURA 3 – Arquitetura do SiGAD

¹² A função desse servidor é procurar o WebSTB que estiver mais disponível para o atendimento.

¹³ O usuário não percebe que o acesso é realizado de forma indireta através do WebSTB – segunda camada da arquitetura.

O WebSTB suporta consulta a curso através do LMS Distribuído e consulta aos repositórios de OA distribuído. O *proxy* deve encaminhar ao WebSTB que estiver mais disponível para atendimento ao STB.

Para acesso múltiplo ao mesmo STB, foi considerado o uso de dispositivos móveis, permitindo aos alunos consultas individuais aos cursos ou a OA.

Supondo um exercício individual, cada aluno responderia pelo seu dispositivo móvel, e este seria encaminhado via STB, alcançando o LMS Moodle do curso, por exemplo.

Nas seções posteriores será detalhado cada subsistema.

O Learning Management System distribuído

O LMS distribuído (Figura 4), contribuição desta tese como uma das soluções para o problema da escalabilidade, é composto de vários LMS descentralizados por regiões¹⁴, em que os locais geográficos com maior número de habitantes podem ser ainda subdivididos.

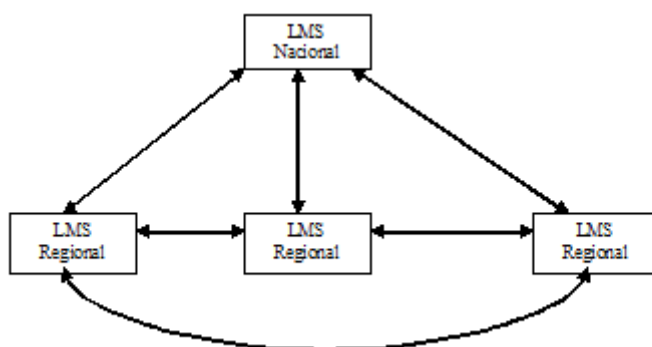


FIGURA 4 – LMS distribuído

A proposta de divisão em cursos regionais e nacionais é baseada no conceito das grades de programação de TV (Figura 5) através de filiais ou afiliadas das emissoras, de forma a manter o conteúdo regional, respeitando, assim, as diferenças culturais existentes no país.

¹⁴ No caso do Brasil, em estados e municípios.

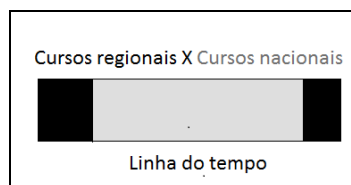


FIGURA 5 – Janela de Programação da TV

Neste modelo, é feita uma associação, na qual se veiculam os cursos regionais às grades de programação regionais (em preto) e os cursos com abrangência nacional (em cinza), à grade nacional. Dessa forma, é possível atender a necessidade de demandas por cursos locais e também por cursos de abrangência nacional.

Cada LMS é associado a uma entidade de ensino, que encaminha a informação ao provedor de serviços da emissora para transmissão de Cursos na modalidade EaD de sua região. Os LMS podem ser usados em cursos nacionais ou regionais conforme o público alvo.

Dependendo do projeto, o curso nacional pode conter partes regionais/locais, de acordo com cada região. Neste caso, os professores regionais podem contribuir ou participar ativamente na preparação da parte do curso que será exclusiva da região. Esta situação é análoga aos noticiários na TV, pois esses programas incluem uma parte regional (todo o estado) e outra local, exclusiva da área de abrangência da emissora local.

Para a construção do curso, deve ser informada a todas as sedes que administrarão os cursos a versão do OA que formará as atividades no Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA), de tal sorte que todos tenham a mesma versão, garantindo, assim, a uniformidade e a integridade desses cursos.

Outro ponto é o suporte da tutoria aos alunos, que será coordenado por professores das Sedes/Polos nas regionais, de acordo com a complexidade dos cursos e com o número de alunos inscritos. Os alunos são matriculados por região de abrangência da emissora de TV e de Sede/Polos associados como parte da solução do problema da escalabilidade.

Considerando-se que a TV é instrumento de massa e pode oferecer cursos de grande procura, seria inviável o acesso de todos os alunos ao mesmo AVA.

Ontologia OATVD e o Repositório de Objetos de Aprendizagem

A Ontologia¹⁵ de Objetos de Aprendizagem para TV Digital (OATVD), proposta neste artigo, é baseada nos objetos LOM¹⁶. Foi construída segundo a disponibilidade atual de recursos do SBTVD.

Para a construção das classes e dos atributos do OA, foi usado o *software* Protégé, gerando o arquivo no padrão OWL¹⁷, contendo todas as informações do OATVD.

O Diagrama de Classes do OA, baseado no arquivo OWL, contém informações das classes áudio, imagem, *software*, texto, vídeo, com seus atributos específicos e que herdam atributos da classe Objeto de Aprendizagem, conforme a Figura 6.

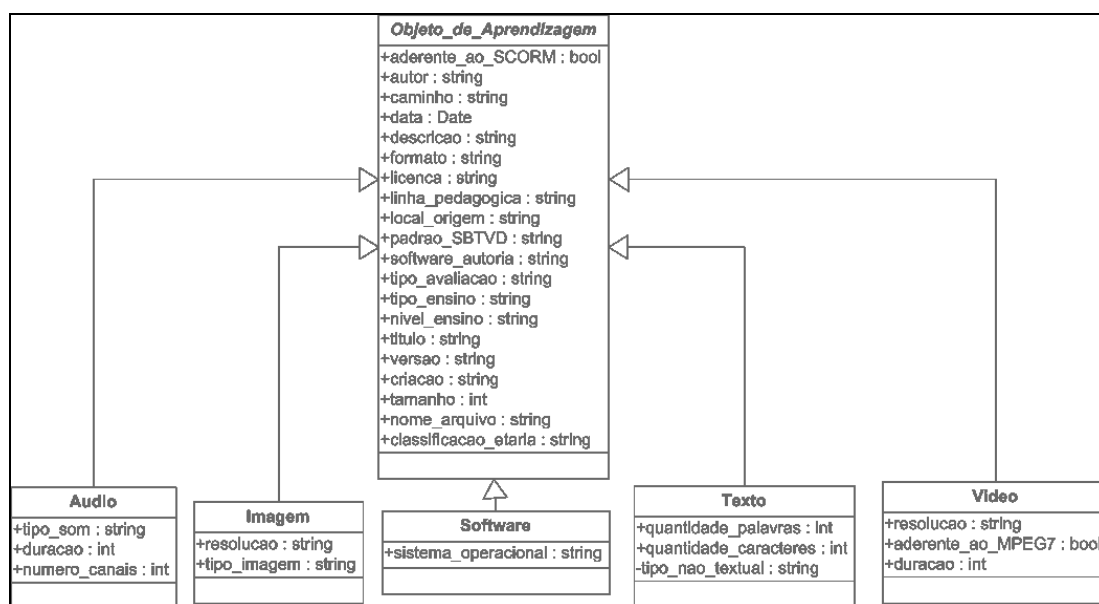


FIGURA 6 – Diagrama de classes OATVD

¹⁵ A ontologia representa a especificação formal e explícita dentro de um domínio do conhecimento. Neste artigo, representa o domínio dos objetos de aprendizagem para TV Digital.

¹⁶ Tipo de formato usado para classificar os objetos de aprendizagem.

¹⁷ Linguagem para construção de ontologias.

É possível customizar outros atributos da Ontologia, de acordo com o projetista do Repositório de OA.

Este repositório foi armazenado no *Lightweight Directory Access Protocol* (LDAP)¹⁸, ferramenta de diretórios onde foi desenvolvido um esquema para as referências dos OA, baseado na ontologia OATVD desenvolvida na pesquisa, como contribuição.

No que diz respeito à consulta do usuário/telespectador aos Objetos de Aprendizagem, parte da arquitetura foi implementada no *software* OpenLDAP (2010), utilizando o STB Virtual da PUC. Para tanto, foram desenvolvidos o código NCL/Lua no lado do Telespectador, o acesso intermediário WebSTB¹⁹ em JAVA e o repositório utilizando a ontologia apresentada.



FIGURA 7 – Tela de consulta ao Elemento de Aprendizagem, na TV Digital.

O sistema permite que sejam utilizados quaisquer filtros de consulta dentro dos atribuídos no OATVD.

¹⁸ Tipo de servidor de diretórios, muito utilizado para implementar repositórios de OA.

¹⁹ *Webservice* desenvolvido para acesso ao Repositório de OA e também para acesso ao LMS distribuído.



FIGURA 8 – Tela de resposta ao Elemento de Aprendizagem, na TV Digital.

Do mesmo modo, a tela de resposta à consulta da Figura 8 pode ser customizada de tal forma que o telespectador possa obter quaisquer respostas ao elemento pesquisado na sua tela de TV.

Trabalhos Relacionados

Alguns trabalhos na área de TVD merecem destaque e estão relacionados com o EaD e com esta pesquisa. Porém, para mencionar os trabalhos conexos existentes, a complexidade do sistema proposto recomenda sua divisão em partes, a saber: aplicação e acesso ao Repositório de OA, com a construção de Ontologia, e ao LMS.

Sobre o acesso ao Repositório de OA, em Vicari (2008) encontra-se a formação de grupo de trabalho intitulado GT-FEB - Federação de Repositórios Educa Brasil, financiado pela Rede Nacional de Pesquisas (RNP). Relatórios disponíveis na Internet mostram o andamento da pesquisa, iniciada em 2008 e propõem a utilização de repositórios de OA, formando uma federação onde o usuário poderia, numa única interface *web*, consultar quaisquer bases de OA, ou todas. Está prevista, mas não implantada e detalhada, uma interface para acesso aos repositórios através da TVD.

O primeiro estudo de um LMS adaptado para TV Digital, SAPSA, pode ser encontrado em Amaral et al. (2004) e, depois, em Monteiro et al. (2009) e Gomes e Martins (2010), encontra-se uma proposta de interface para o LMS Amadeus para TV Digital, desenvolvido em PHP.

Em Mendes e Suzuki (2009), foi apresentada uma metodologia para construção de Cursos EaD para TV Digital que podem ser armazenados no repositório distribuído do OATVD proposto neste artigo.

Com relação à arquitetura do SiGAD aqui sugerida, não foram encontradas pesquisas semelhantes sobre o uso do LMS de forma distribuída e sua metodologia de aplicação, nem sobre a interligação em um mesmo sistema envolvendo o repositório de OA e LMS distribuídos, adaptados para a TVD.

Estudos correlatos dos LMS adaptados para a TVD, nestas referências, não levaram em conta a forma de utilização distribuída, a metodologia em escala e a consequente escalabilidade, tratadas neste artigo como contribuição.

SERVIÇOS NO SIGAD

Nas subseções seguintes serão apresentadas as diversas funções dos principais atores e serviços para os cursos de abrangência nacional e regional/local²⁰.

Cursos Nacionais

Os usuários dos cursos são armazenados no LDAP distribuído, em que cada LMS utiliza, como informação de cadastro, os usuários armazenados no seu LDAP respectivo.

Existe um LDAP nacional que concentra todas as informações repassadas através de replicação e relação de confiança entre os demais LDAP regionais. Com isso, é possível

²⁰ Algumas afiliadas têm a função de transmitir a programação local, diferenciada de todo o estado (região).

identificar todos os usuários, bem como emitir informações estatísticas de cada Polo²¹/Sede²² do Curso de abrangência nacional. Os cursos nacionais, segundo menção supracitada, têm sua veiculação através de horários pertencentes à grade de programação nacional da emissora.

Durante uma teleaula, é possível transmitir aplicações interativas que permitam o acesso à consulta de notas, a realização de aulas-atividades, outros acessos ao AVA ou ao OA. Utilizando o controle remoto do STB ou da TVD com conversor embutido, cada aluno deverá acessar o AVA de sua região através de um menu interativo que aparecerá durante ou após a aula.

A descrição sumária dos serviços e das funções para o suporte aos cursos é apresentada abaixo:

- a) Administração Nacional de Tecnologia da Informação (Figura 9).

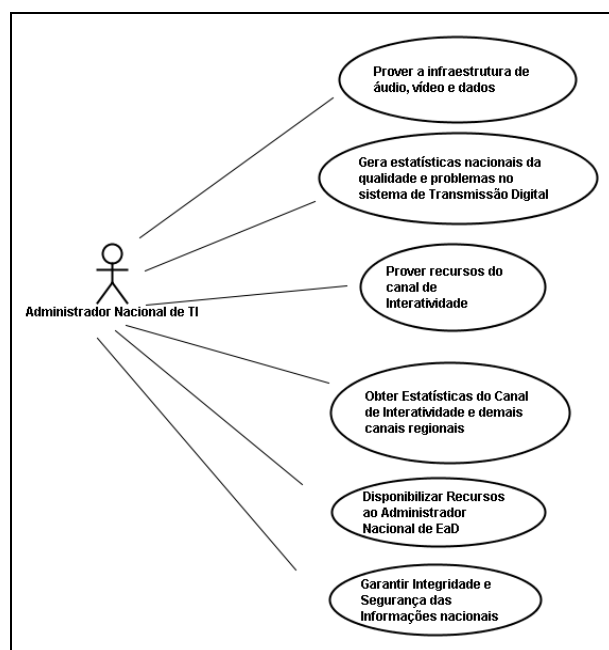


FIGURA 9 – Diagrama de Caso de Uso - Administrador Nacional de TI.

²¹ Unidade física onde os alunos mantêm contato administrativo e podem realizar atividades presenciais.

²² Representa a localidade de funcionamento da instituição; dependendo da estrutura do curso, o aluno também pode realizar suas atividades presenciais.

b) Administração Nacional do Sistema de EaD (Figura 10).

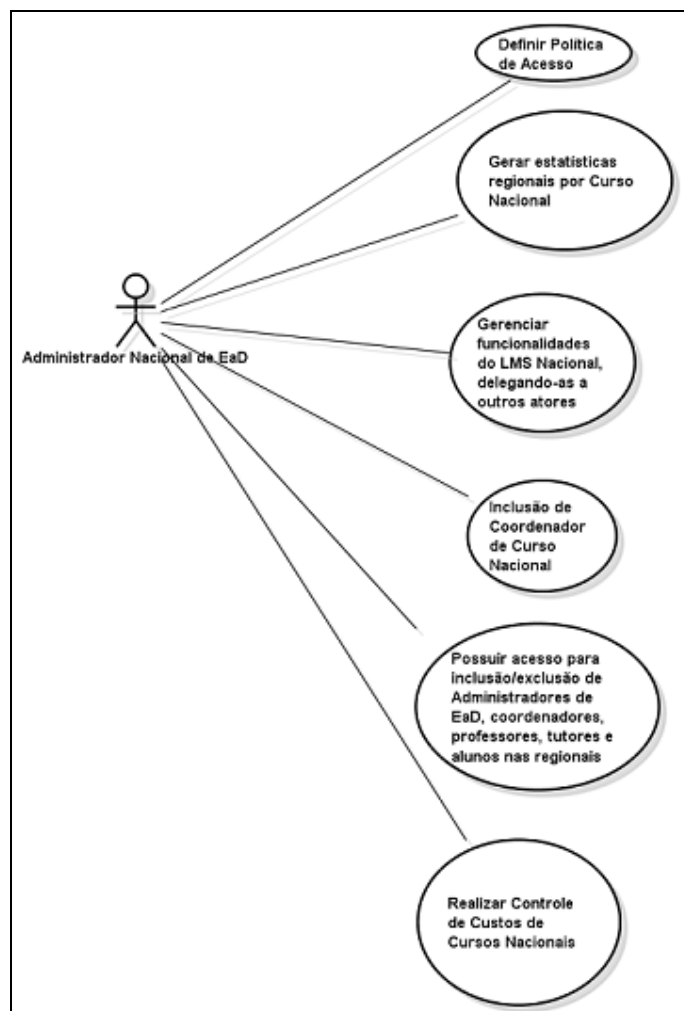


FIGURA 10 – Diagrama de Caso de Uso - Administrador Nacional de EAD

c) Coordenação Nacional do curso (Figura 11).

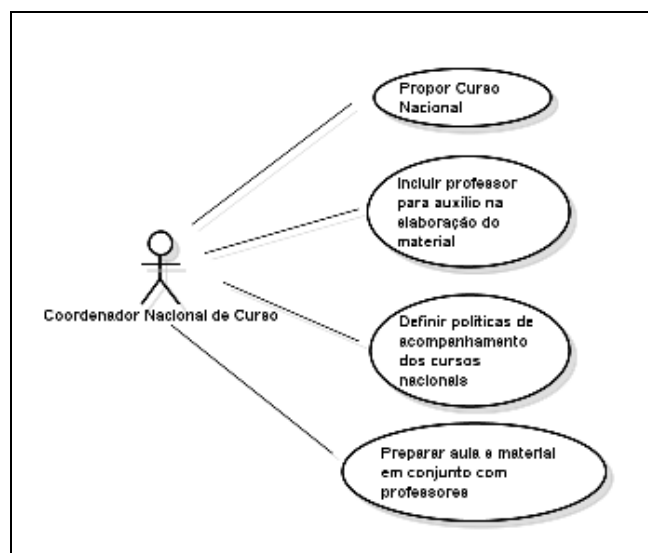


FIGURA 11 – Diagrama de Caso de Uso – Coordenador de Curso Nacional

d) Professor Nacional de Curso (Figura 12)

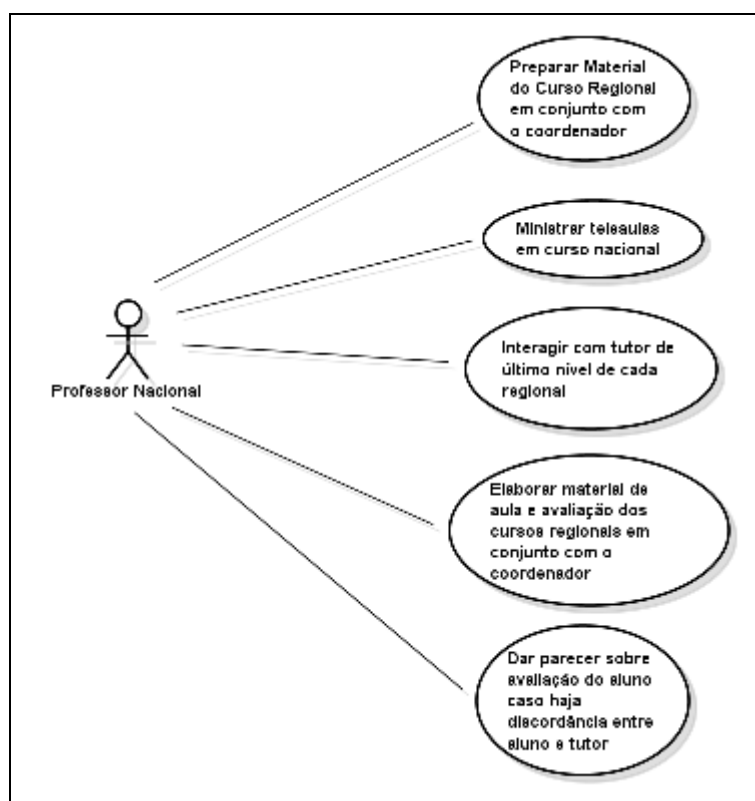


FIGURA 12 – Diagrama de Caso de Uso - Professor Nacional de Curso

Cursos Regionais

Existe a possibilidade de criar cursos totalmente elaborados pela região, conforme grade própria da localidade, de acordo com o perfil e as necessidades do aluno.

Na proposta, os cursos regionais estão associados à grade de programação regional da emissora²³.

Nos grupos de serviços regionais descentralizados, atuam:

a) Administrador Regional de TI (Figura 13)

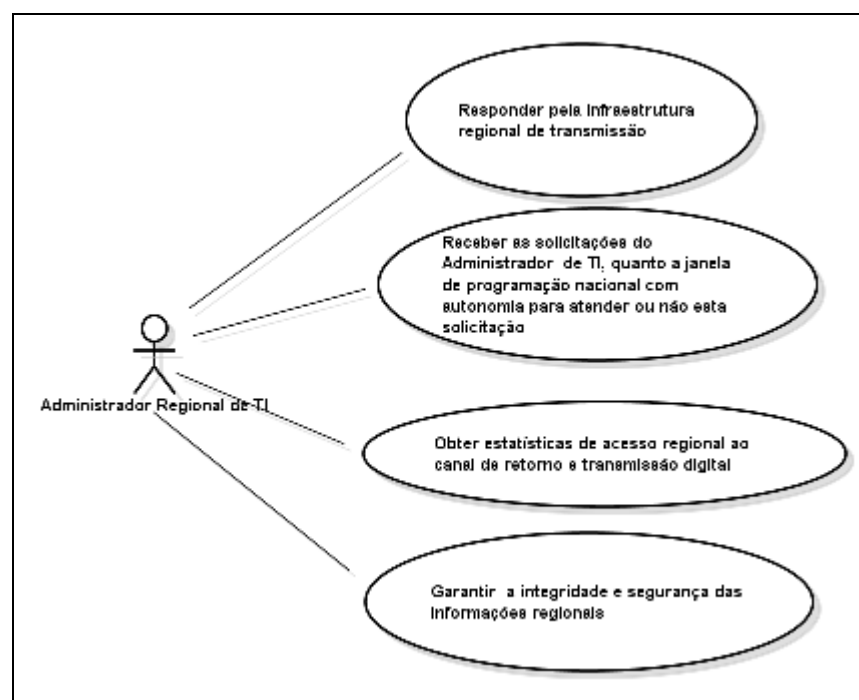


FIGURA 13 – Diagrama de Caso de Uso – Administrador Regional de TI

²³ Entendem-se como grade de programação regional os conteúdos transmitidos pela emissora de TV somente para a região de sua abrangência.

b) Administrador Regional de EaD (Figura 14)

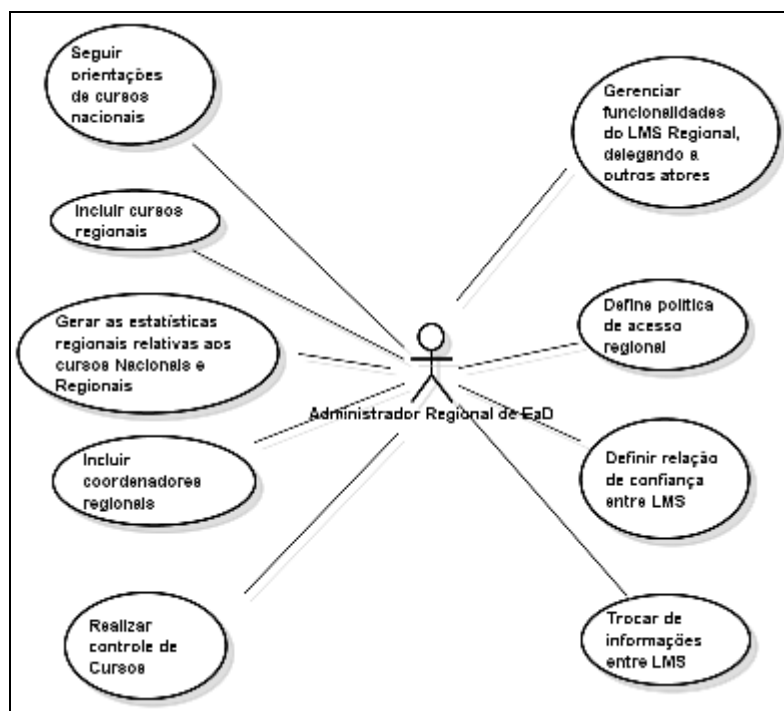


FIGURA 14 – Diagrama de Caso de Uso - Administrador Regional de EaD

c) Coordenador Regional (Figura 15)

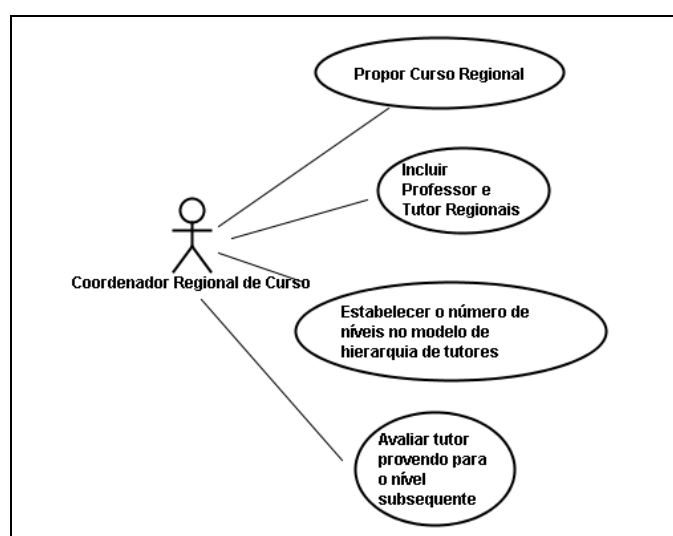


FIGURA 15 – Diagrama de Caso de Uso – Coordenador Regional

d) Professor Regional de Curso (Figura 16)

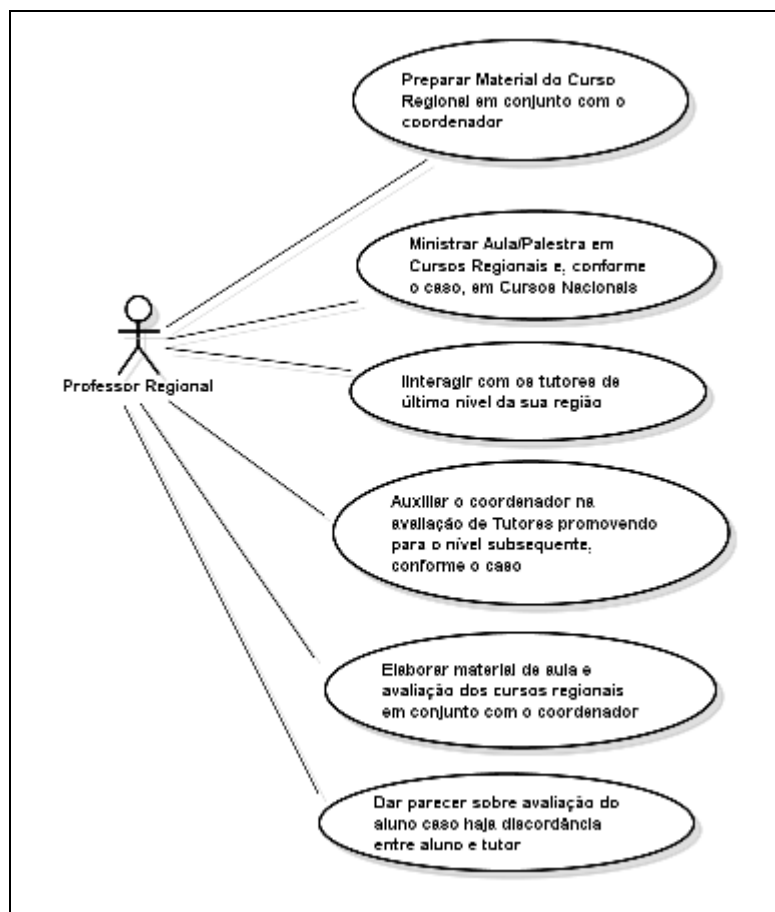


FIGURA 16 – Diagrama de Caso de Uso - Professor Regional

e) Tutoria por nível de hierarquia (Figura 17)

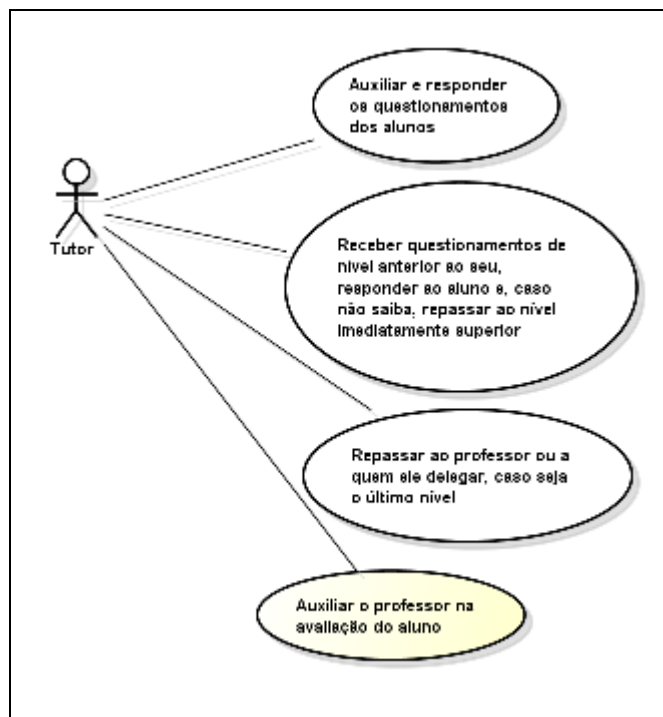


FIGURA 17 – Diagrama de Caso de Uso – Tutor

f) Aluno (Figura 18)

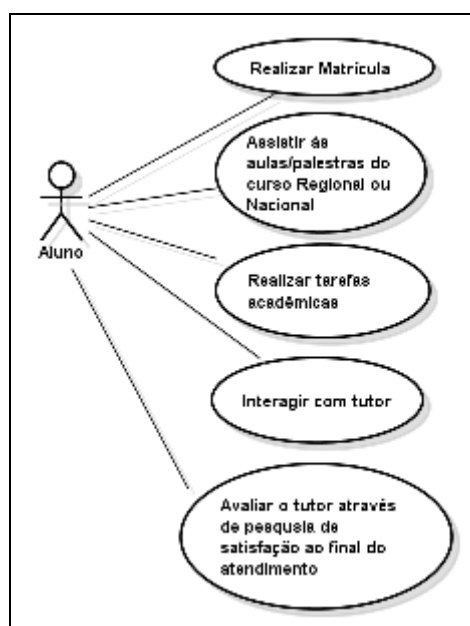


FIGURA 18 – Diagrama de Caso de Uso – Aluno

Considerações gerais sobre a proposta de serviços no SiGAD

O plantão de dúvidas deve funcionar em horário determinado, previamente agendado pelo professor durante a teleaula ou com a coordenação regional ou nacional, dependendo do curso veiculado.

Os cursos regionais são elaborados pela instituição local/regional, que poderá acessar os repositórios de OA distribuídos, para elaboração dos cursos locais.

Nos cursos nacionais, os alunos e os tutores são vinculados a cada região, orientados pelos coordenadores regionais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo propôs uma arquitetura e serviços para EaD para o Sistema de TV Digital Brasileiro, considerando as dificuldades encontradas para sua implementação com escalabilidade.

Vantagem: o uso do LMS distribuído é apresentado como uma das soluções para o problema da escalabilidade referente ao acesso a pontos distribuídos de acordo com a região onde os alunos se encontram, diminuindo o acesso concentrado em uma única instituição, otimizando, assim, os recursos tecnológicos (redes de computadores e acessos aos servidores) e os recursos humanos (acesso aos tutores, professores e coordenadores).

Desvantagem: considerando a manutenção de Curso Nacional distribuído por regiões, se não houver o devido cuidado, podem ocorrer problemas com relação à consistência da versão do curso a ser apresentado com conteúdo diferente. Outro ponto é que, caso não ocorra um controle efetivo, o mesmo aluno poderá matricular-se no mesmo curso em mais de uma instituição (regiões diferentes). Nessas duas situações, como o sistema é distribuído, mas interligado, pode ser feito um controle de versão e de alunos matriculados previamente, a fim de solucionar esses problemas.

Foram apresentadas as contribuições no desenvolvimento do SiGAD, considerando o sistema para repositório de Objetos de Aprendizagem para TV Digital de forma distribuída e o LMS distribuído, ambos com acesso através da TV Digital pelo telespectador/aluno.

Esse sistema permite a criação de cursos regionais para cursos locais/regionais ou para cursos nacionais, sendo estes ainda controlados por instituições locais, compondo, assim, um sistema escalável, pois, embora observados, neste caso, conteúdos unificados, os alunos são orientados através de instituições locais associadas à emissora regional.

REFERÊNCIAS

AMARAL, S. F.; BARATTI, L. O.; BATAÇA, D. M. et al. Serviço de Apoio a Distância ao Professor em Sala de Aula pela TV Digital Interativa. **Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação**, Campinas, v. 1, n. 2, p. 53-70, 2004.

GOMES, A. S.; MARTINS, W. **Projeto Amadeus**. Disponível em: <<http://amadeus.cin.ufpe.br>>. Acesso em: 10 jun. 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICAS – IBGE. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios 2009**: Brasil. Rio de Janeiro, RJ: IBGE, 2010. (v. 30)

IERUSALIMSCHY, R. **Programming in Lua**. 2. ed. Rio de Janeiro, RJ: PUC-Rio, 2006.

MENDES, C. O. S.; SUZUKI, J. F. T. Uso da TV Digital na escola pública como ferramenta de aprendizado. In: CONGRESSO NACIONAL DE EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA, 3., 2009, Londrina. **Anais...** Londrina: UNOPAR, 2009.

MONTEIRO, B. S. et al. Estendendo a experiência de ensino a distância para a Televisão Digital. In: WORKSHOP DE SOFTWARE LIVRE, 10, 2009, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: [s.n.], 2009.

MONTEZ, C.; BECKER, V. **TV Digital no Brasil: tecnologia versus política**. Florianópolis: UFSC, 2005.

OPENLDAP, F. **OpenLDAP Software 2.4 Administrator's Guide**. 2010. Disponível em: <<http://www.openldap.org/doc/admin24/schema.html>>. Acesso em: 10 mai. 2010.

SOARES, L. F. G.; BARBOSA, S. D. J. **Programando em NCL 3.0**: desenvolvimento de aplicações para Middleware GINGA e TV Digital e Web. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

VICARI, R. M. **FEB – Federação de Repositórios Educa Brasil**. 2008. Disponível em: <<http://feb.ufrgs.br/>>. Acesso em: 30 jun. 2010.

Recebido em: 05/11/2010
Publicado em: 01/04/2011