

*Sexta Conferencia de Directores de Tecnología de Información, TICAL 2016
Gestión de las TICs para la Investigación y la Colaboración
Buenos Aires, 13 al 15 de septiembre de 2016*

Um modelo Escalável de Gerenciamento e Compartilhamento de Conteúdos Digitais em Redes Universitárias e Públicas de Televisão

Dênio Mariz Timóteo de Sousa^a, Chistian Miziara de Andrade^b,
Antônio Carlos Fernandes Nunes^b, Daniel Caetano^b, Marcelino Nascentes Cunha^b,
Diego Ernesto Rosa Pessoa^a,
Giuliano Maia Lins de Castro^c

^a Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia da Paraíba,
Rua Primeiro de Maio 720, João Pessoa, PB, Brasil
denio@ifpb.edu.br, diego@ifpb.edu.br

^b RNP - Rede Nacional de Ensino e Pesquisa,
SAS, quadra 5, lote 6, bloco H, 7º andar,
70.070-914 Brasília, DF, Brasil
christian.miziara@rnp.br, antonio.nunes@rnp.br, daniel.caetano@rnp.br,
marcelino.cunha@rnp.br

^c Dynavideo Serviços e Comércio,
Rua Venceslau Braz 360, João Pessoa, PB, Brasil
giuliano@dynavideo.com.br

Resumo. O Gerenciamento de Ativos Digitais (DAM) é um processo de missão crítica em emissoras de TV, considerando o volume e a importância dos conteúdos digitais. No contexto das TVs públicas e universitárias, que sofrem restrições orçamentárias para a produção e aquisição de conteúdo, o intercâmbio de conteúdos assume grande importância para permitir programação inédita de qualidade na grade. Este artigo descreve o fluxo de trabalho padrão das TVs Universitárias brasileiras e apresenta um modelo de colaboração e intercâmbio de conteúdos digitais focado nas necessidades e na realidade dessas emissoras. A solução foi desenvolvida e implantada na rede de TVs Universitárias conhecida como RedeIFES, promovida pela rede acadêmica do Brasil, a Rede Nacional de Ensino e Pesquisa (RNP), e contribuindo para a eficácia no intercâmbio, para a ampliação e disseminação de conteúdos em rede e para redução de custos de produção e operação.

Palavras Chave: Digital Asset Management, content sharing, university television, public television.

1 Introdução

O ritmo da criação de conteúdos digitais e da digitalização dos processos de negócio é crescente e vão se difundir cada vez mais em um maior número de organizações, independentemente do seu negócio final. As organizações que lidam com conteúdo digital já percebem que não podem ignorar as ineficiências dos fluxos de trabalho digitais dentro de sua operação, pois impõem um gasto adicional de recursos financeiros, e, sobretudo, reduzem a sua competitividade.

De acordo com uma recente pesquisa realizada pelo Gartner Group [1], prevê-se que a falta de competência no negócio digital fará com que 25% das empresas reduzam sua competitividade em 2017.

O Gerenciamento de Ativos Digitais (*Digital Asset Management - DAM*), é um processo que objetiva manter a guarda e o controle dos conteúdos digitais, os quais são vistos como um patrimônio para uma organização. Em organizações cujo foco principal envolve conteúdos digitais, como é o caso de redes de TV, o DAM é um processo de missão crítica que permeia vários departamentos importantes e envolve uma cadeia de valor que deve ser tratada de forma central.

Existe, entretanto, grandes diferenças na realidade de emissoras de TV privadas e uma TV Universitária. Enquanto uma emissora de TV privada conta com mais recursos para produção de conteúdos e na maioria dos casos possui um sistema DAM, uma emissora de TV Universitária tem várias limitações administrativas, orçamentárias e técnicas que limitam sua capacidade de produção e gerenciamento de conteúdos digitais. Manter uma programação inédita no ar 24 horas por dia não é fácil até mesmo para uma emissora privada. Fazer o mesmo em uma TV Universitária é quase impossível.

Nesse contexto, é muito comum que TVs Universitárias compartilhem programas entre elas como forma de manter uma programação inédita com base no esforço colaborativo. Esse intercâmbio, inicialmente informal, culminou na ideia de uma “rede de intercâmbio de conteúdos digitais”.

Este trabalho descreve o modelo de trabalho das TVs Universitárias brasileiras e apresenta um modelo de colaboração e intercâmbio de conteúdos digitais focado nas necessidades e na realidade dessas emissoras. A principal motivação é estabelecer mecanismos que permitam um melhor gerenciamento de conteúdos e uma maior eficácia no intercâmbio como forma de disseminar conteúdos em rede e reduzir custos de produção e operação.

Este trabalho é organizado da seguinte maneira. Na seção 2 apresentamos os conceitos envolvidos no gerenciamento de ativos digitais e discutimos o fluxo de trabalho geral de um DAM na rede de TV Universitária. Na seção 3 apresentamos as principais premissas consideradas no desenvolvimento de um modelo de gerenciamento e compartilhamento de conteúdos, com base no levantamento de requisitos conduzido no contexto das TVs Universitárias e da TV Pública brasileiras, que culminou no desenvolvimento e implantação do serviço de Intercâmbio de Conteúdos Digitais (ICD), promovido pela rede acadêmica do Brasil, a Rede Nacional de Ensino e Pesquisa (RNP). A seção 4 discute a arquitetura de *software* adotada na construção dos nós da rede ICD, suas características técnicas e principais funcionalidades. A seção 5 apresenta um estudo de caso da implantação do ICD na RedeIFES, uma rede de TVs Universitárias brasileiras. As conclusões e considerações finais são apresentadas na seção 6.

2 Gerenciamento de Ativos Digitais

Um **ativo digital** (ou **conteúdo digital**) pode ser entendido como a agregação entre um ou mais objetos de mídia (vídeo, áudio, texto), os quais são definidos pelo termo

“essências”, e um conjunto de metadados, que são as informações que descrevem as mídias. Assim, a essência é o conjunto de dados crus (geralmente na forma de um arquivo) e os metadados são uma descrição da essência. Os metadados podem incluir além da descrição da essência (título, palavras-chave, autor, produção, gênero etc.), informações sobre os direitos de uso e distribuição da mídia. O conjunto formado pelas essências + metadados é chamado de ativo digital. O termo “ativo” representa a ideia de patrimônio ou bem e, portanto, tem um valor para a instituição proprietária. Usamos os termos ativo digital e conteúdo digital como sinônimos.

Um ativo digital pode conter uma ou mais essências, podendo referenciar a versão de qualidade original da mídia e cópias em diferentes formatos. No caso de um vídeo, por exemplo, um ativo digital pode ter várias essências que neste caso podem ser cópias do mesmo vídeo em formatos ou resoluções diferentes, o que permitiria o uso da mídia para diferentes finalidades (apresentação na *web*, uso em dispositivos móveis, exibição em TV etc.). A adoção de um formato ou resolução menor pode também ajudar a reduzir o uso da banda de rede quando a mídia é transmitida entre pontos remotos.

Esses conteúdos digitais são referidos como “ativos” (patrimônio) porque uma quantidade significativa de tempo, esforço e despesa foi aplicada para a criação do conteúdo, tornando-o um recurso valioso. No entanto, o valor destes bens só pode ser verdadeiramente definido se eles estiverem acessíveis para todos que precisam deles, quando eles precisam.

O **Gerenciamento de Ativos Digitais** ou *Digital Asset Management (DAM)*, é uma disciplina ou processo que objetiva manter a guarda e o controle dos conteúdos digitais e garantir que os originais não sejam modificados ou perdidos, que sejam acessíveis através de buscas e que estejam ao alcance quando requisitados. Mais precisamente, DAM automatizado refere-se a um sistema para cadastrar, baixar, renomear, salvar (*backup*), avaliar, classificar, agrupar, arquivar, fazer buscas, manter, comprimir e exportar conteúdos digitais [2][3]. Suas principais características são o gerenciamento do armazenamento dos arquivos, disponibilização de ferramentas de busca, suporte a múltiplos formatos, controle de versão, ferramentas de publicação, cobertura distribuída, alta disponibilidade, interface para digitalização/inserção de mídias e integração com outros sistemas corporativos.

O aumento da demanda digital e a facilidade com que mídias digitais são criadas atualmente trouxe o aumento do volume de ativos digitais na vida das pessoas. Em uma empresa não é diferente e a organização dos ativos digitais passou a ser uma necessidade para proteger esse novo tipo de patrimônio. Considerando a digitalização total dos processos de produção e distribuição de vídeos, a organização dos ativos digitais é ainda mais crítica para empresas do ramo de televisão. Emissoras de TV não apenas lidam com grandes volumes de vídeo, mas o fazem com a velocidade demandada pela necessidade de manter uma programação ininterrupta, sem muito tempo disponível para manter organizado um arquivo daquilo que já foi veiculado. Se a emissora lida com jornalismo, então divide-se a falta de tempo pela grande necessidade de levar ao ar matérias o mais cedo possível.

A existência de um DAM eficiente em uma emissora de TV é, portanto, uma questão não apenas de eficiência, mas um elemento diferencial na competitividade e muitas vezes na sua sobrevivência no seu respectivo mercado.

2.1 Fluxo de trabalho de um DAM em emissoras de TV

O uso de um sistema DAM não garante por si só a organização eficiente dos conteúdos. Junto com ele é necessário estabelecer um fluxo de trabalho (*workflow*), que corresponde a um processo ou a um ciclo envolvido desde a criação até o consumo do conteúdo.

Um fluxo de trabalho eficiente é fundamental, não apenas para manter o controle de seus ativos, mas também para garantir o sucesso a longo prazo e um bom retorno sobre seu investimento [3]. A maioria dos fluxos de trabalho seguem um caminho natural, mas os processos envolvidos dependem do negócio ou finalidade. Ao longo de vários anos estudando as emissoras de TV, principalmente públicas, foi possível mapear um fluxo de trabalho representativo geral, que é mostrado na Figura 1.



Figura 1 - Fluxo de trabalho geral do gerenciamento de ativos digitais em emissoras de TV públicas brasileiras.

Esse fluxo de trabalho não representa especificamente uma ou outra emissora de TV, mas é um modelo estimado com base na observação de várias emissoras públicas brasileiras.

3 Um Modelo de Compartilhamento de Mídias Digitais em rede

O modelo de gerenciamento de conteúdos digitais não é único e sua implantação depende de fatores como o negócio da empresa e seus objetivos, o seu grau de maturidade organizacional e, em última análise, do orçamento disponível.

No ramo de emissoras de TV brasileiras o modelo de gerenciamento de conteúdos digitais pode variar se a emissora é privada ou pública. Em emissoras privadas, normalmente o modelo de DAM mais comum é centralizado e o controle é exercido pelo “cabeça de rede” (*headend*). Isso reflete um pouco a filosofia da programação da

TV, onde o cabeça de rede estabelece uma programação básica (nacional) e as afiliadas devem reproduzi-la com pouca margem de inserção de programação local.

3.1 O Modelo de TV Pública, as TVs Universitárias Brasileiras e o histórico do intercâmbio de Conteúdos

A TV pública brasileira é representada pela Empresa Brasil de Comunicação (EBC), criada em 2007. A EBC é gestora de vários veículos de comunicação como a TV Brasil, TV Brasil Internacional, Agência Brasil, Radioagência Nacional e do sistema público de Rádio, orientados por uma independência editorial que a distingue dos canais estatais ou governamentais.

Na TV pública brasileira gerida pela EBC, o modelo de “afiliadas” foi substituído pelo modelo de “associadas” (ou parceiras) e, apesar de haver um acordo de veiculação de uma programação nacional, as emissoras locais tem maior liberdade para produção e inserção de programação local.

No Brasil há ainda um modelo ainda mais liberal de emissoras de TV, chamado de TV Universitária. Essas emissoras são vinculadas a uma universidade federal, cujo orçamento é mantido pelo governo brasileiro, e atuam de forma regionalizada prestando diferentes serviços à sociedade, entre eles o de tornar pública a produção científica e acadêmica da instituição. Na maioria dos casos a TV Universitária atua como uma “TV-Escola”, vinculada a cursos de jornalismo, cinema, comunicação social, produção de mídias e outros.

Uma emissora de TV Universitária tem várias limitações, que compreendem aspectos administrativos, orçamentários e técnicos, os quais impõem grandes dificuldades no dia-a-dia. Manter uma programação inédita no ar 24 horas por dia não é fácil até mesmo para uma emissora privada, para uma TV Universitária é quase impossível. Dessa forma, é muito comum que essas TV compartilhem programas entre elas como forma de manter uma programação inédita com base no esforço colaborativo. Esse intercâmbio, inicialmente informal, culminou na ideia de uma “rede de intercâmbio de conteúdos digitais”.

Considerando os aspectos relacionados ao gerenciamento de ativos digitais, a rede de intercâmbio se iniciou com envio de “CDs” pelo correio, depois passou pelo uso de ferramentas comuns da Internet como o FTP (*File Transfer Protocol*). A ideia de desenvolver um sistema específico de compartilhamento de conteúdos surgiu de uma iniciativa no âmbito do programa de Grupos de Trabalhos da RNP [4], coordenada pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB), que resultou em 2007 na primeira versão da Rede de Intercâmbio de Televisão Universitária (RITU) [5][6].

O RITU era uma inovação que criava a ideia de associar metadados aos conteúdos para permitir buscas e arquivamento eficientes e introduzia mecanismos para compartilhamento entre os parceiros sem a necessidade de conhecer sua localização topológica (endereço IP). Além disso oferecia uma interface *web* que eliminava a necessidade de instalação de *software* em computadores dos usuários finais. Entretanto, a solução da RITU era focada em intercâmbio e não tinha muitos elementos necessários a um DAM mais aprimorado.

A criação da EBC em 2007 despertou seus gestores para a necessidade de uma rede de intercâmbio semelhante e, com base na experiência da RITU, a EBC encomendou

uma versão mais avançada, mais focada nas suas peculiaridades e baseada nos requisitos dos seus associados. Em 2008 a RNP foi encarregada de desenvolver um novo projeto, inicialmente chamado de ITVP (Intercâmbio da TV Pública) e depois, com a incorporação de funcionalidades mais gerais, recebeu o nome atual de ICD (Intercâmbio de Conteúdos Digitais). O ICD inovou ao juntar funcionalidades de um DAM com a ideia de intercâmbio de conteúdos.

As seções s seguir descrevem as premissas que basearam o desenvolvimento da nova plataforma ICD e os conceitos criados para a implementação de um serviço escalável de compartilhamento de conteúdos na TV pública e nas TVs Universitárias brasileiras.

3.2 Domínios de Intercâmbio

O ICD implementa o conceito de uma “rede de compartilhamento” através de um domínio de intercâmbio. A ideia de domínio é baseada nos sistemas autônomos (AS) da Internet, os quais definem domínios administrativos com regras internas e autônomas.

Assim, **Domínio** é o termo usado no ICD para definir os associados do mesmo grupo administrativo (afiliadas ou retransmissoras) que desejam compartilhar conteúdos digitais. Um membro de um domínio é chamado de associado e eles são adicionados ao domínio sob permissão de um Administrador de Domínio. Cada membro do domínio deve possuir um repositório local, que é um computador servidor que deve ter o ICD instalado. O repositório local é, portanto, um nó da rede de compartilhamento representada pelo domínio.

Do ponto de vista do sistema de intercâmbio, o controle das associadas é feito por um “servidor mestre”, que mantém comunicação constante com as associadas. O papel do Servidor Mestre é coordenar a comunicação entre os nós do domínio, gerenciar a troca de conteúdos interdomínios e armazenar réplicas dos metadados (informações sobre dados) armazenados por cada um dos nós do domínio. A réplica dos metadados permite fazer buscas de forma mais ágil em um ponto central ao invés de consultas a cada nó da rede. Para evitar o problema do ponto central de falha, a arquitetura permite vários Servidores Mestre compondo uma “nuvem” de servidores redundantes. O acesso ao servidor Mestre será transparente para os nós do domínio, de maneira que a falha do mestre fará com que outro mestre secundário assumo o controle. Há a possibilidade de habilitar mais um servidor mestre simultaneamente para permitir o balanceamento de carga no serviço de busca.

O papel do nó (repositório) é armazenar fisicamente os conteúdos digitais, permitir a ingestão de dados, buscas locais, fazer *streaming* de vídeo local e remota (solicitada por outros nós) e transferir conteúdos para outros nós (receber ou enviar). Além disso, o nó repositório provê uma interface cliente para o usuário final, na qual poderá dispor de todas as demais funcionalidades de administração e uso do serviço.

O domínio é criado a partir do servidor mestre, que cadastra cada nó participante da rede, criando um certificado digital para o novo nó e distribuindo esse certificado entre os demais nós para que todos possam se comunicar de forma autenticada e segura.

3.3 Espaços Virtuais

Um Espaço Virtual (EV) é um espaço lógico ao qual podemos associar conteúdos. O nome “virtual” significa que não é necessário imaginar como ele guarda fisicamente o conteúdo e isso abstrai os aspectos técnicos envolvidos no armazenamento, tais como o local em que ele está fisicamente.

Do ponto de vista de um usuário, um Espaço Virtual pode ser local ou remoto. Um Espaço Virtual é local para o usuário se ele foi criado pela associada ao qual o usuário é vinculado. Considerando que é possível ver os Espaços Virtuais de outras associadas do mesmo domínio, um usuário de uma associada verá os Espaços Virtuais de uma outra associada como remotos. O benefício disso é que as operações que podem ser feitas em um EV local também podem ser feitas em um EV remoto, deixando o sistema ICD a cargo dos detalhes que envolvem a comunicação e a transferência de dados entre as associadas envolvidas.

É possível imaginar um Espaço Virtual como uma pasta (ou diretório) em um sistema operacional como o Windows ou Linux. Neste caso, um conteúdo (incluindo metadados) vinculado ao EV seria equivalente a um arquivo na pasta. É possível que um mesmo conteúdo faça parte de mais de um Espaço Virtual.

Para que um usuário tenha acesso a um EV é preciso ter permissão. As permissões são atribuídas no momento da criação do EV e determinam se o acesso é privado (apenas usuários da associada podem ter acesso) ou público (outras associadas do domínio podem ter acesso). A granularidade das permissões permite indicar usuários específicos ou associadas específicas. Dessa forma fica a critério de cada nó participante (associada) definir quais conteúdos serão acessíveis pelos demais participantes da rede. É possível definir que todo e qualquer conteúdo seja somente privado, seja somente público, ou uma combinação com parte do conteúdo público e outra parte privado.

3.4 Armazenamento distribuído, mas independente

Um conceito importante na rede de compartilhamento é a independência entre os nós que formam o domínio, mesmo fazendo parte de uma rede de intercâmbio. Caso a rede de acesso (Internet) esteja inacessível e um ou mais nós esteja desconectado, o nó local opera de forma independente, desde que sua rede local esteja operante. Obviamente, não há como compartilhar conteúdos com os nós inacessíveis, mas os conteúdos que foram transferidos para o nó local podem ser acessados normalmente. Isso significa que o ICD opera, também, como um DAM local, sem intercâmbio.

Após um período de desconexão com o domínio, os metadados de todos os conteúdos públicos ingestados localmente são sincronizados ao nó mestre, permitindo que os demais nós do domínio tomem conhecimento do acervo local e possa indexar informações para busca por outros nós.

3.5 Comunicação Interdomínio

Além de compartilhar conteúdos entre os nós do mesmo domínio, o ICD permite também o compartilhamento de conteúdos entre nós de domínios diferentes. Para isso é necessário que um par de domínios estabeleçam um acordo de cooperação.

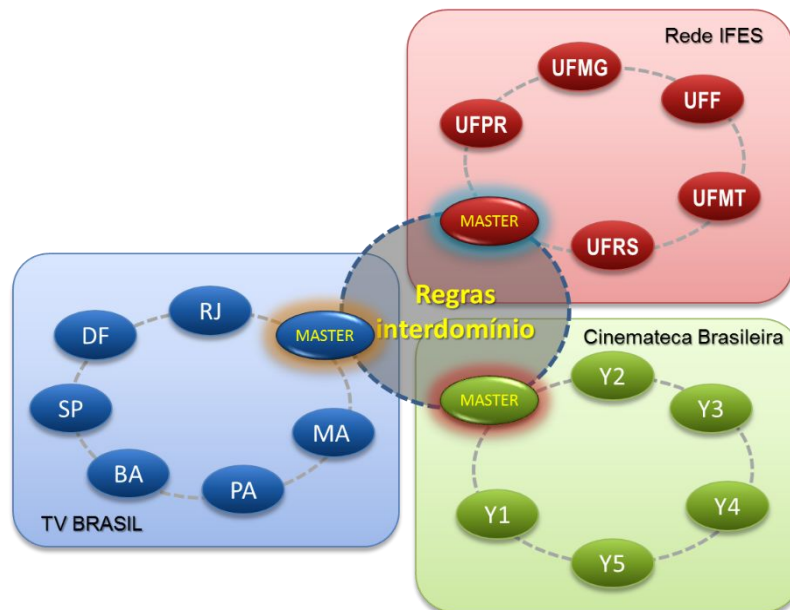


Figura 2 – Mecanismo de intercâmbio entre domínios diferentes através de “regras interdomínio” estabelecidas bilateralmente entre os servidores mestre dos domínios participantes.

A Figura 2 apresenta um diagrama onde 3 domínios diferentes participam do compartilhamento estabelecendo regras bilaterais para cada um. Ou seja, nesse esquema há 3 acordos bilaterais: a) “TV Brasil” com a “RedeIFES”; b) “TV Brasil” com “Cinemateca Brasileira”; e c) “RedeIFES” com “Cinemateca Brasileira”.

Nesse modelo de compartilhamento, quando um nó deseja fazer uma busca de conteúdo, por exemplo, o nó de origem se comunica apenas com o mestre do seu domínio, que por sua vez se comunica com o mestre do domínio destino. Como cada servidor mestre detém uma réplica dos metadados de todos os nós do seu domínio, a busca funcionará mesmo que o nó destino esteja *off-line*, respeitando as permissões estabelecidas para publicidade dos conteúdos armazenados e retornando apenas resultados para conteúdos de acesso permitido ao solicitante.

Depois de uma busca, caso o nó deseje visualizar ou transferir o conteúdo encontrado, este fará uma solicitação ao mestre do seu domínio que negociará com o mestre do domínio destino uma chave (*token*) para que o nó de origem acesse diretamente o nó de destino para fazer a visualização (*streaming*) ou transferência. Ou seja, o controle de acesso se dá através dos Mestres dos domínios envolvidos, mas a transferência se dá ponto-a-ponto, o que é mais escalável.

3.6 Conteúdos e Metadados

O ICD suporta vários tipos de conteúdos, cada um deles possuindo um conjunto de metadados específicos apropriados ao tipo. A Tabela 1 apresenta os tipos disponíveis.

Tabela 1 – Tipos de conteúdo suportados pelo ICD.

| Tipo | Descrição |
|------------------|--|
| Vídeo | O cadastro de um conteúdo do tipo vídeo permite a descrição de vários metadados, tais como: título, descrição, palavras chave, data de produção, diretor, produtor, classificação indicativa, gênero (documentário, infantil, filme, ...) tipo (vinheta, claquete, jornalismo, ...). Além disso, quaisquer restrições de direito autoral podem ser indicadas. Suporta todos os formatos suportados pela <i>libavcodec</i> [7]. |
| Áudio | As extensões suportadas para áudio são as seguintes: MP3, WAV, WMA, RM, OGG, AAC, AC3, WMA. |
| Imagem | As extensões suportadas para imagens são as seguintes: JPG, JPEG, GIF, PSD, BMP, TIFF, TGA, PNG, PNG8, PNG24, PNG32. |
| Documento | Um conteúdo do tipo documento pode conter qualquer arquivo que não seja um vídeo, um áudio ou uma imagem. Portanto, nessa categoria, o usuário poderá submeter qualquer extensão de arquivo, exceto as que são suportadas para vídeo, áudio e imagem. |
| Galeria | As galerias podem ser de três tipos: áudio, vídeo e imagem. Apenas conteúdos cadastrados no sistema e transcodificados (para vídeos) podem ser inseridos e apenas de acordo com o tipo da galeria, ou seja, na galeria de imagens só conteúdos do tipo imagem poderão ser inseridos e o mesmo vale para as demais. |
| Coleção | Numa coleção podem ser inseridos conteúdos de todos os tipos exceto coleção. |

O tipo Galeria é útil para agrupar conteúdos do mesmo tipo e é usado quando há um grupo de conteúdos correlacionados (e.g. fotos de um evento).

O tipo coleção é interessante para formação de acervos nos quais há diferentes tipos de mídia que devem ser normalmente localizados em grupo (e.g. fotos, documentos, vídeos e áudios da carreira de um artista ou personalidade).

3.7 Permissões de Acesso

O ICD emprega técnicas de controle de acesso para gerir o seu conteúdo, garantindo que apenas os usuários e entidades autorizadas tenham acesso a um conteúdo específico.

Um dos modelos de controle de acesso mais utilizados é o *Role Based Access Control* (RBAC) [8][9]. RBAC define os conceitos de usuários, papéis e permissões. Neste modelo, os usuários e as permissões são atribuídas aos papéis. Com base nos papéis de um usuário, o sistema RBAC pode resolver quais as permissões estão associadas ao usuário. Um outro tipo de modelo de controle de acesso é o Controle de Acesso Discrecional (DAC). Neste modelo os usuários podem permitir ou negar o

acesso a conteúdos sob seu controle a usuários ou grupos de usuários específicos. Note-se que na DAC, as permissões são atribuídas diretamente aos usuários (ou grupos de usuários), por outro lado, no modelo RBAC, as permissões são atribuídas aos papéis. No ICD, o modelo tradicional RBAC foi complementado com a noção de grupos de papéis, que permite montar uma hierarquia de papéis e traz vantagens para a administração de controle de acesso, simplificando fortemente a gestão de usuários.

3.8 Gerenciamento de Direitos de Mídia Digital

O sistema permite ao usuário proteger os direitos autorais do conteúdo o qual está inserindo na aplicação. Para tanto, são disponibilizadas algumas opções de restrições e licenças para que o usuário escolha: a) Licença Própria; e b) Creative Commons.

O mecanismo de “Licença Própria” permite especificar o que outros usuários podem ou não fazer com o seu conteúdo, ao indicar o texto personalizado para as restrições de uso, para duas diferentes situações:

- Restrições Externas - Define as regras de veiculação e utilização do conteúdo fora do próprio domínio no qual ele foi inserido no sistema;
- Restrições Internas - Define as regras de veiculação e utilização do conteúdo dentro do próprio domínio no qual ele foi inserido no sistema.

O mecanismo de licença **Creative Commons** representa os seguintes direitos:

- Atribuição - Compartilhamento pela mesma licença;
- Atribuição - Vedada a criação de obras derivadas;
- Atribuição - Uso Não Comercial;
- Atribuição - Uso Não Comercial - Compartilhamento pela mesma licença;
- Atribuição - Uso Não Comercial - Vedada a criação de obras derivadas.

3.9 Transcodificação de Vídeos

O tipo de conteúdo mais usado em uma TV é vídeo. E, além da independência de programação, a rede pública de TV e as TVs Universitárias também não tem um padrão rígido ou pré-definido para o formato de vídeo adotado. O motivo disso é que não atuam sob um forte comando de um “cabeça de rede”, o que reduz a padronização entre essas TVs.

Para permitir um compartilhamento eficiente em um cenário onde a padronização não é certa, o mecanismo de transcodificação de vídeo é fundamental para permitir o trânsito e intercâmbio de vídeos produzidos em diferentes formatos.

A transcodificação é a funcionalidade responsável por gerar instâncias de formatos diversificados a partir do conteúdo original.

O ICD criou um sistema de transcodificação de vídeo que permite a conversão de vídeo de um formato para virtualmente qualquer outro, através do uso de bibliotecas e ferramentas abertas do projeto ffmpeg [7].

O ICD disponibiliza vários “perfis” de áudio e vídeo predefinidos e permite que o usuário crie perfis adicionais. Além disso, o ICD permite configurar quais os perfis devem ser acionados automaticamente quando algum conteúdo de vídeo ou áudio for

cadastrado. Isso significa que, logo após o *upload*, o ICD inicia automaticamente a geração de vídeos no formato indicado pela lista de perfis programada pelo usuário.

Esta funcionalidade permite que o ICD seja usado para prover vídeo sob demanda (VoD) ou atue como uma central de transcodificação quando a associada tem vários canais de distribuição que adotam formatos diferentes.

3.10 Serviços para Integração com portais e outros sistemas

Uma característica importante de um DAM é sua capacidade de integração com outros sistemas corporativos internos e com outros sistemas de gerenciamento de conteúdo (CMS). O ICD dispõe de um conjunto de serviços *web* baseados em uma *API Representational State Transfer* (REST) [10] que habilitam a maioria dos sistemas a cadastrar, pesquisar ou consumir conteúdos.

Em uma TV pública ou universitária é comum que limitações de orçamento não permitam grandes investimentos na construção e desenvolvimento próprio de ferramentas CMS personalizadas. Algumas TVs Universitárias sequer possuem uma página *web* para acesso aos seus conteúdos e a grande maioria das que o possuem, não o fazem de forma integrada com um DAM. Para contribuir nesse sentido, o ICD disponibiliza um *plug-in* que habilita portais *WordPress* [11] a interagirem diretamente com o ICD tanto para consumir como postar conteúdos do ICD.

3.11 Registro de operações e Auditoria

Uma ferramenta importante em sistemas onde muitos usuários acessam os mesmos recursos é um mecanismo de registro das operações executadas que permitam uma auditoria interna. Para todas as operações executadas, o ICD registra quem (usuário) executou qual ação, quando (data e hora), usando qual cliente (IP do computador de origem), qual objeto sofreu a ação (conteúdo, espaço virtual, usuário, parâmetro de configuração) e qual o estado inicial e final do objeto. Por exemplo, se um usuário alterar o título de um conteúdo, é possível saber quem o fez, quando, de qual computador e qual era o título anterior.

Ao registrar todas as operações, o ICD permite a realização de auditorias quando for necessário descobrir quem realizou uma operação, o que permite um controle eficaz em ambientes DAM com muitos usuários.

4 Arquitetura e Implementação do ICD

Esta seção discute aspectos técnicos relacionados com arquitetura de componentes do *software* de suporte ao Serviço de Intercâmbio de Conteúdos Digitais (ICD) e sua implementação.

4.1 Arquitetura do ICD

O ICD foi projetado e construído com base no Modelo de Desenvolvimento Orientado a Componentes (MDOC). Nesse modelo, o serviço resultante é composto pela construção de módulos independentes interligados por interfaces distintas, de maneira que os componentes podem ser trocados, ajustados e corrigidos de forma independente, reduzindo efeitos colaterais comuns na manutenção técnica de softwares em geral. A arquitetura de componentes do ICD pode ser vista na Figura 3.

Para dar suporte às funcionalidades de DAM e Intercâmbio, que são as principais funcionalidades levantadas como requisitos essenciais para a TV Pública, o ICD foi especialmente desenvolvido com base em uma arquitetura própria. A Figura 3 apresenta um diagrama que representa a arquitetura do ICD com componentes separados em 3 camadas: a) Apresentação; b) Núcleo; e c) Compartilhamento e Distribuição. Os componentes são discutidos resumidamente a seguir.

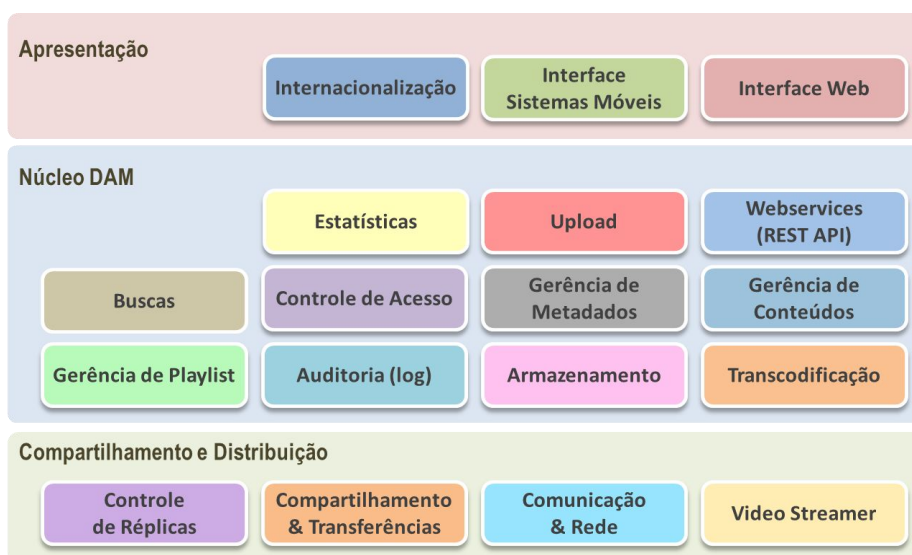


Figura 3 – Arquitetura funcional do software ICD, com componentes separados em 3 camadas: a) Apresentação; b) Núcleo; e c) Compartilhamento e Distribuição.

Componentes de apresentação

- Internacionalização – Componente responsável pela apresentação de mensagens na língua selecionada pela interface de apresentação. Todos os menus, caixas de diálogo, títulos de janela são solicitados a este componente, que retorna a mensagem na língua do usuário. O ICD é capaz de suportar qualquer língua, o que requer um processo de tradução. Línguas suportadas atualmente são: português e inglês (espanhol em andamento);
- Interface Sistemas Móveis – responsável pelo acesso e apresentação de funcionalidades resumidas do ICD em dispositivos móveis iOS e Android;

- Interface Web – responsável pelo acesso e apresentação de todas as funcionalidades do ICD em navegadores através do uso de AJAX, Primefaces, HTML5, Flash, entre outros.

Núcleo DAM

- Estatísticas – responsável pela contabilidade de acessos aos conteúdos. Contabiliza número de visualizações, *downloads* e transferências entre nós de cada conteúdo. Relatórios de inventário de conteúdos, de acesso a conteúdos pelos nós do domínio são produzidos a partir dessas informações;
- *Upload* – responsável pelo controle de uploads durante a ingestão de conteúdos. Controla o envio, pausa e retomada de uploads, que são depois repassados para os componentes de gerência de Metadados, Gerência de conteúdo e transcodificação;
- *Webservices* – responsável pelo fornecimento de serviços sem interface de usuário usando API REST. Exemplos são: listagem de conteúdos, *ingest*, consultas, consumo de conteúdo, manipulação de espaços virtuais e outros;
- Buscas – responsável pelo mecanismo de busca local e busca remota em outros nós do domínio ou em domínios parceiros;
- Controle de acesso – implementa o controle de acesso aos conteúdos e espaços virtuais, respeitando as permissões para manipulação de objetos com base nos papéis dos usuários;
- Gerência de metadados – controla o armazenamento de metadados e atua em conjunto com o Controle de Réplicas para garantir que os metadados dos conteúdos do nó estejam sempre sincronizados com o servidor mestre para buscas no domínio;
- Gerência de conteúdos – responsável pelo controle dos conteúdos e das várias versões que um conteúdo pode ter (e.g. vídeos transcodificados em formatos diferentes);
- Gerência de *Playlist* – responsável pela criação e manutenção de *playlists* (listas predefinidas de conteúdos de vídeo e áudio). As playlists são usadas para VoD;
- Auditoria – responsável pelo registro, consulta e relatório de todas as operações realizadas pelos usuários;
- Armazenamento – responsável pelo controle e abstração do local físico de armazenamento dos conteúdos, que pode ser em um disco local ou em um disco de rede (NAS). Isso permite o suporte de pequenos sistemas locais até grandes dispositivos de storage, através do cadastro de storage no ICD. Suporta dispositivos NFS e CIF;
- Transcodificação – responsável pela geração de formatos predefinidos de áudio e vídeo. Funciona como um mecanismo de fila FIFO (First In, First Out) processando solicitações de transcodificação enviadas pelo componente de gerência de conteúdos. Vários perfis são existentes e outros podem ser criados pelo usuário. Também é responsável pela obtenção automática de metadados de baixo nível (ex: vídeo: duração, tamanho, *codec*, formato, resolução, número de quadros, taxa de *bits* etc.).

Compartilhamento e distribuição

- Controlador de réplicas – responsável pela replicação de metadados para o servidor mestre do domínio. Qualquer criação, alteração ou remoção em um metadados é imediatamente comunicado para atualização. Para garantir integridade e consistência dos metadados no domínio, as operações de réplica pendentes são mantidas localmente quando o acesso à rede sofre interrupções e as atualiza quando a rede fica operacional;
- Compartilhamento & Transferências – responsável pelo controle de compartilhamento e transferência de conteúdos entre os nós. Permite iniciar, pausar, priorizar (passar na frente), retomar ou interromper transferências de conteúdo;
- Comunicação & rede – responsável pelo controle e autenticação dos nós participantes do domínio. Com o uso de certificados digitais evita que nós eventualmente falsos participem do domínio. Também monitora a disponibilidade dos nós para apresentação do seu estado em um mapa usando *API Google Maps*;
- Video *streamer* – é um servidor *web* especialmente desenvolvido para integração com as operações do ICD. É responsável pelo *download* dos conteúdos e, no caso de vídeo e áudio, é quem faz o *streaming* para visualização quando o conteúdo é acessado remotamente por outros nós, por RSS (*Rich Site Summary*) ou por redes sociais (quando o *link* do conteúdo é compartilhado publicamente). Também fornece conteúdo das *playlists*.

4.2 Características Técnicas e aspectos de implementação e operação

O ICD adota a plataforma Java Enterprise Edition (JEE) e a arquitetura da aplicação herda suas características. O JEE tem grandes facilidades para utilização de recursos como acesso a Banco de Dados, componentes *web*, utilização de mensagens assíncronas e dispõe de componentes e serviços providos por um *container* (Jboss, Glassfish). Tecnologias Adotadas do lado cliente incluem JSF (Java Server Faces), AJAX, Primefaces, Flash, HTML 5. Tecnologias adotadas do lado servidor incluem Glassfish, PostgreSQL, PostFix (SMTP server), Java Persistence API (JPA), framework Oracle Toplink.

Os requisitos de *hardware* e sistema operacional do nó ICD (servidor) são:

- Sistema operacional Linux (Ubuntu, Debian ou Enterprise Redhat homologados, mas não há restrições críticas para outros sabores de Linux);
- Memória RAM igual ou superior a 8GB (16GB recomendado);
- Espaço em disco para instalação do ICD: mínimo de 10GB depois da instalação do sistema operacional;
- Espaço em disco para armazenamento de conteúdos: definido pelo uso.

Não há requisitos especiais para o *hardware* ou sistema operacional do cliente ICD, exceto a instalação de versões mais atuais dos navegadores Chrome, Firefox ou Safari.

4.3 Características funcionais

O serviço de Intercâmbio de Conteúdos Audiovisuais nas TVs e Rádios Públicas (ICD) foi desenvolvido pela RNP a partir dos requisitos e necessidades da TV Pública e das TVs Universitárias brasileiras e com base nas premissas listadas na seção 3. Um resumo das principais funcionalidades implementadas é apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 – Resumo das funcionalidades do ICD.

| Funcionalidades Sistêmicas |
|--|
| 1. Controle de acesso, cadastro de usuários, gerenciamento permissões e papéis de usuários |
| 2. Suporta vários idiomas |
| 3. Suporte para intercâmbio entre domínios diferentes |
| 4. Suporte a storage com chaveamento automático ao esgotar espaço |
| 5. Estatísticas de armazenamento, tráfego e transferências e atividades dos usuários |
| 6. Moderação de solicitação de cadastro de usuários e na submissão de conteúdos |
| 7. Status da rede usando mapa e coordenadas reais (usando tecnologia <i>Google Maps</i> ©) |
| Segurança da Informação |
| 1. Comunicação segura entre nós com autenticação (SSL/TLS com certificados) |
| 2. Permissões de acesso a conteúdos e espaços virtuais por papéis de usuários |
| 3. Controle de sessão por usuário e Proteção contra acesso direto aos conteúdos |
| 4. Registro de operações realizadas (<i>log</i>) com consulta por filtros |
| 5. Suporte sinalização descrição de <i>copyright</i> e <i>Creative Commons</i> |
| Intercâmbio de Conteúdos |
| 1. Compartilhamento de conteúdo com toda a rede ou apenas com nós específicos |
| 2. Busca em conteúdos locais ou remotos (outros nós) |
| 3. Transferência de conteúdo entre nós, <i>download</i> de conteúdos via navegador |
| 4. Visualização das transferências em andamento com pausa, retomada, cancelamento |
| 5. Sincronização (atualização) automática de réplicas de metadados |
| 6. Suporte a <i>Webservices</i> com API RESTful |
| 7. Suporte a <i>Feeds</i> e compartilhamento da URL de conteúdos (quando público) |
| 8. Exportação de vídeos para o <i>YouTube</i> © |
| 9. Aplicação móvel iOS e Android para enviar e visualizar conteúdos |
| Gerência de Conteúdos |
| 1. Suporte a metadados de vídeo, áudio, imagem, documentos, galerias e coleções |
| 2. Decupagem de vídeos (descrição de vídeo com vinculação de texto à <i>timeline</i>) |
| 3. Obtenção automática de metadados de baixo nível e geração de <i>thumbnails</i> |
| 4. <i>Preview</i> de conteúdos |
| 5. Transcodificação manual e automática de vídeos para outros formatos |
| 6. <i>Upload</i> de conteúdos via navegador (inclusive vários arquivos por vez) |
| 7. Estatísticas de armazenamento e uso de conteúdos |
| 8. VoD com <i>Adaptive Bitrate Streaming</i> : suporte HLS (MPEG-DASH em andamento) |
| 9. Hierarquia de Espaços Virtuais (ou pastas) |
| 10. Corte de áudio e vídeo e extração de áudio de um vídeo (útil para emissoras de rádio) |
| 11. <i>Plug-in WordPress</i> para acesso e postagem de conteúdos ICD |
| 12. Criação e gerenciamento de canais <i>web</i> com associação à grade horária |

5 Estudo de Caso: RedeIFES

A RedeIFES é uma rede de compartilhamento de conteúdos entre as Instituições Federais de Ensino Superior (IFES) brasileiras, que inclui rádios e TVs Universitárias. Essa rede foi criada a partir de uma pesquisa embrionária na Universidade Federal do Paraná (UFPR) em 2003 com objetivo de democratizar a difusão e o acesso à informação, disponibilizando conteúdos audiovisuais para utilização livre e gratuita dos seus integrantes.

A RedeIFES não possui uma cabeça de rede que determina o que pode ou o que não pode ser enviado ou acessado. Em respeito à autonomia das universidades públicas, cada universidade é responsável pelo conteúdo postado na Rede e é assumido o caráter público da utilização dos conteúdos, respeitando-se a citação da fonte.

O ICD já era adotado pela EBC para intercâmbio de conteúdos entre suas associadas desde 2008. Por volta de 2010, a EBC começou a fazer acordos de parceria com várias TVs Universitárias, o que permitiu vantagens bilaterais [12][13]. As TVs Universitárias passaram a veicular parte da programação da TV Brasil, mantendo sua autonomia para veiculação de programação local no restante do tempo da grade. A EBC disponibilizou o ICD para que as TVs Universitárias pudessem ter maior controle do seu acervo digital e otimizar o intercâmbio com os demais parceiros.

A RNP coordenou o esforço de implantação do ICD e a criação do domínio experimental “RedeIFES”, sediando o servidor mestre do domínio em seu datacenter e habilitando tráfego gratuito em seu *backbone*. O domínio “RedeIFES” conta atualmente com 19 instituições, a saber:

- UFG – Universidade Federal de Goiás;
- UFMG - Universidade Federal de Minas Gerais;
- UFPR - Universidade Federal do Paraná;
- UFRGS - Universidade Federal do Rio Grande do Sul;
- UFRN - Universidade Federal do Rio Grande do Norte;
- UFU - Universidade Federal de Uberlândia;
- UFSCAR - Universidade Federal de São Carlos;
- UFF - Universidade Federal Fluminense;
- UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina;
- FIOCRUZ - Fundação Oswaldo Cruz - Canal Saúde;
- UFOP - Universidade Federal de Ouro Preto;
- UFT - Universidade Federal do Tocantins;
- UFTM - Universidade Federal do Triângulo Mineiro;
- UFV - Universidade Federal de Viçosa;
- UFLA - Universidade Federal de Lavras;
- UFMT - Universidade Federal de Mato Grosso;
- UFRR - Universidade Federal de Roraima;
- UFSM - Universidade Federal de Santa Maria;
- UFPE - Universidade Federal de Pernambuco.

A Figura 4 apresenta a interface do ICD como vista a partir do nó “UFPR”. Pontos em verde e vermelho no mapa indicam nós acessíveis e não acessíveis (ex: servidor desligado), respectivamente, no momento.

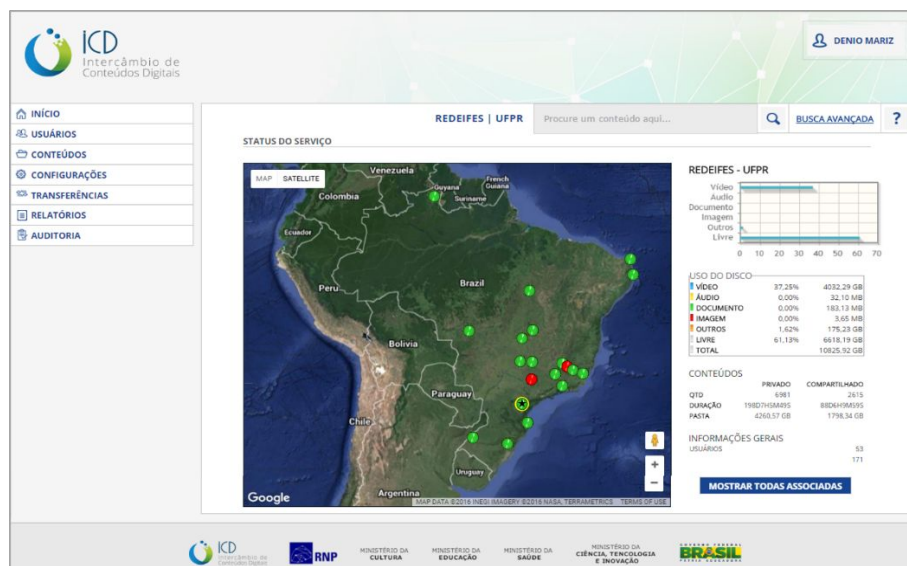


Figura 4 – Interface gráfica do ICD – página inicial mostrando o status dos nós do domínio “REDEFES” a partir do nó “TV UFPR”.

5.1 Infraestrutura e Serviços de apoio ao domínio RedeIFES

Todos os nós participantes do domínio RedeIFES correspondem a instituições credenciadas pela RNP e possuem livre acesso para tráfego no seu *backbone* de alta velocidade [14], apresentado na Figura 5.

O domínio “RedeIFES”, portanto, se beneficiou de uma rede IP de alta velocidade para acelerar o intercâmbio de conteúdos, dando grande impulso no volume de compartilhamento de conteúdo e permitindo o aumento da qualidade dos vídeos trafegados, quando o “Full HD” já era uma demanda crescente.

O modelo de participação no domínio “RedeIFES” exige uma contrapartida do participante, basicamente na disponibilização de infraestrutura local (rede local, servidor, equipe técnica). Entretanto, para apoiar esse serviço de intercâmbio a RNP não apenas disponibiliza o *backbone*, mas também criou 3 serviços de apoio: a) Serviço de monitoramento; b) *Service Desk* (suporte de primeiro nível); e c) suporte de segundo nível.

O serviço de monitoramento funciona em regime 24x7 com a finalidade de monitorar o *status* dos servidores (nós do ICD) e dos enlaces de dados, acionando responsáveis em caso de falhas.

O Service Desk também funciona em regime 24x7 via telefone ou *e-mail* e atua no atendimento ao usuário final em primeiro nível, com o objetivo de dirimir dúvidas, receber reportagem de eventuais falhas na aplicação e resolver localmente ou repassar para o suporte de segundo nível, acompanhando os chamados através de um *software* de controle de chamados. O serviço de suporte em segundo nível é uma equipe de especialistas e desenvolvedores com conhecimento interno do ICD.

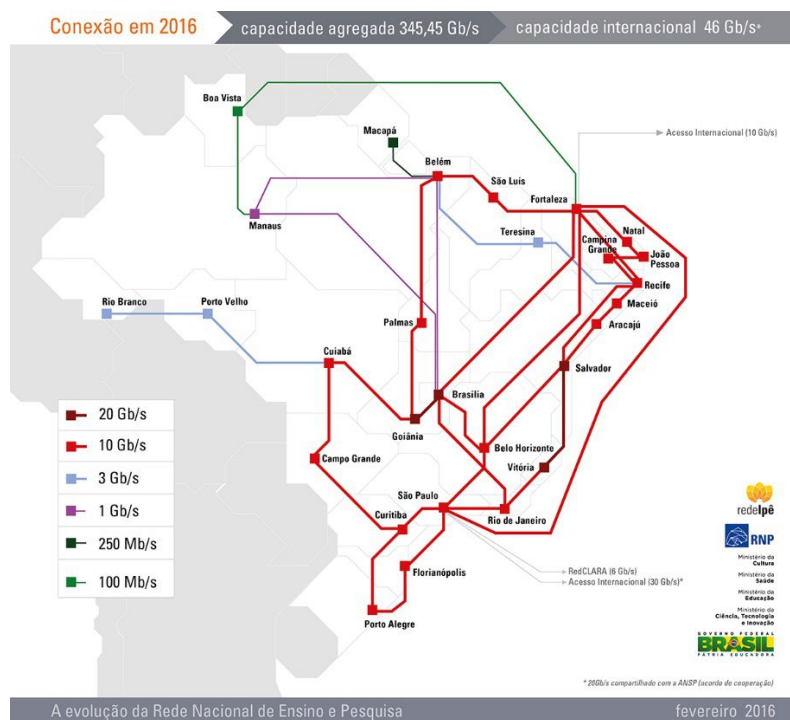


Figura 5 – Diagrama de enlaces da “Rede Ipê”, o *backbone* de alta velocidade mantido pela Rede Nacional de Ensino e Pesquisa – RNP e usado para tráfego de conteúdos no domínio “RedeIFES”.

O domínio “RedeIFES” tem 19 nós, centenas de usuários cadastrados nos vários nós e conta atualmente com cerca de 20 mil conteúdos, predominantemente vídeo, que totalizam aproximadamente 9,5 mil horas de vídeo disponíveis.

Atualmente a RedeIFES passa por uma reestruturação, sendo absorvida pelo serviço experimental de Intercâmbio de Conteúdos Digitais (ICD), que além das TVs Universitárias vinculadas às Instituições Federais de Ensino Superior (Ifes), também incluirá os Institutos Federais (IFs), as Unidades de Pesquisa (UPs), entre outras instituições de ciência, tecnologia e inovação (CT&I) que possuam necessidades e interesse na troca de seus conteúdos digitais.

6 Conclusões

A ideia original de um DAM não inclui facilidades para compartilhamento de conteúdos entre parceiros. O ICD (Intercâmbio de Conteúdo Digital) é um serviço que foi concebido para possuir funções de um DAM e, ainda permitir o compartilhamento de conteúdo audiovisual entre afiliadas de uma mesma rede, sob as mesmas regras de operação, chamada de “domínio”.

Considerando as dificuldades tecnológicas e orçamentárias das TVs Universitárias brasileiras, a adoção do ICD aumentou sobremaneira o controle, a organização e o gerenciamento dos ativos digitais dessas instituições, além de possibilitar o acesso ao acervo compartilhado e colaborativo que é de grande valor para a rede e com reflexo na qualidade de programação para o seu público. Com a crescente cultura de gerenciamento de metadados, a busca de conteúdos por palavra-chave pode encontrar conteúdos de qualidade em outros repositórios parceiros da rede, de forma transparente (e independente do conhecimento do endereço IP desses servidores), os quais estavam antes escondidos em pastas de sistemas operacionais e em sites FTP, cujo acesso era limitado pelo nome do arquivo.

Em um país continental como o Brasil, com diferenças culturais entre regiões, compartilhar conteúdos do norte para o sul e do leste para o oeste significa ampliar o horizonte cultural da população, mostrando o Brasil para o próprio Brasil pela TV.

Muito há ainda a se fazer em favor do intercâmbio de conteúdos nas TVs pública e universitárias e, apesar do ICD possuir centenas de funcionalidades, há muitas outras na fila esperando para serem desenvolvidas ou implantadas. Trabalhos futuros incluem melhor integração com redes de distribuição de conteúdos (CDN), metadados personalizados, suporte a diferentes línguas dentro dos metadados (e.g. sinopses ou títulos em diferentes línguas), suporte a clusterização, além de algumas otimizações.

O ICD é um embrião na ideia de que é preciso otimizar o controle dos ativos digitais na rede pública, assim como a produtividade do intercâmbio compreendendo a importância e responsabilidade de que redes universitárias e públicas de TV também devem tornar-se mais competitivas, mais organizadas, mais eficientes e com conteúdos de qualidade.

Agradecimentos

O serviço de Intercâmbio de Conteúdos Digitais (ICD) foi desenvolvido com a o financiamento da EBC, através de convênio institucional com a RNP, que coordenou seu desenvolvimento e implantação contando com a colaboração da Dynavideo Serviços e Comércio. Os autores deste trabalho reconhecem o exímio trabalho de coordenação de Daniel Caetano (RNP) e sua equipe, sem o qual o ICD não seria uma realidade, além daqueles que estiveram ou estão envolvidos com a comunidade formada pelas TVs Universitárias, como Marcus Vinicius Rodrigues Mannarino, Alvaro Augusto Malaguti, Helder Vitorino de Souza, Jean Carlo Faustino e respectivas equipes.

Referências

- [1] Gartner Identifies Six Key Steps to Build a Successful Digital Business. Disponível em <http://www.gartner.com/newsroom/id/2745517>. Acessado em 10-junho-2016.
- [2] Haynes, T. E., Qualifying cost savings of a DAM department. *Journal of Digital Media Management* Vol. 1, 4 375–384 Henry Stewart Publications 2047-1300 (2013).
- [3] DAM Best Practices: Planning & Implementation. Disponível em <http://www.damlearningcenter.com/digital-asset-management-best-practices-guide>. Acessado em 10-junho-2016.
- [4] Programa de Grupos de Trabalho da RNP. Disponível em: <https://www.rnp.br/pesquisa-e-desenvolvimento/grupos-trabalho>. Acessado em 10-junho-2016.
- [5] Lançada a versão 1.0 da Rede de Intercâmbio de Televisão Universitária (RITU). Disponível em: <http://www.usp.br/imprensa/?p=1119>. Acessado em 10-junho-2016.
- [6] Rede de Intercâmbio de Televisão Universitária é lançada na UnB. Disponível em http://portal.rnp.br/web/rnp/noticias/-/rutelistaconteudo/Rede-de-Intercambio-de-Televisao-Universitaria-e-lancada-na-UnB/497013_o80B;jsessionid=C4AE69E92DC0BBADFB936B67920681CA.inst1. Acessado em 10-junho-2016.
- [7] FFMPEG. <https://ffmpeg.org>. Acessado em 10-junho-2016
- [8] R. S. Sandhu, E. J. Coyne, H. L. Feinstein, C. E Youman. Role-Based Access Control Models, *IEEE Computer*, vol 29, Feb. 1996, pp 38-47.
- [9] D. F. Ferraiolo, R. S. Sandhu, S. Gavrila, D. R. Kuhn, R Chandramouli. “Proposed NIST Standard for Role-Based Access Control”. *ACM Transaction on Information and System Security*, vol 4, n° 3, August 2001, pages 224-274.
- [10] Richardson, Leonard. Amundsen, Mike. *RESTful Web APIs*. ISBN 978-1-449-35806-8. O'Reilly Media (2013).
- [11] WordPress. <https://wordpress.org>. Acessado em 10-junho-2016.
- [12] EBC Institucional. “Canais EBC operados por parceiros”. Disponível em: <http://www.ebc.com.br/institucional/sobre-a-ebc/canais-ebc-e-parceiros/2014/03/canais-ebcparceiros>. Acessado em 10-junho-2016.
- [13] EBC Institucional. “TV Brasil entrará em rede com TV Universitária de Goiás”. Disponível em: <http://www.ebc.com.br/institucional/sobre-a-ebc/noticias/2011/02/tv-brasil-entrara-em-rede-com-tv-universitaria-de-goias>. Acessado em 10-junho-2016.
- [14] RNP Institucional. “Rede Ipê”. Disponível em: <https://www.rnp.br/servicos/conectividade/rede-ipe>. Acessado em 20-junho-2016.