



Modernização dos Sistemas Audiovisuais do Governo Baseada em Software Livre

Estêvão Chaves Monteiro
Lucas Alberto Souza Santos

Tema: Arquitetura de Governo Eletrônico –
Infraestrutura Tecnológica

Folha de Rosto

Título do Trabalho: Modernização dos Sistemas Audiovisuais do Governo Baseada em Software Livre

Tema: Arquitetura de Governo Eletrônico – Infraestrutura Tecnológica

Autores: Estêvão Chaves Monteiro, Lucas Alberto Souza Santos

Currículos:

Estêvão: Analista desenvolvedor de sistemas no Serpro – Recife. Programador Java certificado. Instrutor de POO, UML/RUP, Java, JavaScript e AJAX. Mestrando em Ciência da Computação na UFPE acerca de sistemas multimídia. Atuou na engenharia dos sistemas e-Processo, SispeiWeb e Midas, no Serpro – Salvador.

Lucas: Mora em Porto Alegre. É analista de Sistemas do SERPRO, onde trabalha com a plataforma Java J2SE. Membro do Comitê Regional de Software Livre do SERPRO RS. Membro da ONG Associação Software Livre, é um dos organizadores do Fórum Internacional de Software Livre (FISL), onde colabora nos GTs de Educação e Cultura. Aficionado por tecnologias livres para produção multimídia. Atualmente cursa pós-graduação em Gestão Pública com foco em Estratégia pela UNB.

Resumo

As redes de informação estão cada vez mais presentes no dia a dia das pessoas e organizações e vêm avançando no volume e complexidade de informação que conseguem transmitir. Videoconferência, streaming e vídeo sob demanda são cada vez mais relevantes à comunicação humana, à disseminação de conhecimento e ao ensino a distância. Em 2012, 57% do volume de dados transmitidos na Internet foi vídeo, e prevê-se o índice de 86% até 2016. A variedade de dispositivos conectados também tem aumentado substancialmente: computadores pessoais convivem com smartphones, tablets, smart TVs e vídeo-games, todos reproduzindo todo tipo de mídia digital.

Com um campo de aplicação tão vasto, a tecnologia encontra-se em constante evolução. Os formatos de áudio e, principalmente, vídeo, vêm avançando significativamente e, junto com eles, as ferramentas livres de conversão de vídeo e áudio vêm se sobressaindo como as melhores de suas categorias, sobrepujando as implementações proprietárias. Novos formatos de vídeo obtêm com metade do volume de dados a mesma qualidade que formatos anteriores, resultando em redução em custos de armazenamento e transmissão (tráfego de rede). Além disso, são nativamente suportados nos novos e diversos tipos de dispositivos, ou seja, apresentam maior compatibilidade e interoperabilidade, e seu uso nesses dispositivos é mais eficiente e consome menos energia. A maior interoperabilidade também é verificada nos sistemas operacionais e navegadores de Internet atuais, dispensando a instalação de plugins, codecs e outros softwares no cliente. Por fim, também oferecem maior resiliência a erros de transmissão e menor latência na codificação para transmissão ao vivo.

Hoje, o Serpro já publica para a sociedade canais de comunicação audiovisual via Internet: TV Serpro, com reportagens e entrevistas de jornalismo, educação e cidadania; e Assiste, com streaming ao vídeo de eventos. Além disto, disponibiliza internamente serviços de videoconferência e ensino à distância, e oportunamente produz para outros órgãos federais portais e sistemas Web que fazem ou poderiam fazer uso de conteúdo audiovisual. Em todos esses casos, até então, têm-se dependido de formatos (Theora) e players (Java Cortado) já consi-

derados obsoletos. O presente trabalho apresenta um levantamento, análise e recomendações de novos codecs, conversores, players e plataformas de distribuição de conteúdo audiovisual de licenças livres e códigos abertos, adequados e convenientes a implantação nos sistemas do governo brasileiro.

Palavras-chave: Sistemas audiovisuais, streaming adaptativo, codecs, CMS, HTML5, WebM, VP8, Ogg Vorbis, MPEG-4, Advanced Audio Coding, AAC, Advanced Video Coding, AVC, H.264, Opus, ffmpeg, libav, Flumotion, Kaltura, MediaCore.

Sumário

Introdução.....	5
1. Estudo de Caso: Serpro.....	6
2. Tecnologias propostas.....	7
2.1. HTML5.....	7
2.2. WebM, VP8 e Vorbis.....	10
2.3. MP4, H.264 e AAC.....	11
2.4. H.265.....	13
2.5. Opus.....	14
2.6. VP9.....	14
2.7. WebRTC.....	14
2.8. Streaming adaptativo sobre HTTP.....	15
2.9. HTML Media Capture.....	16
3. Impactos esperados.....	16
4. Aspectos Jurídicos.....	17
4.1. Posicionamento do INPI.....	17
4.2. Considerações Finais.....	18
5. Objetivos do Projeto.....	18
5.1. Objetivo geral.....	18
5.2. Objetivos específicos.....	18
6. Premissas.....	19
7. Restrições.....	20
8. Metodologia.....	20
9. Estimativa de escopo.....	22
10. Protótipo.....	22
Anexo A. Catálogo de ferramentas e frameworks de produção audiovisual livres	24
Referências.....	28

Introdução

As redes de informação estão cada vez mais presentes no dia a dia das pessoas e organizações e vêm avançando no volume e complexidade de informação que conseguem transmitir. Videoconferência, streaming e vídeo sob demanda são cada vez mais relevantes à comunicação humana, à disseminação de conhecimento e ao ensino à distância. O volume de vídeo destinado ao consumidor na Internet hoje passa de 50% de todo o tráfego da rede global; adicionando-se a esse índice todas as demais formas de distribuição e aplicações de vídeo, como ponto-a-ponto (P2P), TV e videoconferência, estima-se um índice da ordem de 86% até 2016 [1]. A variedade de dispositivos conectados também tem aumentado substancialmente: onde outrora reinavam, solitários, os computadores pessoais, hoje temos *smartphones*, *tablets*, *smart TVs* e vídeo-games não apenas dividindo a rede, mas também reproduzindo todo tipo de mídia digital de virtualmente qualquer finalidade.

Com um campo de aplicação tão vasto, a área de vídeo e áudio digitais está em constante evolução. Os formatos de áudio e, principalmente, vídeo, com suas técnicas de compressão de redundâncias, otimização psicovisual, otimização psicoauditiva e resiliência a erros de transmissão, vêm avançando significativamente e, junto com eles, as ferramentas livres de conversão de vídeo e áudio vêm se sobressaindo como as melhores de suas categorias, sobrepujando as implementações proprietárias. Além disso, a TV de alta definição (HD) contrasta com os dispositivos móveis ainda muito simples, enquanto as conexões fixas de alta velocidade contrastam com as conexões móveis mais lentas, limitadas e caras, de modo que se tornou universal entre os provedores de conteúdo a estratégia de disponibilizar múltiplas versões de suas mídias, em volumes e complexidades de dados (leia-se: definição e qualidade de imagem e tempo de download) diferenciados de acordo com os tipos de dispositivos e conexões visados [2].

Os novos formatos de arquivos de mídia, como MP4/H.264+AAC e WebM/VP8+Vorbis, caracterizam-se principalmente por atingir a mesma qualidade que formatos da geração anterior com apenas cerca de metade do volume de dados, o que resulta em redução nos custos de armazenamento e transmissão (no caso, tráfego de rede) [3,4⁴]. Além disso, são nativamente suportados nos novos e diversos tipos de dispositivos, ou seja, apresentam maior compatibilida-

de e interoperabilidade, e seu uso nesses dispositivos é mais eficiente e consome menos energia. A maior interoperabilidade também é verificada nos sistemas operacionais e navegadores de Internet atuais, dispensando a instalação de *plugins*, codecs e outros softwares no cliente. Por fim, também oferecem maior resiliência a erros de transmissão e menor latência na codificação para transmissão ao vivo [5]. Todas estas opções contam com o suporte de padrões, ferramentas e reprodutores livres e abertos de alta qualidade, adequados para uso nas instituições brasileiras de governo e educação.

1. Estudo de Caso: Serpro

Hoje, o Serpro já publica para a sociedade canais de comunicação audiovisual via Internet: TV Serpro, com reportagens e entrevistas de jornalismo, educação e cidadania; e Assiste, com streaming ao vídeo de eventos, dentre os quais se destaca as transmissões das atividades do Comitê de Implementação de Software Livre do Governo Federal Brasileiro (CISL). Além disto, disponibiliza internamente serviços de videoconferência e ensino à distância, e eventualmente produz para clientes portais e sistemas Web que fazem ou poderiam fazer uso de conteúdo audiovisual.

Em todos esses sistemas, até então, têm-se usado formatos e players já considerados obsoletos, como o formato de vídeo Theora e seu player Java Cortado [6]. A própria Xiph.org, desenvolvedora do Theora e Cortado, já recomenda que o player seja substituído por players HTML5 e usado apenas como fallback, quando HTML5 não estiver disponível [6]. Além disso, o território do Ogg/Theora, que era até recentemente o único formato livre, vem sendo agressivamente invadido pelo WebM/VP8, também livre e promovido pela gigante Google. No Brasil, que não reconhece patentes de algoritmos e software e portanto desconsidera os royalties associados, o padrão ISO aberto MP4/H.264 apresenta-se também como uma opção viável e, por enquanto, ainda apresenta maior suporte e interoperabilidade que as opções 100% livres. O Serpro também se limita a atender computadores pessoais tradicionais, ignorando a importância crescente dos dispositivos móveis, que exigem cuidados especiais na disponibilização de conteúdo.

A *Proposta de novas tecnologias livres para comunicação multimídia no governo* [4] analisou o formato dos vídeos OGV da TV Serpro. Uma das principais críticas foi à taxa de dados excessiva para a resolução e formato empregados. Hoje observamos que tais recomendações parecem estar sendo observadas, de modo que a taxa de até 2000 kbit/s encontrada naquele ano já vem sendo substituída por taxas da ordem de 700 kbit/s, embora ainda ocorram vídeos recentes de 560x315 com 1500 kbit/s sem necessidade. O mesmo estudo demonstrou graficamente a diferença de qualidade visual dos encoders libtheora, libvpx e x264 e propôs recomendações de parâmetros de codificação para produzir arquivos de vídeo de alta qualidade com baixas taxas de dados.

2. Tecnologias propostas

2.1. HTML5

O consórcio W3C recentemente elaborou o novo padrão HTML5 para páginas Web, o qual inclui capacidades de vídeo, áudio e animação (substituindo o plugin Adobe Flash), que já são providas por todos os navegadores sérios. Entretanto, foi decidido que a especificação HTML5 não há obrigará o suporte a formatos de áudio e vídeo específicos, cada navegador deverá decidir quais padrões suportar nativamente (sem plugins) [26]. A disputa pelo domínio do mercado está sendo travada entre OGV (vídeo Theora com áudio Vorbis), MP4 (vídeo H.264/MPEG-4 AVC e áudio AAC) e WebM (vídeo VP8 com áudio Vorbis). Alguns navegadores suportam apenas OGV e WebM (Mozilla Firefox e Opera), outros suportam apenas MP4 (Internet Explorer, Safari e iOS) e outros ainda suportam ambos (Chrome, Konqueror e Android). Defensora feroz de padrões abertos, a organização Mozilla ainda assim percebeu perder mercado substancial pela recusa em suportar MP4, então recentemente decidiu suportá-lo indiretamente, aproveitando decodificadores integrados ao sistema operacional (Windows 7 e 8) ou hardware (virtualmente todos os dispositivos móveis atuais) [27]. Navegadores mais antigos tipicamente usam Flash como fallback e, por enquanto, desses formatos o Flash só suporta o MP4.

A proposta inicial da W3C, apoiada por Mozilla e Google, era definir, na especificação do HTML5, suporte obrigatório a algum dos formatos abertos e livres de royalties (OGV ou WebM). Entretanto, os grandes *players* da web (Microsoft e Apple, principalmente), rejeitaram a qualidade inferior do vídeo Theora do OGV,

comparado ao já estabelecido padrão ISO H.264 e ainda questionaram a afirmação de ser um formato livre de patentes, uma vez que a área de vídeo é uma das mais densamente limitadas por patentes, sendo difícil desenvolver um formato novo sem, mesmo que acidentalmente, violar uma patente existente. De fato, a licença aberta do vídeo VP8 do WebM, publicado em 2011, está sendo atacada pela Nokia por essa mesma razão [23]. Em junho de 2013, a Google publica o vídeo VP9 [21], para competir não só com H.264 mas também H.265, publicado em janeiro do mesmo ano [20]. Por enquanto, o vídeo H.264 ainda é predominante em todas as categorias de produtos eletrônicos do mercado e as opções abertas ainda estão tendo suas licenças desafiadas, fatos que não podem ser ignorados.

A Tabela 1 apresenta estatísticas internacionais de suporte a vídeo HTML5 nos navegadores mais disseminados. Contudo, apenas 3,2% dessas estatísticas correspondem a dispositivos móveis, portanto os dados só são relevantes para computadores pessoais (*desktops* e *laptops*).

Tabela 1: Suporte a vídeo HTML5 [7]

Navegador	OGV	MP4	WebM	Fatia do Mercado
Google Chrome 6 +	X	X	X	51,3%
Google Chrome 3 - 5	X	X	-	0,8%
Mozilla Firefox 21 +	X	?*	X	20,3%
Mozilla Firefox 4.0 - 20	X	-	X	6,5%
Mozilla Firefox 3.5 - 3.6	X	-	-	2,1%
Internet Explorer 10	-	X	X	3,1%
Internet Explorer 9	-	X	-	8,9%
Opera 10.6 +	X	-	X	1,6%
Opera 10.5	X	-	-	0,1%
Safari 3+	-	X	-	3,9%
Todos com suporte HTML5	82,7%	68%	82,8%	98,6%

* Somente em Windows 7 ou mais recente e em dispositivos móveis.

Há diversos projetos de players de áudio e vídeo em HTML5 de código aberto disponíveis para uso profissional (ver Catálogo de Ferramentas e Frameworks). Assim, não é mais necessário ter o Cortado como o *player* padrão. As limitações dos players HTML5 comparados ao Flash também são pouco relevantes a sistemas governamentais: não suportam exibição de propagandas (com trâmites de crédito), gerenciamento de direitos digitais (DRM), criptografia e gerenciamento avançado de streaming. Em contrapartida, o Flash é criticado por falhas de segurança, baixo desempenho (quando não usa aceleração de hardware) e incompatibilidade com dispositivos móveis.

O navegador oficial do Serpro hoje é o Firefox 10 e o sistema operacional predominante é Ubuntu 10.04, que não oferece suporte nativo a reprodução MP4. Portanto, considerando o ambiente corporativo da empresa, há suporte para OGV e WebM em HTML5, então já seria viável substituir o player Java Cortado. Independente do navegador do Serpro, os portais de comunicação audiovisual do governo devem considerar primeiramente o público, que já usa as versões mais recentes do Firefox e do Chrome, portanto seria descabido persistir no player obsoleto. Pode ser usado fallback com Flash Player, mesmo porque não existe nenhuma evidência de que o player Cortado hoje em uso seja mais seguro ou estável do que o Flash, podendo ter falhas de segurança no seu próprio código e os oriundos da máquina virtual Java sobre a qual é executado e ainda do navegador no qual está embutido.

Uma nova disputa está ocorrendo nesse exato momento, a indústria da web, liderada por Google, Netflix e Microsoft, planeja incluir no padrão HTML5 mecanismos técnicos para suportar implementações de Digital Rights Management (DRM). A discussão gira em torno do Encrypted Media Extensions (EME), uma extensão do HTML5 que permite que usuários reproduzam conteúdos de mídia encriptados [25]. Os promotores dessa extensão tentam passar a impressão de que essa tecnologia não está vinculada à restrição de acesso a conteúdos sobre *copyright*, mas ativistas pela web aberta esclarecem que o DRM é a motivação para a introdução do suporte à criptografia na nova especificação do HTML. Segundo a organização Eletronic Frontier Foundation (EFF) [29], a indústria de entretenimento está por trás dessa iniciativa que ameaça as características que ajudaram a web se popularizar como liberdade, interoperabilidade e disponi-

bilidade nas mais diversas plataformas e dispositivos. Por outro lado, de maneira geral, o Google promove muitas iniciativas de padrões abertos e mesmo assim está envolvido, e o interesse da Netflix é claro e já declarado [18]: deixar de depender do player Microsoft Silverlight (que por sua vez é uma alternativa proprietária ao Flash Player) para transmitir seu conteúdo protegido via streaming.

2.2. WebM, VP8 e Vorbis

Como já mencionado, atualmente os portais de comunicação multimídia do Serpro utilizam o contentor Ogg com vídeo Theora e áudio Vorbis, ao que se refere Ogg Video (OGV), com *player* Java Cortado. Esses formatos são abertos e ainda muito utilizados na Internet; porém, OGV e Theora estão há muito ultrapassados. O contentor Matroska é um outro formato livre mas é muito mais flexível e poderoso que o Ogg, e está sendo promovido pela Google junto com VP8 e Vorbis sob a marca WebM [8]. O VP8, por sua vez, é a versão mais nova e avançada do VP3, o formato a partir do qual foi desenvolvido o Theora. A qualidade do VP8 rivaliza com o H.264, que ainda é o formato de vídeo público de maior qualidade de todos, enquanto o Theora é comparável apenas ao MPEG-4 ASP, a geração anterior do H.264. Além disso, o VP8 foi projetado com streaming em mente, então possui recursos sólidos de resiliência a erros e redução de latência; de fato, hoje é o formato usado pelo conhecido programa Skype. Portanto, a tendência é a substituição gradual do OGV por WebM, o que já ocorreu, por exemplo, na Wikipedia.

WebM é suportado pelos navegadores Firefox (livre), Chromium (livre) / Chrome (proprietário), Opera (proprietário), Konqueror (livre) e até mesmo no Internet Explorer 10 (proprietário), abrangendo 63% dos navegadores usados no Brasil em 2012 [9], provavelmente um percentual maior ainda em 2013, e mais de 80% no mundo. Pelo Internet Explorer, o suporte só ocorre a partir da versão 9, disponível apenas para Windows 7 e 8; esta restrição deve ser considerada em meios de comunicação públicos, já que IE 6, 7 e 8 ainda correspondem a 17% do público brasileiro. Não é suportado em plataformas Apple, alienando usuários de Safari, Iphone, Ipad etc (4% do público brasileiro); Mac OS-X admite a instalação do componente livre Perian sobre o QuickTime, mas não há opção para dispositivos móveis. Ainda não existe aceleração de hardware para decodificação de

WebM em *smartphones*, apenas PCs e *tablets*, então mesmo sendo suportado pelas versões mais recentes do Android, ainda se observa consumo exagerado de energia do dispositivo.

Quanto ao Vorbis [10], trata-se de um formato de áudio livre de qualidade equiparada à do AAC-LC, maduro e estabelecido, amplamente utilizado em diversas áreas da indústria digital. Produzido pela Xiph.org, assim como Theora, Opus e Cortado.

Os representantes de ambos os formatos VP8 e Vorbis disponibilizam encoders de alta qualidade para produzir conteúdo nos respectivos formatos. Esses encoders são, inclusive, integrados à plataforma multimídia ffmpeg/libav, estendendo o suporte a numerosas ferramentas de conversão e edição.

A legalidade do VP8 foi desafiada pela entidade licenciadora MPEG-LA (que não tem relação alguma com o grupo ISO MPEG), que alegou que o formato infringe pelo menos 12 patentes de terceiros [30]. Em 2013, após negociações com os detentores dessas patentes, a Google conseguiu formular uma licença livre de royalties, porém um único detentor, a gigante Nokia, rejeitou participação e continua desafiando a licença. Portanto, o status jurídico do VP8 permanece incerto. Defensores do H.264 argumentam que é melhor pagar uma licença bem-definida do que ser surpreendido por *royalties* de patentes “submarinas”.

2.3. MP4, H.264 e AAC

O vídeo H.264 atualmente corresponde a 80% do vídeo HTML5 na Internet mundial, segundo o indexador Meefedia [11]. É o formato de vídeo para Internet atualmente de maior eficiência de compressão e, portanto, qualidade de imagem. É suportado nativamente em todos os sistemas operacionais dominantes: Windows, Linux, Mac OS-X, iOS e Android. Está implementado em virtualmente todos os hardwares móveis, como *smartphones* e *tablets*, o que resulta em maior desempenho e menor consumo de energia. Para suporte em sistemas mais antigos, *fallback* para Adobe Flash, *plugin* que encontra-se instalado em mais de 50% dos navegadores no mundo, é suficiente para reproduzir o conteúdo.

O H.264 é um padrão ISO, nesse contexto referido como MPEG-4 AVC, elaborado por um consórcio da indústria. É componente obrigatório dos padrões Blu-ray Disc, AVCHD e Sistema Brasileiro de TV Digital (SBTVD), entre outros. Apesar de ser baseado em numerosas patentes, sendo um padrão ISO, os detentores das patentes são obrigados a licenciar o padrão sob termos (e valores) “justos, razoáveis e não-discriminatórios” (FRAND) e, na verdade, patentes de algoritmos e softwares não são reconhecidas no Brasil, portanto em nosso território a questão é irrelevante. Mesmo nos países que reconhecem suas patentes, o uso de H.264 para distribuição de conteúdo grátis via Internet é isento de royalties [12]. Além disso, conteúdo de áudio no formato AAC, com o qual tipicamente é casado, é sempre isento, em qualquer aplicação e qualquer jurisdição [13].

AAC, por sua vez, é um formato de áudio que, assim como o AVC/H.264, é um padrão aberto ISO e seu uso é recomendado junto ao AVC, em contentor MP4 ou outro derivado do ISO Base Media File Format (ISOBMFF), como MOV, F4V e 3GP. AAC é a evolução do MP3, apresentando maior qualidade. Assim como o AVC, AAC hoje é suportado em virtualmente todos os dispositivos conectados, de TVs e sistemas mobile a vídeo-games.

Padrões industriais como AVC/H.264 e AAC tipicamente definem múltiplos perfis de aplicação, permitindo vários níveis de suporte de acordo com as restrições técnicas ou financeiras. Assim, os perfis mais relevantes do AVC são o Baseline, que exige menor poder computacional ao custo de qualidade e, que é suportado por todos os dispositivos móveis modernos e netbooks, e também o perfil High, que apresenta qualidade máxima e é suportado em PCs, *tablets* e notebooks. Já o AAC apresenta-se em quatro perfis principais: AAC-LC é o mais comum, universalmente suportado, projetado apenas para superar a qualidade do MP3 e competir com formatos como Vorbis; HE-AAC e HE-AAC v2 são formatos mais recentes, que se propõem a manter qualidade competitiva em taxas de dados extremamente baixas, da ordem de até 3 vezes menores, sendo ideais para Internet e voz; e AAC-LD é a versão para minimizar a latência de codificação, ideal para streaming ao vivo, competindo com formatos como CELT e Opus.

Considerando todas as vantagens acima apresentadas, o uso do H.264 e AAC deve ser avaliado com seriedade pelo governo, sobretudo quando aplicado a

publicação de vídeos em seus portais de comunicação com o público e sistemas Web em geral.

Conteúdo de vídeo pode ser convertido para o formato H.264 através do *encoder* livre (GPL) x264 [14], que inclusive integra-se à plataforma multimídia ffmpeg/libav e virtualmente todos os conversores e editores de vídeo livres. X264 hoje é considerado o *encoder* de vídeo de maior eficiência (e qualidade) do mundo, tendo recebido inúmeras otimizações da comunidade de software livre; é até 3 vezes mais rápido que o *encoder* VP8, ainda que a qualidade de imagem dos dois seja muito próxima. Além disso, embora não haja perfis específicos para baixa latência no H.264, esse *encoder* implementa diversas técnicas para redução de latência de alta eficiência. Quanto a áudio, conteúdo pode ser convertido para AAC através dos *encoders* livres Fraunhofer FDK-AAC (AAC-LC, HE-AAC e HE-AAC+) [15] e VisualOn AAC Encoder (AAC-LC apenas) [16], que são componentes do projeto Android e também integrados a ffmpeg/libav. Portanto, o Serpro dispõe de ferramentas livres de alta qualidade para produzir conteúdo H.264 e AAC.

2.4. H.265

H.265 é a nova geração de formato de vídeo ISO/MPEG, desenvolvido com a meta de obter a mesma qualidade do H.264 com metade da taxa de dados, ao custo de maior demanda ao processador [21]. Pretende, assim, não apenas substituir o H.264 nas aplicações que puderem arcar com o processamento, mas também viabilizar conteúdo em resoluções Ultra HD (4K e 8K, até o momento). A especificação foi publicada em janeiro de 2013 e oficialmente padronizado no ITU-T em junho de 2013. H.265 destina-se a uso em contentor MP4 junto com áudio AAC.

Até o momento, a única implementação aberta ao público é a implementação de referência, inviável para uso comercial por seu baixíssimo desempenho. O projeto aberto x265 foi iniciado para produzir um *encoder* livre, mas sua maturação com otimizações de desempenho e qualidade psicovisual levará alguns anos. Portanto, é uma opção para o futuro.

2.5. Opus

Este novo formato de áudio livre enfoca a baixa latência, ideal para streaming. Baseado em SILK (do Skype) e CELT (da Xiph.org), tornando-o mais eficaz para Internet do que Vorbis e equiparado ao HE-AAC+ em eficiência de compressão e ao AAC-LD em velocidade de codificação. Opus foi adotado pelo projeto WebM como a opção preferencial de áudio, substituindo Vorbis. Opus foi padronizado pela Internet Engineering Taskforce (IETF) como RFC em setembro de 2012 e é obrigatório no novo padrão WebRTC [28]. Opus é suportado pelo *framework* livre ffmpeg/libav.

2.6. VP9

Em junho de 2013, a Google publicou seu novo formato de vídeo VP9, desenvolvido para competir com H.265, ou seja, apresentando a mesma qualidade de H.264 e VP8 com metade da taxa de dados. Seu decodificador já foi incluído no navegador Chromium e está previsto para inclusão no Google Chrome, e o codificador está incluído no kit de desenvolvimento WebM, que inclui a biblioteca libvpx, que pode ser usada pelo *framework* livre ffmpeg/libav para produzir conteúdo VP9. Com a publicação do VP9, a Google está promovendo a modernização do WebM para usar VP9 e Opus no lugar de VP8 e Vorbis. Tudo indica que já é possível desenvolver sistemas multimídia livres baseados nessas tecnologias, mas por enquanto o suporte a esse tipo de vídeo em HTML5 está restrito ao navegador Chromium. É importante frisar que, até prova em contrário, o VP9 infringe todas as patentes que o VP8, portanto sua legalidade encontra-se desafiada pela Nokia.

2.7. WebRTC

Este é um outro padrão em elaboração pelo W3C, que concerne comunicação em tempo real, enquanto HTML5 trata de conteúdo sob demanda. Aqui, a baixa latência e baixo volume de dados são as prioridades. Esse projeto irá disponibilizar uma infraestrutura nativa (sem uso de *plugins*) de comunicação P2P entre navegadores Web, de forma que os dispositivos das pontas da internet poderão se comunicar diretamente entre si, sem que o tráfego precise passar necessariamente por um servidor central. Esse tipo de comunicação é útil em serviços como chamadas de áudio e vídeo e compartilhamento de arquivos, substituindo aplicações proprietárias como Skype. Essa tecnologia é originária da Google, que

publicou o código em 2011 e submeteu-o à W3C. Os navegadores Chrome e Opera já suportam o WebRTC em suas versões estáveis mais atuais. O formato de vídeo proposto é o VP8; para áudio, foram inicialmente propostos iSAC (*wideband*) e iLBC (*narrowband*), mas ao final ambos foram substituídos por Opus, que trata ambas *wide* e *narrowband*.

2.8. Streaming adaptativo sobre HTTP

Até recentemente, soluções de streaming eram caracterizadas por protocolos específicos (por exemplo, RTSP), o que requer infra-estrutura específica e configurações de rede especiais relativas a *proxies*, *firewalls* e NATs. Porém, observa-se hoje na indústria uma gravitação das plataformas de comunicação para o HTTP, realizando os devidos controles operacionais no nível do software em vez do *hardware*; a vantagem desta abordagem é que infra-estrutura HTTP é baratíssima, integra-se facilmente com *proxies*, *firewalls* e NATs, e aproveita caches. Estas simplicidades são particularmente interessantes para redes de distribuição de conteúdo (CDNs), que efetivamente promovem as evoluções técnicas nessa área.

Um outro recurso cada vez mais comum é a adaptatividade da taxa de dados de streaming, afim de acompanhar variações na banda de conexão disponível, iniciar a reprodução rapidamente e nunca interrompê-la. Assim, a qualidade de imagem flutua junto aos recursos disponíveis mas a reprodução é contínua.

Após o surgimento de diversas plataformas proprietárias de streaming adaptativo sobre HTTP (Apple HTTP Live Streaming, Microsoft Smooth Streaming, Adobe HTTP Dynamic Streaming), o grupo ISO MPEG definiu o novo padrão Dynamic Adaptive Streaming over HTTP (DASH), que já conta com implementações livres publicadas pela Universidade de Klagenfurt, uma das quais (libdash [19]) inclusive incorporada ao Firefox e ao VLC Player (ver nosso catálogo de ferramentas e *frameworks* livres). A instituição publicou, inclusive, uma implementação inteiramente baseada em JavaScript e HTML5, o DASH-JS.

MPEG-DASH é uma tecnologia que pode ser livremente implementada em diversas plataformas. Caracteriza-se por concentrar toda a sua complexidade no software cliente e na definição do seu manifesto XML, que relaciona todos os arquivos de conteúdo com seus respectivos endereços HTTP e suas características.

O suporte em servidor é trivial, bastando prover um cliente e os manifestos. Esta tecnologia é tão nova que existem poucas implementações por enquanto, mas já foi adotada pela gigante de transmissão de vídeo Netflix e, como mencionado, possui projetos livres publicados por universidades.

O suporte a MPEG-DASH em HTML5 hoje depende de extensões ao padrão, hoje na forma da proposta W3C Media Source Extensions, promovida por Google, Microsoft e Netflix [24]. Essas extensões permitem trocar em tempo real e sem interrupção à reprodução da mídia a fonte física do seu fluxo de bits. A proposta está avançada no processo de oficialização, já é implementada no Google Chrome e está sendo implementada no Mozilla Firefox.

Enquanto as Media Source Extensions não são amplamente implementadas nos navegadores relevantes, existe a opção do servidor de streaming livre Flumotion para streaming adaptativo sobre HTTP (mas não HTML5).

2.9. HTML Media Capture

Esta proposta candidata a recomendação W3C publicada em maio de 2013 por um grupo composto de especialistas da Intel, Nokia e W3C pretende definir um padrão para navegadores implementarem captura de mídia sem necessitar de *plugins* ou outras aplicações. Assim, gravações em tempo real poderão ser realizadas a partir de câmeras e microfones. Como a proposta ainda está em estágio preliminar, convém observar seu status e suas futuras implementações.

3. Impactos esperados

No Serpro atualmente não há uma definição corporativa de quais os formatos, codecs, *players*, CMS (sistemas de gerenciamento de conteúdo) e editores de conteúdo multimídia que devem ser usados na área de vídeo streaming, nos portais TV Serpro e Assiste, nos conteúdos de EAD ou em sistemas desenvolvidos para clientes. O conhecimento sobre as tecnologias multimídia utilizadas na empresa e a definição de um padrão de uso corporativo trarão ganhos em produtividade e na gestão dos projetos, possibilitando a evolução do uso de multimídia de forma corporativa e não pulverizada, abrindo portas para a inovação e expansão dos negócios.

As novas tecnologias de vídeo propostas neste projeto permitem reduzir custos de tráfego de rede e armazenamento de conteúdo, reduzir os riscos de segurança dos portais de comunicação audiovisual e tornar a reprodução de conteúdo audiovisual mais rápida e eficiente.

Sendo o Serpro empresa pública federal de TI com o papel de promover a modernização tecnológica e adoção de software livre no governo federal, assim também influenciando outras esferas governamentais, é o ator ideal para atualizar os padrões multimídia nesses âmbitos.

4. Aspectos Jurídicos

4.1. Posicionamento do INPI

O Instituto Nacional da Propriedade Industrial – INPI é a autoridade brasileira no que tange a patentes e seus respectivos royalties. Em contato oficial com a instituição, obtivemos o seguinte posicionamento:

Mensagem nº 39664 recebida em 26/09/2012.

Sua mensagem:

Olá, sou funcionário do Serpro envolvido com prospecção de software livre e tenho uma dúvida. Está claro que o Brasil não registra patentes de software. Por outro lado, o Brasil reconhece patentes de software registradas no estrangeiro? Por exemplo, se quisermos usar um software compressor de vídeo de licença livre, mas que viola patentes estrangeiras relativas às técnicas de compressão, devemos pagar os royalties ou somos isentos devido à legislação local?

Grato.

Resposta do Fale Conosco:

Prezado,

O direito concedido pela patente é restrito ao país que a concedeu, ou seja, se a patente foi concedida somente por um país, o direito vale somente para este país. No caso em questão, se o software viola patentes estrangeiras mas a patente não foi também concedida no Brasil, o uso deste programa de computador, no Brasil, não configura violação à propriedade intelectual.

tual, não havendo a necessidade de pagamento de royalties pois, no Brasil, tal invenção estaria em domínio público.

Att. Victor Pimenta M. Mendes

4.2. Considerações Finais

Todos os formatos de dados propostos no presente trabalho são formatos abertos cujas especificações são inteira e livremente disponíveis ao público. Muitos deles são, inclusive, padrões internacionais recomendados pelas importantes instituições ISO, ITU, IETF e W3C. Alguns dos formatos incluem mecanismos, ou seja, algoritmos lógicos, que são patenteados no exterior. Algumas dessas patentes são gratuitamente licenciadas, outras determinam pagamento de royalties aos seus detentores. Todavia, como esclarecido pelo INPI, todas essas patentes são irrelevantes na jurisdição brasileira. E, como já exposto, todos os formatos aqui propostos possuem implementações em software livre. Portanto, não verificamos empecílio algum no seu emprego nos sistemas produzidos no governo.

5. Objetivos do Projeto

5.1. Objetivo geral

O objetivo primário do projeto é aplicar um processo de padronização das tecnologias audiovisuais utilizadas no governo. Cobrindo formatos de vídeo e ferramentas de edição, distribuição e visualização de conteúdo audiovisual.

Também apresentaremos como parte deste projeto um conjunto de padrões e ferramentas que podem ser adotados na empresa e que têm grande potencial para alavancar os serviços e projetos relacionados a multimídia audiovisual. Neste documento apresentamos uma prévia deste catálogo, a versão completa será desenvolvida em etapa posterior.

5.2. Objetivos específicos

1. Mapear os projetos, sistemas e equipes de desenvolvimento que desenvolvem soluções relacionadas a transmissão de conteúdo audiovisual.
2. Analisar os cenários de uso levantados e definir um roteiro de ações a serem tomadas para capacitação a padronização de formatos, codecs, ferramentas, parâmetros de qualidade, documentação, etc.

3. Criação de catálogo de novas tecnologias abertas que possibilitem a expansão dos serviços multimídia na empresa, visando o aumento da qualidade do serviço, interoperabilidade com plataformas modernas de comunicação em rede e novas oportunidades de negócio. Alguns dos softwares catalogados serão selecionados para homologação.
4. Analisar o modelo atual de licenciamento dos conteúdos audiovisuais do Serpro e propor sua adequação à recente Lei de Acesso à Informação.
5. Levantar as categorias de dispositivos reprodutores de conteúdo audiovisual na Internet e as respectivas resoluções, taxas de dados e taxas de amostragem adequadas para cada um, relacionando tais dados às larguras de banda comumente comercializadas no Brasil e no mundo, afim de definir as diretrizes de versionamento do conteúdo audiovisual sob demanda.
6. Com base nos insumos levantados na fase de pesquisa e experimentação, desenvolver um Sistema Gerenciador de Conteúdo (CMS) corporativo para prover conteúdo de vídeo baseado em HTML5 aplicável a todas as soluções de vídeo sob demanda para a empresa e seus clientes.
7. Homologar uma plataforma livre de streaming de vídeo com suporte aos formatos OGV/Theora, MP4/H.264 e WebM/VP8, transcodificação ao vivo, streaming adaptativo e execução distribuída. Migrar o sistema ASSISTE para esta nova plataforma, descontinuando o uso do Icecast2.

6. Premissas

Abrir diálogo com as partes interessadas em sistemas audiovisuais em geral, como portais, ensino à distância e videoconferência, afim de estabelecer relações de parceria e colaboração.

Antes da pesquisa proposta ser lançada, as áreas claramente ligadas a multimídia deverão ser notificadas sobre a proposta deste projeto, de forma que as respostas sejam precisas.

A pesquisa deve atingir o máximo de equipes possível.

As ferramentas do catálogo apresentado que tenham aplicação imediata na empresa deverão passar por um processo formal de homologação.

7. Restrições

Todos os softwares indicados no catálogo de ferramentas deverão ser de licenças livres e código aberto, além de suportarem o sistema operacional GNU/Linux.

As tecnologias audiovisuais apresentadas deverão ser padrões abertos livres de royalties na jurisdição brasileira.

Nenhumas das tecnologias proprietárias sugeridas (padrões ou ferramentas) deve expor o governo e seus órgãos a insegurança jurídica.

8. Metodologia

Em face do cenário atual onde a utilização de tecnologias multimídia não está padronizada, é estratégico para o Serpro que sejam feitos, logo que oportuno, uma avaliação completa do quadro atual do uso de multimídia audiovisual na empresa seguida de uma ação de padronização tecnológica. Visto que tecnologias multimídia são variadas e estão presentes em diversas áreas da empresa, abrangendo desde as áreas administrativas chegando até ao desenvolvimento, realizaremos uma pesquisa corporativa que poderá agregar as informações necessárias para a avaliação do cenário atual. Esta será a **1ª fase** do projeto.

O questionário de pesquisa proposto utilizará o sistema corporativo de pesquisas, de forma a alcançar o maior número possível de áreas, gerências e equipes. As informações que são do interesse desta pesquisa estão relacionadas aos softwares e padrões audiovisuais utilizados no trabalho diário ou, quando for o caso, no desenvolvimento de sistemas com suporte a multimídia para clientes. Esta pesquisa pretende mapear o uso de formatos, codecs, *players* web, editores, conversores, servidores (streaming / videoconferência), bancos de dados multimídia, sistemas de gerenciamento de conteúdo (CMS), dentre outras informações relacionadas a esse tema. Após a coleta dos dados será realizada a etapa de análise e sumarização dos mesmos, quando será conhecido o cenário de uso de tecnologias audiovisuais na empresa.

A análise deste cenário de uso combinado com o estudo das tecnologias (padrões e ferramentas) emergentes da área, nos capacitará para dar início a um

processo corporativo de padronização das tecnologias audiovisuais, o que será a **2ª fase** do projeto, e implantação do CMS audiovisual corporativo, o que será a **3ª fase** do projeto.

O CMS corporativo será um serviço Web com duas interfaces para usuários: a interface de gerenciamento e as interfaces de publicação/transmissão. Esta solução deverá ter configuração flexível de forma que possa ser adaptada para comercialização junto aos clientes do Serpro interessados em hospedar conteúdo audiovisual.

A interface de gerenciamento será um sistema Web que receberá *uploads* de conteúdo audiovisual em qualquer formato, resolução, taxa de dados e frequência de imagem e modulação de áudio e os converterá para os formatos padrão que serão definidos no Serpro. Propomos a utilização paralela de WebM e MP4, cuja reprodução será selecionada pelo cliente de acordo com suas capacidades. A conversão será feita em múltiplas versões, limitadas pelo conteúdo original, e optadas pelo gestor de conteúdo ao realizar o *upload*. As opções de versão propostas são pelo menos três: uma QVGA (240p) para reprodução em celulares; uma em definição padrão (480p); e uma em alta definição (720p). Ao realizar o *upload* do conteúdo, o gestor também informará detalhes descritivos para o devido catalogamento. Poderá ser avaliada, ainda, a implementação de opções de restrição de acesso a certos conteúdos.

A interface de publicação será um trecho simples de HTML5 que poderá ser usado dentro de outras páginas Web através de iframes ou outros mecanismos e terá todos os componentes necessários para a recuperação do conteúdo e sua reprodução. Afim de suportar navegadores antigos, haverá fallback na forma de um player simples implementado para Adobe Flash; eventualmente existe a opção do Cortado também.

Acreditamos que é importante conhecer de forma aprofundada os diferentes usos de multimídia na empresa antes de iniciar um processo padronização e internalização de tecnologias. Essas informações serão base para a formulação de um programa de capacitação a ser realizado com as equipes que trabalham dire-

tamente com áudio e vídeo na empresa, cobrindo tanto as áreas de TI quanto administrativas do Serpro.

A aplicação dos padrões proprietários recomendados neste trabalho só é necessária na distribuição de vídeo para sistemas que apenas os suportam exclusivamente, como, por exemplo, computadores Apple e dispositivos móveis. Estes sistemas não suportam nativamente (sem instalação de plugins) os padrões livres WebM e OGV. Mesmo na distribuição licenciada de vídeo em padrões sob patentes, existem frameworks de streaming de código aberto como o Flumotion, citado anteriormente, que simplificam a criação de uma configuração composta exclusivamente de software livres. A escalabilidade deste framework o tornam uma excelente opção para transmissão de vídeo de forma profissional e baseado em software livre.

9. Estimativa de escopo

1. Sumário da pesquisa de tecnologias audiovisuais usadas atualmente no Serpro.
2. Catálogo corporativo de ferramentas e *frameworks* de produção audiovisual livres.
3. Homologação dos softwares selecionados do catálogo.
4. Homologação da nova plataforma de streaming ASSISTE.
5. Padronização corporativa de formatos audiovisuais.
6. Diretrizes corporativas de configuração de conteúdo audiovisual para sítios Web.
7. CMS audiovisual corporativo.
8. Atualização dos portais interessados em participar como pilotos.

10. Protótipo

No âmbito desta pesquisa preliminar, desenvolvemos um protótipo de CMS audiovisual corporativo no Serpro baseado no software livre MediaCore Community [31]. Essa plataforma, implementada em Python e MySQL, possibilita a criação de um portal Web de vídeos e podcasts (áudio) que apresenta-se similarmen- te ao Youtube. O MediaCore completo é um produto comercial, porém a Commu- nity Edition é licenciada sob GPL v3 e atende aos principais requisitos: suporte a grandes volume s de conteúdo, *player* HTML5 com *fallback* para Flash, suporte a

dispositivos móveis, estatísticas de uso, gerência avançada de perfis de uso, moderação de conteúdo, criação de canais RSS, busca em metadados, API via serviços Web, opções de armazenamento, configuração visual avançada e framework para desenvolvimento de *plugins*. O protótipo foi disponibilizado na Intranet da empresa, no endereço <<http://video.serpro>>, para fins de teste e pesquisa.

A versão comercial do Mediacore funciona em modelo SaaS (Software as a Service), associado a computação em nuvem. O governo em geral evita depender de serviços em nuvem, preferindo montar suas próprias nuvens, serviço que tornou-se estratégico para o Serpro nos últimos anos. Vislumbramos ao Serpro a opção de usar o MediaCore Community Edition para montar sua própria nuvem de portais audiovisuais para vender como serviço a outros órgãos governamentais. Podem interessar ao Serpro, ainda, alguns dos *plugins* comerciais da plataforma: suporte a LDAP, integração com Moodle (plataforma de EAD), integração com nuvem computacional para armazenamento e conversão de mídia.

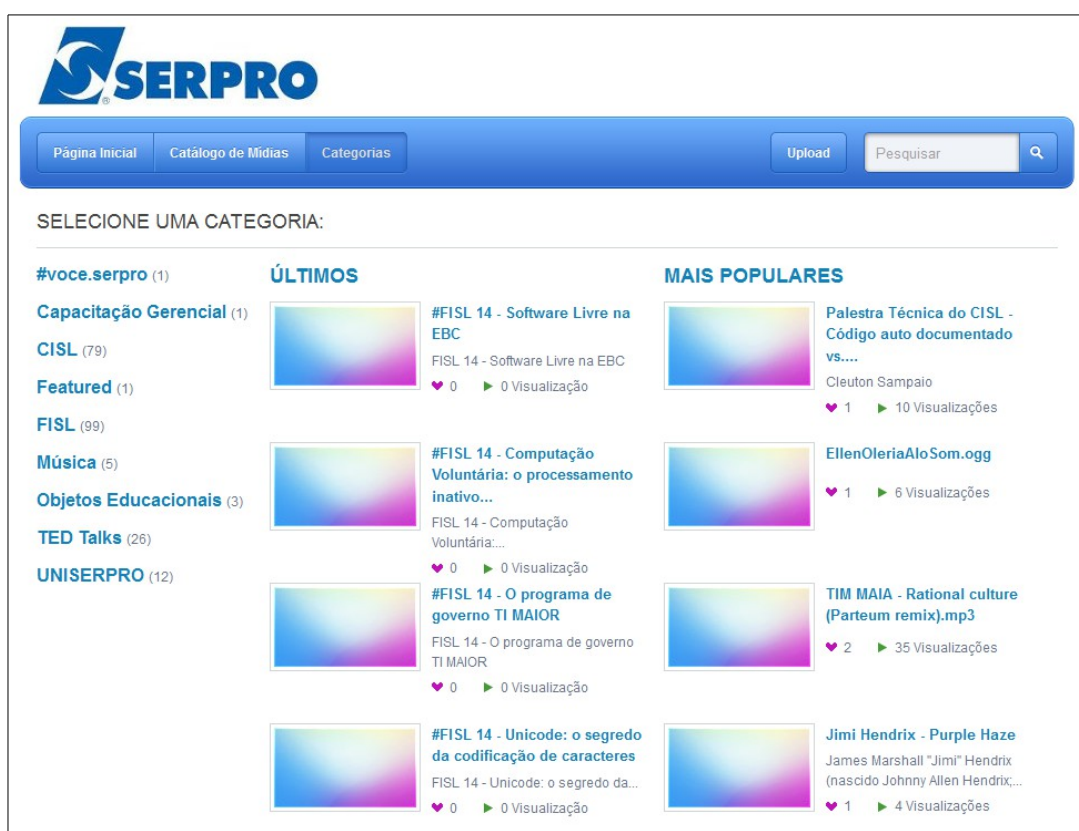


Ilustração 1: Tela do protótipo na Intranet do Serpro

Anexo A: Catálogo de ferramentas e frameworks de produção audiovisual livres

Aqui relacionamos e comentamos os softwares livres mais modernos prospectados. Propomos a avaliação desses componentes dentro do processo do Serpro.

A.1. Conversores

- **Ffmpeg/Libav:** Plataforma básica de reprodução e codificação de arquivos multimídia no Linux, embutida em diversas outras aplicações. Apresenta-se como um corpo de ferramentas de linha de comando. Faz hooking com diversas bibliotecas externas para oferecer os melhores codificadores do universo livre, como x264, Xvid, FDK-AAC, VO-AAC, Vorbis, VP8, Theora etc. O fork Libav é considerado mais criterioso e estável e preferido no Ubuntu, enquanto o ffmpeg é mais abrangente e se coloca na vanguarda. A compilação é configurável para incluir apenas componentes compatíveis com certa licença, como somente GPL ou somente gratuitos. Como questões de patentes dependem da jurisdição onde é compilado, a compilação mais básica do ffmpeg pode ser ilegal em um país e 100% legítima em outro, como é o caso do Brasil. <<http://ffmpeg.org>>, <<http://www.libav.org>>.
- **Avidemux:** Converte vídeo para H.264, MPEG-4, MPEG-2, MJPEG, Sorenson Spark e Huffiyuv; áudio para AAC, MP2, MP3, AC3 e Vorbis; contidos em arquivos MP4, MKV, AVI, FLV, MPEG-TS e MPEG-PS. Também oferece operações básicas de edição não-linear. Baseado em Ffmpeg, x264, Xvid, Faac e Lame. <<http://www.avidemux.org>>.
- **Handbrake:** Conversor simples sem recursos de edição, baseado em Ffmpeg, x264, Faac e Lame, produz apenas MP4 e Matroska. <<http://handbrake.fr>>.
- **Kino:** Ferramenta de captura e edição de vídeo DV raw de câmeras firewire. Exporta para MPEG-1, MPEG-2 e MPEG-4. O desenvolvedor migrou para Kdenlive. <<http://kinodv.org>>.
- **MiroConverter:** Conversor de formatos multimídia multiplataforma, simples de usar mas pouco configurável. <<http://www.mirovideoconverter.com>>.

A.2. Editores

- **Ardour:** Principal editor de áudio multitrilha de código aberto, com funcionalidades presentes nos softwares proprietários profissionais. <<http://ardour.org>>.

- **Blender:** Principal software livre para design 3D. Solução completa para uso profissional. Inclui editor de vídeo não-linear. <<http://www.blender.org>>.
- **Cinelerra:** Mais completo editor de vídeo de código aberto. Possui funcionalidades presentes nos softwares proprietários profissionais. <<http://cinelerra.org>>.
- **Kdenlive:** Editor de vídeo livre em constante evolução. Baseado em MLT e ffmpeg; suporta edição de conteúdo em alta definição. <<http://www.kdenlive.org>>.
- **Lightworks:** Editor de vídeo de código fechado que terá seu código publicado em breve. É uma solução completa, utilizada há muitos anos em estúdios profissionais. Quando seu código for aberto, o Lightworks irá compor junto com o Ardour, Blender, Gimp e Inkscape o núcleo do setup livre para edição multimídia profissional. Por enquanto, disponível apenas em Windows. <<http://www.lwks.com>>.
- **OpenShot:** editor de vídeo livre enxuto, também baseado em MLT e ffmpeg. <<http://openshot.org>>.
- **PiTiVi:** Editor de vídeo não-linear baseado em GStreamer e MXF. Interface amigável e foi por um tempo o editor de vídeo padrão do Ubuntu. <<http://www.pitivi.org>>.

A.3. Streaming

- **GStreamer:** Plataforma multimídia livre, modularizada e orientada a pipelines. É utilizada como backend multimídia em diversas aplicações livres, mas também possui ferramentas de linha de comando. <<http://gstreamer.freedesktop.org>>.
- **Flumotion:** Servidor de streaming Python de código aberto baseado em GStreamer. Suporta Ogg Theora, RTMP, HTTP, FLV, WebM, RTSP etc. <<http://www.flumotion.net>>.
- **Landell:** Ferramenta de captura e streaming desenvolvido por brasileiros, baseada em GStreamer, integra os repositórios do Ubuntu e Debian. Um fork está sendo desenvolvido para integração com Flumotion. Suporta Ogg e Webm. <<http://landell.holoscopio.com>>.
- **GStreamer Streaming Server:** Servidor de streaming C++ de código aberto baseado em gstreamer. Suporta Ogg Theora, RTMP, HTTP, FLV, RTSP e

WebM. <<http://code.entropywave.com/entropy-wave-streaming-server>>, <<http://gstconf.ubicast.tv/videos/gstreamer-streaming-server>>.

- **DASH-JS:** Integra MPEG-DASH com HTML5, usando JavaScript e HTML Media Source Extensions (proposta conjunta da Google, Microsoft e Netflix) para reproduzir MP4 e WebM. <http://www-itec.uni-klu.ac.at/dash/?page_id=746>, <<http://dvcs.w3.org/hg/html-media/raw-file/tip/media-source/media-source.html>>.
- **libdash:** Biblioteca LGPL para DASH, por enquanto só implementada como Windows DLL. Recentemente incorporada ao navegador Firefox. <<https://svn-itec.uni-klu.ac.at/trac2/dash>>, <https://bugzilla.mozilla.org/show_bug.cgi?id=734546>.

A.4. Gerenciadores de conteúdo (CMS)

- **Kaltura Community Edition:** Solução de código aberto completa para criação de uma plataforma de vídeos. <<http://www.kaltura.org>>.
- **Mediacore Community Edition:** Sistema de código aberto para criação de portais de vídeo. <<http://mediacorecommunity.org>>.
- **MiroCommunity:** Sistema de código aberto para criação de portais de vídeo. <<http://www.mirocommunity.org>>.

A.5. Players HTML5

Todos os players HTML5 são código aberto, pois é tecnicamente impossível não serem; o que alguns, não citados aqui, possuem, é licença de direitos autorais proprietária. Alguns incluem players Flash como fallback, que podem possuir marca d'água na versão gratuita. Um player que não inclui fallback Flash não deve ser desconsiderado pois pode ser usado um de outra fonte. Alguns precisam ter a compatibilidade com iOS (Apple móvel) investigada.

- **Flare Video:** Oferece tela cheia e player Flash. Não garante compatibilidade com iOS. Licença MIT. <<http://flarevideo.com>>.
- **Flowplayer:** Oferece tela cheia e player Flash. Licença GPL. <<http://flowplayer.org>>.
- **jMediaElement:** Oferece atalhos de teclado, legendas, tela cheia e player Flash. Não garante compatibilidade com iOS. Licenças GPL e MIT. <<http://www.jquerycode.com/multimedia/jmediaelement>>.
- **jPlayer:** Oferece tela cheia e player Flash. Licenças GPL e MIT. <<http://www.jplayer.org>>.

- **JW Player:** Oferece legendas, tela cheia e player Flash. Licença Creative Commons para uso não-comercial. <<http://www.longtailvideo.com/players>>.
- **Leanback Player:** Oferece atalhos de teclado, legendas e tela cheia. Licença GPL para uso não-comercial. <<http://leanbackplayer.com>>.
- **MediaElement.js:** Oferece legendas, tela cheia e player Flash. Se integra com os sistemas CMS populares. Licença GPL. <<http://mediaelementjs.com>>.
- **Mooplay:** Oferece legendas e tela cheia. Não garante compatibilidade com iOS. Licença GPL. <<http://mooplay.challet.eu>>.
- **OIPlayer:** Oferece tela cheia. Não garante compatibilidade com iOS. Licença GPL. <<http://www.openimages.eu/ooplayer>>.
- **Open Standard Media Player:** Oferece tela cheia e player Flash. Não garante compatibilidade com iOS. Licença GPL. <<http://mediafront.org/osmplayer>>.
- **Open Video Player:** Oferece tela cheia e player Flash. Não garante compatibilidade com iOS. Licença BSD. <<http://openvideoplayer.sourceforge.net/html5video>>.
- **Projektor:** Oferece tela cheia e player Flash. Licença GPL. <<http://www.projektor.com>>.
- **Video.js:** Oferece tela cheia, legendas e player Flash. Licença LGPL. <<http://videojs.com>>.

A.6. Web-conferência

- **Big Blue Button:** Sistema de video conferência de código aberto, utiliza o Red5 como servidor RTMP. Já está em uso no Serpro.
- **MConf (Big Blue Button):** Sistema de video conferência de código aberto baseado no BBB, criado e mantido pelo grupo de pesquisa PRAV da UFRGS para a RNP. Suporta acesso mobile. <<http://mconf.org>>.
- **OpenMeeting:** Sistema de video conferência de código aberto, utiliza o Red5 como servidor RTMP. Já está em uso no Serpro.
- **Videoconferencia integrada ao Expresso:** Solução baseada no BBB.

Referências

1. CISCO. **Forecast and Methodology 2011-2016**. Cisco Visual Networking Index (VNI). 30 de maio 2012. Disponível em: <http://www.cisco.com/en/US/solutions/collateral/ns341/ns525/ns537/ns705/ns827/white_paper_c11-481360_ns827_Networking_Solutions_White_Paper.html>. Acesso em: 19 de out. 2012.
2. MONTEIRO, Estêvão. **Sistema Provedor de Vídeo na Web Baseado em MPEG-DASH e HTML5**. 23 de nov. 2012. Disponível em: <<http://estevaomonteiro.com/video/pre-projeto-dash-html5.pdf>>. Acesso em: 22 de jul. 2013.
3. MONTEIRO, Estêvão. **Comparativo de Qualidade de Encoders**. 18 de set. 2012. Disponível em: <<http://estevaomonteiro.com/video/qualidade.htm>>. Acesso em: 22 de jul. 2013.
4. MONTEIRO, Estêvão. **Proposta de Novas Tecnologias Livres para Comunicação Multimídia no Governo**. In: CONSERPRO - Congresso Serpro de Tecnologia e Gestão Aplicadas a Serviços Públicos, 2012, Belém, PA.
5. MONTEIRO, Estêvão. **Guia de Compressão de Áudio e Vídeo**. 10 de jan. 2012. Disponível em: <<http://estevaomonteiro.com/video/guia.htm>>. Acesso em: 16 de nov. 2012.
6. XIPH.org. **Cortado**. Disponível em: <<http://theora.org/cortado>>. Acesso em: 26 de jul. 2013.
7. W3SCHOOLS.com. **Browser Statistics**. Disponível em: <http://www.w3schools.com/browsers/browsers_stats.asp>. Acesso em: 22 de jul. 2013.
8. GOOGLE, Inc. **WebM Project**. Disponível em: <<http://www.webmproject.org>>. Acesso em: 22 de jul. 2013.
9. ANTONIOLI, Leonardo. **Estatísticas, dados e projeções atuais sobre a Internet no Brasil**. 25 de set. 2012. Disponível em: <http://tobeguarany.com/internet_no_brasil.php>. Acesso em: 19 de out. 2012.
10. XIPH.org. **Vorbis.com**. Disponível em: <<http://www.vorbis.com>>. Acesso em: 22 de jul. 2013.
11. LAWLER, Ryan. **4 out of 5 videos are encoded in H.264**. Gigaom. 19 de dez. 2011. Disponível em: <<http://gigaom.com/video/h264-80-percent-of-videos>>. Acesso em: 19 de out. 2012.

12. MPEG-LA. **Summary of AVC/H.264 license terms**. 5 de jan. 2011. Disponível em: <http://www.mpegla.com/main/programs/AVC/Documents/AVC_TermsSummary.pdf>. Acesso em: 22 de jul. 2012.
13. VIA Licensing. **AAC frequently asked questions**. 2012. Disponível em: <<http://www.vialicensing.com/licensing/aac-faq.aspx>>. Acesso em: 19 de out. 2012.
14. VIDEOLAN. **X264, the best H.264/AVC encoder**. Disponível em: <<http://www.videolan.org/developers/x264.html>>. Acesso em: 22 de jul. 2013.
15. MSTORSJO. **Fdk-aac**. Disponível em: <<https://github.com/mstorsjo/fdk-aac>>. Acesso em: 22 de jul. 2013.
16. MSTORSJO. **Vo-aacenc**. Disponível em: <<https://github.com/mstorsjo/vo-aacenc>>. Acesso em: 22 de jul. 2013.
17. XIPH.org. **Opus Codec**. Disponível em: <<http://www.opus-codec.org>>. Acesso em: 22 de jul. 2013.
18. PARK, Anthony; WATSON, Mark. **HTML5 Video at Netflix**. The Netflix Tech Blog. Disponível em: <<http://techblog.netflix.com/2013/04/html5-video-at-netflix.html>>. Acesso em: 22 de jul. 2013.
19. MUELLER, Christopher; TIMMERER, Christian. 2011. **A VLC media player plugin enabling dynamic adaptive streaming over HTTP**. In: Proceedings of the 19th ACM international conference on Multimedia (MM '11). ACM, New York, NY, USA, p. 723-726.
20. PARKES, Sarah; JOHNSON, Toby. **New video codec to ease pressure on global networks**. Genebra, 25 de jan. 2013. Disponível em: <http://www.itu.int/net/pressoffice/press_releases/2013/01.aspx>. Acesso em: 22 de jul. 2013.
21. VCODEX. **High Efficiency Video Coding HEVC / H.265**. Disponível em: <<http://www.vcodex.com/h265.html>>. Acesso em: 22 de jul. 2013.
22. GOOGLE, Inc. **VP9 Video Codec Summary**. Disponível em: <<http://www.webmproject.org/vp9>>. Acesso em: 22 de jul. 2013.
23. WALKER-MORGAN. **Nokia lines up patents against VP8 video codec**. The H Open. Disponível em: <<http://www.h-online.com/open/news/item/Nokia-lines-up-patents-against-VP8-video-codec-1829299.html>>. Acesso em: 22 de jul. 2013.
24. COLWELL, Aaron; BATEMAN, Adrian; WATSON, Mark. **Media Source Extensions**. Disponível em: <<http://www.w3.org/TR/media-source>>. Acesso em: 22 de jul. 2013.

25. DORWIN, David; BATEMAN, Adrian; WATSON, Mark. **Encrypted Media Extensions**. Disponível em: <<http://www.w3.org/TR/encrypted-media>>. Acesso em: 22 de jul. 2013.
26. W3C. **HTML/Elements/video**. W3C Wiki. Disponível em: <http://www.w3.org/wiki/HTML/Elements/video#Formats_and_Codecs>. Acesso em: 22 de jul. 2013.
27. GAL, Andreas. **Hardware-accelerated audio/video decoding in Gecko (bug 714408)**. Google Groups. Disponível em: <<https://groups.google.com/forum/#!msg/mozilla.dev.platform/-xTei5rYThU/DkM9A1bkNNIJ>>. Acesso em: 22 de jul. 2013.
28. HICKSON, Ian et al. **WebRTC 1.0: Real-time Communication Between Browsers**. Disponível em: <<http://www.w3.org/TR/webrtc>>. Acesso em: 22 de jul. 2013.
29. O'BRIEN, Danny. **Why the HTML5 standard fight matters**. Electronic Frontier Foundation. Disponível em: <<https://www.eff.org/deeplinks/2013/05/eff-joins-w3c-fight-drm>>. Acesso em: 22 de jul. 2013.
30. OZER, Jan. **WebM Patent Fight Ahead for Google?** Streaming Media Magazine. Disponível em: <<http://www.streamingmedia.com/Articles/News/Featured-News/WebM-Patent-Fight-Ahead-for-Google-76781.aspx>>. Acesso em: 22 de jul. 2013.
31. MEDIACORE Open Source Project. **MediaCore – Community Edition**. Disponível em: <<http://mediacorecommunity.org>>. Acesso em: 22 de jul. 2013.