



Uma Plataforma Escalável de Alta Disponibilidade para Monitoramento, Armazenamento e Recuperação de Vídeos da TV por Assinatura

Dênio Mariz Sousa^[1], Giuliano Maia Castro^[2], Diego Rosa Pessoa^[1], Christian Miziara^[3], Daniel Caetano^[4]

[1] denio@ifpb.edu.br, diego@ifpb.edu.br. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia da Paraíba. [2] giuliano@dynavideo.com.br. Dynavideo Serviços e Comércio. [3] christian.miziara@mp.br. [4] daniel.caetano@rnp.br. RNP - Rede Nacional de Ensino e Pesquisa

RESUMO

A indústria de produção e o mercado distribuição de conteúdos audiovisuais é regulado de maneiras diferentes por diversos países, que, de um lado desejam proteger, desenvolver e fomentar a produção nacional do audiovisual, mas por outro deseja permitir acesso livre para o público aos conteúdos estrangeiros. A legislação nacional e a política regulatória dos países frequentemente impõem desafios à governança de TI, além de exigir esforços práticos na construção e manutenção de ferramentas capazes de auxiliar na tarefa de fiscalização a acompanhamento do mercado audiovisual. Este trabalho apresenta aspectos técnicos da *Plataforma de Monitoramento do Serviço de Acesso Condicionado* (MP-SeAC), uma plataforma de software projetada, construída e operada pela Ancine como uma ferramenta para auxiliar o cumprimento da Lei 12.485/2011 que regula a atuação dos agentes econômicos do audiovisual brasileiro ligados à TV por assinatura. O Software MP-SeAC capura, processa, grava, indexa e recupera vídeos de 200 canais da TV por assinatura no Brasil, permitindo o acompanhamento contínuo da programação e a fiscalização do efetivo cumprimento da legislação e fomento da produção nacional. No futuro, o acervo de vídeo gravado também servirá à comunidade de educação e pesquisa e da sociedade no geral.

Palavras Chave: TV Paga, Processamento de Vídeo, Gerenciamento de vídeo, Preservação digital.

ABSTRACT

The production industry and the market for the distribution of audiovisual content is regulated in different ways by different countries, which, on the one hand, want to protect, develop and foster national audiovisual production, but on the other, want to allow free access for the public to foreign content. National legislation and regulatory policy in countries often pose challenges to IT governance, as well as requiring practical efforts in building and maintaining tools that can assist in monitoring the audiovisual market. This paper presents technical aspects of the Conditioned Access Service Monitoring Platform (MP-SeAC), a software designed, built and operated by Ancine in Brazil as a tool to assist compliance with Law 12.485/2011 that regulates the performance of economic agents in pay-TV market. MP-SeAC software captures, processes, records, indexes and retrieves videos from 200 pay-TV channels, allowing for continuous monitoring of programming and enforcement of effective compliance and promotion of national production. In the future, the recorded video collection will also serve the education and research community and society at large.

Keywords: Cable Television Regulation, Video Processing, Video Management Platform, Digital preservation.

1 Introdução

Vários países se preocupam em adotar uma política para reger as operações de empresas que veiculam conteúdo audiovisual, o que inclui televisão, cinema e, em alguns casos, produtos OTT (*Over the Top*) que veiculam conteúdo como um serviço sobre a Internet. As regras de operação visam não apenas a regulação dos serviços, mas também a criação de mecanismos de fomento e proteção da indústria nacional e são específicas por veículo de divulgação, mas atuam sobre veiculação de conteúdo audiovisual tanto para entretenimento como para publicidade. Na maioria dos casos agências ou órgãos de controle especiais são criadas para coordenar e executar políticas de fomento e regulação e, em muitos casos, implementar a legislação criada para regulamentar a prática dos agentes econômicos envolvidos na indústria do audiovisual.

Na Argentina, o *Instituto Nacional de Cine y Artes Audiovisuales* (INCAA) estabeleceu os seus critérios de operação de empresas ligadas ao audiovisual e criou a *Ley de Fomento y Regulacion de la Actividad Cinematografica* para fomento e regulação da atividade cinematográfica no território nacional e no exterior (ARGENTINA, 1968).

No México, o *Instituto Mexicano de Cinematografía* (IMCINE) publicou em 2001 o *Reglamento de la Ley Federal de Cinematografía* e a *Ley Federal de Cinematografía* (MÉXICO, 2015), visando a promoção, produção, distribuição, comercialização e exibição de conteúdo audiovisual, bem como o resgate e preservação e estudos para o desenvolvimento da indústria cinematográfica nacional.

Na França, o *Conseil supérieur de l'audiovisuel* publicou em 1986 a "Loi n° 86-1067", uma legislação para a liberdade de comunicação, e o "*Code de L'industrie Cinematographique*" um código da Indústria Cinematográfica e Criação do CNC - *Centre Nationale de la Cinematographie*.

No Brasil, a Agência Nacional do Cinema (Ancine) é uma autarquia especial criada em 2001, dotada de autonomia administrativa e financeira, vinculada ao Ministério da Cultura (MinC), revestida de competências legais para atuar nas ações de fomento, regulação e fiscalização da indústria cinematográfica e videofonográfica. Dentre seus objetivos estão os de (i) promover a cultura nacional e a língua portuguesa mediante o estímulo ao desenvolvimento da indústria cinematográfica e videofonográfica nacional,

(ii) de aumentar a competitividade da indústria cinematográfica e videofonográfica nacional por meio do fomento à produção, à distribuição e à exibição nos diversos segmentos de mercado, assim como, (iii) o de estimular a diversificação da produção cinematográfica e videofonográfica nacional e o fortalecimento da produção independente e das produções regionais com vistas ao incremento de sua oferta e à melhoria permanente de seus padrões de qualidade.

A Ancine está ainda revestida de competências legais para (i) executar a política nacional de fomento ao cinema, (ii) fiscalizar o cumprimento da legislação referente à atividade cinematográfica e videofonográfica nacional e estrangeira nos diversos segmentos de mercados, (iii) regular e fiscalizar o cumprimento dos princípios da comunicação audiovisual de acesso condicionado (TV por Assinatura), das obrigações de programação, empacotamento e publicidade e das restrições ao capital total e votante das produtoras e programadoras, (iv) regular as atividades de fomento e proteção à indústria cinematográfica e videofonográfica nacional, resguardando a livre manifestação do pensamento, da criação, da expressão e da informação, (v) coordenar as ações e atividades governamentais referentes à indústria cinematográfica e videofonográfica e (vi) estabelecer critérios para a aplicação de recursos de fomento e financiamento à indústria cinematográfica e videofonográfica nacional.

Em 2011 a Lei 12.485/11 (BRASIL, 2011) conhecida popularmente como a "Lei do Cabo" ou a "Lei da TV por Assinatura", estabeleceu algumas regras de negócio para a veiculação de conteúdo na TV por assinatura, um mercado que registrou 17 milhões de usuários em 2016 no Brasil (ABTA, 2019). A Ancine, responsável pela implementação dos aspectos regulatórios da nova lei, elaborou um conjunto de instruções normativas para determinar os aspectos práticos da execução da nova Lei. Em resumo, a "Lei do Cabo" definiu regras para veiculação de conteúdo nacional quando fomentados com recursos públicos, estabeleceu que alguns canais qualificados devem obrigatoriamente veicular uma quantidade mínima semanal de conteúdo nacional e limitou a quantidade de material publicitário (comerciais) que a TV por Assinatura pode veicular diariamente (vide detalhes na seção 2).

Novos desafios foram impostos, portanto, à Ancine, o órgão responsável pela execução da lei. Como fiscalizar a veiculação de conteúdos na TV por Assinatura? Como acompanhar e monitorar

a veiculação de publicidade nos canais? Como determinar se um canal atende às exigências da lei?

Neste sentido, a Ancine firmou, em 2012, Protocolo de Intenções com a Cinemateca Brasileira e a Rede Nacional de Ensino e Pesquisa (RNP), visando desenvolvimento e implantação de um serviço de captura, armazenamento e monitoramento da programação para Serviço de Acesso Condicionado – MP-SeAC, por meio da infraestrutura de rede nacional de alto desempenho de educação.

A RNP é uma associação civil de direito privado, sem fins lucrativos, qualificada como Organização Social (OS) vinculada ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) do Brasil, responsável pela execução do Programa Interministerial RNP (PI-RNP) de redes para educação e pesquisa e pelo planejamento e manutenção de uma infraestrutura nacional avançada de comunicação e colaboração à distância, integração de mais de 600 instituições, desenvolvimento de projetos de pesquisa e desenvolvimento em Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC) acadêmica e realização de capacitação de recursos humanos especializados.

Diante dos desafios postos pelo novo arcabouço jurídico legal, coube a Ancine buscar os mecanismos e ferramentas apropriados para acompanhamento junto ao mercado das novas obrigações. Trata-se de um conjunto significativo de informações que a Agência terá que exigir, organizar, acompanhar e verificar em um setor tecnológico altamente dinâmico. A primeira constatação é de que o mercado não oferece serviços prontos ou mesmo para atender a essa gama de novas necessidades. A segunda é de que para alcançar os objetivos de tal legislação era necessário algum grau de pesquisa, desenvolvimento e inovação, cujo esforço conjunto culminou na criação de uma Plataforma de Monitoramento para dar suporte à Ancine em sua missão de fiscalização, regulação e fomento neste segmento de mercado.

O objetivo deste trabalho é apresentar detalhes, requisitos e desafios de P&D da *Plataforma de Monitoramento do Serviço de Acesso Condicionado* (Plataforma MP-SeAC), uma estrutura escalável de alta disponibilidade capaz de capturar, processar, armazenar e recuperar o conteúdo audiovisual dos canais do Serviço de Acesso Condicionado (SeAC), visando a apoiar as áreas finalísticas da Ancine na execução das suas atribuições.

Este trabalho é organizado da seguinte maneira. Na seção 2 são apresentados os aspectos legais que

regem a TV por assinatura no Brasil, destacando os pontos que são especialmente desafiadores para a Ancine no sentido de estabelecer ferramentas de controle para fiscalização e monitoramento. Na seção 3 é apresentada a solução adotada pela Ancine, com a ajuda da RNP, na implementação de uma de *Plataforma de Monitoramento do Serviço de Acesso Condicionado*, visando atuar como uma ferramenta de apoio para o cumprimento da legislação. Na seção 4 é apresentada a arquitetura geral do MP-SeAC. A seção 5 discute a arquitetura de *software* adotada na construção do Serviço MP-SEAC, suas características técnicas e principais funcionalidades. Na seção 6 são apresentadas algumas funcionalidades selecionadas e aspectos gerais da Plataforma MP-SeAC. A seção 7 apresenta e discute os aspectos mais desafiadores do ponto de vista de implementação da solução, os quais exigiram pesquisa e desenvolvimento, além de extensos experimentos e testes. A seção 8 apresenta trabalhos futuros que poderão ou serão derivados desta iniciativa, alguns dos quais já com ações práticas em andamento. As conclusões e considerações finais são apresentadas na seção 9.

2 Aspectos legais da TV por assinatura no Brasil

A Lei 12.485/2011, estabelece um novo marco legal para o segmento de mercado de comunicação audiovisual de acesso condicionado, em especial para TV Paga no Brasil. A competência para regulamentação dos dispositivos da referida Lei foi dividida entre a Agência Nacional do Cinema (Ancine) e a Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel), conforme as atribuições de cada órgão.

Com o objetivo de regulamentar dispositivos da referida Lei 12.485/11, a Ancine editou a Instrução Normativa Nº 100/12 (BRASIL, 2012) para promover a competitividade e a diversidade do mercado, fortalecer as programadoras e produtoras brasileiras independentes, além de ampliar o acesso dos espectadores aos conteúdos e canais brasileiros. A referida IN define, entre outros, os conceitos de horário nobre, espaço qualificado e produção independente.

O horário nobre, nos canais direcionados para crianças e adolescentes, é aquele compreendido entre 11h e 14h, 17h e 21h; e para os demais canais, é aquele compreendido entre 19h e 24h. As obras audiovisuais que constituem espaço qualificado são aquelas, seriadas ou não, dos tipos ficção, documentário, animação, reality show, videomusical e de variedades

realizadas fora de auditório. Já os canais de espaço qualificado são aqueles que, no horário nobre, veiculem obras audiovisuais de espaço qualificado em mais da metade da grade de programação. A fixação do conceito de produtor independente é fundamental para garantir o espaço de exibição da produção independente na TV paga, como determina a Lei 12.485/11. O espírito da lei é fomentar a produção audiovisual nacional.

Sobre o cumprimento das obrigações de veiculação de conteúdo brasileiro pelas programadoras nos canais de espaço qualificado, no mínimo 3h30 semanais dos conteúdos veiculados no horário nobre deverão ser brasileiros e constituir espaço qualificado, sendo que, no mínimo, metade deverá ser produzida por produtora brasileira independente.

Já as empacotadoras deverão ofertar no mínimo 1/3 de canais brasileiros de espaço qualificado entre todos os canais de espaço qualificado ofertados em cada pacote, além de garantir, nos pacotes em que houver canal jornalístico brasileiro, que seja ofertado pelo menos mais um canal de programação com as mesmas características, no mesmo pacote.

Como está previsto na Lei 12.485/11, essas obrigações são de cumprimento progressivo, sendo reduzida, no caso das programadoras, para 1h10, da data de publicação da IN até 13 de setembro de 2012; e para 2h20, de 14 de setembro de 2012 até 13 de setembro de 2013.

No caso das empacotadoras, a obrigação será reduzida para no mínimo 1/9 de canais brasileiros de espaço qualificado entre todos os canais de espaço qualificado ofertados em cada pacote, da data de publicação da IN até 13 de setembro de 2012; e para no mínimo 1/6 de canais brasileiros de espaço qualificado entre todos os canais de espaço qualificado ofertados em cada pacote, de 14 de setembro de 2012 até 13 de setembro de 2013.

Em relação à publicidade, a lei determina que o tempo máximo destinado a obras audiovisuais publicitárias em cada canal de programação deverá ser o mesmo já em vigor para a televisão aberta: no máximo 25% do horário da programação diária – sendo que para o SeAC, no horário nobre, a veiculação de publicidade fica limitada a 105 minutos em canais de conteúdo infantil e adolescente e a 75 minutos nos demais canais de programação.

Diante deste cenário complexo e desafiador, fica claro que a Ancine deverá acompanhar continuamente a atuação destes agentes econômicos, evitando

irregularidades, fiscalizando o efetivo cumprimento da legislação e fomentando a produção nacional. É a partir das informações, sobre suas bases de assinantes e seus perfis dos canais, prestadas por essas empresas, e a partir do conteúdo efetivamente exibido na grade de programação, que será possível estudar, de forma sistemática, o mercado audiovisual, subsidiando a atuação da Agência para o cumprimento mais eficaz de sua missão.

3 A Plataforma MP-SeAC como ferramenta de gestão

Levantamentos preliminares conduzidos pela Ancine à época apontaram a ausência de uma solução no mercado que pudesse atender a essas recentes demandas legais (vide 2). De fato, observou-se que a ausência de soluções no mercado devia-se, entre outros motivos, ao fato de que muitas das funcionalidades requeridas exigiam alto grau de pesquisa e desenvolvimento. Dessa forma, visando otimizar o desenvolvimento dessa solução, a Ancine firmou convênio com a Rede Nacional de Ensino e Pesquisa (RNP) a qual é amplamente reconhecida por seu acesso à centenas de instituições públicas (e.g. universidades) e parceiros da iniciativa privada, geralmente empresas *spin-off* (formadas a partir de laboratórios de pesquisa das universidades), capazes de desenvolver projetos de aplicabilidade prática a partir de conhecimentos avançados ainda sob domínio das pesquisas acadêmicas, e que desde 2008 vem desenvolvendo com o Ministério da Cultura (MinC) uma série de reflexões e debates que objetivam gerar subsídios para a formulação de uma ampla política de uso estratégico das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) para qualificação e ampliação do acesso à cultura, incluindo a formulação de uma política pública de digitalização e publicação de acervos. A RNP então levantou em sua rede de parceiros públicos e privados uma empresa ou instituição capaz de realizar as devidas pesquisas e iniciaria o desenvolvimento da plataforma demandada.

Considerando as recentes exigências legais apresentadas, as demandas internas da própria Ancine e as necessidades de controle interno relacionadas com a governança de TI, a solução obtida pela Ancine e RNP foi criar uma estrutura capaz de capturar, processar, armazenar e recuperar o conteúdo audiovisual dos canais do Serviço de Acesso Condicionado (SeAC), visando a apoiar as áreas finalísticas da Ancine na execução das suas atribuições. Esta estrutura foi

chamada de *Plataforma de Monitoramento do Serviço de Acesso Condicionado*, ou simplesmente *Plataforma MP-SeAC*.

Além da própria Plataforma MP-SeAC, foi criado também um *Centro de Operações MP-SeAC* que é uma estrutura de apoio que opera e monitora o funcionamento dos serviços MP-SeAC que rodam na plataforma, através dos seus diversos componentes físicos e lógicos, o que inclui infraestrutura civil, circuito fechado de TV (CFTV), climatização, fornecimento ininterrupto de energia, conectividade de rede local e de longa distância (Internet), segurança física, segurança lógica, computadores servidores e softwares.

A Plataforma MP-SeAC resultante do esforço conjunto teve, portanto, o objetivo de atender à Ancine em sua missão de fiscalização, regulação e fomento no segmento de mercado ligado ao Serviço de Acesso Condicionado (SeAC), provendo as informações sobre conteúdo audiovisual efetivamente veiculados, para atuação institucional de fiscalização das obrigações definidas pela Lei nº 12.485/2011 e auxiliar a avaliação periódica da efetividade das estratégias promovidas por meio do Fundo Setorial do Audiovisual derivadas das atividades de fomento postuladas pela Lei 11.437, de 28 de dezembro de 2006, através da disponibilização da informação dos conteúdos nacionais veiculados no SeAC.

4 Arquitetura geral da Plataforma MP-SeAC

O Serviço MP-SeAC funciona em um ambiente de *software* e *hardware*, contando com uma infraestrutura de alta disponibilidade em regime contínuo de operação. Chamaremos esse conjunto de *software*, *hardware* e infraestrutura predial de Plataforma MP-SeAC. As funcionalidades primordiais oferecidas pelo serviço MP-SeAC se baseiam na sua habilidade de capturar, processar, armazenar e recuperar (visualizar) vídeos de vários canais SeAC simultaneamente. Essas habilidades são executadas por vários subsistemas de *software*, sendo que os principais deles são: a) Captura de Vídeo; b) Processamento de Vídeo; c) Indexação e Catalogação de Vídeo; d) Armazenamento de Vídeo; e e) Recuperação de Vídeos, como mostrados na Figura 1.

Para os subsistemas de captura de vídeo e processamento de vídeo, a plataforma MP-SeAC é executada de forma distribuída em dois sítios (ou sites) físicos diferentes. O sítio primário (em São Paulo) possui a infraestrutura principal de captura,

processamento, armazenamento e recuperação de vídeos, enquanto o site secundário atua como uma redundância do subsistema de Captura de Vídeo. Assim, o sítio secundário oferece a redundância física de sinal SeAC e contra eventual falha de gravação de vídeo no site principal. Atualmente o sinal é fornecido pela empresa NET nos dois sítios.

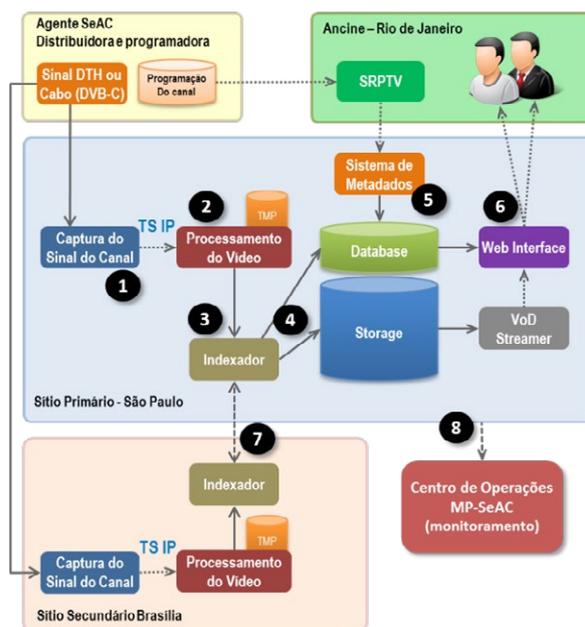
A Figura 1 descreve o fluxo operacional adotado no Serviço MP-SeAC, desde a chegada do sinal de vídeo até o seu consumo pelo usuário final. Os componentes do MP-SeAC serão detalhados posteriormente na seção 5, mas o fluxo operacional da Figura 1 pode resumido pelos seguintes passos abaixo descritos:

- (1) Captura do Sinal - O sinal é distribuído pela distribuidora através dos mesmos canais usados para o consumidor final, podendo ser via satélite (DTH – *Direct to Home*) ou via cabo (DVB-C – Digital Video Broadcasting-Cable). A captura do sinal é feita usando um receptor doméstico cuja saída é acoplada a um equipamento conversor HDMI-TS/IP, que converte o sinal HDMI para um fluxo de vídeo encapsulado em TS (*Transport Stream*) sobre IP (*Internet Protocol*). A plataforma conta com 200 receptores, sendo um para cada canal monitorado. Cada conversor é capaz de receber 8 entradas HDMI e gerar 8 fluxos de vídeo. Assim, a plataforma conta com 25 conversores para processar 200 canais (vide Figura 4).
- (2) Processamento de vídeo – Os 200 fluxos de vídeo são enviados em rede local para 20 servidores de alto desempenho que farão o processamento de vídeo de 10 canais cada. O fluxo vídeo gerado pelo conversor HDMI/Ts-IP é um fluxo de vídeo que requer um tratamento antes de ser armazenado. O tratamento basicamente visa o seguinte: a) transformar o vídeo de fluxo contínuo em um conjunto discretizado de vídeos (fatiamento); b) formatar o vídeo nos padrões desejados para armazenamento e visualização posterior (transcodificação); c) avaliar casos em que a continuidade do fluxo de vídeo é perdida por falha nos componentes anteriores (continuidade de vídeo); e d) calcular informações de *Video Fingerprint* a serem usados posteriormente para identificação automática de vídeos.
- (3) As fatias discretizadas de vídeo são recebidas pelo indexador, que cuida de catalogá-las e

salvar em uma unidade de armazenamento permanente. Esse processo se chama “indexação de vídeos”.

- (4) O processo de catalogação consiste em armazenar os metadados do vídeo em um banco de dados e salvar o vídeo na unidade de armazenamento.
- (5) A legislação obriga as programadoras dos canais a enviar para Ancine as informações sobre a programação veiculada nos canais em até 30 dias depois da veiculação. A programação basicamente detalha qual programa foi veiculado em qual horário e qual era o tipo de programa (e.g. filme, publicidade). A programação é recebida na Ancine por um sistema chamado SRPTV, que repassa a programação para o sistema MP-SeAC que a associa automaticamente aos vídeos gravados.
- (6) Uma interface web é usada para disponibilizar todos os serviços para os usuários finais. Por exemplo, a programação é usada pelo MP-SeAC para permitir que o usuário da Ancine possa assistir ao vídeo guiado pela programação e possa, eventualmente, confirmar se necessário o conteúdo. Mesmo sem a programação disponível, o usuário pode solicitar a visualização de qualquer canal em qualquer horário e esta será mostrada em poucos segundos, independentemente do canal, data ou horário solicitados.
- (7) O sítio secundário é responsável pelas mesmas funções de captura, mas o armazenamento é rotativo. Na prática, os vídeos são mantidos por 30 dias e, caso haja alguma falha no sistema de captura do sítio primário (e.g. travamento do receptor), o vídeo que deixou de ser gravado no sítio primário pode ser recuperado do sítio secundário.
- (8) Todos os componentes de *software* e quase todos os componentes de hardware geram eventos para uma ferramenta de gerência, que é acompanhada por uma equipe de técnicos no Centro de Operações. Ferramentas foram especificamente desenvolvidas para permitir visualizar em tempo real todos os 200 canais, de forma rotativa (4 ou 8 canais por tela, paginados automaticamente), visando garantir ação rápida em caso de falha de componentes.

Figura 1 – Arquitetura funcional e fluxo das informações envolvendo o Agente SeAC, a Ancine e Plataforma MP-SeAC nos sítios primário e secundário.



Do ponto de vista do aspecto de disponibilidade os subsistemas de *Captura de Vídeo* e *Processamento de Vídeo* são cruciais uma vez que uma falha (parada) nesses subsistemas causará perda definitiva na gravação dos canais SeAC, caso não haja uma solução de redundância e um procedimento de continuidade. Por perda definitiva entenda-se a incapacidade de gravar ou recuperar os canais, uma vez que não haverá nova oportunidade de obter o sinal dos canais eventualmente não gravados, uma vez que o sinal é transmitido de forma contínua no tempo.

Alguns outros subsistemas são considerados auxiliares porque organizam ou dão suporte a funcionalidades dos subsistemas principais. São eles: a) *Database* (suporta a catalogação e indexação de vídeos e outras funcionalidades); b) *Streamer* (fornece fluxo de vídeo ao vivo e sob demanda aos demais subsistemas); c) *Aplicação Web* (organiza e disponibiliza as principais funcionalidades para o usuário final); e d) *Analisador de Sinal SeAC* (monitora a força e a qualidade do sinal DVB-C do SeAC). Os subsistemas e seus componentes serão apresentados em detalhes adiante na seção 5 - *Arquitetura de Software*.

5 Arquitetura de Software

Esta seção apresenta em maiores detalhes os componentes de *software* do serviço MP-SeAC. A Figura 2 mostra um diagrama que conecta seus componentes funcionais, os quais são descritos a seguir.

Componentes do Processador de Vídeo

Fatiador – responsável pela transformação do fluxo contínuo de vídeo em um conjunto discretizado de vídeos, que são armazenados na forma de arquivos individuais e usados como referência na futura recuperação para visualização. O fatiamento ocorre em tempo real e gera 1 arquivo de vídeo a cada 1800 segundos (meia hora) para cada canal.

Continuidade de vídeo – A captação do sinal SeAC é feita por receptores domésticos (os mesmos usados pelos assinantes). Por serem de baixo custo, é possível que apresentem “travamentos”, que podem resultar em ausência de sinal na saída HDMI e congelamento da imagem. O componente de Continuidade de vídeo observa em tempo real o vídeo recebido pelo processador de vídeo e detecta ambos os tipos de problema, gerando um evento que resultará na solicitação de recuperação automática de vídeo do sítio secundário (vide componente “Recuperador Cliente”).

Transcodificação – A transcodificação ajusta e padroniza todos os parâmetros de formato de vídeo e áudio, ajustando ainda a taxa de quadros e a taxa de bits, de maneira a manter um equilíbrio entre um tamanho adequado para armazenamento (não ocupar muito espaço) e qualidade de visualização, ainda observando a capacidade de processamento do servidor para que tudo seja executado em tempo real.

Assinatura de vídeo – Através de *software*, este componente identifica, extrai e, em seguida, comprime os componentes característicos de um vídeo, permitindo que esse vídeo seja identificado de forma única pela sua “impressão digital” resultante, denominados de VHC (*Video Hash Codes*), que servirão para recuperação automática de vídeo entre os sítios primário e secundário e é um dos aspectos inovadores da plataforma MP-SeAC.

Componentes do Indexador

Recuperador cliente – Identifica eventos de falha de continuidade dos vídeos de cada canal (gerados pelo componente “Continuidade de vídeo”) e dispara automaticamente uma solicitação de recuperação de vídeo para o componente “Recuperador Servidor”, no sítio secundário.

Catalogador de vídeos – Identifica os segmentos de vídeo gerados para cada canal pelo componente “Fatiador” e armazena seus metadados (canal, data, hora, duração) no banco de dados para posterior busca e recuperação. Também copia os segmentos de vídeo para o storage para armazenamento permanente.

Identificador de vídeo – identifica vídeos a partir de VHC (*Video Hash Codes*) gerados. Um algoritmo recebe uma sequência de VHC e determina com precisão de 1 segundo vídeos idênticos já armazenados.

Aplicação Web – Interface de acesso a serviços pelo usuário final. Inclui gerenciamento de usuários e controle de acesso, visualização de vídeo armazenado, consultas à programação dos canais, Geração de provas para fiscalização, relatórios, auditoria etc.

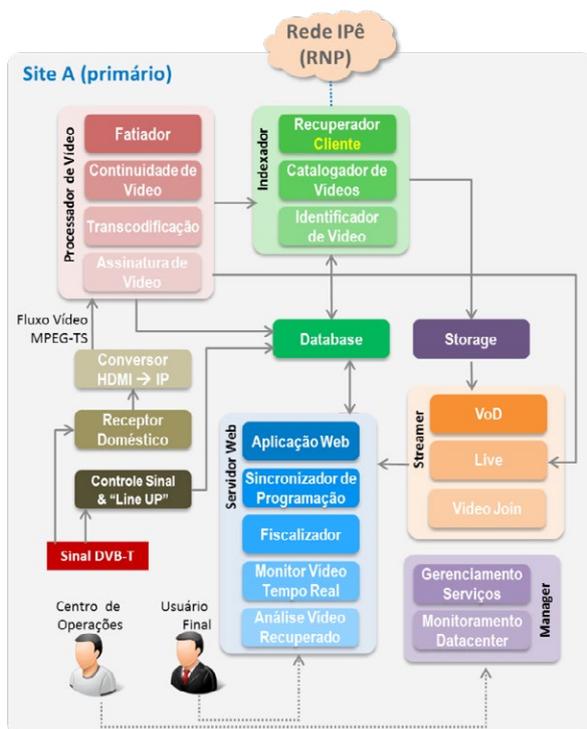
Sincronizador de programação – Responsável por obter a programação dos canais através de consultas REST ao software SRPTV (vide descrição na Figura 1).

Fiscalizador – Componente que busca evidência de violação de regras de fiscalização estabelecidas por lei, tais como número mínimo de horas de programação nacional em canais definidos e limite máximo de conteúdo publicitário, gerando dados para relatórios de fiscalização.

Monitor Vídeo Tempo Real – Ferramenta que mostra em tempo real os canais monitorados. Todos os fluxos de vídeo dos canais são acessíveis a partir do ponto de chegada no Fatiador. Ou seja, o que está chegando no Fatiador é mostrado em tempo real em uma interface web para monitoramento visual.

Análise Vídeo recuperado – Ferramenta web que permite a avaliação visual do vídeo recuperado do sítio secundário. Trata-se de uma ferramenta de teste que visa garantir a precisão do processo de recuperação.

Figura 2 – Arquitetura de componentes do sítio principal da Plataforma MP-SeAC, instalado na Cinemateca Brasileira – São Paulo, Brasil.



Componentes do Streamer

VoD – Streamer de *Video On Demand*, responsável pela recuperação dos segmentos de vídeo armazenados no storage a partir de instruções resultantes da busca e envio para ao player de vídeo da interface web no padrão HLS (*HTTP Live Streaming*), após a junção dos segmentos pelo *Video Join*.

Live – Streamer de vídeo ao vivo que dá suporte ao componente *Monitor Vídeo Tempo Real*. O vídeo ao vivo é solicitado de um agente no processador de vídeo e enviado em UDP para o player de vídeo do *Monitor Vídeo Tempo Real*.

Video Join – Ferramenta que faz o processo inverso do Fatiador. Ou seja, recompõe um trecho de fluxo de vídeo a partir de um conjunto de segmentos de vídeos fatiados, transformando vídeo discretizado em vídeo contínuo para visualização no player. Este componente faz com que o processo de discretização para armazenamento seja transparente para o usuário, que sempre recebe um fluxo contínuo.

Componentes do Manager

Gerenciamento Serviços – Interface para gerenciamento dos serviços de suporte e tratamento de solicitações do usuário, gerenciados pelo Centro de Operações. Baseado no software aberto OTRS¹, customizado para o MP-SeAC.

Monitoramento Datacenter – Interface de gerenciamento de eventos gerados por componentes de *software* e *hardware*. Baseado no software aberto Zabbix², com templates customizados para cada um dos mais de 300 eventos gerados pelo software MP-SeAC.

O sítio secundário, mostrado na Figura 3, é uma estrutura simplificada, pois apesar de contar com todos os componentes de captura e processamento de vídeo e database e indexador, ela não tem o *storage*, a aplicação web se limita apenas ao “Monitor de Vídeo Tempo Real” e o streamer se limita ao componente “Live”. Tal como descrito na seção 4, o sítio secundário atua apenas como um “backup” do sítio principal e a ausência do *storage* não compromete a guarda dos vídeos, uma vez que eles são armazenados no sítio primário. Todos os vídeos capturados e processados pelo processador de vídeo são mantidos no seu próprio disco local, que foi dimensionado para guardar até 1 mês de vídeos de 10 canais. Assim, os 20 servidores de processamento de vídeo mantêm os vídeos armazenados em regime rotativo, no qual os vídeos mais antigos são removidos para dar lugar aos novos vídeos.

Quando o “Recuperador Cliente” (sítio primário) faz uma solicitação de recuperação de vídeo ao “Recuperador Servidor” (sítio secundário), este localiza no servidor de processamento de vídeo correspondente ao canal (com base em uma consulta ao database) e providencia uma cópia para ser transferida para o sítio primário para ser lá catalogada e armazenada de forma definitiva. O processo de recuperação deve se dar numa janela de até 1 mês, tempo suficiente para perceber falhas no sítio primário.

1 <https://www.otrs.com>

2 <http://www.zabbix.com/>

Figura 3 – Arquitetura de componentes do sítio secundário da Plataforma MP-SeAC, instalado no Internet Data Center da RNP, Brasília, Brasil.

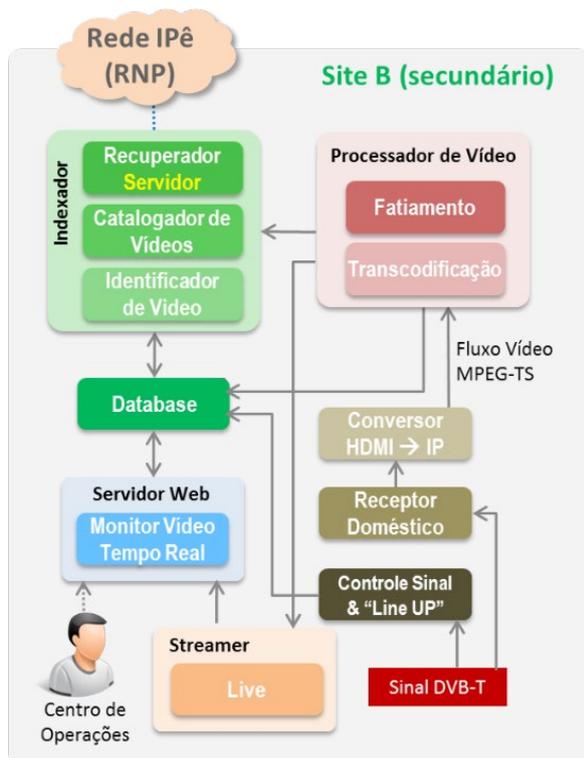
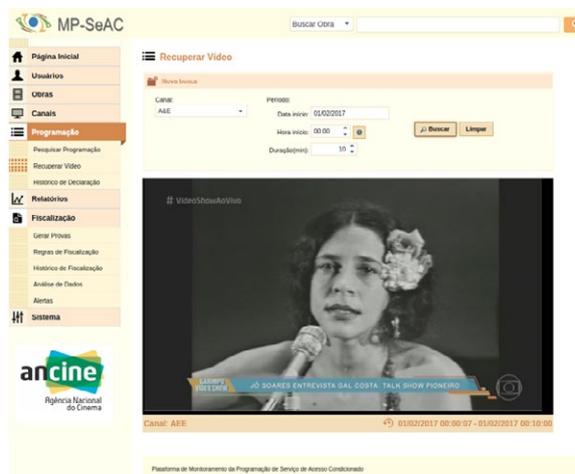


Figura 4 – Rack com 200 receptores DVB-C (nas laterais) e 25 encoders de vídeo com 8 entradas HDMI e saída TS/IP (no centro).



Figura 5 – Recuperação de um trecho de vídeo veiculado e armazenado na Plataforma MP-SeAC a partir da solicitação: Canal, hora de início e duração.



6 Infraestrutura e funcionalidades gerais

Esta seção apresenta algumas funcionalidades selecionadas e aspectos gerais da Plataforma MP-SeAC.

A Plataforma MP-SeAC foi montada em um datacenter que conta com CFTV, climatização, segurança física e controle de acesso, sistema gerador de energia e UPS, sistema de combate a incêndio, rede local de alta vazão e cabeamento estruturado, storage, processamento de dados e um sistema de recepção de TV a cabo. A Figura 4 mostra a organização do sistema de recepção para 200 canais dos servidores e do storage.

Quanto aos aspectos de *software* para armazenamento e recuperação de vídeo, a plataforma MP-SeAC pode recuperar para visualização qualquer vídeo armazenado, desde que o usuário informe qual o canal, a data e a hora iniciais e a duração. A Figura 5 mostra um exemplo da interface web para esta finalidade. Não é permitido exportar vídeos, exceto nos casos de produção de provas (vide adiante).

A Figura 6 (página seguinte) mostra uma tela da aplicação "MP-SeAC Live", *streamer* de vídeo ao vivo que dá suporte ao componente *Monitor Vídeo Tempo Real* e permite o monitoramento visual em tempo real dos canais que estão sendo gravados.

Figura 6 – Aplicação “MP-SeAC Live” permite monitorar visualmente os canais capturados em tempo real.

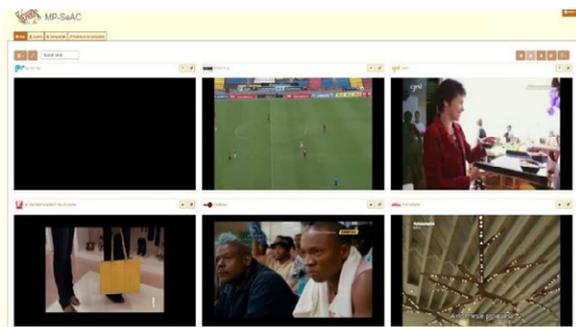


Figura 7 – Apresentação de um vídeo marcado com informações úteis para instrumentação de prova em um processo de fiscalização (veja logo da Ancine ao centro e informações acima à esquerda e abaixo ao centro).



A Figura 7 mostra um exemplo de um vídeo especialmente produzido pela Plataforma para instrumentar um processo de fiscalização. Para permitir o download, o vídeo recebe marcas protetivas e informações úteis para fins de fiscalização, tais como nome do canal, horário da captura (mostrado em tempo real durante o play), a data da geração e o nome do usuário que solicitou a prova. Apenas usuários com permissões especiais de fiscalização podem salvar o vídeo.

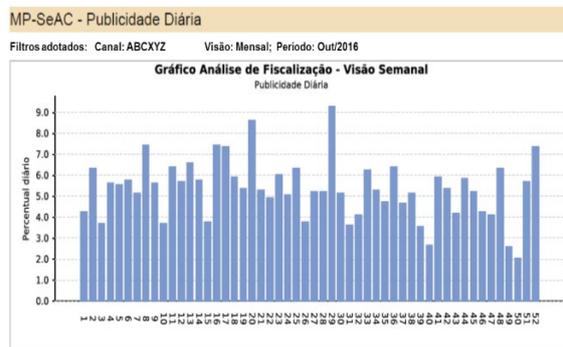
A Figura 8 mostra a tela de validação da consistência de um trecho de vídeo de um canal recuperado do sítio secundário. O usuário do centro de operações assiste ao vídeo e verifica se é compatível visualmente com o canal. Caso o usuário aprove o vídeo, ele é salvo permanentemente. Caso o usuário reprove o vídeo, um chamado técnico é acionado

para verificar eventuais problemas no processo automatizado de recuperação de vídeos.

Figura 8 – Tela de validação de vídeo recuperado do sítio secundário, a ser avaliado pelo o usuário do centro de operações.



Figura 9 – Trecho de um relatório que informa o percentual de publicidade veiculado em um canal durante um mês.



A Figura 9 mostra um trecho de um relatório gerado com base nas informações no componente “Fiscalizador”. Trata-se de um gráfico com informações diárias de veiculação de publicidade em um canal durante um mês. Este relatório apoia as atividades de fiscalização e permite avaliar volume de publicidade acima do permitido em lei.

7 Desafios metodológicos e tecnológicos

O projeto e desenvolvimento da Plataforma MP-SeAC desencadeou esforços de avaliação de recursos tecnológicos existentes para dar suporte aos requisitos impostos pela aplicação. Além disso, soluções ainda não disponíveis desencadearam esforços de pesquisa e desenvolvimento. Esta seção descreve estes desafios e a abordagem adotada.

7.1 Processamento do vídeo em tempo real de forma escalável

O problema imposto pelo processamento de vídeo é o seguinte: a) gravar um canal de TV por a cabo por 5 anos e permitir sua recuperação a partir de uma data e hora qualquer nesse período; e b) construir uma plataforma que permita isso para 200 canais.

A gravação de canal um vídeo em tempo real requer a recepção e conversão do sinal DVB-C em um vídeo digital em formato tratável por player de vídeo na web, o que exige um processo de transcodificação de vídeo, que pode ser extremamente caro em termos de processamento, em função da qualidade do vídeo a processar.

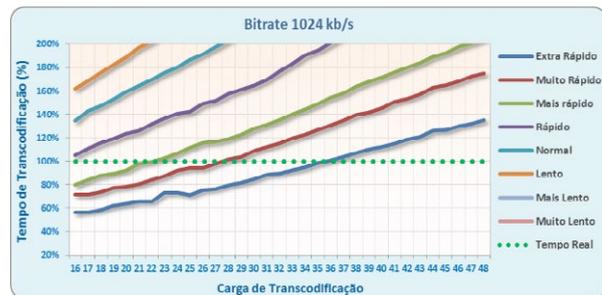
A transcodificação de vídeo é um processo que consiste em decodificar um vídeo com certas características (taxa de bits, codec, resolução, taxa de quadros etc.) e gerar o mesmo vídeo com outras características diferentes. O processo pode ser ajustado para produzir vídeos com diversos resultados em termos de qualidade visual final, regulando basicamente dois recursos fundamentais: nível processamento (que define o poder de processamento necessário do computador) e taxa de bits (que define espaço necessário de armazenamento). Em geral, maior qualidade do vídeo pode ser obtida com mais processamento e com mais taxa de bits. Entretanto, considerando que a quantidade de recursos de processamento está correlacionada com o custo, é possível gerar vídeos com diversas qualidades diferentes variando a quantidade de recursos de processamento e armazenamento que se deseja alocar, em função da disponibilidade dos recursos.

O importante é observar que a transcodificação do vídeo deve se dar em tempo real, ou seja, para cada segmento temporal de vídeo capturado Vt com duração t , o processo $T(Vt) < t$, onde $T(Vt)$ é o tempo do processo de transcodificação. Ou seja, a transcodificação de um segmento de vídeo deve estar pronta antes da captura do próximo segmento. Do contrário o sistema acumulará atrasos na disponibilização dos vídeos para o processo de recuperação para visualização.

Visando um tratamento mais flexível e um custo menor, adotou-se a transcodificação de vídeo em *software* de código aberto. O passo seguinte foi dimensionar os requisitos de processamento do servidor que seria capaz de processar os vídeos em tempo real, em função de várias qualidades de vídeo

possíveis. A Figura 10 mostra o resultado da avaliação de desempenho realizada em um servidor com dois processadores Intel® Xeon® E5-2670 0 @ 2.60GHz (adquirido para testes), transcodificando um vídeo de 1Mbit/s formato H.264.

Figura 10 – Exemplo dos resultados da avaliação de desempenho para definição da carga de processamento da transcodificação dos vídeos em diferentes qualidades.



As curvas no gráfico da Figura 10 representam o tempo de transcodificação relativo à duração do vídeo (e.g. vídeo de 100 minutos processado em 80 minutos resulta em tempo relativo de 80%) para diferentes perfis de qualidade em função da carga, onde a carga é a quantidade de vídeos sendo processados em paralelo (variando de 16 a 48). No gráfico, a melhor qualidade é associada com a curva “Muito Lento” e a pior qualidade é associada com a curva “Extra Rápido”. Observe que a linha pontilhada sobre o valor 100% indica o limiar abaixo do qual o servidor é capaz de processar em tempo real. Ou seja, ele é capaz de processar vídeos com taxa de 1Mbit/s em paralelo e em tempo real com as seguintes cargas: a) 22 vídeos em qualidade “Mais rápido”; ou b) 27 vídeos em qualidade “Muito rápido”; ou c) 36 vídeos em qualidade “Extra Rápido”.

Em função da capacidade do servidor de referência usado na avaliação de desempenho, definiu-se quais as qualidades seriam possíveis de processar. A partir dessa definição, o usuário foi envolvido na tarefa de definir qual seria a qualidade aceitável (vide seção 7.2), para então definir-se quantos servidores deveriam ser adotados na solução, em função do número de canais a processar.

7.2 Definição da qualidade do vídeo

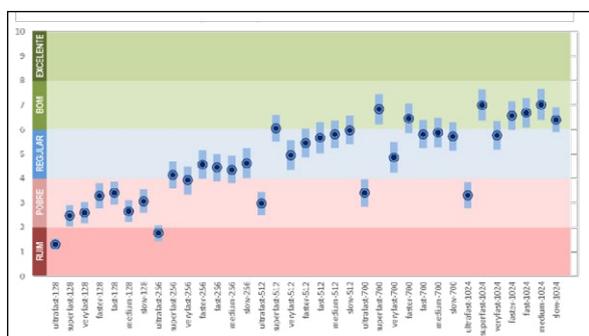
Um processo de avaliação foi implementado para envolver os usuários na definição da qualidade aceitável dos vídeos que deveriam ser armazenados. O objetivo da avaliação da qualidade dos vídeos

processados é estabelecer parâmetros de qualidade audiovisual para servir de referência para a seleção do mecanismo de transcodificação de vídeos, que por sua vez define a capacidade de armazenamento necessária para armazenar 200 canais por 5 anos, que é o requisito para a Plataforma MP-SeAC.

O resultado esperado do processo de avaliação da qualidade dos vídeos processados foi a determinação da qualidade percebida pelos usuários para vídeos previamente gerados (processados) em várias combinações de alocação de recursos de processamento e armazenamento.

Existem várias formas de avaliação subjetiva de vídeos, cuja escolha dependerá do contexto (ITU, 2013). Com base no contexto da Plataforma MP-SeAC, foi selecionado o método *Degradation Category Rating* (DCR), descrito na “Recomendação do ITU P.910” (ITU, 2008), que é um método baseado no MOS (*Mean Opinion Score*), apropriado para a avaliação subjetiva da qualidade de vídeo para aplicações multimídia no qual o vídeo original sofre degradação.

Figura 11 – Resultado da avaliação subjetiva da qualidade dos vídeos de vários perfis de qualidade baseado o método *Degradation Category Rating* (DCR), da Recomendação do ITU P.910.



O processo adotado para avaliação da qualidade dos vídeos envolveu 30 usuários que assistiram a vídeos de diferentes qualidades e indicaram sua percepção através de um formulário específico. O resultado é mostrado na Figura 11. O eixo horizontal mostra perfis de qualidade de vídeo que varia do menor ao maior esforço de processamento (da esquerda para a direita) e o eixo vertical indica a média do escore (MOS) atribuído pelo usuário com base na visualização sem conhecimento do processamento, que se enquadra nas categorias “RUIM” até “EXCELENTE”. As barras verticais em cada ponto indicam o intervalo

de confiança com nível de confiança de 95% para a média.

Considerando que todos os perfis de qualidade de vídeo eram factíveis de serem processados pelo equipamento de referência adotado, a recomendação final foi adotar algum perfil de qualidade de vídeo que tenha sido enquadrada na categoria “BOM”. A decisão final foi adotar o perfil “faster-1024” (profile H.264 com 1Mbit/s), considerando o custo-benefício entre carga de processamento e espaço de armazenamento requerido.

Com base nessas informações e em algumas outras considerações que envolvem margem de segurança e uso dos vídeos no futuro, o dimensionamento final de recursos definiu a aquisição de 20 equipamentos processadores de vídeo para processar 200 canais com vídeo H.264 com taxa de bits de 1Mbit/s, gerando um volume de armazenamento diário de ~2TB para 200 canais, ou ~0,73PB por ano.

7.3 Identificação automática de atraso entre vídeos

O processo de recuperação automática de vídeos do sítio secundário para o sítio primário é executado de forma automática pelos componentes “Continuidade de vídeo”, (que gera o alerta de falta de vídeo), “Recuperador Cliente” (que solicita) e “Recuperador Servidor” (que obtém a cópia do trecho no sítio secundário). Entretanto, foi observado que alguns canais apresentam um deslocamento temporal pelo fato de serem veiculados em cidades diferentes. Em alguns casos, pode haver diferença de 20 ou 30 segundos no mesmo canal veiculado em São Paulo e Brasília. Para resolver esse problema, outro componente atua de forma inovadora: o “Identificador de vídeo”. Ele é capaz de localizar automaticamente o atraso entre vídeos do mesmo canal através da técnica de *Video Hash Code* desenvolvida para a plataforma. Dessa forma, o atraso eventual dos canais é automaticamente compensado na recuperação do vídeo.

8 Trabalhos futuros

Pelo Protocolo firmado entre a Ancine, Cinemateca e RNP, pretende-se a implementação de uma Plataforma de Monitoramento visando a estruturação, criação e funcionamento de um Centro de Referência em Conteúdo Audiovisual, veiculada no Brasil, para servir às partes na consecução dos seus objetivos

institucionais. Desde 2008, a Ancine, Cinemateca e a RNP vêm contribuindo na discussão e promoção de iniciativas de constituição de acervos e repositórios digitais institucionais, mais especificamente para a ampliação do uso da rede acadêmica brasileira de alto desempenho pelas comunidades de Cultura, Artes e Humanidades das Instituições Federais de Ensino Superior (IFES).

Outra atividade que já está em andamento pela Ancine é criação do sistema de Registro Digital de Obras (RDO), uma a modernização do seu sistema atual responsável pelo registro de obras audiovisuais publicitárias e não publicitárias, uma das exigências para antes de serem veiculadas em quaisquer canais de distribuição. A inovação do RDO, além do cadastro digital através do *Upload* da obra ao invés do registro em papel ou mídia digital física, será a adoção do mecanismo de identificação por *Video Hashing Code* (já adotado no MP-SeAC), que posteriormente poderá ser usado para identificação automática da veiculação de obras através da Plataforma MP-SeAC. Em outras palavras, o desafio será notificar usuários automaticamente quando uma obra registrada for gravada em algum dos 200 canais de TV por assinatura, apoiando de forma transparente o processo fiscalizatório. Certamente essa integração do MP-SeAC com o RDO será uma grande inovação e aumentará sobremaneira a produtividade e a qualidade da gestão dos processos regulatórios da Ancine.

9 Conclusões

Vários países empreendem esforços singulares para fomento, proteção e regulação das atividades da indústria do audiovisual. Em muitos casos, a legislação impõe esforços aos órgãos regulatórios competentes na construção de ferramentas eficazes para gestão das políticas, fiscalização e acompanhamento do mercado.

No âmbito da Agência Nacional do Cinema do Brasil, a Plataforma MP-SeAC foi projetada, desenvolvida e implantada para auxiliar na tarefa de fiscalização e acompanhamento do mercado audiovisual e está operando satisfatoriamente desde 2014 e entregando funcionalidades de recuperação de vídeo, geração de provas para processos fiscalizatórios e para o acompanhamento do mercado, com base nas informações de veiculação de conteúdos fornecidas pelos agentes regulados.

A Plataforma MP-SeAC tem potencial para prover à Cinemateca e ao Ministério da Cultura do Brasil as bases experimentais e tecnológicas para a criação

e operação do Centro de Referência em Conteúdo Audiovisual, que focará na atividade da guarda do acervo digital do audiovisual veiculado pelo Serviço de Acesso Condicionado (SeAC) e na prestação de serviços à comunidade em geral para pesquisa, localização de informações sobre programação veiculada, incluindo estatísticas e acesso à visualização do acervo de vídeos digitais armazenados.

A integração da Plataforma MP-SeAC com as novas iniciativas em andamento para o Registro Digital de Obras poderá estabelecer um marco internacional não apenas na governança de TI, mas na gestão de processos regulatórios e no acompanhamento das de políticas públicas relacionadas com o Serviço de Acesso Condicionado.

RECONHECIMENTO

A Plataforma MP-SeAC foi financiada pela Ancine, através de convênio institucional com a RNP e contou com a colaboração da Dynavideo Serviços e Comércio.

REFERÊNCIAS

ABTA. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE TV POR ASSINATURA. **Evolução do Número de Assinantes de TV por Assinatura**, 2020 Maio 2019. Disponível em: <http://www.abta.org.br/dados_do_setor.asp>. Acesso em: 13 Maio 2020.

ARGENTINA. Ley N° 17.741. **Ley de fomento de la actividad cinematográfica nacional**, 14 Maio 1968. Disponível em: <<http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/15000-19999/17938/norma.htm>>. Acesso em: 13 Maio 2020.

BRASIL. Lei 12.485/2011. **Dispõe sobre a comunicação audiovisual de acesso condicionado**, Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2011/L12485.htm. Acesso em: 13 maio 2020., 2011.

BRASIL. ANCINE - AGÊNCIA NACIONAL DO CINEMA. **Instrução Normativa N° 100**, 2012. Disponível em: <<http://ancine.gov.br/legislacao/instrucoes-normativas-consolidadas/instru-o-normativa-n-100-de-29-de-maio-de-2012>>. Acesso em: 13 Maio 2020.

ITU. **Recommendation P.910: Subjective video quality assessment methods for multimedia applications**. European Union. 2008.

ITU. **Recommendation J.247: Objective perceptual multimedia video quality measurement in the presence of a full reference**. European Union. 2013.

MÉXICO. Ley Federal de Cinematografía, 17 dez. 2015. Disponível em: <http://http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/103_171215.pdf>. Acesso em: 13 Maio 2020.