



CINEGRID

futuros
cinemáticos

CÍCERO SILVA
JANE DE ALMEIDA
THIAGO DE ANDRÉ (ORGS.)

CINUSP

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

REITOR

Marco Antonio Zago

VICE-REITOR

Vahan Agopyan

PRÓ-REITOR DE GRADUAÇÃO

Antonio Carlos Hernandez

PRÓ-REITOR DE PÓS-GRADUAÇÃO

**Bernadete Dora Gombossy
de Melo Franco**

PRÓ-REITOR DE PESQUISA

José Eduardo Krieger

PRÓ-REITORIA DE CULTURA E EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA

PRÓ-REITORA DE CULTURA

E EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA

Marcelo de Andrade Roméro

PRÓ-REITOR ADJUNTA DE CULTURA

E EXTENSÃO

Ana Cristina Limongi-França

ASSESSOR TÉCNICO DE GABINETE

José Nicolau Gregorin Filho

ASSESSORA TÉCNICA DE GABINETE

Karin Regina de Casas Castro Marins

CINUSP PAULO EMÍLIO

DIRETORA

Patrícia Moran

VICE-DIRETOR

Cristian Borges

COORDENADOR DE PRODUÇÃO

Thiago de André

ESTAGIÁRIOS DE PRODUÇÃO

Ayume Oliveira

Bruno Mascena

Giulia Martini

Luca Dourado

Maurício Batistucci

Thiago Almeida

Rodrigo Neves

PROGRAMAÇÃO VISUAL

Thiago Quadros

PROJECIONISTA

Fransueldes de Abreu

ASSISTENTE TÉCNICO DE DIREÇÃO

Maria José Ipólito

AUXILIAR ADMINISTRATIVA

Maria Aparecida Santos

ANALISTA ADMINISTRATIVA

Telma Bertoni

CINEGRID: FUTUROS CINEMÁTICOS

COLEÇÃO CINUSP – VOLUME 8

COORDENAÇÃO GERAL

Patrícia Moran

Cristian Borges

Esther Hamburger

ORGANIZAÇÃO

Cícero Inácio da Silva

Jane de Almeida

Thiago de André

PRODUÇÃO

Thiago Almeida

REVISÃO

Bruno Leite

DESIGN GRÁFICO

Thiago Quadros

CAPA

Vic von Poser

Thiago Quadros

André, Thiago de; Almeida, Jane de; da Silva, Cícero Inácio (orgs.)
CineGrid: Futuros Cinemáticos
São Paulo: Pró-Reitoria de Cultura e Extensão Universitária - USP, 2016
260 p.; 21 x 15,5 cm

ISBN 978-85-62587-19-1

1. Cinema 2. Redes 3. Tecnologia I. Almas, Almir II. Almeida, Jane de (org.) III. André, Thiago de (org.) IV. Aquino Junior, Lucenildo V. Ashida, Yoshitaka VI. Baraúna, Danilo Nazareno Azevedo VII. Ciuffo, Leandro VIII. David, Lincoln IX. Dumitru, Cosmin X. Fujii, Tatsuya XI. Grosso, Paola XII. Hooper, Silvana Seabra XIII. Iguchi, Kazuhisa XIV. Kimura, Naohiro XV. Laat, Cees de XVI. Machado, Iara XVII. Malaguti, Alvaro XVIII. Manovich, Lev XIX. Martins, Graciela XX. Melo, Erick XXI. Messina, Luiz XXII. Moran, Patricia XXIII. Neto, Manoel Silva XXIV. Poser, Vic von XXV. Reis, Clayton XXVI. Sakaida, Shinichi XXVII. Silva, Cícero Inácio da (org.) XXVIII. Souza Filho, Guido XXIX. Stanton, Michael XXX. Suppia, Alfredo XXXI. Uose, Hisao XXXII. Veiga, Ana XXXIII. Weinberg, Richard XXXIV. Yanagase, Yuji

CDD 791.43092

CDU 791



CINEGRID

futuros
cinemáticos

COLEÇÃO CINUSP

Pró-Reitoria de Cultura e Extensão Universitária
Universidade de São Paulo - 2016

APRESENTAÇÃO	9
<i>A CONSTRUÇÃO DE PISTAS PARA ARQUEOLOGIAS DO FUTURO</i>	
Patrícia Moran	
INTRODUÇÃO	13
Thiago de André	
CINEMA EM DEFINIÇÃO: HISTÓRIAS E PERSPECTIVAS	25
Jane de Almeida e Cícero Inácio da Silva	
<hr/> <i>PARTE 1: IMAGENS EM ESCALA</i> <hr/>	
PRODUZIR E TRANSMITIR FILMES DIGITAIS DE OBJETOS MICROSCÓPICOS EM ALTA RESOLUÇÃO	37
Richard Weinberg	
CORRIDA DE PIXELS: DOCUMENTANDO A TECNOLOGIA 8K	61
Jane de Almeida, Alfredo Suppia, Vic von Poser	
HIBRIDAÇÃO E TECNOLOGIA	79
Almir Amas, Danilo Baraúna	
<hr/> <i>PARTE 2: HUMANIDADES DIGITAIS</i> <hr/>	
A CIÊNCIA DA CULTURA? COMPUTAÇÃO SOCIAL, HUMANIDADE DIGITAIS E ANÁLISES CULTURAIS	97
Lev Manovich	
MAPEANDO O DEBATE SOBRE VISUALIZAÇÃO E CIÊNCIA	123
Silvana Seabra Hooper	

PARTE 3: CAPTAÇÃO, PROCESSAMENTO E EXIBIÇÃO

A SALA DE CINEMA DIGITAL 149

Thiago de André

**UMA SOLUÇÃO DE SOFTWARE PARA DISTRIBUIR
E EXIBIR VÍDEO UHD EM REDES DE PACOTE
COM APLICAÇÕES NA TELEMEDICINA E CULTURA 187**

Leandro Ciuffo, Guido Souza Filho, Manoel Silva Neto, Lincoln David, Erick Melo,
Lucenildo Aquino Junior, Michael Stanton, Iara Machado,
Clayton Reis, Alvaro Malaguti, Graciela Martins, Ana Veiga, Luiz Messina

PARTE 4: INFRAESTRUTURA PARA TRANSMISSÃO

CINEGRID AMSTERDAM: DESAFIOS E SOLUÇÕES DA PESQUISA 205

Cosmin Dumitru, Paola Grosso, Cees de Laat

SUPER HI-VISION NA COPA DO MUNDO FIFA DE 2014 NO BRASIL 219

Leandro Ciuffo, Tatsuya Fujii, Naohiro Kimura, Hisao Uose,
Yuji Yanagase, Yoshitaka Ashida, Michael Stanton, Clayton Reis,
Shinichi Sakaida, Kazuhisa Iguchi

IMAGENS COLORIDAS 229

SOBRE OS AUTORES 244

AGRADECIMENTOS 250

SOBRE O CINEGRID BRASIL 2014 252

COLEÇÃO CINUSP 255

APRESENTAÇÃO
A CONSTRUÇÃO DE PISTAS PARA
ARQUEOLOGIAS DO FUTURO
Patrícia Moran

O oitavo volume da Coleção CINUSP acolhe o resultado do encontro da associação internacional CineGrid em São Paulo, no ano de 2014. Com sessenta e quatro membros, entre eles as universidades de Berkeley, Chicago e da Califórnia nos Estados Unidos, as Universidade de São Paulo e Mackenzie no Brasil e diversas empresas em todo o mundo, promovem seminários anuais na Holanda e San Diego. Os relatos dos experimentos, processos e resultados de pesquisa apresentados no Brasil estão publicados neste volume. Dois tópicos centrais atravessam o evento e as investigações em processo. A transferência de informações audiovisuais digitais - “dados” - com alta qualidade, em tempo real, pela rede, e a resolução das imagens produzidas e transmitidas. Assim, o enfoque técnico privilegia debates e pesquisas relacionadas à quantidade de informações da imagem, ou seja, à sua resolução e à circulação com velocidade e fidelidade visual em relação à versão original.

Os artigos de pesquisadores acadêmicos e engajados no mercado de tecnologia destinada à distribuição de conteúdos aqui reunidos descrevem com riqueza de detalhes equipamentos e processos de transmissão de dados e a infraestrutura humana e técnica necessária

para a consecução do processo. Tal abordagem foge à formalização dos artigos usualmente publicados em nossa coleção. Os mesmos tendem a privilegiar a crítica e análise cinematográfica e de formatos audiovisuais em fase de experimentação e/ou consolidação, tendo como interlocutores os contextos das teorias do cinema e do audiovisual e sua inscrição sociocultural. Neste volume investimos na pesquisa técnica de ponta, deixando como legado um documento com as reflexões, apostas e buscas de nossa época. Os problemas, as apostas e caminhos ensejados pelos pesquisadores estão em construção. Alguns artigos apostam na consolidação de modelos de produção técnica da imagem, por exemplo, com convicções assentadas no cruzamento de dados das pesquisas da indústria técnica, do mercado e do cognitivismo. A longo prazo outros caminhos e modelos podem modificar as projeções e políticas contemporâneas. Mas as investigações levadas a cabo até então em diversas partes do mundo, as certezas, as dúvidas, os experimentos e as indagações aqui presentes são representativos da cultura, da técnica, das apostas e de desejos de época.

A heterogeneidade dos artigos extrapola problemáticas relacionadas à metodologias de pesquisa ou abordagem conceitual relacionadas a campos de conhecimento específicos. As áreas de investigação – acadêmica ou de mercado – dos pesquisadores, abarcam as humanidades, as artes e principalmente as ciências como a matemática, a computação e seus usos na medicina. Há o cruzamento de saberes e a necessidade de equipes interdisciplinares para a exploração máxima das potencialidades da infraestrutura técnica em desenvolvimento.

A propalada interdisciplinaridade tem encontrado barreiras de ordem prática, relacionadas a posturas políticas visando garantir a territorialidade do conhecimento. São correntes debates sobre área cujo pano de fundo busca ofuscar interesses corporativos. Os encontros da associação CineGrid e os relatos de experimentos aqui colocados, não teriam sucesso sem o suporte de conhecimento inter e transdisciplinar. Diante do volume de conhecimentos acumulado

em nossa época investigações como as do jesuíta Athanasius Kircher (1601-1680), cujos interesses abarcaram da geologia à ótica, passando pela música, filosofia e pesquisa de gadgets tendo desenvolvido a lanterna mágica, um dos antecessores do cinema. O mesmo vale para pesquisadores como o poeta fisiologista francês Étienne-Jules Marey (1830-1904) e do fotógrafo inglês Edward Muybridge (1830-1904). O evento promove a apresentação de experimentos artísticos e científicos reunindo áreas de conhecimento, cujo encontro visa tensionar e ampliar limites de ambas as partes.

A experimentação técnica vem ao encontro de uma das facetas do CINUSP e de nossas metas editoriais. Como sala de cinema universitária, temos por missão promover o debates tanto de pesquisas para a realização das mostras como de investigações em andamento e em fase de constituição. As mesmas se relacionam a aspectos teóricos e poéticos, à investigação e invenção de meios. Entendemos contribuir para a instauração de situação permanente de pesquisa tendo na indagação e produção de resultados e na exibição de processos uma fonte para a formação e informação no presente, a recuperação de experiências históricas e a revelação para o futuro de nossas dúvidas, erros e acertos.

A transmissão de conteúdos audiovisuais já é um problema parcialmente resolvido, temos há décadas emissoras de televisão; o problema da interligação de muitos usuários por redes também, por meio da internet; o da alta qualidade de imagens e sons também, nas salas de cinema; por fim a interação audiovisual em tempo real, com skype ou softwares semelhantes, tampouco é novidade. O desafio é exatamente unir esses diferentes objetivos. Compartilhar, em tempo real, conteúdo e informação, inclusive ao mesmo tempo em que ele é gerado, de altíssima qualidade técnica, a partir de muitos pontos diferentes e não necessariamente pré-determinados.

Esse é o objetivo da associação sem fins lucrativos CineGrid: construir uma comunidade interdisciplinar focada na pesquisa, desenvolvimento e demonstração de ferramentas de colaboração em rede que auxiliem na produção, uso, preservação e troca de mídias digitais de alta qualidade em alta velocidade.

Criado em 2004, o grupo organiza encontros periódicos em diferentes lugares do mundo. O congresso existe como espaço para debate, apresentação de palestras com especialistas e prévias de inovações tecnológicas. Em 2014 aconteceu o CineGrid Brasil 2014,

segunda edição do congresso no país, com dezenas de palestras de convidados internacionais e demonstrações de tecnologias e seus usos. O evento foi organizado pelo CINUSP em parceria com a Universidade Mackenzie, UNIFESP, LASSU/USP e ANSP.

Este volume reúne trabalhos relacionados a diversas apresentações do congresso e seus desdobramentos.

A comunidade CineGrid reúne cerca de 50 membros entre universidades de artes e mídia, laboratórios industriais, estúdios de cinema, empresas de pós-produção, desenvolvedores de hardware e software e operadores de redes de Pesquisa & Educação. O primeiro texto deste volume, **Cinema em definição: histórias e perspectivas**, apresenta com mais detalhes a história da associação CineGrid, seus principais membros, suas atividades pelo mundo e, em especial, suas colaborações já feitas no Brasil desde 2008. Também provoca o leitor com alguns dos desdobramentos futuros a que as pesquisas do grupo CineGrid podem levar.

Por exemplo, no campo do ensino, em pouco tempo será possível que cursos de cinema em universidades possam acessar em tempo real acervos de Cinematecas e projetar filmes em altíssima qualidade em suas próprias salas. Estudantes de astronomia e física poderão visualizar em planetários fenômenos astrofísicos em tempo real com imagens em ultradefinição vindas de observatórios conectados, médicos poderão observar imagens de pacientes em escalas muito mais ampliadas etc.

A evolução das tecnologias e técnicas das mídias historicamente foi conduzida por diferentes setores: entretenimento, mídia, arte e cultura; ciência, medicina, educação e pesquisa; e até militares, inteligência e polícia.

Com a digitalização dos processos e equipamentos, observa-se uma convergência nas demandas de todos eles, que necessitam conjuntamente de redes velozes para aplicações distribuídas, acesso a dispositivos compartilhados, armazenamento de dados em massa, ferramentas de colaboração para equipes que estão geograficamen-

te distribuídas, segurança de dados robusta, alta qualidade de som e imagem e, finalmente, uma nova geração de profissionais treinados a realizar e operar todas essas tarefas.

Os desafios são enormes. Por um lado, deseja-se “Ultra” tudo: conteúdos e fluxos de dados cada vez maiores, por outro, enormes quantidades de dispositivos e de transmissões diferentes e simultâneas, cada vez mais curtas e cada vez mais barato.

Porém, as perspectivas são promissoras: tornar possíveis formas cinemáticas ainda mais expandidas, que extrapolam o espaço tradicional das salas de cinema convencionais e permitem que imagens em movimento em alta resolução sejam exibidas em tempo real em espaços multiuso e tenham aplicações em áreas como a telemedicina, a astronomia e a microscopia.

A digitalização é etapa fundamental para que ocorra essa aproximação de diferentes áreas. Conforme são transformados em software processos e atividades que antes dependiam de hardware específico, dedicado e caro, observa-se um barateamento e até democratização de atividades que eram restritas a certas indústrias e profissionais. Com a crescente miniaturização e aumento de capacidade de processamento e armazenamento de computadores, abre-se a capacidade dos computadores trabalharem com mídias de qualidade cada vez maior. Um caso fundamental é descrito em **Uma solução de software para distribuir e exibir vídeo UHD em redes de pacote com aplicações na telemedicina e cultura**. O texto explica a arquitetura do software brasileiro *Fogo*, uma solução para transmissão, distribuição e exibição de conteúdos de resolução 4K e até maiores¹, com baixo custo e aplicações em cinemas interconectados e telemedicina. O software foi usado em duas demonstrações no CineGrid Brasil 2014.

1 Veja, por exemplo, Integration of Fogo Player and SAGE (Scalable Adaptive Graphics Environment) for 8K UHD Video Exhibition. Journal of Computer and Communications, 2014, 2, 50-55 <http://www.scirp.org/journal/PaperInformation.aspx?PaperID=51034>

A digitalização como processo, e as expectativas que recaem sobre este, além da aplicação ao caso específico das salas de cinema pode ser visto no artigo **A sala de cinema digital: definições e padrões**.

Quanto às redes, a maioria dos sistemas de transmissão estão migrando para soluções baseadas em redes IP (Protocolo de Internet, na sigla em inglês), o que unifica e transfere as necessidades de compartilhamento de conteúdos em demandas sobre as infraestruturas dos Grids: mais armazenamento, mais processamento, maior interconectividade e cada vez menos gastos de energia.

Apesar de partirem de práticas de uso e modelos de negócio muito diferentes, convergem também os equipamentos das diferentes indústrias. O artigo **Produzir e transmitir filmes digitais de objetos microscópicos em alta resolução** apresenta um trabalho que transita entre a ciência cinematográfica e o cinema científico e é um exemplo de combinação de cinema e ciência e da convergência dos equipamentos, dos softwares e estéticas. Didático, descreve com detalhes a cadeia de equipamentos usados, de uma câmera de cinema à conversores de sinais que possibilitam a transmissão em tempo real de imagens de alta qualidade, grande interesse científico e potencial educacional. É ainda um atestado a uma outra convergência, a de profissionais. Formado em psicologia e depois pós-graduado em ciências da computação, o autor é pesquisador do departamento de cinema da USC (University of Southern California) e trabalha com imagens de microorganismos aquáticos.

Com a difusão de equipamentos que permitem criar, distribuir e exibir conteúdos audiovisuais de alta qualidade, surgem novos realizadores e contextos para criação de novas imagens e sons assim como mais locais onde eles são usados e aproveitados. Cientistas tornam-se cineastas, engenheiros de vídeo são necessários em performances artísticas, telas multiplicam-se em quantidade e tamanho, planetários passam a ser ambientes de visualização de informações em tempo real.

Mapeando o debate sobre visualização e ciência discute o pa-

pel fundamental que as imagens fizeram, estão fazendo e farão para a própria ciência, tanto como ferramenta e base de comprovação como também como linguagem propriamente dita. O estudo traça um panorama histórico de outras transformações que já surgiram na forma de apresentação do conhecimento, desde os mapas e da criação da prensa, e de diferentes formas de analisar o uso das imagens na ciência.

A convergência não é só de equipamentos e de profissionais, mas também estética. O futuro indica um cenário cada vez mais cinematográfico, com experiências cinematográficas mais presentes e constantes. Mais além, **A ciência da Cultura? Computação social, Humanidade digitais e análises culturais** mostram que as aproximações entre as ciências e a cultura e as artes não estão acontecendo somente no escopo dos dispositivos, das técnicas e dos aparatos tecnológicos, mas também no metodológico. As ferramentas teóricas, os próprios mecanismos e fundamentos em que se baseia a pesquisa em cultura estão sendo ampliados. Manovich trabalha com imensas quantidades de imagens, textos, mídias compartilhadas pelas redes e se vale de técnicas computacionais para analisá-las dentro do que entende por Analítica Cultural.

Mas por que é necessário aumentar cada vez mais a resolução, por que mais resolução é melhor? Artistas sempre compreenderam a relação entre o espaçamento dos elementos de uma imagem, a percepção humana e distância de visualização. Mais resolução permite chegar mais perto de uma imagem, ou ampliá-la ainda mais, trazendo mais detalhes. Chegar mais perto ou ampliar a imagem aumenta o ângulo de visualização, aumenta a imersão. Um maior ângulo de visão aumenta a resposta emocional e a atenção², portanto ajuda a transmitir narrativas, sensações e informações.

Já conhecemos as imagens de alta qualidade no cinema, mas sua difusão por outras áreas dependia de certa democratização que é pos-

2 Ver, por exemplo, Reeves B, Lang A, Kim EY and Tatar D 1999 The effects of screen size and message content on attention and arousal, *Media Psychology* 1 (1): 49-67.

sibilitada pela digitalização. As primeiras tentativas de se fazer cinema digital foram feitas pela Japan Broadcasting Corporation (NHK) no início da década de 1980. Na década de 90, algumas salas começaram a contar com projetores de vídeo, ainda analógicos, e com resoluções de imagem que não passavam de 400 linhas verticais. Hoje o 4K, imagens com aproximadamente 4000 linhas de resolução horizontal, 4 vezes maiores do que uma imagem FullHD, não é mais apenas uma teoria e está presente no cinema, na televisão, nos videogames, na ciência e na medicina.

A comunidade CineGrid foi pioneira em diversas das demonstrações de criação, exibição e especialmente distribuição e compartilhamento de conteúdos em 4K. E os limites também se expandiram: **Super Hi-Vision na Copa do Mundo Fifa de 2014 no Brasil** apresenta parte da logística de captação e transmissão e exibição em 8K de diversos jogos durante a Copa do Mundo FIFA 2014. E **Corrida de pixels: documentando a tecnologia 8K** conta sobre a produção do filme Pixel Race, que documentou essas transmissões em 8K feitas a partir do Rio de Janeiro, com exibição em tempo real no local e no Japão, explorando com as equipes técnicas envolvidas quais os limites dessa busca por cada vez mais resolução nas imagens.

O aumento de resolução, muitas vezes acompanhado também de melhorias no *frame rate*, *bit depth*, *color gamut*, *chroma subsampling*, e tantos outros parâmetros necessários para a representação digital de conteúdo audiovisual, tem uma consequência indesejada: o aumento brusco na quantidade de dados necessária para registrar a informação. Se um vídeo digital em um DVD com resolução *standard*, 24fps e 8bits chega a ocupar 4 megabits por segundo (Mbps) de conteúdo, um outro em 8K, 120fps, com 12bits, canal alfa e estereoscópico e sem compressão pode chegar às centenas de gigabits por segundo, sendo simplesmente impossível de se transmitir com a tecnologia atual.

As quantidades de dados em si, embora enormes, não são o problema mais sério - a armazenagem de dados digitais é barateada em passos rápidos. Porém o acesso em tempo real a esses dados é

o desafio. Mesmo sistemas modernos de armazenagem, capazes de lidar com a quantidade total dos dados, não conseguem extrair as informações com velocidade suficiente para que certos videos sejam reproduzidos sem falhas.

As atividades de colaboração telepresencial entre pessoas e equipes dependem de acesso em tempo real ao conteúdo audiovisual produzido em cada ponto da colaboração. Porém os algoritmos de compressão dependem de processamento intenso, e, quanto maior a qualidade, mais difícil é a demanda computacional, tornando o acesso ao conteúdo ainda mais lento e inviabilizando o compartilhamento. Há ainda situações em que a colaboração depende de material enviado sem compressão, e isso depende de redes cada vez mais velozes, e portanto fotônicas, e é por esses motivos que todo o CineGrid se baseia em fibras ópticas. Hoje, há um *delay* de 130 milissegundos na transmissão de dados por rede óptica entre São Paulo e Miami e de meio segundo entre São Paulo e o Japão. São problemas físicos, de velocidade da luz na fibra óptica (cerca de 20% menor que a velocidade no vácuo) e que não pode ser muito aumentada. Além disso, essas transmissões dependem de estabilidade, de correção de erros, de estelecimento de protocolos de comunicação eficientes entres os pontos.

Uma ferramenta útil para enfrentar esse desafio é o compartilhamento de recursos computacionais distribuídos, de processamento, armazenagem e de redes. Porém tal acesso distribuído pressupõe uma gestão eficiente desses recursos, e portanto é necessário uma infraestrutura técnica e uma organização simbólica desses recursos, e o texto **CineGrid Amsterdam: Desafios e Soluções da Pesquisa** traz algumas das experiências nesse sentido da associação CineGrid. Explica como foi a construção da rede de intercâmbio de conteúdos CineGrid Exchange, como funcionam os tais Grids³ computacionais e como é a

3 Redes de computação de alta performance, com recursos distribuídos geograficamente, interligados por alta velocidade, e aplicados em cada momento a uma tarefa comum, em conjunto.

arquitetura dos recursos computacionais e de redes e seus diversos metadados, de conteúdos e recursos e qual o arcabouço para uma escolha eficiente do uso desses recursos e redes para um intercâmbio eficiente de informações.

CINEGRID BRASIL 2014

A associação CineGrid foi criada exatamente com o objetivo de distribuir conteúdos educacionais, científicos e de entretenimento através de redes ópticas (fotônicas) de alta capacidade (de 1 a 120 gigabits por segundo – Gbps) interconectadas através de Grids não comerciais em escala supercomputacional.

As aplicações pesquisadas e desenvolvimento de tecnologias apresentadas nos congressos anuais englobam áreas tão diversas quanto cinema científico, preservação audiovisual, softwares e hardwares de codificação, workflows, arte telemática, visualização, futuro do cinema e da TV, áudio, redes, estereoscopia, educação e telessaúde.

O evento Cinegrid Brasil 2014 tratou de todos esse temas e obteve grande sucesso unindo diferentes instituições na sua organização; participaram de 18 convidados internacionais e 21 pesquisadores nacionais, além de cerca de duas centenas de inscritos. Foi montada uma estrutura complexa de transmissão e exibição no Teatro Central da Faculdade de Medicina da USP para demonstrações e projeções⁴. A abertura contou com saudação do então secretário de Cultura da cidade de São Paulo, depois ministro da Cultura, sr. Juca Ferreira.⁵

Destacam-se a realização de três grandes demonstrações:

- Corpo Chinesa 4K. Uma performance audiovisual de Almir Almas, professor do departamento de Cinema, Rádio e TV da USP e mem-

4 Veja videoreportagem da agência FAPESP em www.youtube.com/watch?v=YOL9OBK2Ms

5 <http://cinegridbr.org/2014/09/03/saudacao-de-abertura-do-secretario-de-cultura-juca-ferreira/>

bro da diretoria da SET⁶, com elementos de dança telemática, em que uma dançarina de butô (dança típica japonesa), em uma sala remota, dança ao som de uma música transmitida a partir do palco da apresentação, e tem sua imagem captada em 4K. Essa imagem é projetada em tempo real em 4K na tela principal, enquanto um capoeirista, fisicamente no palco em frente à tela, dança com ela. Além disso o capoeirista também está sendo captado por outra câmera, e em telas auxiliares, ao lado, imagens do capoeirista, da dançarina de butô e outras pré gravadas são compostas ao vivo, e podem também ser sobreprojetadas na tela principal, numa performance de VJing. A transmissão em altíssima resolução da dançarina, em tempo real, combinada com as iluminações do estúdio onde ela está e do palco e o tamanho da tela criam uma percepção de telepresença, a separação do espaço remoto e do local desaparece, mas é frequentemente retomada e manipulada, quando o artista separa as imagens do capoeirista e da dançarina e as recombinava. A obra e seu preparo, objeto da pesquisa do artista, são descritos no texto **Hibridação e tecnologia**, que reforça o caráter da tecnologia como técnica de hibridação artística e cultural, numa aproximação intermediária. É também bastante elucidativo quanto ao enorme escopo de profissionais e formações necessários para que esse tipo de obra possa ser executada.

- New World Symphony toca a Sinfonia da Metrópole. Uma projeção de filme com trilha musical realizada ao vivo, porém combinada com transmissão de imagem e som de alta qualidade. Um corte do filme *São Paulo, sinfonia da metrópole*⁷ foi transmitido do Brasil, a partir do auditório do CineGrid Brasil, e projetado numa sala de apresentações da New World Symphony Orchestra em Miami

6 Sociedade dos Engenheiros de Televisão

7 *São Paulo, sinfonia da metrópole* (1929, Brasil, Adalberto Kemeny/Rudolf Rex Lustig)

(EUA). Lá, um grupo de câmara da orquestra executou uma trilha musical⁸, conforme o filme era projetado. A imagem dos músicos com a projeção do filme ao fundo foi captada em 4K e um arranjo de microfones captou o som dos instrumentos, que foi mixado em sistema 5.1. Essa imagem e esse som, sincronizados, foram transmitidos de volta ao auditório no Brasil, onde foram reproduzidos ao vivo com projeção 4K e audio multicanal. O arranjo permitiu ainda que a platéia conversasse com os músicos antes e depois da apresentação.⁹

- O encerramento do CineGrid foi a transmissão em tempo real de uma cirurgia oftálmica em 4K a partir do Hospital São Paulo da UNIFESP. Com a coordenação geral do oftalmologista Paulo Schor e com a participação do cirurgião Milton Yogi, em parceria com a equipe do CineGrid, foi desenvolvido um sistema inédito de acoplamento de câmeras 4K ao microscópio cirúrgico oftalmológico Carl-Zeiss, que possibilitou que a cirurgia fosse captada em estereoscopia e transmitida uma versão monoscópica, exibida em tempo real com os comentários do médico conforme realizava o procedimento. As impressionantes imagens em tela grande demonstram o nível de detalhe e a utilidade e potencial que esse tipo de registro tem para a área da saúde e seu ensino. Geralmente, uma cirurgia como essa é acompanhada por, no máximo, um aluno ou um médico residente (o chamado carona) que fica ao lado, no microscópio.¹⁰ A capa deste volume é um fotograma dessa transmissão.

Com caráter multi, inter e transdisciplinar, os trabalhos apresentados neste volume provocam o espectador a descobrir algumas das

8 VILLA-LOBO, Heitor. *Fantasia Concertante*. Michael Jacques, clarinete; Sean Maree, fagote

9 Veja trecho em <https://www.youtube.com/watch?v=XYobbPsiQE>

10 Veja trecho em <https://www.youtube.com/watch?v=6X47VIIY2lo>

reais dificuldades de se realizar e compartilhar conteúdos de altíssima qualidade, mas também a repensar quais as consequências que esses desenvolvimentos terão sobre o entretenimento, as ciências, as artes e sobre os futuros possíveis.

Boa leitura!



Foto: FILE TRANSCONTINENTAL 2009/Mario Ladeira

CINEMA EM DEFINIÇÃO: HISTÓRIAS E PERSPECTIVAS

Jane de Almeida e Cicero Inacio da Silva

O *CineGrid* é uma associação sem fins lucrativos administrada nos Estados Unidos pela organização de pesquisa não governamental Pacific Interface. O *CineGrid* foi proposto em 2004, inicialmente pelos pesquisadores Laurin Herr e Natalie Van Osdol, que têm ampla experiência interdisciplinar nas áreas das tecnologias das imagens e das redes avançadas, desde o surgimento da imagem digital. Ambos realizaram pesquisas em empresas como Sony, JVC, entre outras, e auxiliaram na divulgação e na pesquisa sobre imagens digitais. Além da experiência de pesquisa e desenvolvimento focada no campo comercial, Laurin e Natalie também têm ampla experiência acadêmica, o que facilitou a interlocução entre o desenvolvimento das pesquisas em imagem digital, as redes avançadas nas universidades e a sua aplicabilidade, mesmo que em testes, no mercado audiovisual (cinema, televisão, visualização científica avançada em planetários, telemedicina e telessaúde).

A organização *CineGrid* está baseada na Califórnia, e suas atividades têm o objetivo de transmitir conteúdos de “super”, “ultra”, “alta” definição por meio de redes fotônicas digitais que trafeguem com velocidade acima de 1 Gigabits por segundo. O limite de velocidade de transmissão é hoje de 1 Petabit por segundo, o que equivale afirmar

que é possível transmitir todo o conteúdo presente na Internet por meio de uma única fibra óptica¹. A proposta do *CineGrid* é utilizar sistemas de computação em grid² – o nome *CineGrid* vem da junção da palavra Cinema com os *Grids* computacionais.

A associação também implementa aplicações de mídia para fazer frente ao aumento significativo na demanda por intercâmbio de conteúdos midiáticos digitais entre localidades remotas nas áreas científicas, educacionais, de pesquisa, visualização avançada, telemedicina, telessaúde, cinema, arte e entretenimento. O *CineGrid* promove anualmente encontros, também chamados Workshops, no CALIT2 (Instituto para Telecomunicações e Tecnologia de Informação da Califórnia), renomeado em 2013 como *Qualcomm Institute (Qi)*, localizado na Universidade da Califórnia em San Diego (UCSD).

A associação *CineGrid* conta atualmente com 50 membros independentes, entre eles universidades como UC Berkeley, Universidade de Chicago em Illinois (UCI), Universidade da Califórnia em San Diego (UCSD), a Universidade de São Paulo, a Universidade Mackenzie, a Rede Nacional de Ensino e Pesquisa (RNP) e a Rede ANSP (*an Academic Network at São Paulo*), além de organizações e corporações, tais como a *Academy of Motion Picture Arts and Sciences* (organizadora do Oscar), *LucasFilm*, *Disney*, *Cisco*, *Siemens*, *Ericsson*, NTT, NHK, entre outras. O *CineGrid* também promove seminários, palestras, congressos e encontros em outros locais e mantém estruturas independentes em países como Holanda, Brasil e Japão.

1 Ver em: <http://www.extremetech.com/extreme/192929-255tbps-worlds-fastest-network-could-carry-all-the-internet-traffic-single-fiber>

2 Os grids computacionais são sistemas de hardware e software interconectados que operam como uma máquina única virtualizada. Permitem a comunicação dinâmica e a transferência de dados massivos por meio de operações otimizadas, melhorando o envio e a recepção de dados por meio da utilização de redes de alta velocidade.

A REDE CINEGRID

A associação *CineGrid* promove seminários anuais na Holanda, organizados pelo núcleo do *CineGrid* da Universidade de Amsterdam, com a coordenação geral do pesquisador Cees de Laat. O *CineGrid Amsterdam* reúne pesquisadores das áreas das artes cinemáticas, da visualização avançada e das redes acadêmicas de ultravelocidade. Anualmente o grupo apresenta suas pesquisas no campo da transmissão, captura e edição de imagens digitais científicas avançadas, propondo demonstrações que criem interação com os outros grupos de pesquisadores ligados ao *CineGrid*, tais como os da Califórnia, Brasil e Japão. Normalmente as demonstrações são no campo das artes cinemáticas e visualização, que exigem redes de ultra alta velocidade. As demonstrações são espetáculos de dança, aulas, testes no campo da telemedicina e telessaúde, todos captados em altas resoluções de imagens (4K ou acima) e transmitidos em tempo real para os grupos em outros países, com o objetivo de estudar a qualidade de transmissão da mídia digital, a latência da rede, a interação entre localidades remotas, entre outras atividades propostas pelos pesquisadores do *CineGrid*. Em 2015 o grupo do *CineGrid Amsterdam* realizou o projeto *CineGrid Medical*³, que apresentou, além de filmes científicos sobre pesquisas na área médica, experimentos de transmissão em tempo real de exames realizados por meio de imagens UHD.

O *CineGrid* Japão acontece todo ano no Festival TIFF (*Tokio International Film Festival*). A organização do *CineGrid* no Japão é realizada pela equipe do professor Nahoisa Ohta, coordenador e diretor do Keio Media Center, da Universidade de Keio. O professor Ohta possui vasta experiência no campo das imagens digitais e das redes avançadas. Foi diretor de pesquisa e desenvolvimento da Sony durante muitos anos e também dirigiu o laboratório de pesquisas da gigante de telecomunicações japonesa NTT, onde atuou no desenvolvimento dos sistemas de transmissão de audiovisual por meio de redes avançadas no final dos anos 1980.

3 Ver em: <https://waag.org/en/project/cinegrid-medical>

O *CineGrid* realizou suas primeiras interações no Brasil em 2008, quando auxiliou e apoiou a projeção de 14 filmes no formato 4K (ultra definição) durante uma semana no Festival Internacional de Linguagem Eletrônica (FILE), na sede da FIESP (Federação das Indústrias do Estado de São Paulo) em São Paulo, cedendo parte de seu acervo para o evento. Em 2009, no mesmo festival, o *CineGrid* apoiou a primeira *première* de cinema em ultra definição através de redes fotônicas realizado entre dois continentes. O filme *Enquanto a Noite não Chega*, de Beto Souza e Renato Falcão, foi transmitido em 4K em tempo real de São Paulo (FIESP) para as cidades de San Diego (UCSD), nos EUA e Yokohama (Keio University), no Japão. Essas primeiras interações foram realizadas em parceria com a Universidade da Califórnia em San Diego (UCSD).

As primeiras demonstrações de filmes 4K e de sua transmissão por meio de redes avançadas foram possíveis devido à participação de mais de 60 pesquisadores, distribuídos por diversos centros de pesquisa de redes avançadas, em universidades ao redor do mundo. O evento contou com o apoio de empresas como a Sony e a Absolut Technologies, que em 2008 e 2009 cederam seu projetor de *roadshow* para que o grupo do *CineGrid Brasil* pudesse realizar a demonstração dos primeiros conteúdos em 4K no Brasil. A equipe da *Absolut Technologies* ainda apoiou a realização dessas duas primeiras interações, por meio do empréstimo de sua infraestrutura de cabos e sistemas de visualização avançada.

A equipe do *Center for Research in Computing and the Arts* (CRCA), quando dirigido pelo pesquisador Sheldon Brown, trouxe ao Brasil pela primeira vez os equipamentos de visualização (*players*) 4K. O equipamento era composto de dois computadores da empresa Zaxel, que eram os únicos naquele momento capazes de rodar conteúdos 4K a partir de uma matriz RAW, ou seja, de uma matriz nativa, o que acarretava um tamanho de arquivo de filme digital da ordem de terabytes. Além disso, o CRCA também apoiou o evento com a vinda do pesquisador Peter Otto, especialista em áudio e que foi responsável

pela sonorização do ambiente. O apoio financeiro para a realização dessas duas primeiras incursões do *CineGrid* no Brasil veio do FILE, da Rede ANSP, da Universidade Mackenzie e da FAPESP.

Em setembro de 2011 foi organizado o primeiro *CineGrid* workshop do hemisfério sul na cidade do Rio de Janeiro. O evento aconteceu no Museu de Arte Moderna (MAM) e contou com inúmeras demonstrações no campo das imagens ultradefinidas e das redes avançadas⁴.

A edição do *CineGrid* no Rio de Janeiro contou com o apoio da Rede Nacional de Ensino e Pesquisa e com a organização conjunta entre os membros do *CineGrid* do Brasil e da Califórnia. A segunda edição do *CineGrid Brasil* aconteceu em agosto de 2014 na Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (FMUSP). No evento estiveram presentes todos os organizadores dos *CineGrids*. O evento contou com demonstrações avançadas na área de projeção de imagens, interação entre localidades remotas e o uso de redes avançadas. O apoio financeiro do *CineGrid Brasil 2014* veio de agências de pesquisa como FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, por meio da Rede ANSP), da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), do CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) e de universidades, tais como USP, por meio do CINUSP e de sua Pró-Reitoria de Cultura, da Universidade Mackenzie, por meio do Laboratório de Artes Cinemáticas e Visualização, e por meio do Núcleo de Telessaúde da Universidade Federal de São Paulo.

CINEGRID: FUTUROS

As pesquisas e desenvolvimentos tecnológicos propostos pelos membros da comunidade *CineGrid* têm cada vez mais avançado para o campo das

4 O evento CineGrid Brasil 2011 aconteceu dentro do GLIF (Global Lambda Integrated Facility) seminar 2011. Ver mais em: [http://cinegrid-rio-2011;jsessionid=3E9BCDB8638F27F4BEAA023ED8CA954F.inst2](http://cinegrid.rnp.br/cinegrid-rio-2011;jsessionid=3E9BCDB8638F27F4BEAA023ED8CA954F.inst2)

imagens de ultra definição e, por sua vez, têm desafiado os pesquisadores do campo das redes avançadas a buscarem cada vez mais soluções estáveis para a transmissão em rede dessas imagens. Atualmente o *CineGrid* já trabalha na perspectiva da imagem em 8K sendo transmitida em rede. A definição de uma imagem 8K ainda pode variar, dado que não há uma definição, em termos de padrão de tamanho. Contudo, o volume de dados dos equipamentos de geração de imagens nestas dimensões é significativo. Um equipamento 8K é capaz de gerar terabytes de informação em poucos segundos, com definições de imagens que exigem processamento de supercomputadores para sua visualização adequada. E os sistemas de transmissão dessas imagens também precisam avançar, pois cada vez mais a definição gerada pelos equipamentos obriga os desenvolvedores de sistemas de redes computacionais a se desdobrarem para conseguir enviar e receber o conteúdo gerado por esses recursos digitais geradores de imagens. O *CineGrid* também tem avançado em termos de área de atuação. Se até meados dos anos 2010 o campo de atuação dos pesquisadores da comunidade era focado nas mídias digitais e em sua transmissão, atualmente os pesquisadores têm avançado e iniciaram pesquisas interdisciplinares com campos diversos. Alguns exemplos são o campo da educação, com a presença da ultra alta definição (UHD) e da Super Alta Definição (*Super Hi-Vision*) nas salas de aula, na web e videoconferências; na área da saúde, com a utilização dos recursos de visualização avançada para a transmissão de exames; a realização de conferências sobre atividades de pesquisa, com o envio e recepção de exames de imagens em alta definição, na área de telemedicina, por meio da captação e transmissão de cirurgias entre diferentes países, estados ou mesmo centros cirúrgicos, com o objetivo de capacitar residentes médicos.

Além disso, pesquisadores do *CineGrid* também têm atuado junto a setores de educação em ciência, com ênfase na astronomia e, conseqüentemente, em seus projetos de extensão cultural, tais como os planetários e observatórios. O *CineGrid* possui pesquisas de transmissão e conexão de conteúdos audiovisuais captados em

observatórios, que geram dados da ordem de petabytes e que podem ser transmitidos em tempo real para centros de pesquisa em astronomia de diversos países. Além disso, hoje existem poucos planetários que possuem conexões de alta velocidade, o que ainda limita o envio e a recepção de conteúdos por meio de redes avançadas. Também ainda carecemos de planetários que possuam sistemas de projeção e visualização avançada em UHD ou acima que estejam conectados a sistemas de redes rápidas, o que permitiria a troca de dados, informações, conteúdos e pesquisas entre os planetários e observatórios científicos e astronômicos.

Os interesses dos participantes do *CineGrid* são amplos, envolvendo diversas terminologias e idiossincrasias, e lembrando-nos das “Exposições Universais” em Paris ou as “Grandes Exposições” européias do século XIX, sem as proporções gigantescas de espaço e público. Vários dos dispositivos do mundo contemporâneo tiveram seus precursores exibidos nestas feiras. Muitos artistas e inventores maravilharam o público com os dispositivos de visualização da época como os Panoramas, os Mareoramas e os Kaiserpanoramas. Na Exposição de 1900, em Paris, os irmãos Lumière apresentaram seus filmes no *Cinématographe Géant* com uma tela de 60 metros por 70 metros em um teatro com capacidade para acomodar 15 mil pessoas. Tal ambiente, no entanto, não é exclusivo de *CineGrid*, pois há muitas feiras variadas de tecnologia. Mas o que é de particular interesse neste caso é precisamente o eixo que determina o “cinema” e sua futura configuração nos próximos 100 anos, tendo como referência o caos criativo dos dispositivos óptico-digitais e dos processos computacionais. O *CineGrid*, nesse sentido, é uma oportunidade única de teste, colaboração e apresentação de tecnologia em condições muito raras que beneficiam tanto o desenvolvedor da tecnologia quanto o espectador que pesquisa filmes e conteúdos científicos expandidos em espaços multiusuários.

A comunidade *CineGrid* expressa, em sua essência, o conhecimento contemporâneo, que é interdisciplinar, conectado e que pre-

cisa, mais do que nunca, de novas formas de visualização, para que se pensem em diferentes abordagens sobre o que hoje conhecemos.

FÓTONS, ESCALAS, REDES, GRIDS: NOVAS MATÉRIAS E PROCESSOS DO CINEMA⁵

Os filmes em 4K têm sido reconhecidos como aqueles que têm qualidade suficiente para substituir a película do cinema em uma medição de *scanner* especializado que mostra o efeito do gráfico de cores com elementos de semelhança entre os dois materiais. Tal medição interessa a uma competição de mercado que diz respeito à sobrevivência da película como entidade hegemônica da qualidade cinematográfica, pois as imagens são muito diferentes.

O cinema digital 4K ou 8K pode tentar produzir imagens com efeito de película, devido à sua maleabilidade, mas a intensidade de seu brilho proporciona aos artistas uma narrativa de sonhos com a sua própria materialidade. Artistas experimentais têm se apropriado desta linguagem para produzir os efeitos de encantamento que uma tela gigante cheia de luzes e cores pode proporcionar. O desafio que é acrescentado é o fato de que esta super imagem pode ser transmitida ao vivo por causa das redes que operam com taxas de 10 Gbps, ainda restritas às universidades e instituições de pesquisa, – no Brasil as redes ANSP (*an Academic Network at São Paulo*) e a RNP (Rede Nacional de Pesquisa), provêm acesso a quase todas as redes de pesquisa de altas taxas do mundo como, por exemplo, o GLIF (*Global Lambda Integrated Facility*) – desta forma podem-se realizar experimentos colaborativos com grupos participantes de várias redes. Por exemplo, imagens capturadas por telescópios do Observatório Gemini, no Havaí e no Chile, podem ser vistas por astrônomos brasileiros em tempo real através de um ciberobservatório para imagens de altíssima definição.

As demonstrações e pesquisas promovidas pelo *CineGrid* são contemporâneas e especiais. O espírito de um espectador, cuja aten-

5 Parte deste texto foi publicado no catálogo do FILE 2009

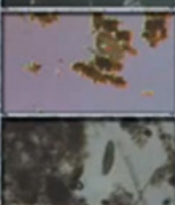
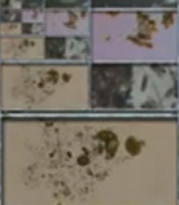
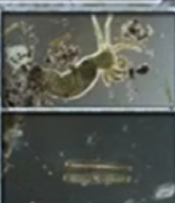
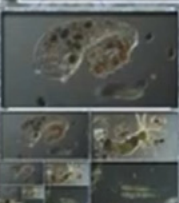
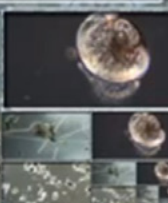
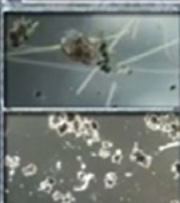
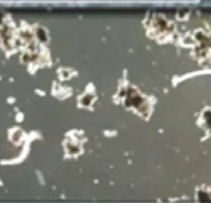
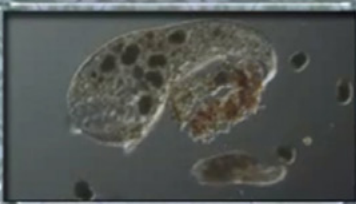
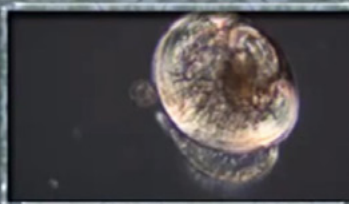
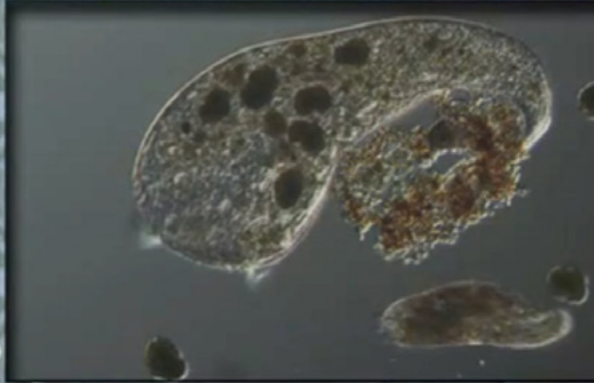
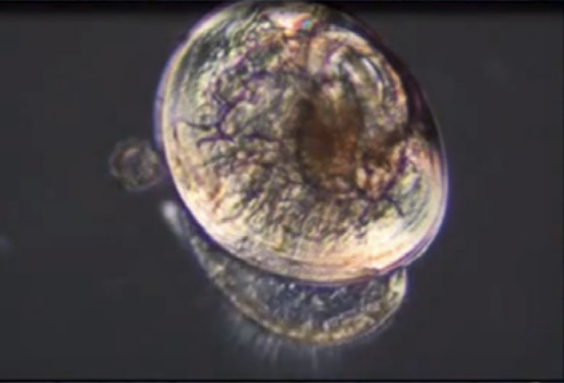
ção fora “domesticada” por um tipo de narratividade do cinema, reencontra agora um universo de aparatos tecnológicos de maravilhamento que o coloca diante de uma nova dimensão de simultaneidades e atenções flutuantes. Esses experimentos acrescentam aos vários aparatos tecnológicos contemporâneos um maquinário que abre a perspectiva de reproduzir imagens jamais vistas, de lugares e objetos longínquos, uma vez que esta definição se abre para escalas cada vez mais potentes de visualizações.

Um outro mundo de imagens nos alcança. Ou, pelo contrário: somos outros e a esta imagem foi construída justamente para dar conta da nossa atual complexidade. A película não nos representa mais.

A primeira viagem do homem à Lua aconteceu em julho de 1969. Nada ainda se compara a esta façanha sonhada por escritores e pintores. A ficção científica foi uma fonte de inspiração para o cinema, com imagens desérticas, espaçonaves prateadas, seres híbridos. Mas um aspecto especial foi observado por Dave Scott, o sétimo homem a pisar na lua: “de todos os escritores de ficção científica, nenhum deles ousou sonhar que o mundo estaria vendo a chegada do homem à Lua pela televisão”, ou seja, por meio de uma transmissão!

PARTE I

IMAGENS EM ESCALA



PRODUZIR E TRANSMITIR FILMES DIGITAIS DE OBJETOS MICROSCÓPICOS EM ALTA RESOLUÇÃO

Richard Weinberg

RESUMO

Microscópios, quando equipados com câmeras digitais, formam sistemas para se obter imagens com uma extensa variedade de usos em pesquisa, ciência, indústria e educação. Tecnologias de cinema digital para capturar, editar, compartilhar e projetar imagens em movimento de alta resolução amplificam a utilidade desses sistemas. Propomos uma nova abordagem para filmes digitais em alta resolução, produzidos através de um microscópio óptico e para compartilhar imagens microscópicas ao vivo, com um público remoto. Para essas aplicações, o autor colocou uma câmera digital de alta resolução, a RED One, em interface com diferentes tipos de microscópios ópticos, permitindo a captura de imagem em movimento numa resolução 4K, para armazenamento digital; e, ao mesmo tempo, a captura de vídeo em HD (alta definição), com transmissão ao vivo para locais distantes. O sistema foi usado para criar um filme, *MicrOrganisms*, e para transmitir, ao vivo, imagens em movimento de micro-organismos marinhos de Los Angeles para San Diego, na Califórnia, e para Yokohama, no Japão, durante a apresentação de uma conferência interativa.

HISTÓRICO

Por séculos, os microscópios proporcionaram vitrines cada vez melhores a objetos pequenos demais para serem vistos a olho nu. O microscópio óptico, uma invenção cujo uso na microbiologia é creditado a Antony van Leewenhoek e Robert Hooke no século XVII¹, continuou a evoluir em sofisticação e a desempenhar funções indispensáveis em uma variedade de áreas de aplicação, tais como: ciências da saúde, pesquisa, perícia criminal e indústria. As bases da microscopia óptica e os principais aperfeiçoamentos na sua história durante os séculos XIX e XX foram abordados em coletâneas de trabalhos essenciais na área². Pioneiros como Ernst Abbe, colaborando com Carl Zeiss, desenvolveram a teoria da formação de imagens e projeto de lentes para microscópios nos anos 1860. August Köhler introduziu um sistema em 1893, envolvendo a fonte de luz, as lentes condensadoras, a limitação de abertura e o controle do foco condensador, que proporcionou iluminação uniforme para o objeto do microscópio. Essa técnica ainda é utilizada em microscópios ópticos modernos e é conhecida como iluminação de Köhler. Em 1942, Frits Zernike introduziu o sistema de microscopia feita com o contraste de fase, permitindo que detalhes em objetos aparentemente transparentes fossem vistos, transformando as mudanças de fase de luz microscópica em diferenças de contraste. Ele recebeu o Prêmio Nobel em 1953 por seu impacto revolucionário na microscopia biológica e médica³.

Num microscópio moderno, a luz passa através de um caminho complexo e altamente otimizado, desde a fonte de luz até uma série de elementos ópticos, que incluem lentes compostas, íris, filtros e prismas, para, eventualmente, ser focalizada através de oculares para o

- 1 RAINIS, Kenneth G.; RUSSELL, Bruce J. *Guide to Microlife*. Londres: Franklin Watts publisher, 1996. p. 9.
- 2 Ver RHODES, Marion B. *Selected Papers on Optical Microscopy*. Washington: SPIE Optical Engineering Press, 2000. (SPIE Milestone Series, v. MS 163).
- 3 MURPHY, Douglas B.; DAVIDSON, Michael E. *Fundamentals of Light Microscopy and Electronic Imaging*. Nova Jersey: Wiley-Liss, 2001. pp. 6-11, 77-80, 99-100.

observador ou num filme ou num sensor eletrônico de imagem. Uma ampla variedade de configurações de microscópios foi desenvolvida, cada qual adequada para observar tipos diferentes de espécimes usando diferentes tipos de iluminação, que podem ser transmitidas através do objeto ou refletidas a partir da sua superfície, para fazer imagens de coisas com características ópticas diferentes e para destacar os objetos de interesse. Essas configurações incluem campo claro, campo escuro, contraste de fase, contraste de interferência diferencial e técnicas de fluorescência. Encontra-se em Tortora uma descrição dos tipos de microscópios diferentes comumente em uso⁴.

A Fig. 1 mostra um diagrama de bloco, simplificado, com os elementos típicos de um microscópio óptico moderno. Para objetos transparentes, a luz entra no microscópio como a lâmpada na parte inferior do diagrama, passa por uma série de lentes, limitações de abertura, filtros opcionais e é transmitida através do objeto. A lente objetiva, com aumento de 10× até 150×, amplia o objeto iluminado e é o componente óptico mais crítico do microscópio. Um sistema de prismas direciona a luz para o observador e/ou a câmera. Vários filtros podem ser colocados no caminho óptico para a polarização, realce do contraste ou para seleccionar certos comprimentos de onda para microscopia de fluorescência. Para objetos refletivos, a luz entra no microscópio pela esquerda do diagrama, por meio de um sistema de iluminação vertical, e é direcionada para baixo para o objeto por um espelho dicróico no sistema de prismas. Esta luz é então refletida na superfície do objeto, passa através da lente objetiva, e vai para o observador e/ou câmera. Uma série de parassóis ou diafragmas podem cortar parte da luz para evitar o excesso de iluminação e degradação da imagem. Note-se que as lentes no diagrama representam vários elementos ópticos de precisão em conjunto, não apenas um único pedaço de vidro.

4 TORTORA, Gerard J.; FUNKE, Berdell R.; CASE, Christine L. *Microbiology: An Introduction*. Pearson Benjamin Cummings publisher, 2004. p. 54-66.

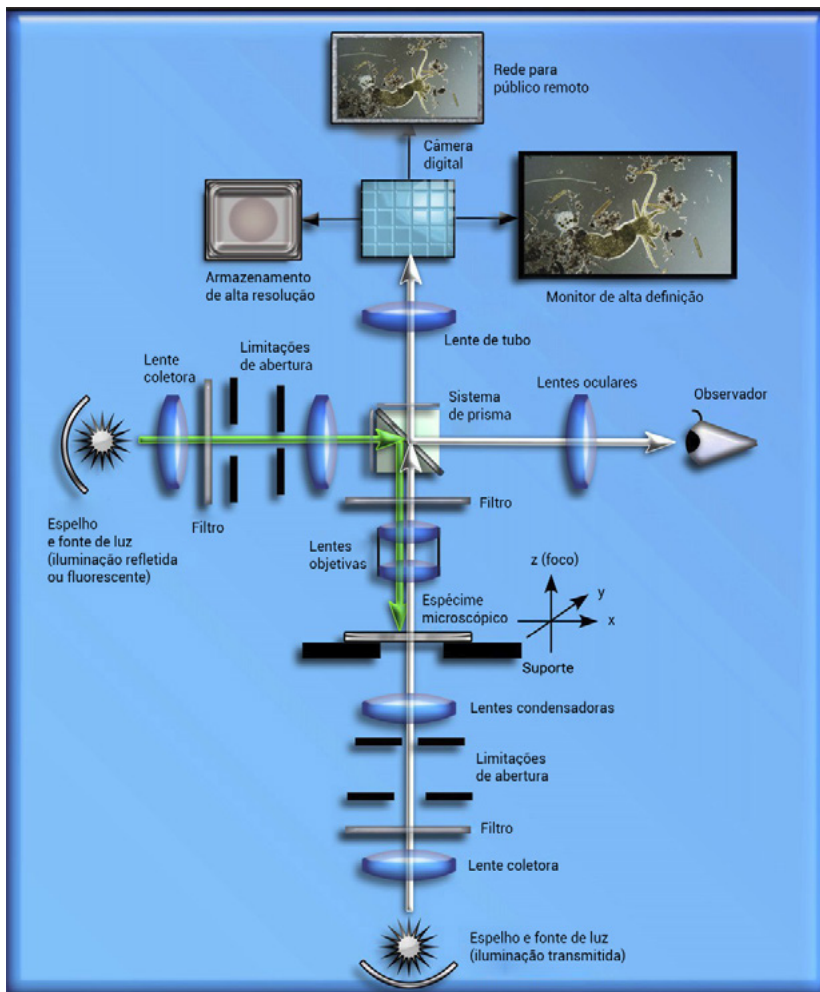


Figura 1 – Diagrama de bloco de sistema de microscópio (em cores na p. 232)

Um suporte ajustável segura o objeto no lugar, frequentemente montado numa lâmina de vidro de microscópio, e permite mover objeto microscópico em pequenas quantias no plano xy para reen-

quadrar e no plano z para focalizar a imagem sob controle manual ou motorizado. O microscópio óptico pode ser considerado um sistema óptico de processamento de imagem que usa luz para processar imagens instantaneamente, em tempo real, na velocidade da luz. Com um caminho óptico tipicamente de menos de 50 cm, a luz atravessa todo o sistema em menos de dois nanossegundos, fornecendo uma fatia de imagem bidimensional filtrada, em foco, de um objeto microscópico tridimensional. A luz emerge na parte superior do microscópio e é focalizada no sensor de imagem da câmera digital, onde é convertida numa sequência digital de imagens que pode ser vista, transmitida numa rede e armazenada para processamento posterior.

Microscópios ópticos são limitados na sua resolução pelo comprimento da onda de luz até aproximadamente 0.2 μm . Com essa resolução, o microscópio óptico é bastante adequado para observar microrganismos vivos ou preservados, uni ou multicelulares, e suas estruturas internas. Uma grande variedade de outras técnicas de microscópios ópticos, como microscopia confocal e multifóton, amplia a faixa do microscópio para resolução mais alta e pode ser usada em imagens de células vivas com resolução mais alta⁵. Para resolução ainda mais alta, microscópios eletrônicos, sonda de varredura ou microscopia de força atômica são usados para imagens de espécimes preparados, mas todas estas técnicas estão além do escopo desta pesquisa⁶.

Antes da invenção da câmera, microscopistas podiam somente esboçar o que viam no microscópio. Eventualmente, as fotografias podiam ser tiradas através do microscópio para um registro mais

5 FUJIMOTO, James G.; FARKAS, Daniel L. *Biomedical Optical Imaging*. Oxford University Press, 2009. p. 1-101.

6 CHANDLER, Douglas E; ROBERSON, Robert W. "The Scanning Electron Microscope". In: CHANDLER, Douglas E; ROBERSON, Robert W. *Bioimaging Current Concepts in Light and Electron Microscopy*. Burlington: Jones and Bartlett Publishers, 2009. p. 177-204; CHANDLER, Douglas E; ROBERSON, Robert W. "Scanning Probe Microscopy". In: CHANDLER, Douglas E; ROBERSON, Robert W. *Bioimaging Current Concepts in Light and Electron Microscopy*. Burlington: Jones and Bartlett Publishers, 2009. p. 385-388.

objetivo da imagem. À medida que as câmeras de vídeo eletrônicas foram sendo desenvolvidas, tornou-se possível capturar imagens em movimento de objetos microscópicos para visualização ao vivo e para armazenagem em fita de vídeo ou computador. A microfotografia melhorou quando as câmeras de vídeo evoluíram de uma definição padrão para a alta definição; e as câmeras de imagem de *still* digital evoluíram em resolução e sensibilidade.

Mediante a transição em curso na tecnologia da indústria cinematográfica, que passa do filme para o digital, surgem novas oportunidades para integrar câmeras de vídeo digital de alta resolução contemporâneas com microscópios e para utilizar as ferramentas de produção de filmes digitais para trazer filmes de objetos microscópicos através do *pipeline* de produção de filmes, por meio de redes de longa distância e em cinemas digitais.



Figura 2 – Uma interface de câmera RED para microscópio Olympus BX50 (em cores na p. 233).

Uma vez que as imagens microscópicas são capturadas digitalmente, elas podem ser melhoradas, segmentadas e analisadas via software de computador. Por exemplo, uma pilha de imagens capturadas movendo o suporte do microscópio através de uma variedade de planos focais na direção z pode ser combinada para criar uma única imagem com uma profundidade de foco maior do que pode ser obtida de qualquer imagem individual. Em um filme de imagens microscópicas, os objetos podem ser rastreados quadro a quadro para determinar a natureza do seu movimento. Objetos pequenos podem ser contados e classificados⁷. O *time-lapse* na fotografia de microrganismos pode revelar processos muito lentos para o observador humano avaliar, como a divisão de células, enquanto a cinematografia de alta velocidade pode desacelerar processos rápidos como o movimento rotativo de flagelos.

MÉTODO

Para capturar objetos microscópicos em movimento e em alta resolução, o autor usa uma câmera que foi desenvolvida para substituir aparelhos de filme em 35 mm. A câmera RED One, da empresa RED Digital Cinema, tem uma matriz de pixels de 4520×2540 fotopontos num padrão Bayer, num sensor de 12 megapixel CMOS medindo 24.4 mm × 13.7 mm, equivalente ao tamanho de um quadro de filme super 35 mm⁸. A câmera permite variadas *framerates* no padrão da indústria cinematográfica (de

-
- 7 KOVACEVIC, Jelena; ROHDE, Gustavo H. "Overview of Image Analysis Tools and Tasks for Microscopy". In: RITTSCHER, Jens; MACHIRAJU, Raghu; WONG, Stephen T. C. (Orgs.). *Microscopic Image Analysis for Life Science Applications*. Boston: Artech House, 2008. P.49-79; GENOVESIO, Auguste; OLIVO-MARIN, Jean-Christophe. "Particle Tracking in 3D+t Biological Imaging". In: RITTSCHER, Jens; MACHIRAJU, Raghu; WONG, Stephen T. C. (Orgs.). *Microscopic Image Analysis for Life Science Applications*. Boston: Artech House, 2008. p. 223-276; HARDER, Nathalie. "Automated Analysis of the Mitotic Phases of Human Cells in 3-D Fluorescence Microscopy image Sequences". In: RITTSCHER, Jens; MACHIRAJU, Raghu; WONG, Stephen T. C. (Orgs.). *Microscopic Image Analysis for Life Science Applications*. Boston: Artech House, 2008. p.283-293.
- 8 Informações do fabricante no site *RED Digital Cinema*: http://www.red.com/cameras/tech_specs.

23.98 a 30 quadros por segundo para imagens de 4K, até 120 quadros por segundo para imagens de 2K) bem como taxas mais baixas para *time-lapse* de imagem. As imagens são armazenadas em CF (Compact Flash cards) ou discos rígido num formato .R3D proprietário. As imagens gravadas podem ser “desbayerizadas” para criar uma estrutura de pixels RGB, que, além disso, passam por um ajuste de cores e são transcodificadas em formatos de imagem digital padrão para pós-produção incluindo edição, efeitos visuais e outros ajustes de cores.

O autor desenvolveu as interfaces físicas que permitem a uma câmera RED One ser montada num microscópio biológico Olympus BX50 (Fig. 2), e num microscópio metalúrgico Reichert Jung Polyvar Met (Fig. 3). A interface física traz várias funções.

Primeiro, permite o posicionamento do sensor digital da câmera no plano focal do sistema de imagem do microscópio. Segundo, proporciona os meios de suportar o peso da câmera, e, terceiro, elimina o movimento entre a câmera e o microscópio, o que resultaria em imagens borradas. Esses sistemas podem capturar imagens microscópicas usando vários modos comuns em microscopia: luz refletida, para objetos reflexivos, opacos; luz transmitida para objetos transparentes ou translúcidos. A iluminação pode ser de campo claro, em que objetos revelam-se contra um fundo claro ou campo escuro, onde estes aparecem contra um fundo escuro. Tais sistemas podem também ser usados para imagens de contraste de fase e contraste de interferência diferencial (DIC), tornando visíveis propriedades ópticas sutis de mudança de fase dos objetos visíveis.

APLICAÇÃO DO SISTEMA UM:

PRODUÇÃO DE FILME MICROSCÓPICO DE ALTA RESOLUÇÃO

O autor criou um filme de dez minutos, *MicrOrganisms*, usando esses sistemas. Nele, apresenta microrganismos comuns em ação: capturando, comendo e digerindo seus alimentos, interagindo com seus companheiros, movendo seus cílios e girando seus flagelos en-

quanto nadam através de um micromundo aquoso. Amostras de água de lago foram coletadas de um jardim em Los Angeles, fornecendo uma fartura de microrganismos vivos como diatomácias, hidras e amebas como tema principal do filme. Duas ou três gotas de água foram colocadas numa lâmina de microscópio, sobrepostas por uma lamínula e posicionadas no microscópio para exame. Na etapa seguinte, com o olhar sobre a lâmina, procurou-se por microrganismos interessantes, enquanto operava-se manualmente o suporte do microscópio no plano xy. Quando um objeto era encontrado e centralizado, a amplificação desejada foi selecionada girando a lente objetiva no local e focalizando a imagem. A iluminação então era ajustada usando a lente condensadora do microscópio e a exposição adequada era configurada ajustando o brilho da lâmpada do microscópio ao mesmo tempo que se visualizava um histograma na LCD da câmera ou no monitor de tela plana. Nesse momento, começamos a gravar a imagem em movimento, tentando manter o objeto na câmera ajustando o suporte xy e, no foco, ajustando a altura do suporte em relação à lente objetiva do microscópio. Frequentemente microrganismos nadam para fora da visão ou fora da região focal.

Após coletar uma ampla variedade de imagens com esses dois microscópios, examinamos a biblioteca de imagens, e as tomadas adequadas foram selecionadas para inclusão no filme. Como os arquivos do filme são armazenados no formato .R3D proprietário, devem ser processados e transformados em outros formatos para continuar sendo usados. Vários programas podem agora ler e processar naturalmente o formato .R3D, inclusive um programa da RED, chamado RED Cine-X. Esse foi usado para várias funções no processo de produção: para pré-visualizar e selecionar que tomadas devem compor o filme; para selecionar os pontos brutos começando (“in”) e encerrando (“out”) cada plano; para realizar a correção básica de cor nessas tomadas, para cortá-las no tamanho de quadro desejado do filme e, então, converter do formato de arquivo de filme original .R3D para

sequência numerada de arquivos de formato TIFF de imagens *still*. Nesse caso, o tamanho de quadro desejado para entrega na conferência CineGrid foi 3840×2160 pixels, em 24 quadros por segundo. O tamanho de quadro é duas vezes a resolução, em cada sentido, do padrão de televisão HD de 1920×1080 e corresponde à configuração do projetor Sony SXRD, de alta resolução, no local da conferência - o prédio CALIT2, na Universidade da Califórnia, em La Jolla, San Diego, Califórnia.



Figura 3 – Interface da câmera RED One para microscópio Reichert Jung Polyvar Met montada para transmissão remota **(em cores na p. 233)**.

A sequência de arquivos TIFF constituiu as imagens de entrada do software After Effects, da Adobe, que foi usado para editar e finalizar o filme, criar efeitos visuais e incorporar o título principal e a sequência de créditos no fim. After Effects é um programa usado para manipulação digital e possibilita sobrepor qualquer número de cama-

das de imagens em movimento para formar uma imagem composta, tal como a sequência título de *MicrOrganisms*, na parte superior de uma cena de fundo filmada através do microscópio. Após uma sequência de cenas mostrando micróbios em ação, o final traz uma organização 4×4 de cenas repetindo os microrganismos vistos anteriormente.



Figura 4 – Anelídeo em cena de *MicrOrganisms*.

Essas 16 janelas de imagem são preenchidas uma de cada vez numa espiral no sentido horário, iniciando no canto superior direito. Uma vez que todas as janelas sejam preenchidas com imagens em movimento, uma cópia da organização 4×4 das imagens começa a retroceder em direção ao centro do quadro até preencher as quatro placas internas em miniatura. Então, o processo se repete com os painéis já miniaturizados encolhendo mais e mais, eventualmente deixando uma espiral retangular de imagens em movimento, quando a sequência que ter-

mina o filme nos faz lembrar da natureza microscópica do objeto. Por último, os créditos são incorporados ao projeto no After Effects, de maneira que todo o filme pode ser “renderizado”, um quadro por vez, para todo o conjunto de 14.400 quadros, com 24 quadros por segundo \times 60 s por minuto \times 10 min. A “renderização” final resulta em 14.400 quadros de formato TIFF não comprimidos, cada um dos quais de aproximadamente 34 megabytes de tamanho.



*Figura 5 – Hidra em cena de *MicrOrganisms* (em cores na p. 234).*

Uma vez finalizado o conteúdo visual do filme, a “imagem fechada”, uma versão HD de resolução mais baixa (1920×1080), é gerada no AfterEffects, como um arquivo de filme QuickTime, com o objetivo de criar uma trilha sonora original para o filme e sincronizar o som com a imagem. Todas as cenas no filme, que destacam um ou mais microrga-

nismos em sua vida cotidiana, inspiraram um acompanhamento musical, criado pelo autor num sintetizador Korg Karma. O som estéreo analógico de cada um desses segmentos de áudio foi tocado no Korg Karma e simultaneamente capturado num computador Apple Macintosh, com um programa Apple Logic Pro 8 e sincronizado ao arquivo do QuickTime. O Logic Pro 8 também é usado para acrescentar sons musicais e criar um mix de som de 5.1 canais do projeto, que ocupa seis arquivos em formato de som WAV: esquerdo, centro, direito, *surround* esquerdo, *surround* direito e canais de efeito em baixa frequência.

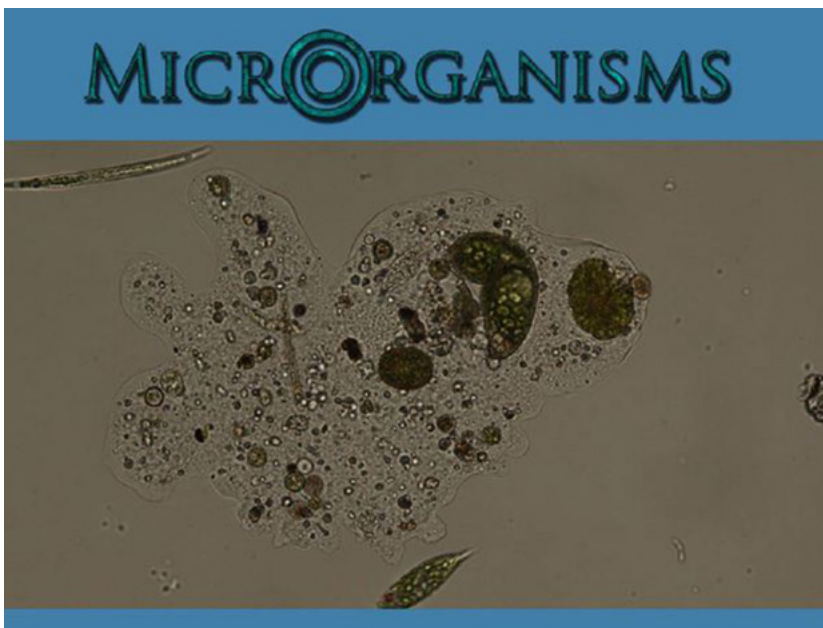


Figura 6 – Ameba em cena de *MicrOrganisms*.

Nesse momento, a sequência final de imagens TIFF de alta resolução e os arquivos de som foram transferidos da USC para o CALIT2, na UCSD, onde foram codificados em formato JPEG2000 para um projetor

Sony SXR D no auditório do CALIT2. *MicrOrganisms* estreou na conferência anual do CineGrid em 8 de dezembro de 2009. Os *workshops* anuais CineGrid são o melhor local para exibir esse tipo de projeto, que combina cinema digital, redes e novas aplicações. As imagens do filme são exibidas nas Figs. 4-7. O filme também foi apresentado nas *videowalls* OptiPortal desenvolvidas no CALIT2 e na Universidade de Illinois, para colaboração à distância como exibido nas Figs. 8 e 9⁹.



Figura 7 – Cena de *MicrOrganisms* com organização 4 × 4 de imagens.

9 DEFANTI, Thomas, et al. “The OptiPortal, a scalable visualization, storage, and computing interface device for the OptiPuter”. *Future Generation Computer Systems*, v. 25, n. 2. 2009. p. 114-123.



Figura 8 – Apresentação de *MicrOrganisms* nas videowalls OptiPortal no CALIT2/UCSD.

APLICAÇÃO DO SISTEMA DOIS:

TRANSMISSÃO AO VIVO DE IMAGEM MICROSCÓPICA DE ALTA DEFINIÇÃO

Além de fazer filmes de alta resolução em 4K, o sistema de microscópio/câmera exposto acima foi integrado num sistema de vídeo HD e de rede de alta velocidade, para apresentações ao vivo em locais de conferência remotos usando a família de redes CineGrid.

A Fig. 10 mostra um diagrama de bloco do sistema usado para transmitir imagens HD ao vivo, a partir do laboratório do autor na USC em Los Angeles, Califórnia, para o auditório na UCSD em La Jolla, na Califórnia, para a conferência CineGrid 2009 e para a conferência SIGGRAPH Ásia, em Yokohama, no Japão, ambas em dezembro de 2009. O sistema incorpora o sistema de câmera/microscópio RED, com um conversor de formato de vídeo FOR-AFA-9100, uma câmera Sony HD, um comutador de vídeo FOR-A HD HVS-300HS, sistema de transporte de fibra óptica MRV e conversor Media Links HD para IP¹⁰. A RED One fornece

10 FUJIMOTO, James G.; FARKAS, Daniel L. *Biomedical Optical Imaging*. Oxford

uma saída ao vivo da imagem microscópica em formato de vídeo digital 720p HD-SDI. A transmissão de saída foi, em seguida, transcodificada para vídeo digital 1080i HD-SDI, via processador de vídeo digital FOR-A FA-9100. Depois, essa transmissão de vídeo digital 1080i foi alimentada num sistema de MRV que converte o vídeo digital em sinais ópticos, que seriam então transportados através de fibra óptica de monomodal dedicada para outro prédio cerca de uma milha (1,5 quilômetros) distante do laboratório. Lá, o sinal óptico de vídeo é reconvertido para HD-SDI em forma elétrica digital por um sistema MRV e alimentado num conversor Media Links HD para IP, em que o vídeo digital é comprimido para MPEG e convertido para Protocolo de Internet (IP) com correção antecipada de erro (FEC) embutido na transmissão. A saída desse sistema, que agora transporta imagens de vídeo ao vivo e som em formato de IP, nesse momento, conecta-se a um *switch* Ethernet, que, por sua vez, liga-se à espinha dorsal de 10 gigabits por segundo da USC ao CineGrid, CENIC e outras redes. A largura de banda necessária está numa faixa selecionável pelo usuário de 250 a 800 mbps, ocupando um link de um gigabit por segundo até o destino. A Fig. 11 mostra o sistema comutador de vídeo e os sistemas de conversão de vídeo digital envolvidos no projeto.

A parte do comutador de vídeo do sistema permitiu trocar a visualização obtida através do microscópio para a visualização do cenário no laboratório, assim os pesquisadores podiam ser vistos falando diretamente com o público remoto. O comutador pode tranquilamente transitar de uma visualização para outra, ou proporcionar uma visualização *picture-in-picture*, apresentando o pesquisador inserido num canto da imagem do microscópio, de maneira que o público podia ver ambos simultaneamente.

Ao transmitir para a conferência SIGGRAPH Asia em Yokohama, no Japão, também incorporamos uma alimentação HD, ao vivo, do local da conferência, novamente, para o laboratório na USC, desta forma, permitindo conversas de duas vias entre o público e os pesquisadores.

University Press, 2009. p. 1-101.

No local da conferência, o Professor Naohisa Ohta e seus alunos da Universidade Keio, em Tóquio, no Japão, configuraram a tecnologia para receber, decodificar e projetar a transmissão HD e para interatividade com o público, via câmera HD e sistemas de som. Conectar da USC ao local da conferência Pacifico Yokohama, no Japão, exigiu esforços de rede cooperativa da USC, CENIC, CineGrid, CALIT2, Pacific Wave, JGN2-Plus, T-LEX, Keio DMC, e WIDE.



*Figura 9 – Imagens da Apresentação de microrganismos do *MicrOrganisms* nas videowalls OptiPortal, no CALIT2/UCSD (em cores na p. 236).*

Embora a resolução de imagem usada para transmissão ao vivo tenha menos qualidade que a resolução 4K que a câmera simultaneamente grava, ela já permite que o público remoto visualize microrganismos ao vivo em qualidade HD, com cerca de um segundo de delay do momento em que foram capturados até a projeção remota. O público no

Japão estava testemunhando as atividades de microrganismos na Califórnia ao vivo em HD numa rede de pesquisa. A transmissão HD e a gravação de 4K podem ocorrer simultaneamente.

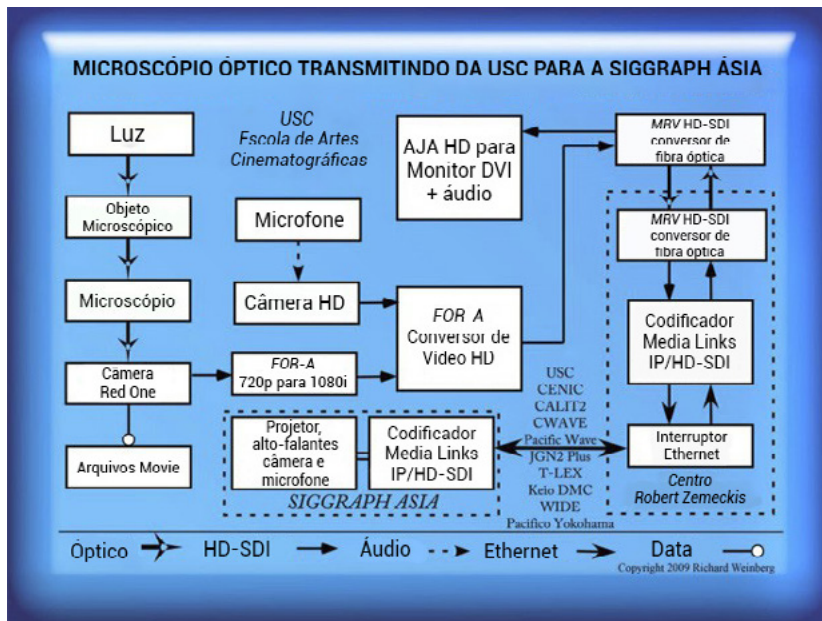


Figura 10 – Diagrama de bloco do sistema para transmissão microscópica HD e outras imagens HD da USC para locais remotos no Japão.

CONCLUSÃO

Mostrou-se um sistema que foi usado para criar filmes digitais em 4K de microrganismos marinhos e para transmitir imagens HD de objetos microscópicos para locais distantes para apresentações ao vivo. A convergência de microscopia óptica com cinematografia, pós-produção e projeção de filmes digitais e com sistemas de rede colaborativos de longa distância está oferecendo novos caminhos e oportunidades para criar e exibir filmes de objetos microscópicos em alta resolução.

Direcionamentos futuros deste trabalho incluem a transmissão de microscopia ao vivo em resolução mais alta que HD, fazendo filmes microscópicos estereoscópicos e criando repositórios anotados de filmes digitais de objetos microscópicos, em alta resolução, para pesquisa científica. Os próximos trabalhos também implicam examinar a utilidade desta abordagem para outras formas de imagem microscópica, inclusive microscopia fluorescente e estereoscópica.



Figura 11 – Unidade de controle de vídeo FOR-A HVS-300HS, MRV HD-SDI para/de conversores ópticos, conversor de formato de multifunção FOR-A FA-9100.

O microscópio óptico precede o computador digital eletrônico em vários séculos, mas continua a evoluir e é utilizado diariamente ao redor do mundo para tornar o universo microscópico visível.

O microscópio, quando combinado com uma câmera de cine-

ma digital, torna-se um sensor de imagem que pode fornecer filmes digitais do fenômeno microscópico. Essas imagens podem ser digitalmente processadas, analisadas, editadas, anotadas, transportadas através de redes e exibidas em projetores digitais para públicos distantes. Este trabalho ilustra como a integração de microscopia óptica, cinema digital, redes de alta velocidade e tecnologia de computador pode levar à colaboração remota e à exibição de filmes digitais de alta qualidade do fenômeno microscópico.¹¹

11 O autor gostaria de agradecer os Professores David Caron, Tom DeFanti, Larry Smarr e Naohisa Ohta; Peter Countway, Laurin Herr, Natalie Van Osdol, Brian Dunne, Hector Bracho, Kunitake Kaneko e Yadong Wang e um especial reconhecimento para a USC Escola de Artes Cinemática (USC School of Cinematic Arts), CineGrid, CALIT2 da UCSD, FOR-A, o Katayanagi Institute, Keio University, MRV e RED Digital Cinema pelo seu apoio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHANDLER, Douglas E; ROBERSON, Robert W. “Scanning Probe Microscopy”. In: CHANDLER, Douglas E; ROBERSON, Robert W. *Bioimaging Current Concepts in Light and Electron Microscopy*. Burlington: Jones and Bartlett Publishers, 2009. p. 385-388.

CHANDLER, Douglas E; ROBERSON, Robert W. “The Scanning Electron Microscope”. In: CHANDLER, Douglas E; ROBERSON, Robert W. *Bioimaging Current Concepts in Light and Electron Microscopy*. Burlington: Jones and Bartlett Publishers, 2009. p. 177-204.

DEFANTI, Thomas, et al. “The OptiPortal, a scalable visualization, storage, and computing interface device for the OptiPuter”. *Future Generation Computer Systems*, v. 25, n. 2. 2009. p. 114-123.

FUJIMOTO, James G.; FARKAS, Daniel L. *Biomedical Optical Imaging*. Oxford University Press, 2009. p. 1-101.

GENOVESIO, Auguste; OLIVO-MARIN, Jean-Christophe. “Particle Tracking in 3D+t Biological Imaging”. In: RITTSCHER, Jens; MACHIRAJU, Raghu; WONG, Stephen T. C. (Orgs.). *Microscopic Image Analysis for Life Science Applications*. Boston: Artech House, 2008. p. 223-276.

HARDER, Nathalie. “Automated Analysis of the Mitotic Phases of Human Cells in 3-D Fluorescence Microscopy image Sequences”. In: RITTSCHER, Jens; MACHIRAJU, Raghu; WONG, Stephen T. C. (Orgs.). *Microscopic Image Analysis for Life Science Applications*. Boston: Artech House, 2008. p.283-293.

KOVACEVIC, Jelena; ROHDE, Gustavo H. “Overview of Image Analysis Tools and Tasks for Microscopy”. In: RITTSCHER, Jens; MACHIRAJU, Raghu; WONG, Stephen T. C. (Orgs.). *Microscopic Image Analysis for Life Science Applications*. Boston: Artech House, 2008. P.49-79.

MURPHY, Douglas B.; DAVIDSON, Michael E. *Fundamentals of Light Microscopy and Electronic Imaging*. Nova Jersey: Wiley-Liss, 2001.

RAINIS, Kenneth G.; RUSSELL, Bruce J. *Guide to Microlife*. Londres: Franklin Watts publisher, 1996.

RHODES, Marion B. *Selected Papers on Optical Microscopy*. Washington: SPIE Optical Engineering Press, 2000. (SPIE Milestone Series, v. MS 163).

TORTORA, Gerard J.; FUNKE, Berdell R.; CASE, Christine L. *Microbiology: An Introduction*. Pearson Benjamin Cummings publisher, 2004.

FILMES CITADOS

MicrOrganisms (2009, EUA, Richard Weinberg)



CORRIDA DE PIXELS: DOCUMENTANDO A TECNOLOGIA 8K

Jane de Almeida, Alfredo Suppia, Vic von Poser

APRESENTAÇÃO E ANTECEDENTES

O filme documentário *Corrida de Pixels* (2014) é fruto de trabalho colaborativo no âmbito do grupo de pesquisa LABCINE (Laboratório de Artes Cinemáticas), baseado na Universidade Presbiteriana Mackenzie, na cidade de São Paulo. O LABCINE¹ é um projeto associado à pós-graduação *stricto sensu* (mestrado e doutorado) em Educação, Arte e História da Cultura e à Faculdade de Computação e Informática (FCI) da Universidade Presbiteriana Mackenzie, com apoio da Rede Nacional de Ensino e Pesquisa (RNP), através do Grupo de Trabalho de Aplicações Avançadas de Visualização Remota². O Laboratório também é cadastrado no diretório de grupos do CNPq e possui parcerias com diversas instituições de ensino e pesquisa no Brasil e no exterior. O LABCINE abriga, a partir de 2015, em parceria, os grupos de pesquisa História, Memória Cultural e Novas Tecnologias e Software Studies.

O grupo de pesquisadores aglutinado em função do LABCINE vem se dedicando a investigações e reflexões acerca do cinema em ultra-alta definição (UHD) desde 2006, quando foi iniciada uma co-

1 Ver site: <http://LABCINE.com/about/>.

2 Ver site: <http://wiki.rnp.br/display/vraa>

laboração entre a Universidade da Califórnia em San Diego (UCSD), o Calit2, a Universidade Presbiteriana Mackenzie, a Universidade de São Paulo e a Universidade de Keio (Japão). Jane de Almeida e Cicero Silva, membros fundadores do grupo LABCINE, organizaram a primeira mostra de cinema 4K da América Latina, durante o Festival Internacional de Linguagem Eletrônica (FILE) de 2008, no prédio da FIESP, em São Paulo. Em 2009, Jane de Almeida, Eunezio Antonio Thoroh de Souza e Cicero Inacio da Silva também organizaram a primeira *première* transcontinental 4K, em que um filme brasileiro de longa-metragem, produzido e finalizado em 4K, foi transmitido em *streaming*, via redes fotônicas, para três pontos de exibição simultaneamente: a Universidade da Califórnia em San Diego, nos EUA, a Universidade Mackenzie, em São Paulo, e a Universidade de Keio, no Japão. O evento recebeu atenção especial da mídia, e foi produzido um documentário curto sobre o experimento de transmissão transcontinental, intitulado *Um Encontro de Luzes*³.

Em 2010, com o apoio da FINEP (Financiadora de Estudos e Projetos), a mesma equipe produziu os primeiros conteúdos audiovisuais estereoscópicos (3D) em 4K (resolução de 8,3 megapixels, ou 3840 x 2160 pixels) da cobertura de um jogo de futebol no Brasil. O experimento resultou num curta-metragem estereoscópico em resolução 4K sobre a experiência, com o título *2014K* (2010) – em alusão à então futura Copa do Mundo no Brasil, em 2014. *2014K* foi exibido na Casa Brasil durante a Copa do Mundo de 2010, em Joanesburgo, África do Sul⁴.

Em 2011, com o apoio da RNP (Rede Nacional de Ensino e Pesquisa), a equipe de pesquisa produziu um filme experimental em 4K 3D,

3 Filme completo disponível no link: <http://vimeo.com/11565808>. A cobertura de mídia do evento pode ser encontrada em: <https://www.youtube.com/watch?v=17DpXCoPRBE> e <http://ucsdnews.ucsd.edu/archive/newsrel/science/08-09Film4K.asp>.

4 O site oficial do projeto, contendo referências à cobertura de mídia, pode ser encontrado em: http://www.witz.com.br/2014k/index_principal.html e <http://www.witz.com.br/2014k/media.html>.

intitulado *EstereoEnsaio: Cinco ou seis ensaios em busca de uma narrativa*, o qual foi transmitido do Brasil para os EUA, durante o *workshop CineGrid* em 2012. *EstereoEnsaio* foi um projeto inspirado no conceito de documentário poético⁵ que pretendeu revisitar a tradição das “sinfonias da cidade”, encontrada no cinema mudo europeu do início do século XX, com repercussões nas Américas – filmes como *Berlim: Sinfonia da Metrópole*, de Walter Ruttmann, ou *Um Homem com uma Câmera* (1929), de Dziga Vertov. A ideia gerou em torno de cinco “atos” ou “ensaios” esteroscópicos “à procura” de uma narrativa, ambientados no Rio de Janeiro⁶. Em 2013, também com o apoio da RNP, foi viabilizada uma transmissão (*streaming*) em 4K de cirurgia cardíaca realizada no Hospital Universitário Onofre Lopes para o Laboratório de Realidade Virtual (LRV) da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).

O PROJETO *PIXEL RACE*

Em 2014, novamente com apoio da RNP, a equipe nucleada no LABCINE deu início ao projeto *Pixel Race*, o qual resultou na realização de um documentário curto, em 4K, relativo aos trabalhos de gravação, transmissão e exibição de jogos da Copa do Mundo no Brasil com resolução 8K, experimento levado a cabo pela emissora de televisão japonesa NHK. A resolução de 8K, ou Ultra Full HD (FUHD), é uma resolução de ultra-alta definição (UHD) da ordem de 7680 x 4320 pixels, ou 33.177.600 pixels (33 megapixels), com áudio em 22.2 canais de áudio. A emissora pública japonesa NHK liderou a pesquisa e investimento em tecnologia de resolução 8K a partir de 1995. Desenvolvida pela Sony, o sistema utilizado pela NHK foi batizada de *Super Hi-Vision*[®]. Paralelamente, a emissora também desenvolveu tecnologia de som surround 22.2, ou seja, com 24 canais de áudio, estimando que esse seja o padrão comercial adotado até 2032.

5 NICHOLS, Bill. “O modo poético”. In: NICHOLS, Bill. *Introdução ao documentário*. Campinas, SP: Papirus Editora, 2005. p. 138-142.

6 Mais informações sobre esse filme podem ser encontradas em <http://www.imdb.com/title/tt2084948/>, ou na página oficial do projeto: www.estereoensaios.com.br.

UM POUCO DA HISTÓRIA DA TECNOLOGIA 8K DA SONY/NHK⁷

Em 1995, a empresa Sony deu início a pesquisas mais sistemáticas em torno de sistemas de vídeo em ultra-alta definição. Cinco anos mais tarde, começaram as pesquisas sobre sistemas de ultra-alta definição com 4000 linhas e sistema de áudio 3D. Em março de 2002, um protótipo de sistema de reprodução de áudio 3D e vídeo em ultra-alta definição foi apresentado no *NHK Science & Technology Research Laboratories*. Em seguida, a *première* de um filme reproduzido nesse equipamento foi realizada na *open house* do *NHK Science & Technology Research Laboratories*. Em 2004, o sistema de vídeo em ultra-alta definição com 4000 linhas e o sistema de som multicanal com 22.2 canais de áudio recebe o nome comercial de *Super Hi-Vision*®. O *Super Hi-Vision*® é exibido publicamente em março de 2005, numa projeção sobre tela de 600 polegadas na *Expo 2005 Aichi*, no Japão. Em novembro de 2005, é realizado um bem-sucedido experimento de transferência de sinais sem compressão com o *Super Hi-Vision*®, via rede de cabos de fibra ótica. Em dezembro de 2006, um programa da TV NHK, *Kouhaku Utagassen (The Red and White Year-end Song Festival)* é transmitido com sucesso no padrão *Super Hi-Vision*®, com compressão *bitrate* sobre redes IP de Tokyo para Osaka, num trabalho cooperativo com a NTT e a NTT Communications japonesas. Em outubro de 2007, o formato de vídeo do sistema *Super Hi-Vision*® é padronizado pela SMPTE (*Society of Motion Picture & Television Engineers*⁸). Em julho de 2008, chega a vez do sistema de som com 22.2 canais ser padronizado pelo SMPTE. Em setembro de 2008, na IBC2008 em Amsterdã, a NHK obtém êxito num experimento de transmissão internacional em cooperação com a BBC britânica e a RAI italiana, entre outras emissoras de TV (redes IP de Londres a Amsterdã; transmissão via satélite de Turim a Amsterdã).

7 NHK. The history of Super Hi-Vision. Disponível em: http://www.nhk.or.jp/8k/history/index_e.html. Acesso em: em 18 de março de 2016.

8 Ver site: <https://www.smpte.org/>

Um projetor com resolução full 8K é apresentado em maio de 2009, durante o *open house* do *NHK Science & Technology Research Laboratories*, em paralelo a um experimento de transmissão ao vivo de vídeos no padrão *Super Hi-Vision*® em múltiplos canais via satélite. Em maio de 2010, uma câmera de resolução full 8K é apresentada no *open house* do *NHK Science & Technology Research Laboratories*. Em agosto do mesmo ano, a interface do sistema é padronizada pela SMPTE. Um projetor 8K compacto é apresentado em janeiro de 2011. Em fevereiro de 2012, um sensor de imagem com *frame rate* de 120Hz é desenvolvido e, em maio do mesmo ano, uma câmera 8K compacta, do mesmo tamanho de uma câmera HDTV, é finalmente desenvolvida. Em julho de 2012, começa a aplicação de maior fôlego do *Super Hi-Vision*® em coberturas esportivas, com o sistema sendo empregado em visualizações públicas de eventos nos Jogos Olímpicos de Londres. Um mês depois, o sistema é recomendado como padrão internacional para a televisão pelo ITU-R, divisão da União Internacional de Telecomunicações que define os padrões de radiocomunicação. Em fevereiro de 2014, dando sequência à sua estratégia de capitalizar sobre a visibilidade de grandes eventos esportivos, o *Super Hi-Vision*® é aplicado à cobertura de eventos nos Jogos Olímpicos de Sochi (Olimpíadas de Inverno). Em julho de 2014, o *Super Hi-Vision*® é utilizado na cobertura de alguns jogos da Copa do Mundo no Brasil. Em setembro do mesmo ano, um plano produzido com uma câmera *8K Super Hi-Vision*®, com frequência de *frames* de 120Hz, é exibido pela primeira vez ao mundo na IBC2014 em Amsterdã, na Holanda.

Conforme mencionado acima, em 2014 a NHK enviou profissionais e equipamentos ao Brasil com o objetivo de testar a tecnologia *Super Hi-Vision*® da Sony, bem como o sistema de som com 22 canais na cobertura de alguns dos jogos da Copa do Mundo daquele ano. O acompanhamento e documentação do trabalho dos técnicos da NHK, bem como a cobertura dos processos de captação, distribuição e recepção pública das imagens 8K dos jogos acentuou e ampliou um campo

de indagações que tem norteado as atividades de nossa equipe de pesquisa. Este registro foi realizado com ajuda de custo de hospedagem e câmera 4K providenciados pela RNP. Ou seja, apenas por interesse da própria equipe em registrar o evento, entendendo sua importância nos campos da tecnologia e da linguagem do cinema. Esse universo de indagações é pontuado pelas 8 questões seguintes:

1. Por que o padrão 8K foi adotado e quais novidades essa tecnologia pode efetivamente trazer?
2. O padrão 8K seria um objetivo último a ser alcançado numa suposta “corrida de pixels”?
3. Caso não seja, haveria uma “linha de chegada” ou limite para essa “corrida”?
4. Como a tecnologia 8K se insere num quadro evolutivo de tecnologias de captura, transmissão e recepção de conteúdos audiovisuais?
5. Como é a relação do aparato perceptivo humano frente a imagens 8K e sons em 24 canais? – i.e., como se comportam os limites da percepção visual humana nesse contexto, e quais os ambientes e telas mais apropriados ao consumo de conteúdos em 8K?
6. Quais as eventuais diferenças de percepção relacionadas a diferentes públicos?
7. Quais os principais desafios e conquistas técnicas da tecnologia 8K atual?
8. Quais seriam as perspectivas futuras?

8K : 33.955.200 PIXELS

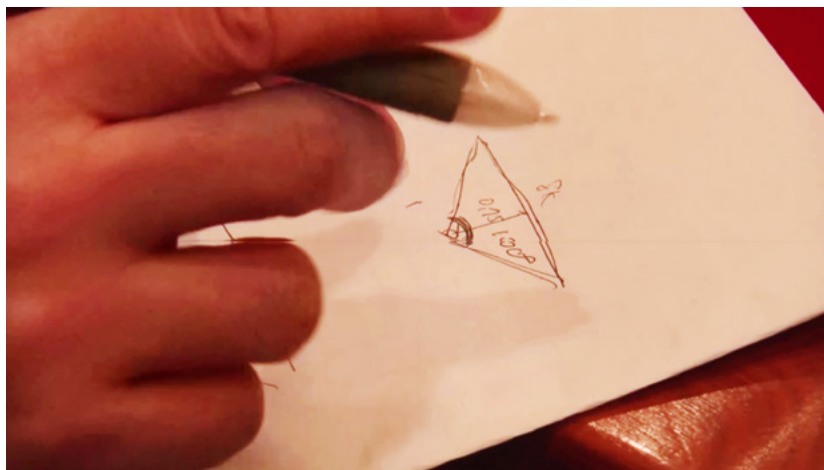
As questões acima serviram de base para a elaboração de uma agenda de pesquisa. Além dessas indagações, a equipe também se deparou com opi-

niões que defendem o salto direto da resolução 1080p (Full HD) para o padrão 8K, reservando a resolução 4K para contexto de visualização doméstica. Essa é a configuração que parece estar sendo imposta gradativamente pelo mercado, com a chegada de monitores de TV domésticos que prometem resolução 4K (nativa ou aproximada, os atuais televisores UHD), e até mesmo superior (8K), enquanto se anunciam projeções experimentais, públicas ou coletivas de imagens em movimento com resolução 8K ou superior (16K), mais dirigidas ao parque exibidor cinematográfico.

Segundo informações obtidas no contato de nossa pesquisa com os técnicos japoneses da NHK, estima-se que no ano de 2020, durante as Olimpíadas de Tóquio, os jogos serão transmitidos pela TV aberta com qualidade 8K. No documentário *Corrida de Pixels*, o especialista em processamento e compressão de imagens em vídeo, Kazuhisa Iguchi, foi entrevistado como o pesquisador responsável pela transmissão das imagens 8K gravadas no Rio de Janeiro para o Japão. O sinal de transmissão comprimido partia do IBC (International Broadcast Center), e era encaminhado para o Japão através da rede acadêmica da RNP em tempo real e resolução 8K, no padrão *Super Hi-Vision*®. Segundo Kazuhisa Iguchi, “a Copa do Mundo é um evento muito grande, então é uma excelente oportunidade de exibição da tecnologia 8K japonesa para o mundo”. Outro pesquisador da NHK, Shunsuke Ieamura, foi questionado a respeito da resolução 8K: afinal, ela seria definitiva em termos de resolução ou, em alguns anos, eles mesmos, os japoneses, voltariam nos oferecendo uma nova resolução, 32K por exemplo? A tecnologia 16K implicaria em um aumento de dados 4 vezes maior que o atual 8K, resultando em uma resolução por volta de 128 milhões de pixels (15.360 pixels horizontais x 8.340 pixels verticais), enquanto 32K teria por volta de 604 milhões de pixels (32.768 pixels horizontais x 18.431 pixels verticais).

Ieamura afirma no documentário que 8K é “a resolução definitiva”. Isso porque, “depois de muitas pesquisas constatarem que, para se obter a máxima imersão e percepção da imagem, o ângulo de visão

periférica do ser humano em frente a uma tela não ultrapassa os 100 graus, a imagem ideal acaba sendo em resolução 8K”.





Apesar dessa resposta envolver algum grau de subjetividade, os pesquisadores acreditam que há limites na resolução da imagem em relação à acuidade visual humana. A NHK afirma que 30 graus é o ângulo mínimo de visão necessária para criar uma “sensação de realidade” imersiva na maioria dos telespectadores. A empresa THX recusa-se a certificar cineteatros cujo ângulo de visão de filas traseiras é inferior a 26 graus, apenas 4 graus fora do ângulo de imersão⁹. A THX recomenda que o ângulo de visão da fila de trás seja de 36 graus, o que representa uma zona de conforto mínimo em termos de ângulo para imersão. Curiosamente, parece que o ângulo de visualização para um assento ideal no meio de uma sala de cinema seria de cerca de 50 graus.

A relação proposta acima tem ligação com o problema da acuidade visual. Um ser humano com visão 20/20 (visão padrão, normal) pode discernir detalhes para cerca de 1/60 de grau. Detalhes menores do que 1/60 de grau não podem ser discernidos. Isso nos permite calcular alguns ângulos mínimos de visualização com base nas resoluções de vários formatos de filme. Para calcular o ângulo de visão mínimo para

9 Ver site: <http://www.thx.com/consumer/thx-technology/thx-reference-level/>

um formato particular, é preciso se apenas dividir a resolução horizontal do formato por 60. Isso resulta no fato de que o ângulo de visão mínimo para 1080p (com cerca de 2 milhões de pixels) é de 32 graus. Os ângulos mínimos de visualização para 720p (com cerca de 920 mil pixels) são menores do que isso, o que significa que eles são menores do que o ângulo de imersão. Tudo indica que cerca de 30 a 32 graus corresponderiam a um ângulo de visão mínimo para um *home theater*.

O relatório NHK também define o ângulo de visão máximo para manter a imersão em cerca de 100 graus. Este é, naturalmente, um limite superior à visão natural, e a maioria das pessoas provavelmente prefere sentar-se um pouco mais distante deste ângulo (ou seja, usufruindo de um ângulo menor de visão). Além disso, muito perto da tela, o espectador veria uma “estrutura” de pixel evidente demais, eventualmente reveladora do pixel no lugar da imagem. Em algum momento, os pixels podem desviar-se do campo do visível e este aspecto depende parcialmente da subjetividade do espectador, mas também da estrutura de pixel e do local da exibição. A estrutura do pixel depende de como a luz é distribuída em todo o pixel. Por exemplo, os monitores CRTs (*Cathode Ray Tubes*) tendem a ter pixels redondos que brilham no centro, mas diminuem o brilho nas bordas. Já os projetores LCD (*Liquid Crystal Displays*) tendem a ter pixels quadrados, os quais têm um brilho uniforme no centro e nas arestas. Quando a estrutura de pixel torna-se também aparente, ela pode ser determinada por observação.

Finalmente, o ângulo de visão acaba sendo limitado pela distância de visualização mínima aceitável. Por exemplo, para se atingir um ângulo de visão de 100 graus, é preciso sentar-se aproximadamente a uma distância de um metro em frente a um *display* de 100 polegadas. A NHK dá o seguinte exemplo: digamos que um espectador esteja sentado diante de um aparelho de 720p, a uma distância de até 21 graus de seu ângulo de visão. Se esse aparelho for substituído por um de 1080p do mesmo tamanho, a essa mesma distância o espectador não verá grande diferença. Ainda, se sentar mais perto do aparelho

de 720p, obtendo um ângulo de visão maior do que 21 graus, nenhuma informação adicional será revelada. Os pixels ficarão maiores, e a imagem aparecerá ligeiramente menos acentuada. No entanto, diante de um aparelho com 1080p de definição com tamanho proporcional, a essa mesma distância, haverá um aumento do ângulo de visão e mais informações serão reveladas.

De acordo com a NHK, o ângulo de visão para 8K é 100 graus, e a distância aproximada é 0,75 x a altura da tela. Para uma tela de 15 metros de largura e 7,30 metros de altura, a distância de visão é de aproximadamente 5,58 metros¹⁰.

Pode-se concluir que a resolução 8K representa o limite para telas caseiras, mas não para a situação cinema.

No âmbito da cobertura de eventos esportivos, especificamente de jogos de futebol, a tecnologia 8K acena com padrões diferenciados de decupagem e edição de conteúdos. Dada a altíssima resolução, as possibilidades de aproximação e distanciamento (*zoom in* e *zoom out*) podem vir a ganhar em amplitude e dinamismo. Quando existe alta profundidade de campo, a maior resolução oferece também uma relação visualmente singular entre objetos no primeiro e no segundo planos (forma/fundo). Nesse contexto, é possível que o corte tenda a ser empregado de forma mais econômica ou criteriosa, em favor da continuidade espacial e temporal propiciada pela altíssima capacidade de resolução oferecida pela tecnologia 8K.

REALISMO EM ULTRA-ALTA RESOLUÇÃO

A alta resolução e a possibilidade de uma decupagem mais econômica reativam teorias realistas do cinema que remontam às décadas de 1940

10

Diagonal da tela (em pol.)	Resolução ppi (diagonal)	Altura (em pol.)	Distância para a tela (em pol.)	Distância para a tela (em pés)
600	15	294	220.6	18.4

e 1950 - como, por exemplo, as propostas realistas de críticos cinematográficos como André Bazin¹¹ ou Sigfried Kracauer¹².

No âmbito de uma história do cinema, e até de uma história das teorias do cinema, Kracauer e Bazin sobressaem como expoentes do pensamento realista cinematográfico – com destaque para o segundo. Não raro, ao falarmos de realismo no cinema, referimo-nos ao realismo baziniano. Porém, ao longo dos últimos 30 anos, o pensamento realista cinematográfico tem sido objeto de importantes revisões e aportes teóricos de outras disciplinas externas aos estudos de cinema, como o caso das ciências cognitivas. Desde a “virada cognitivista”, o realismo cinematográfico/audiovisual retornou à pauta de problemas investigados pelos mais diversos estudiosos de cinema ao redor do mundo. Dentre eles, destacam-se Gregory Currie¹³ e Stephen Prince¹⁴. Tais revisões do problema do realismo cinematográfico apontam alternativas a um supostamente desgastado “paradigma indexical”, o qual teve em André Bazin seu maior defensor – seguido por Sigfried Kracauer. No lugar do paradigma indexical, entram em cena conceitos como “realismo perceptual”¹⁵ (“*seeing-in*”¹⁶) e “seme-

11 BAZIN, André. *O Que é o Cinema?*. São Paulo: Cosac Naify, 2014.

12 KRACAUER, Sigfried. *Theory of Film: The Redemption of Physical Reality*. Princeton: Princeton University Press, 1997.

13 CURRIE, Gregory. *Image and Mind: Film, Philosophy, and Cognitive Science*. Cambridge: Cambridge University Press, 1995.

14 PRINCE, Stephen. “True Lies: Perceptual Realism, Digital Images, and Film Theory”. *Film Quarterly*, v. 49, n. 3, 1996. p. 27-37; PRINCE, Stephen. “True Lies: Perceptual Realism, Digital Images, and Film Theory”. *Film Quarterly*, v. 49, n. 3, 1996. p. 27-37.

15 CURRIE, Gregory. Op. Cit.

16 *Seeing-in* é um conceito introduzido por Richard Wollheim em *Art and its Objects*, retomado por Currie: “Ao descrever a nossa capacidade de reconhecer algo em uma imagem, Richard Wollheim fala do *seeing-in*. Vemos em uma imagem o Duque de Wellington assim como vemos rostos em nuvens ou figuras numa vidraça coberta de gelo. *Seeing-in* é um fenômeno psicológico, uma capacidade mental que contingentemente possuímos”. CURRIE, Gregory. Op. Cit.

lhança” (“*Likeness*”)¹⁷, mais afeitos a aspectos como analogia e iconicidade do que ao caráter indexical (ou de traço), tão prevalecente no pensamento realista cinematográfico até então.

Em que pese a hoje longa tradição do realismo nos estudos de cinema e audiovisual (cerca de 60 anos ou mais), bem como suas mais recentes revisões e ampliações (a partir dos anos 1990), pergunta-se: qual o impacto da cinematografia de ultra-alta definição (UHD) e full ultra-alta definição (FUHD) no pensamento cinematográfico realista, e vice-versa? Como os estudos de cinema e audiovisual de orientação realista respondem ou responderão a um novo patamar de definição visual, hiper ou ultrarrealista? Quais desafios o cinema e audiovisual 8K podem trazer ao pensamento cinematográfico contemporâneo?

MONTAGEM

A etapa de pós-produção do filme *Corrida de Pixels* durou cerca de cinco meses, desde o fim das gravações até a entrega final legendada e corrigida. Esse material passou por dois editores profissionais diferentes, o primeiro focado na seleção do material e no corte do texto, e o segundo, que posteriormente se integrou à equipe, trouxe um *feedback* de espectador, refinando a edição com o acréscimo de ritmo, animações e artes ao filme.

Selecionando, cortando e juntando as falas dos entrevistados, pôde-se criar uma primeira sequência com as informações relevantes para o produto final. Após esse primeiro resultado, o filme necessitou de um breve processo de distanciamento e maturação, com vistas a uma melhor organização e sumário do material. Nesse ponto, o filme já se apresentava mais ou menos nos moldes do que seria o produto final, sendo necessário estabelecer um “caminho visual” para a narrativa, um fio condutor mais consistente. A escolha da estética de demonstração dos pixels junto com a seleção de trilhas “brancas” do estilo

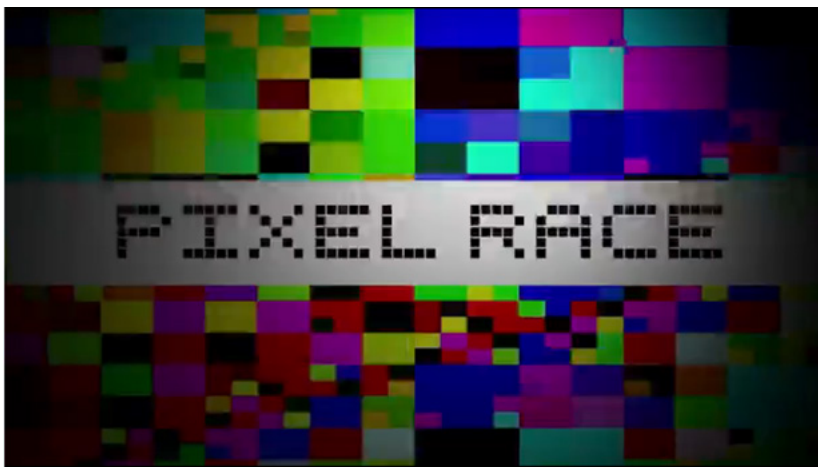
17 CURRIE, Gregory. *Image and Mind: Film, Philosophy, and Cognitive Science*. Cambridge: Cambridge University Press, 1995

eletrônico, datado dos anos 1980 e 1990, foi feita para contrastar com a qualidade de superalta definição (4K). Com isso, um filme sobre os avanços tecnológicos de qualidade da imagem, apresentando a transmissão em 8K da Copa de 2014, poderia sugerir uma certa nostalgia da tecnologia nas décadas anteriores, no sentido de conferir uma eventual “historicidade” aos processos evolutivos dos padrões de resolução da imagem. O *glitch* que representava a ocorrência de algum problema técnico no início dos vídeos digitais, nesse caso, é representado como escolha estética da linguagem do filme documentário *Corrida de Pixels*.

No início do filme, assim como no início de cada animação, os quadrados coloridos sugerem “brincar” com a “falha” ou “ruído” em contraste com o avanço da tecnologia e qualidade das imagens. Essa linguagem de “falha programada” deveria estar presente em todos os níveis do filme e, quando essa estética se funde ao vídeo em superalta definição, o resultado gera um estranhamento e até mesmo um certo anacronismo – pois, ao apresentar referências do passado junto à tecnologia atual, o assunto “presente/futuro” remete-nos à lembrança do “lugar de onde partimos” e “para onde vamos” com a tecnologia. Outro aspecto a respeito da estética do filme se refere ao acúmulo de números e informações do universo computacional: quantos dados serão necessários para se produzir uma imagem contemporânea e, para isto, quanto se exige de armazenamento e processamento computacional.

A abertura do filme foi elaborada para ambientar e localizar o espectador a respeito das técnicas, qualidades e números do universo computacional. No sentido de apresentar esse universo, foi feita uma montagem com tempo e linguagem emulando uma suposta estética do videoclipe, mostrando a quantidade de equipamentos, alguns personagens e um pouco da dinâmica dos personagens envolvidos no projeto. A primeira animação, após a vinheta com o nome do filme, representa os números e dados que são abordados, tais como a quantidade de pixels, o tamanho da resolução e a definição, entre outras informações. O bloco seguinte introduz as entrevistas dos especialistas japoneses envolvidos na transmissão.

Após esse tema, foi feita uma animação de caráter ainda mais didático, mostrando o caminho que os dados percorrem, a partir da captura no Brasil, para a transmissão em 8K dirigida à cidade de Tokushima, no Japão.



Frame da abertura do *Corrida de Pixels* (em cores na p.236)

Nos blocos seguintes foram demonstrados aspectos técnicos como o tamanho de tela, a distância do espectador diante da transmissão e o posicionamento adequado das caixas de som para o sistema de 22.2 canais de áudio.

A resolução 8K é traduzida como a imagem paradigmática em termos de *high definition* contemporânea, porém a sequência da corrida de carros apresenta-se como metáfora do processo tecnológico comercial da resolução, apresentando a questão final: essa resolução é mesmo necessária, ou trata-se apenas de mais um fetiche no comércio das imagens? Antes dos créditos finais, é apresentado um esquete que relaciona o jogo final da Copa do Mundo de 2014, entre as seleções da Alemanha e da Argentina, com a terrível derrota do Brasil para a Alemanha por 7 a 1: $7 + 1 = 8K!$

Tecnicamente, a edição do filme *Corrida de Pixels* contou com

material convertido em baixa resolução e editado no software proprietário Final Cut Pro 7, material este que depois foi substituído, sendo-lhe restituído a resolução 4K. As animações foram concebidas no Adobe After Effects CS6 e geradas no formato final em 4K. Mesmo que o filme apresente uma linguagem clássica de documentário, com entrevistas e imagens extras de cobertura para melhor contextualização e informação, a linguagem *vintage* dá a ele uma curiosa historicidade e reforça questões a respeito do “fim da resolução”: será mesmo 8K o ponto final?¹⁸

AGENDA DO PROJETO *PIXEL RACE*

Nos dias 06 e 07 de junho de 2014, a equipe de pesquisa do LABCINE documentou em 4K a montagem e os testes de equipamentos trazidos pela NHK no Rio de Janeiro, cerca de três dias antes do início da Copa do Mundo. Entre os dias 14 e 16 de junho, a equipe registrou duas sessões-teste de exibição de partidas em resolução 8K. Nos dias 12 e 13 de julho, durante os jogos finais da Copa do Mundo de futebol, a equipe fez entrevistas com os pesquisadores da NHK e participou de transmissões para a equipe da Rede Globo de Televisão.

18 Uma versão reduzida do filme pode ser visualizada no link: <http://video.rnp.br/portal/video.action?idItem=23749>. [N.E.]

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAZIN, André. *O Que é o Cinema?*. São Paulo: Cosac Naify, 2014.

CURRIE, Gregory. *Image and Mind: Film, Philosophy, and Cognitive Science*. Cambridge: Cambridge University Press, 1995.

EMOTO, Masaki et al. “Viewing angle effects from wide field video projection images on the human equilibrium”. *Displays*, v. 26, n. 1, 2005. p. 9-14.

HOU, Jinghui et al. “Effects of screen size, viewing angle, and players’ immersion tendencies on game experience”. *Computers in Human Behavior*, v. 28, n. 2, 2012. p. 617-623.

KRACAUER, Sigfried. *Theory of Film: The Redemption of Physical Reality*. Princeton: Princeton University Press, 1997.

NICHOLS, Bill. “O modo poético”. In: NICHOLS, Bill. *Introdução ao documentário*. Campinas, SP: Papirus Editora, 2005. p. 138-142.

PRINCE, Stephen. “True Lies: Perceptual Realism, Digital Images, and Film Theory”. *Film Quarterly*, v. 49, n. 3, 1996. p. 27-37.

FILMES CITADOS

2014K (2010, Brasil, Jane de Almeida)

Berlin: Sinfonia da Metrópole (*Berlin: Die Sinfonie der Großstadt*, 1927, Alemanha, Walter Ruttmann)

Corrida de Pixels (*Pixel Race*, 2014, Brasil, Jane de Almeida).

EstereoEnsaio: Cinco ou seis ensaios em busca de uma narrativa (2011, Brasil, Jane de Almeida)

O Encontro das Luzes (2009, Brasil, Coletivo Garapa)

Um Homem com uma Câmera (*Tchelovek s kinoapparatom*, 1929, União Soviética, Dziga Vertov)



Este texto se soma a outros que publicamos desde 2014, ano da realização do espetáculo *Corpo 4K*, dentro do evento *CineGrid 2014*, realizado no Teatro da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, na capital paulista. *Corpo 4K* é uma performance audiovisual em formato de *live-image*, *Vjing* e cinema expandido, dirigida por Almir Almas, um dos autores deste texto. Essa apresentação de agosto de 2014 foi uma espécie de revisita, ou reordenação, ou adaptação do trabalho intitulado *Corpo Cinesis*, também de Almir Almas, que foi exibido no Paço das Artes em São Paulo, no ano de 2013, durante o seminário internacional “Arranjos Experimentais | Cultura Numérica Audiovisual” – “Performa Paço”.¹ *Corpo Cinesis* foi o espetáculo pro-

1 Esse evento foi coordenado pela professora Patrícia Moran, pelo LAICA (Laboratório de Investigação e Crítica Audiovisual), do Programa de Pós-graduação em Meios e Processos Audiovisuais e pelo Departamento de Cinema, Rádio e Televisão da Escola de Comunicações e Artes da Universidade de São Paulo. A iniciativa teve apoio da Pró-Reitoria de Cultura e Extensão da USP, do CINUSP Paulo Emílio, do CNPq, da FAPESP, da Escola de Comunicações e Artes da Universidade de São Paulo e do Departamento de Cinema, Televisão e Rádio da ECA/USP. Entre os convidados, pesquisadores e artistas, nacionais e internacionais, estiveram presentes nomes como Mary Ann Doanne, Mía Makela, Cornélia Lund, Steve Dixon, Ana Carvalho, Arlindo Machado, André

posto por Almas, para compor o *grid* de apresentações e performances audiovisuais apresentadas pelo evento, ao lado dos artistas brasileiros e internacionais convidados². Sobre essa performance, remetemos ao artigo “Estudo de Caso de cinema expandido/vjing/live-image e tecnologia de imagem em HDTV e ULTRA HDTV (UHDTV/4K)”, publicado e apresentado durante congresso em Portugal³.

Com a duração de 20 minutos, Corpo 4K tem sua estrutura baseada em um roteiro planejado entre as diversas camadas que compõem o espetáculo, pontuada por temas e climas que foram blocados pelos seguintes nomes: Parte I – Kumbara Grande; Parte II – Místicos e Profundos; Parte III – Sakura; Parte IV – Navalha; Parte V – Grima; Parte VI – “Quem jogou jogou...”; Parte VII – Créditos. Tais camadas se configuram em diversas subcamadas em cada área. Por exemplo, atuação ao vivo de *performers*: o próprio diretor, como cineasta/*performer*, o músico, o capoeirista, a dançarina de *Butoh*; projeções de imagens: imagens em UHDTV 4K, em tempo real e sem compressão, imagens em HDTV, a partir de banco de dados; interação ao vivo: interação entre diretor e músico, interação entre capoeirista e dançarina, interação entre iluminação cênica e imagens projetadas; dispositivos tecnológicos: equipe técnica de rede, equipe técnica de engenharia de compressão e digitalização em 4K, equipe de integração técnica; participação do público. Os agentes que compõem essas camadas são os seguintes:

- a) Um VJ e diretor (Almir Almas), o qual foi responsável pela mon-

Parente e Katia Maciel, Alexandre Rangel, Henrique Roscoe (HOL), Marcus Bastos, Caio Fazolin e Coletivo Audiovisual Embolex e Almir Almas.

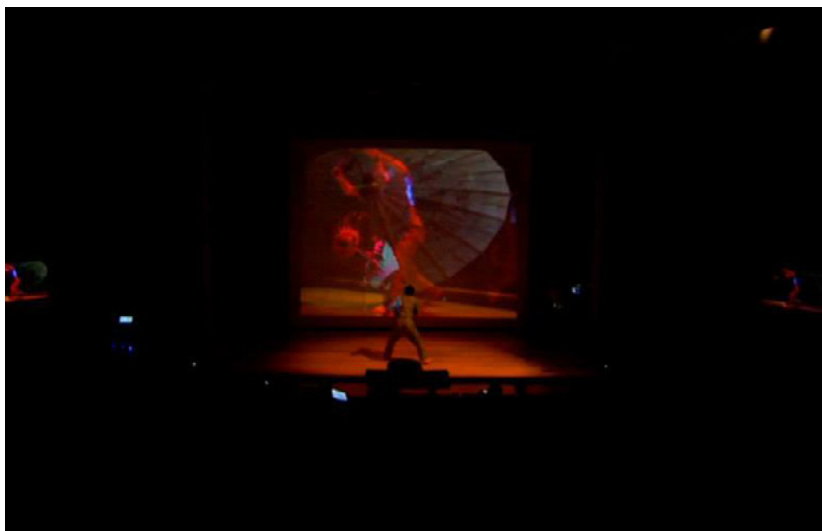
2 “Arranjos Experimentais | Cultura Numérica Audiovisual” – “Performa Paço”: <http://www2.eca.usp.br/laica/seminarios/arranjos-experimentais-cultura-numerica-audiovisual-2/>

3 ALMAS, Almir. “Estudo de Caso de cinema expandido/vjing/live-image e tecnologia de imagem em HDTV e ULTRA HDTV (UHDTV/4K)”. In: BASTOS, Paulo Bernardino; VENTURELLI, Suzete; ROCHA, Cleomar (Coord.). 14º Encontro Internacional de Arte e Tecnologia: #14.ART: Arte e Desenvolvimento Humano. Aveiro: UA Editora, 2015. p. 121-124.

- tagem audiovisual ao vivo a partir de imagens em tempo real em padrão UHD TV 4K e imagens de banco de dados, em HDTV, posicionado no lado direito do palco;
- b) Um músico (Roger Bacoom), responsável pelo processo de impressão sonora da mestiçagem cultural proposta no trabalho, com mixagem e execução da trilha sonora ao vivo, e localizado na mesma área do VJ, ao lado direito do palco;
 - c) Uma *performer* de dança *Butoh* (Emilie Sugai), que atuava em tempo real, mas em sala separada, localizada remotamente a uma distância de mais ou menos 500 metros do set do teatro, e de onde eram captadas imagens em UHD TV 4K, as quais eram enviadas para o VJ/diretor, que por sua vez as lançava no teatro em um projetor também UHD TV 4K;
 - d) *Performers* capoeiristas (Mestre Griot Alcides Lima, em áudio pré-gravado, e Fábio Rocha Soneca, ao vivo), com marcações para atuação e posicionamento, que geralmente se concentravam no centro do palco e áreas laterais da tela principal;
 - e) Equipe técnica audiovisual, composta por uma Assistente de direção (Bruna Vallim), intermediando em outra sala as ações do diretor e da *performer* Emelie Sugai a partir do roteiro, um Assistente de direção (Marcelo Milk), posicionado ao lado do diretor, responsável pelas indicações de roteiro, produção e câmera (Danimilo Baraúna, Jair Urbano e Laura Carvalho), em atuação no set do teatro e no set remoto;
 - f) Equipe de rede e seu coordenador (Fernando Redigolo, do Laboratório de Arquitetura e Redes de Computadores do Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, sob direção técnica de Tereza Cristina Melo de Brito Carvalho), com atuação no set do teatro e no set remoto;
 - g) Equipe de engenharia de compressão e digitalização em 4K e seu coordenador (professor Guido Lemos, do LAVID - Laboratório de

Aplicações de Vídeo Digital -, do Departamento de Informática da Universidade Federal da Paraíba), com atuação no set do teatro e no set remoto;

- h) Equipe de integração técnica e seu coordenador (Thiago Afonso de André, do PPGMPA e do CINUSP, um dos Organizadores do Congresso Internacional CineGrid Brasil 2014), com atuação no set do teatro e no set remoto;
- i) Equipe técnica de vídeo, iluminação e cenotécnica (funcionários da Faculdade de Medicina);
- j) O público participante, sentado nas cadeiras da plateia do teatro.



Objetivamos compreender o processo de criação da performance audiovisual Corpo 4K a partir da descrição de seus componentes e sua análise por três eixos: 1) relações espaciais na performance audiovisual, tendo como ponto de partida as questões técnicas (captação, transmissão e projeção em tecnologia 4K) e de localização; 2) processos de hibridação entre culturas e 3) o ao vivo como poética audiovisual.



Figuras 1 e 2 – *Corpo 4K*, 2014. Fotos: Oskr Garcia (em cores na p. 237)

Na narrativa desta performance, a *performer* de dança *Butoh* está em uma sala separada do teatro em que o público se encontra a aproximadamente 500 metros de distância. O capoeirista, no palco, presencialmente e para o público, responde a seus movimentos. O diretor e VJ mixa/monta as imagens ao vivo, do capoeirista e da dançarina, com imagens de seu banco de dados de vídeos. A narrativa se constrói na dinamicidade que se dá entre o capoeirista, a dançarina de *Butoh*, as imagens e o ritmo musical criado pelo músico Roger Bacoom.

O desenvolvimento traz à tona a complexa rede de colaboração que torna possível a materialização do trabalho. O pensamento da criação em rede proposto por Cecília Almeida Salles⁴ reafirma o papel essencial da colaboração. O que a autora denomina “nós de interação” são nada menos do que os agentes que agem sobre a complexidade das ligações

4 SALLES, Cecília Almeida. *Redes da criação: Construção da obra de arte*. 2 ed. São Paulo: Editora Horizonte, 2006.

possíveis para se compor um objeto artístico. Na concepção dessa performance, esses nós são compostos por diferentes pessoas e conteúdos. O trabalho só existe pela interação entre as estéticas japonesa e afro-brasileira. Mostra-se nesse trabalho um processo para além do acontecimento espetacular na presença do público. Por seu caráter colaborativo, essa relação mútua se dá na montagem e exibição do trabalho, enquanto um agente modifica o outro durante as decisões técnicas e estéticas.

Por performance audiovisual ao vivo, Ana Carvalho diz “(...) um conjunto de práticas contemporâneas efêmeras que tomam forma nas limitações de um tempo e de um espaço definidos”⁵ com condições para este formato, tais como: acontecer em um determinado período de tempo, ter a presença de agentes (*performers* e público) e ser pautado em um processo de interdisciplinaridade. Nessa perspectiva, o formato incorporaria o que se compreende por *Vjing*, *Live Cinema*, *Expanded Cinema* e *Visual Music*.

Partimos da premissa de que os caracteres poéticos de um trabalho artístico não podem estar desvinculados de seus mecanismos técnicos, concordando com Arlindo Machado, que declara que “nenhuma leitura dos objetos visuais ou audiovisuais recentes ou antigos pode ser completa se não se considerar relevantes, em termos de resultados, a ‘lógica’ intrínseca do material e das ferramentas de trabalho”⁶.

Essa situação é emblemática para compreender o processo do Corpo 4K. O padrão 4K consiste na captação e transmissão com uma qualidade de resolução quatro vezes maior do que as televisões digitais FullHD, o que significa um total de 3.840 x 2.160 pixels. Uma alta resolução que permite ao vídeo, por exemplo, ser projetado em grandes dimensões.

5 CARVALHO, Ana. “Experiência e fruição nas práticas da performance audiovisual ao vivo”. TECCOGS: revista digital de tecnologias cognitivas. 6 ed. São Paulo: PUC-SP, 2012. p. 232.

6 MACHADO, Arlindo. Pré-cinemas & Pós-cinemas. Campinas, São Paulo: Papirus, 1997. p. 223.

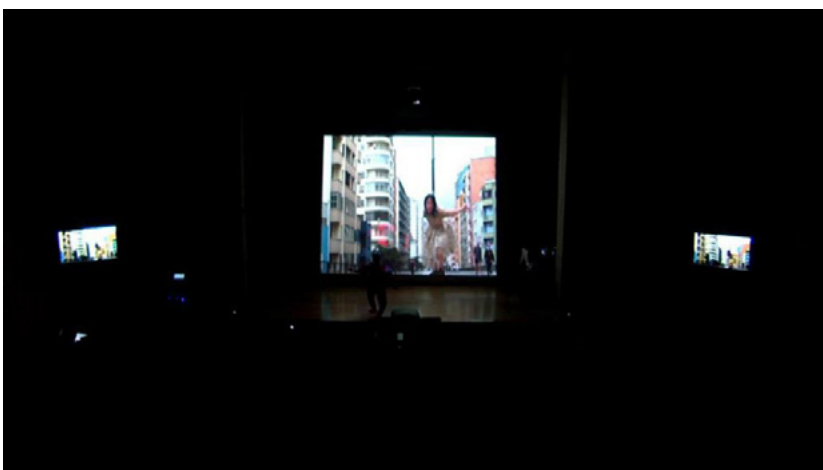
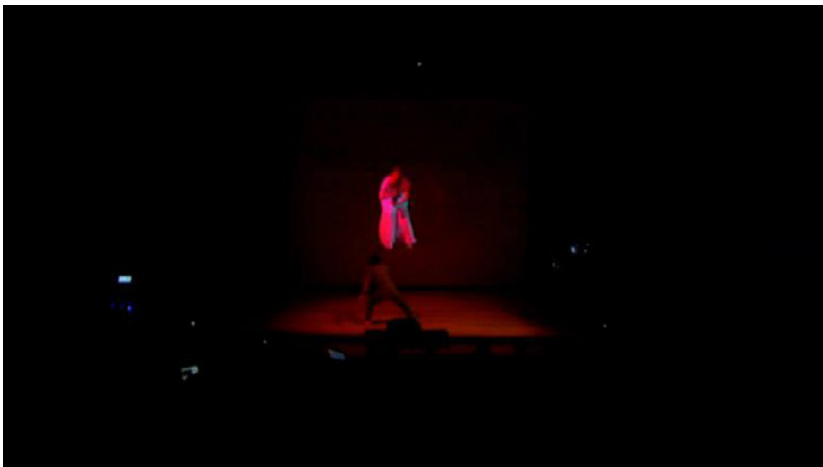


Figura 3 e 4 – Corpo 4K, 2014. Fotos: Oskr Garcia (foto 4 em cores na p. 238)

O primeiro aspecto a se considerar é o fato de Emilie Sugai não estar presente fisicamente no mesmo espaço que o diretor/VJ, o músico, e o *performer* capoeirista. A interação entre dançarina e capoeirista acontece virtualmente. O capoeirista Soneca interage, a partir de seu repertório corporal, respondendo à transmissão ao vivo da dançarina que

sequer o vê naquele momento. O segundo ponto é a alta resolução da imagem projetada. Para quem assiste à performance, o vídeo em transmissão 4K em uma sala escura traz uma relação clara de fantasmagoria, como uma tentativa de incluir o corpo de Emilie naquele espaço da maneira mais realista possível. O momento de projeção instaura a dúvida da presença real ou virtual do corpo de Emilie naquele espaço.

Nesse encaminhamento, os espaços aqui se confundem de modo a operar uma deslocalização de caráter técnico, espacial e perceptivo. Espacialmente, a tecnologia serve como cerne para incorporar espaços diferenciados em um mesmo local – a presença de Emilie se dá por uma ausência física. Perceptivamente, o espaço se confunde como lugar, se torna um caractere de expansão dos sentidos ao interligarmos espaços diferentes como experiências performáticas unificadas. Na ausência de Emilie no espaço do teatro, encontra-se a presença da deslocalização.

Sendo o cineasta/VJ Almir Almas negro, capoeirista, e pesquisador da cultura oriental, é essencial compreender os mecanismos que estão incorporados ao trabalho como um processo de hibridação. Híbrido porque, segundo concepções de Dick Higgins⁷, é intermídia, no momento em que a relação entre as mídias trabalhadas e a diferença entre elas é indistinguível. Assim, Corpo 4K também é híbrido, intermídia, porque se propõe a discutir a natureza das relações culturais entre Japão e afro-Brasil. Alguns pontos do roteiro da apresentação trazem à tona essa hibridação indicada de maneira sutil, como no texto reproduzido a seguir: “Parte IV – Navalha ; minutos 12 a 16; IMAGEM: Emilie 4K na Tela 2 Telas 1 e 3 Emilie máscaras + imagens capoeirista ao vivo; AO VIVO: Capoeirista – câmera ao vivo; SOM: Música: Roger + Berimbau”⁸.

7 HIGGINS, Dick. “Intermedia”. In: PACKER, Randall; JORDAN, Ken. *Multimedia: From Wagner to Virtual Reality*. Nova York: W.W. Norton, 2001. p. 27-32.

8 ALMAS, Almir. “Estudo de Caso de cinema expandido/vjing/live-image e tecnologia de imagem em HDTV e ULTRA HDTV (UHDTV/4K)”. In: BASTOS, Paulo Bernardino; VENTURELLI, Suzete; ROCHA, Cleomar (Coord.). 14º Encontro Internacional de Arte e Tecnologia: #14.ART: Arte e Desenvolvimento

Elementos do trecho reproduzido são pistas de que as interações acontecem nesse momento, tais como o trecho “Emilie máscaras + capoeirista ao vivo”, indicando a utilização de máscaras durante a dança e a performance do capoeirista no palco. Outro ponto é a natureza dos movimentos corporais realizados pelos *performers*, já que os padrões da dança *Butoh* e da Capoeira diferem-se. A performance audiovisual ao vivo está incluída no âmbito de uma poética *Live*, que, segundo Randy Jones⁹, situa-se na experiência de estar em um lugar específico e ser esse o próprio lugar de encontro para a experiência.

Na poética *Live* de Corpo 4K, Almir Almas, como diretor/VJ, aproxima sua experiência com a direção de televisão, em que a montagem e as escolhas de planos e quadros se dão no mesmo momento da transmissão. As posições das sobreimpressões realizadas, a quantidade e tamanho das telas utilizadas influenciam determinado direcionamento da montagem. Da mesma forma, o corpo dos *performers* nunca será o mesmo, pois dados modificam os tipos, quantidades e qualidades dos movimentos realizados. O trabalho é, portanto, produzido em um misto entre a existência de bancos de dados (vídeos, repertório cultural, improvisação em tempo presente) e uma experiência primária do mundo, de pura sensação, com um passado de referências (o imaginário, a linguagem) para a existência de uma mutualidade.

DISPOSITIVOS TÉCNICOS: REDES FOTÔNICAS, DIGITALIZAÇÃO, INGEST, RECEPÇÃO, MIXAGEM E PROJEÇÃO EM IMAGENS UHDTV 4K E HDTV.

Para o arranjo técnico, o diretor elaborou diagramas que descrevem suas necessidades tecnológicas e as soluções propostas. Há diagramas para as imagens UltraHD4K; para a resolução de imagem HDTV; para o mixer das duas resoluções e suas projeções; para o som e para a luz. As imagens de UltraHD4K foram captadas em uma câmera 4K.

Humano. Aveiro: UA Editora, 2015. p. 121-124.

9 JONES, Randy. “New Eyes for the mind”. In: DEBACKERE, Bonis; ALTENA, Arie (Org.). *The Cinematic Experience*. Amsterdam: The Sonicactes Press, 2008.



Figura 5 – Corpo 4K, 2014. Foto: Oskr Garcia

A montagem da sala onde a performance da dançarina de *Butoh* aconteceu é a criação de ambiente de três paredes, com rotundas pretas e chão coberto com placas EVA pretas. Foram colocados *spots* de iluminação na sala, com gelatinas âmbar-avermelhada, para cobrir a região que o diretor determinou para ação da performance. A criação desse ambiente sugeriu um espaço de estúdio de TV, com fundo infinito, em que para qualquer ponto que a câmera fosse apontada, o fundo seria sempre o mesmo, preto. Além da câmera e da iluminação, tivemos também na sala uma estrutura de rede. Havia disponível nela um ponto de rede de 1 gigabit por segundo. Montamos, então, uma estrutura composta de um *Live encoder/decoder 4K*, conectada à rede fotônica, com *Fogo Sender* na saída da câmera e um *Fogo Receiver* com saída para o projetor *4K Sony*.

As imagens de UltraHD4K foram recebidas no teatro (set da performance) e projetadas no projetor *4K SONY*. As imagens em HDTV eram processadas pelo programa *Modul8* em um computador portátil da marca Apple. Com esse programa, o diretor Almir Almas mixava as imagens e as projetava em um projetor HD e dois monitores de 60

polegadas, passando por uma mesa de controle de sinais de vídeo. A tela central recebia as imagens dos projetores 4K e HD, sobrepostas. Ao comando do diretor, um técnico na sala de controle, comandado por uma linha de *walkie-talkie* entre este e o diretor, fazia o *switch* entre um sinal e outro. A trilha sonora foi feita ao vivo e o músico acompanhava o diretor, ao seu lado, e a seu comando e seguindo roteiro pré-estabelecido, selecionava e executava as músicas de acordo com as cenas escolhidas. Para a execução da trilha ao vivo, o músico contava com um banco de sons já criados anteriormente para *samplear*, com orientações do diretor para cada ação. O músico Roger Bacoom era livre para atuar, seguindo como numa *jam* as imagens cortadas pelo diretor ao vivo.

O áudio feito ao vivo era, então, enviado para a sala remota (set montado) onde a dançarina de *Butoh* se encontrava e de onde atuava. Essa remessa era feita por uma rede IP dedicada. A única referência que a dançarina tinha era a música, ela não via o capoeirista com que contracenava com ela ao vivo. Através de uma assistente de direção, na sala da dançarina, e de um assistente de direção ao seu lado, o diretor dirigia os movimentos da dançarina e o trabalho da câmera 4K. Os comandos de direção dados pelo diretor eram passados entre os dois assistentes de direção (Marcelo Milk e Bruna Vallim) via celular, por *Skype*, entre as contas do diretor e da assistente de direção (Bruna Vallim).

Inicialmente, a performance 4K seria realizada conectando Brasil e Japão, em que a dançarina (ou o dançarino) de *Butoh* entraria ao vivo de Tokyo, em imagens UltraHD4K, via rede fotônica. Por dificuldades durante a pré-produção, optou-se por realizar a transmissão de imagens UHDTV4K a partir de uma locação perto do teatro (set ao vivo), porém com as mesmas condições de transmissão remota e experimentação de transmissão de imagens de ultra resolução em redes fotônicas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A performance audiovisual em sua realização em tempo-espaço é a

distensão de um processo contínuo, que se constrói não apenas no momento e naquele espaço específico, mas no entremeio das experiências intelectuais nas quais o artista se debruça. A obra é, portanto, inacabada. Para finalizar, frisamos que, embora tenhamos separado esta análise em eixos, compreendemos que esses estão entrelaçados substancialmente e não são estanques.

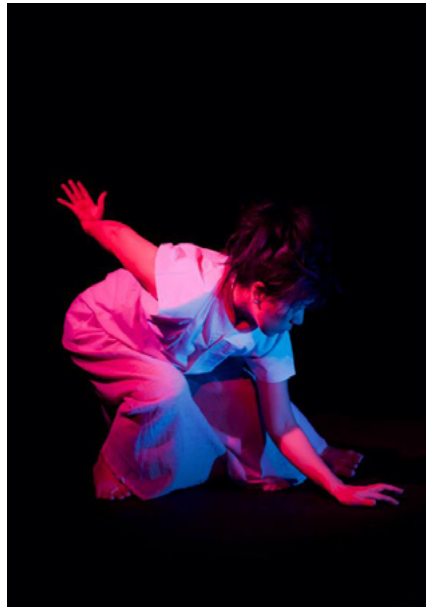


Figura 6 – Corpo 4K, 2014.

Desta maneira, a hibridação pode conferir ausência/presença, a tecnologia pode ser a responsável pelo *Live* e este interferir na hibridação. Como elementos que se cruzam, a análise torna-se, portanto, metáfora do intermídia que embasa a performance audiovisual ao vivo.

O fazer técnico, poético e estético com procedimentos calcados em dispositivos tecnológicos, em sistemas computacionais, em inter-

faces humano-computador (IHC) e entre as diferentes manifestações culturais são realizações de experimentações híbridas que colocam lado a lado arte e tecnologia e signos da cultura. O que se coloca em jogo são “processos socioculturais de criação de novas estruturas a partir de diferentes práticas, em que contaminações mútuas e sintaxes se mesclam em experimentações de transposição entre signos”.



Figura 7 – Corpo 4K, 2014 (em cores na p. 238)

A exemplo de outros trabalhos do diretor Almir Almas, *Corpo 4K* se propõe a criar novas linguagens artísticas e novas poéticas audiovisuais por meio da busca de inovação tecnológica e de experimentação técnica de ponta. Nesse contexto, o uso das transmissões em redes fotônicas de imagens UHDTV4K se mostra como a face tecnológica de experimentação híbrida que une arte e tecnologia e aponta para avanços e processos de inovação dentro da academia brasileira.

Ao trabalhar com procedimentos artísticos associados à pesquisa teórica e prática, em que questões de poéticas, técnicas e estéticas

são colocadas em evidência e se complementam, o espaço de inovação é dado e se torna o mote para que se realize aquilo que Gene Youngblood já antevia em 1970, ou seja, a expansão das expressões das artes, das mídias e da cultura¹⁰.

10 YOUNGBLOOD, Gene. *Expanded Cinema*. Nova York: E.P. Dutton, 1970.

REFERÊNCIAS

ALMAS, Almir. *Televisão Digital Terrestre: sistemas, padrões e modelos*. São Paulo: Alameda, 2013.

ALMAS, Almir. “Estudo de Caso de cinema expandido/vjing/live-image e tecnologia de imagem em HDTV e ULTRA HDTV (UHDTV/4K)”. In: BASTOS, Paulo Bernardino; VENTURELLI, Suzete; ROCHA, Cleomar (Coord.). *14º Encontro Internacional de Arte e Tecnologia: #14.ART: Arte e Desenvolvimento Humano*. Aveiro: UA Editora, 2015. p. 121-124.

CARVALHO, Ana. “Experiência e fruição nas práticas da performance audiovisual ao vivo”. *TECCOGS: revista digital de tecnologias cognitivas*. 6 ed. São Paulo: PUC-SP, 2012.

HIGGINS, Dick. “Intermedia”. In: PACKER, Randall; JORDAN, Ken. *Multimedia: From Wagner to Virtual Reality*. Nova York: W.W. Norton, 2001. p. 27-32.

JONES, Randy. “New Eyes for the mind”. In: DEBACKERE, Bonis; ALTE-NA, Arie (Org.). *The Cinematic Experience*. Amsterdam: The Sonicactes Press, 2008.

KATTENBELT, Chiel. “Intermediality in Theatre and Performance: Definitions, Perceptions and Medial Relationships”. *Culture, Language and Representation*. Vol. VI. 2008.

MACHADO, Arlindo. *Pré-cinemas & Pós-cinemas*. Campinas, São Paulo: Papyrus, 1997.

MARCONDES FILHO, Ciro. *O princípio da razão durante: comunicação para os antigos, a fenomenologia e o Bergsonismo: nova teoria da comunicação III / tomo I*. São Paulo: Paulus, 2010.

SALLES, Cecília Almeida. *Redes da criação: Construção da obra de arte*. 2 ed. São Paulo: Horizonte, 2006.

YOUNGBLOOD, Gene. *Expanded Cinema*. Nova York: E.P. Dutton, 1970.

PARTE 2

HUMANIDADES DIGITAIS



A CIÊNCIA DA CULTURA? COMPUTAÇÃO SOCIAL, HUMANIDADE DIGITAIS E ANÁLISES CULTURAIS¹

Lev Manovich

ESTUDANDO GRANDES DADOS CULTURAIS: COMPUTAÇÃO SOCIAL E HUMANIDADES DIGITAIS¹

Defino Analítica Cultural (*Cultural Analytics*) como “a análise cultural dos grandes bancos de dados e fluxos usando técnicas computacionais e de visualização”. Desenvolvi esse conceito em 2005, e em 2007 nós estabelecemos um laboratório de pesquisa, o *Software Studies Initiative*², para começar a trabalhar com projetos práticos. Os exemplos a seguir demonstram questões práticas e teóricas que norteiam nosso trabalho:

O que significa representar “cultura” por meio de “dados”? Quais são as vantagens oferecidas pela análise computacional de grandes volumes de dados culturais em relação aos métodos qualitativos usados nas ciências humanas e sociais? Como utilizar técnicas quantitativas para estudar a principal forma de cultura da nossa era – a mídia interativa? Como podemos combinar a análise computacional e de visualização de grandes quantidades de dados culturais com métodos qualitativos, incluindo “*close reading*”? (Em outras palavras, como combinar a análise de amplos padrões com a análise de ar-

1 Tradução de Helena Prates

2 Ver mais em: softwarestudies.com.br

tefatos individuais e suas particularidades?) Como a análise computacional pode ser justa com a diversidade cultural e a variabilidade de artefatos e processos, ao invés de focar sobre o “típico” e o “mais popular”?

Oito anos mais tarde, o trabalho do nosso laboratório tornou-se uma pequena porção de um imenso corpo de pesquisa. Milhares de pesquisadores já publicaram dezenas de milhares de artigos que analisam padrões em grandes bases de dados culturais. Em primeiro lugar, esses dados demonstram as atividades das redes sociais mais populares (Flickr, Instagram, YouTube, Twitter, etc.), conteúdos criados e compartilhados pelo usuário (tuítes, imagens, vídeos, etc.), assim como interações dos usuários com esse conteúdo (curtidas, favoritos, recompartilhamentos, comentários). Em segundo, os pesquisadores também começaram a analisar segmentos profissionais e culturais específicos, assim como períodos históricos, tais como *design* de sites, fotografia de moda, música popular do século XX, literatura do século XIX, etc. Esse trabalho é realizado em dois campos recém-desenvolvidos: Computação Social e Humanidades Digitais.

O que isso acarreta à Analítica Cultural? Penso que segue sendo relevante como programa intelectual. Como veremos, as Humanidades Digitais e a Computação Social encontram seus próprios domínios em relação ao tipo de dados culturais que elas estudam, mas a Analítica Cultural não tem limitações como as anteriores. Nós também não estamos interessados em escolher entre objetivos humanísticos *versus* objetivos científicos e metodologia, ou a subordinar um ao outro. Ao contrário, queremos fazer a combinação de ambos nos estudos das culturas – com foco no particular, na interpretação, e no passado das humanidades e com foco no geral (todo), nos modelos formais, prevendo o futuro das ciências. Neste artigo eu argumentarei essas e outras características de ambas as abordagens para o estudo de grandes bases de dados culturais, como têm-se desenvolvido até o momento, apontando oportunidades e ideias que ainda não foram exploradas.

Estudiosos das Humanidades Digitais usam computadores para analisar a maioria dos artefatos históricos criados por profissionais. Exemplos disso são os romances de escritores profissionais do século XIX. Temporalmente, eles se detêm nas limitações históricas definidas por leis de direitos autorais em seus países. Por exemplo, de acordo com a lei de direitos autorais dos EUA, os trabalhos publicados nos últimos 95 anos automaticamente têm seus direitos reservados a seus respectivos responsáveis legais. (Assim, por exemplo, a partir de 2015, tudo o que foi criado depois de 1920 está protegido por lei, a menos que seja um conteúdo digital recente que se baseie no conceito *Creative Commons*.) Eu compreendo o respeito pelas leis dos direitos autorais, mas isso significa também que as humanidades digitais se excluem de estudar o presente.

O campo da Computação Social é mil vezes maior. Nele os pesquisadores com alto grau de formação na ciência da computação estudam o conteúdo online criado pelo usuário e as interações com esse conteúdo. Note que essa pesquisa é realizada não só por cientistas da computação e da informação, que profissionalmente se identificam com o campo da “Ciência da Computação”³, mas também por uma série de pesquisadores da Ciência de Computação de outras áreas como Informática e Mídias, Visão Computacional, *Music Information Retrieval*, Processamento Natural de Língua (*Natural Language Processing*), e Ciência da Web. Portanto, computação social é um termo que pode ser usado como genérico de toda a pesquisa de ciência da computação que analise o conteúdo e a atividade nas redes sociais. É o grande negócio dos pesquisadores de dados depois de 2004, quando as redes sociais e os serviços de compartilhamento de mídias começaram a se popularizar. (Contando que se leva de um a dois anos para se fazer uma pesquisa e se publicar um *paper*, assim, normalmente, um artigo publicado em 2015 irá utilizar os dados colhidos em 2012-2014). As bases de dados são muito maiores do que as habitualmente utilizadas

3 Conheça os programas das conferências nestas áreas pela diversidade de temas que elas abordam, por exemplo: <http://cscw.acm.org/2016/submit/>

nas humanidades digitais. É normal usar como base de pesquisa dezenas ou centenas de milhões de mensagens, fotografias ou outros itens. Como a grande maioria do conteúdo gerado pelo usuário é criada por pessoas comuns, em vez de profissionais, Computação Social estuda o não-profissional, a cultura vernacular por definição.

A escala dessa pesquisa pode ser surpreendente para os profissionais das humanidades e das artes, que talvez não percebam quantas pessoas estão trabalhando em ciência da computação e em suas áreas afins. Por exemplo, a pesquisa no *Google Scholar* para “algoritmo da base de dados do *twitter*” resultou em 102.000 artigos, a pesquisa de “base de dados de vídeo do *YouTube*” resultou em 27.800 *papers*, e a pesquisa de “algoritmo de imagens do *Flickr*” resultou em 17.400 trabalhos. Procurando por “bases de dados da estética computacional”⁴, encontrei 14.100 resultados. Mesmo que os números atuais sejam menores, isso ainda é impressionante. Obviamente nem todas essas publicações respondem diretamente a questões culturais, mas muitas, sim.

A tabela a seguir resume as diferenças entre os dois campos, de acordo como os vejo:

Campos	Computação Social e as diversas áreas da ciência da computação nas quais pesquisadores estudam as redes sociais e o compartilhamento de mídias	Humanidades Digitais (Especificamente pesquisadores em Humanidades Digitais “HD” que fazem análise quantitativa usando técnicas de informática)
Número de publicações	Dezenas de milhares	Menos de 100

4 Ver site: <https://scholar.google.com>. Os termos escritos no texto original, respectivamente: “twitter dataset algorithm”, “YouTube video dataset”, “flickr images algorithm” e “computational aesthetics dataset”.

Período e materiais estudados	Sites, o conteúdo e as atividades das mídias sociais depois de 2004	Artefatos históricos até o início do século 20
Autores dos artefatos estudados	Pessoas comuns que compartilham conteúdo nas redes sociais	Escritores profissionais, artistas, compositores, etc.
Tamanho da base de dados	De centenas de milhares a milhões de itens e bilhões de relações	Normalmente, centenas ou milhares de itens

Por que cientistas da computação raramente trabalham com grandes bases de dados históricos de qualquer tipo? Comumente eles justificam suas pesquisas relacionando-as já existentes aplicações industriais. Por exemplo, sistemas de busca ou recomendação para conteúdo online. Em geral, supõe-se que a ciência da computação vá criar melhores algoritmos e novas tecnologias de informática úteis para as organizações industriais e governamentais. A análise de artefatos históricos fica de fora deste propósito, e, conseqüentemente, poucos cientistas da computação trabalham com dados históricos (o campo do Patrimônio Digital é uma exceção).

No entanto, olhando para diversos exemplos de trabalhos da ciência da computação, fica claro que eles, atualmente, fazem Estudos de Humanidades ou Comunicação (em relação à mídia contemporânea) – mas em uma escala maior. Considere, por exemplo, estas publicações recentes: *Quantifying Visual Preferences Around the World*⁵ e *What We Instagram: A First Analysis of Instagram Photo Content and User Types*.⁶ O primeiro estudo analisa as preferências mundiais em

5 REINECKE, Katharina; GAJOS, Krzysztof Z. “Quantifying Visual Preferences Around the World”. *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '14, Nova York: ACM, 2014. p. 11-20.

6 HU, Yuheng; MANIKONDA, Lydia; KAMBHAMPATI, Subbarao, “What We

relação a *design* de sites utilizando 2,4 milhões de classificações de 40.000 pessoas de 179 países. Obviamente, o estudo da estética e do *design* tradicionalmente fazia parte das humanidades. O segundo estudo analisou os assuntos mais frequentes das fotos do Instagram – um tema que pode ser comparado aos estudos da história da arte dos gêneros da arte holandesa do século XVII.

Outro exemplo é o artigo intitulado *What is Twitter, a Social Network or a News Media?*⁷. Desde 2010, quando foi publicado, já foi citado 3284 vezes em outras publicações da ciência da computação.⁸ Foi a primeira análise em grande escala de rede social Twitter, usando 106 milhões de tweets de 41,7 milhões de usuários. O estudo analisou, em especial, os *trending topics*, mostrando “as categorias em que os *trending topics* se classificam, quanto tempo duram, e quantos usuários participaram”. Esta é uma pergunta clássica dos Estudos de Comunicação, se voltarmos ao trabalho pioneiro de Paul F. Lazarsfeld e seus colegas que, na década de 1940, contaram manualmente os temas das transmissões de rádio. Mas, dado que o Twitter e outros serviços de *microblogging* representam uma nova forma de mídia – como pintura a óleo, livros impressos, e fotografia –, compreender sua especificidade como um meio também é um tópico para as humanidades.

Um pequeno número de publicações encontra-se na intersecção de Humanidades Digitais e Computação Social. Eles utilizam métodos computacionais e algoritmos desenvolvidos por cientistas da computação para estudos contemporâneos sobre o conteúdo e a mídia gerados pelo usuário e os aplicam a artefatos históricos criados por profissionais, ou seja, artistas profissionais, escritores, editores,

Instagram: A First Analysis of Instagram Photo Content and User Types”. *Proceedings of the 8th International AAAI Conference on Weblogs and Social Media*. ICWSM, 2014.

7 KWAK, Haewoon; LEE, Changhyun; PARK, Hosung; MOON, Sue, “What is Twitter, a Social Network or a News Media?”. *Proceedings of the 19th International World Wide Web (WWW) Conference*. Nova York: ACM, 2014. p. 591-600.

8 Ver site: <https://scholar.google.com/citations?user=M6i3Be0AAAAJ&hl=en>.

músicos e cineastas. Como exemplos, destacam-se os artigos *Toward Automated Discovery of Artistic Influence*⁹, *Infectious Texts: Modeling Text Reuse in Nineteenth - Century Newspapers*¹⁰, *Measuring the Evolution of Contemporary Western Popular Music*¹¹ e *Quicker, faster, darker: Changes in Hollywood film over 75 years*¹².

Até poucos anos atrás, o único projeto que havia analisado a história cultural em uma escala realmente ampla de milhões de textos tinha sido realizado por cientistas e não por humanistas. Estou me referindo ao N-Gram Viewer, criado em 2010 pelos cientistas do Google Jon Orwant e Will Brockman, seguindo o protótipo desenvolvido por dois doutorandos de Harvard em Biologia e Matemática aplicada. No entanto, é cada vez mais comum vermos pessoas de Humanidades Digitais redimensionando o tamanho dos dados que estudam. Por exemplo, em *Mapping Mutable Genres in Structurally Complex Volumes* o pesquisador em literatura Ted Underwood e seus colaboradores analisaram 469,200 volumes da *Trust Digital Library*.¹³ O historiador de arte Maximilian Schich e seus colegas analisaram a trajetória de vida de 120.000 personagens históricos notáveis.¹⁴ E

9 SALEH, Babak; ABE, Kanako; SINGH, Ravneet; ELGAMMAL, Arora Ahmed. “Toward Automated Discovery of Artistic Influence”. *Multimedia Tools and Applications*. Heidelberg: Springer, 2014. p. 1-27.

10 SMITH, David A.; CORDELL, Ryan; DILLON, Elizabeth Maddock, “Infectious texts: Modeling text reuse in nineteenth-century newspapers,” *Proceedings of 2013 IEEE Conference on Big Data*. IEEE, 2013. p. 84-94.

11 SERRÀ, Joan; CORRAL, Álvaro; BOGUÑA, Marián; HARO, Martín; ARCOS, Josep Ll. “Measuring the Evolution of Contemporary Western Popular Music”. *Nature Scientific Reports* 2, article number: 521, 2012.

12 CUTTING, James E.; BRUNICK, Kaitlin L.; DELONG, Jordan; IRICINSCHI, Catalina; CANDAN, Ayse. “Quicker, faster, darker: Changes in Hollywood film over 75 years”. *i-Perception*, vol. 2, 2011. p. 569 - 576.

13 UNDERWOOD, Ted; BLACK, Michael L.; AUVIL, Loretta; CAPITANU, Boris. “Mapping Mutable Genres in Structurally Complex Volumes”. *Proceedings of the 2013 IEEE Conference on Big Data*. IEEE, 2013.

14 SCHICH, Maximilian et al. “A network framework of cultural history”. *Science*, v. 346, n. 6196. p. 558-562.

bancos de dados históricos ainda maiores têm-se tornado disponíveis nas áreas de literatura, fotografia, cinema e TV, embora eles ainda precisem ser analisados. Em 2012, o The New York City Municipal Archives publicou 870.000 fotos históricas digitalizadas da cidade de Nova York.¹⁵ Em 2015, a HathiTrust disponibilizou para pesquisa dados extraídos de 4.801.237 volumes (contendo 1,8 bilhão de páginas).¹⁶ No mesmo ano, a The Associated Press e o British Movietone fizeram o *upload* no Youtube de 550.000 notícias digitalizadas, que cobrem o período de 1895 até hoje.¹⁷

Qual é a importância de se ter esses grandes bancos de dados culturais? Não podemos simplesmente usar amostras menores? Acredito que haja sim razões para isso. Em primeiro lugar, para termos uma amostra representativa, precisamos ter um conjunto muito maior de itens reais do que os da amostra, ou pelo menos uma boa compreensão do que esse conjunto maior inclui. Assim, por exemplo, se queremos criar uma amostra representativa de filmes do século XX, podemos usar o IMDb, que contém informações sobre 3,4 milhões de filmes e programas de TV (incluindo episódios separados).¹⁸ Da mesma forma, podemos criar uma boa amostra de páginas de jornais norte-americanos históricos usando o acervo do *Historical American Newspaper* com milhões de páginas digitalizadas da Biblioteca do Congresso Americano.¹⁹ Mas, em muitos outros campos culturais, não existem grandes bancos de dados como esses, e sem eles, pode ser impossível construir amostras representativas.

Aqui vem o segundo motivo. Considerando que podemos construir

15 Ver site: <http://www.theatlantic.com/photo/2012/04/historic-photos-from-the-nyc-municipal-archives/100286/>

16 Ver site: <https://sharc.hathitrust.org/features>.

17 Ver site: <http://www.ap.org/content/press-release/2015/ap-makes-one-million-minutes-of-history-available-on-youtube>

18 IMDb. Ver site: <http://www.imdb.com/stats>.

19 Ver site: <http://chroniclingamerica.loc.gov/about/>.

uma amostra representativa de um campo cultural, podemos usá-la para encontrar tendências e padrões abrangentes. Por exemplo, no artigo já mencionado *What We Instagram: A First Analysis of Instagram Photo Content and User Types*²⁰, três cientistas da computação analisaram 1.000 fotos do Instagram e chegaram a oito categorias mais frequentes (*selfie*, amigos, moda, comida, *gadget*, atividade, pet, fotos legendadas). A amostra de 1.000 fotos foi selecionada aleatoriamente a partir de um conjunto maior de fotos compartilhadas por 95,343 usuários únicos. É possível que essas oito categorias também sejam as mais populares entre todas as fotos do Instagram compartilhadas em todo o mundo no momento em que os cientistas fizeram seu estudo. No entanto, como vimos com nossos projetos em que analisamos fotos do Instagram em diferentes cidades e suas áreas (por exemplo, o centro de Kiev durante a Revolução Ucraniana de 2014 no *The Exceptional and the Everyday*²¹), as pessoas também compartilham muitos outros tipos de imagens. Dependendo do período de tempo e da área geográfica, algumas dessas categorias podem substituir as oito primeiras em popularidade. Em outras palavras, enquanto uma pequena amostragem permite encontrar o “comum” ou “mais popular”, ela não revela o que eu chamo de “ilhas de conteúdo” – tipos de conteúdo coerentes com determinadas características semânticas e/ou estéticas compartilhados em números moderados.

PODEMOS ESTUDAR TUDO?

Quando comecei a pensar sobre Analítica Cultural em 2005, tanto as Humanidades Digitais quanto a Computação Social estavam em seu início como campos de pesquisa. Senti a necessidade de introduzir esse novo termo para sinalizar que o trabalho do nosso laboratório não

20 HU, Yuheng; MANIKONDA, Lydia; KAMBHAMPATI, Subbarao, “What We Instagram: A First Analysis of Instagram Photo Content and User Types”. *Proceedings of the 8th International AAAI Conference on Weblogs and Social Media*. ICWSM, 2014.

21 MANOVICH, Lev; YAZDANI, Mehrdad; TIFENTALE, Alise; CHOW, Jay. *The Exceptional and the Everyday: 144 hours in Kyiv*. 2014.

seria simplesmente uma parte da Humanidades Digitais ou Computação Social, mas abrangeria temas estudados por ambas as áreas. Como humanistas digitais, estamos interessados em analisar artefatos históricos, mas também estamos igualmente interessados em cultura visual digital contemporânea (Instagram, por exemplo). Além disso, estamos igualmente interessados em cultura profissional, artefatos criados por dedicados leigos e artistas fora do mundo da arte (por exemplo, *deviantart.com*, “a maior rede social online para artistas e amantes da arte”²²) e os criadores acidentais (por exemplo, pessoas que de vez em quando fazem *upload* de suas fotos nas redes sociais).

Como os cientistas da computação social e da informática, nós também somos atraídos pelo estudo da sociedade usando mídias sociais e fenômenos sociais específicos para redes sociais. Um exemplo da primeira situação é encontrar bairros semelhantes na cidade usando a atividade de mídia social, como em *The Livehoods Project: Utilizing Social Media to Understand the Dynamics of a City*.²³ Um exemplo da segunda é a análise dos padrões de difusão de informações online, como em *Delayed information cascades in Flickr: Measurement, analysis, and modeling*.²⁴ No entanto, se a computação social centra-se no social, nas redes sociais, a Cultura Analítica incide sobre o *cultural*. Portanto, a parte mais relevante das ciências sociais para a Analítica Cultural é a sociologia da cultura, e só depois desta é que estão a sociologia e economia.

Nós acreditamos que a internet e o conteúdo das redes sociais e as atividades do usuário nos dão a oportunidade sem precedentes para descrever, modelar e simular o universo cultural global, enquanto questionamos e repensamos os conceitos básicos e as ferramentas das ciências

22 Ver site: <http://about.deviantart.com/>.

23 CRANSHAW, Justin; SCHWARTZ, Raz; HONG, Jason I.; SADEH, Norman, “The Livehoods Project: Utilizing Social Media to Understand the Dynamics of a City”. *The 6th International AAAI Conference on Weblogs and Social Media*. Dublin, 2012.

24 CHA, Meeyoung; BENEVENUTO, Fabrício; AHN, Yong-Yeol; GUMMADI, Krishna P. “Delayed information cascades in Flickr: Measurement, analysis, and modeling”. *Computer Networks*, n. 56, 2012. p. 1066-1076.

humanas que foram desenvolvidas para analisar “pequenos dados culturais”, ou seja, amostras culturais altamente seletivas e não representativas. Na definição muito influente feita pelo crítico cultural britânico Matthew Arnold (1869), a cultura é “o melhor que foi pensado e dito no mundo.”²⁵ Acadêmicos das humanidades têm seguido amplamente essa definição. E quando eles começaram a se voltar contra seus cânones e a incluir as obras de pessoas até então excluídas (mulheres, não-brancos, autores não-ocidentais, homossexuais, etc.), por muitas vezes incluíram apenas “o melhor” criado por aqueles que eram anteriormente excluídos.

A Analítica Cultural está interessada em *tudo o que é criado por todo mundo*. Nesse sentido, estamos nos aproximando da maneira como os linguistas estudam os idiomas ou que os biólogos estudam a vida na Terra. Idealmente, nós queremos olhar para cada manifestação cultural, no lugar de amostras seletivas. (Essa perspectiva mais sistemática não é diferente daquela da antropologia cultural.) O escopo inclusivo mais abrangente, combinando profissional e vernacular, histórico e contemporâneo, é exemplificado pela gama de projetos que trabalhamos em nosso laboratório, desde 2008. Analisamos o conteúdo cultural histórico, criado profissionalmente em todas as capas de revista *Time* (1923-2009); pinturas de Vincent van Gogh, Piet Mondrian, e Mark Rothko; 20.000 fotografias da coleção do Museu de Arte Moderna de Nova York (MoMA); um milhão de páginas de 883 séries de mangás publicados nos últimos 30 anos. Nossa análise de conteúdo vernacular (popular/regional) contemporânea inclui *Phototrails* (a comparação das assinaturas visuais de 13 cidades globais usando 2,3 milhões fotos do Instagram)²⁶, *The Exceptional and the Everyday: 144 Hours in Kyiv* (a análise de imagens Instagram compartilhada em Kiev durante a Revolução Ucraniana de 2014)²⁷ e *On Broadway* (a instalação

25 ARNOLD, Matthew. *Culture and Anarchy*.

26 HOCHMAN, Nadav; MANOVICH, Lev; CHOW, Jay. *Phototrails*. 2013.

27 MANOVICH, Lev; YAZDANI, Mehrdad; TIFENTALE, Alise; CHOW, Jay. *The Exceptional and the Everyday: 144 hours in Kyiv*. 2014.

interativa explorando a Broadway em Nova York usando 40 milhões de imagens e pontos de dados gerados pelo usuário)²⁸. Nós também nos voltamos para o conteúdo contemporâneo amador ou semiprofissional (um milhão de obras de arte compartilhada por 30.000 artistas semiprofissionais em www.deviantart.com). Atualmente estamos explorando um conjunto de dados de 265 milhões de imagens tuitadas por usuários do mundo todo durante 2011-2014. Em resumo, no nosso trabalho não traçamos uma linha divisória entre (menor) artefatos históricos profissionais e (maior) conteúdo digital on-line criado por não-profissionais. Em vez disso, nos valemos de ambos.

Obviamente, as redes sociais hoje não incluem todos os seres humanos, e o conteúdo compartilhado é por vezes específico a essas redes (por exemplo, *selfies* do Instagram), em oposição a algo que existia anteriormente. Esse conteúdo também é moldado pelas ferramentas e interfaces das tecnologias utilizadas para a sua criação, captura, edição e compartilhamento (por exemplo, filtros do Instagram, ou seus layouts de colagem oferecidos por aplicativos desenvolvidos por parceiros, tais como *InstaCollage*). Os tipos de ações culturais disponíveis também são definidos por estas tecnologias. Por exemplo, em redes sociais você pode dar um “like”, compartilhar ou comentar um conteúdo. Em outras palavras, como na física quântica, aqui o instrumento pode influenciar o fenômeno que queremos estudar. Tudo isso deve ser cuidadosamente levado em consideração quando estudamos o conteúdo gerado pelo usuário e as ações desse usuário. Por mais que as APIs das redes sociais tornem mais fácil o acesso a grandes quantidades de conteúdo, não é “tudo” por “todos”. (API significa *Application User Interface*. É um mecanismo que permite a qualquer um fazer o download de grandes quantidades de conteúdo do usuário de todas as principais redes sociais. Toda publicação da ciência da computação usa APIs para baixar os dados que analisa).

28 GODDEMEYER, Daniel; STEFANER, Moritz; BAUR, Dominikus; MANOVICH, Lev. *On Broadway*. 2014.

O GERAL E O PARTICULAR

Quando as humanidades estavam preocupadas com os “pequenos dados” (conteúdo criado por autores individuais ou pequenos grupos), a perspectiva sociológica era apenas uma das muitas opções de interpretação – a menos que você fosse um marxista. Mas, uma vez que começamos a estudar o conteúdo online e as atividades de milhões de pessoas, essa perspectiva tornou-se quase inevitável. No caso de “grandes dados culturais”, o cultural e o social se sobrepõem. Grandes grupos de pessoas de diferentes países e contextos socioeconômicos (perspectiva sociológica) compartilham imagens, vídeos, textos e, ao fazerem isso, estão determinando escolhas estéticas (perspectiva das humanidades). Devido a essa sobreposição, os tipos de questões investigadas na *sociologia da cultura* do século XX (exemplificada pelo seu pesquisador mais influente, Pierre Bourdieu²⁹) são diretamente relevantes para a *Analítica Cultural*.

Considerando que determinadas categorias demográficas tornaram-se inerentes ao pensamento sobre a sociedade, parece natural hoje agrupar as pessoas nessas categorias e compará-las em relação a indicadores sociais, econômicos ou culturais. Por exemplo, o *Pew Research Center* regularmente informa as estatísticas sobre o uso popular de plataformas sociais, separando sua amostra de usuários por dados demográficos, como gênero, etnia, idade, escolaridade, renda e região de moradia (urbana, suburbana e rural.)³⁰ Então, se estamos interessados em diversos detalhes de atividades de mídia social, tais como os tipos de imagens compartilhadas e seus “likes”, filtros usados, ou poses feitas em *selfies*, é coerente avaliar as diferenças entre pessoas de diferentes países, etnias, origens socioeconômicas, ou níveis de conhecimento técnico. As primeiras pesquisas em computação social não faziam isso, e

29 BOURDIEU, Pierre, *Distinctions: A Social Critique of the Judgment of Taste*. Cambridge: Harvard University Press, 1984.

30 DUGGAN, Maeve; ELLISON, Nicole B.; LAMPE, Cliff; LENHART, Amanda; MADDEN, Mary. “Demographics of Key Social Networking Platforms”. *Pew Research Center*. 2014.

grande parte dos trabalhos atuais ainda não considera essas diferenças, tratando todos os usuários como uma piscina indiferenciada de “humanidade” – mas, mais recentemente começamos a ver publicações que dividem os usuários em grupos demográficos. Ao mesmo tempo que esse é um movimento positivo, também devemos ter cuidado sobre quão longe queremos ir. A análise humanista dos fenômenos e processos culturais, que utiliza métodos quantitativos, não deve ser simplesmente reduzida à sociologia, ou seja, não deve apenas considerar características e comportamentos comuns entre grupos humanos.

A tradição sociológica está preocupada em encontrar e descrever os padrões *gerais* no comportamento humano, ao invés de analisar e prever o comportamento particular dos indivíduos. A Analítica Cultural também se interessa por padrões que podem ser derivados da análise de grandes bancos de dados culturais. No entanto, idealmente, *a análise dos padrões mais amplos também nos levará a casos específicos*, isto é, a criadores individuais, suas criações particulares, ou a comportamentos culturais. Por exemplo, a análise computacional de todas as fotos feitas por um fotógrafo durante a sua longa carreira pode nos levar às *outliers*, às imagens atípicas de seu padrão – as fotos que destoam do restante. Da mesma forma, podemos analisar milhões de imagens do Instagram compartilhadas em várias cidades para descobrir os tipos de imagens específicos para cada cidade (este exemplo vem da pesquisa atual do nosso laboratório).

Em outras palavras, podemos combinar a preocupação das ciências sociais e das ciências como um todo, com o *geral* e o *usual*, e a preocupação das humanidades com *individual* e *particular*. (Afinal de contas, todos os grandes artistas da história da arte destoavam em relação a seus contemporâneos). Os exemplos recém citados de análises de grandes bancos de dados, que evidenciam dentro deles elementos originais, ilustram uma das formas de se fazer isso, mas não a única.

A CIÊNCIA DA CULTURA?

O objetivo da ciência é explicar um fenômeno ao apresentar modelos matemáticos compactos que descrevam como esse fenômeno funciona. As três leis físicas de Newton são um exemplo perfeito de como a ciência clássica perseguia este objetivo. Desde meados do século XIX, uma série de novos campos científicos adotou uma nova abordagem probabilística. O primeiro exemplo foi a distribuição estatística descrevendo prováveis velocidades de partículas de gás, apresentada por Maxwell em 1860 (atualmente conhecida como distribuição de Maxwell-Boltzmann). E quanto à ciência social? Ao longo dos séculos XVIII e XIX, muitos pensadores esperavam que, assim como na física, as leis quantitativas que regeriam as sociedades também seriam finalmente encontradas.³¹ Isso nunca aconteceu. (O pensamento social do século XIX que chegou a postular leis objetivas encontra-se nas obras de Karl Marx). Ao invés disso, quando a ciência social positivista começou a se desenvolver, no fim do século XIX e início do XX, adotou uma abordagem probabilística. Assim, em vez de buscar pelas leis deterministas da sociedade, os cientistas sociais passaram a estudar as correlações entre características mensuráveis e a modelar as relações entre as variáveis “dependentes” e “independentes”, usando diversas técnicas estatísticas.

Depois dos paradigmas determinísticos e probabilísticos na ciência, o paradigma seguinte foi o da simulação computacional – executando modelos em computadores para simular o comportamento de sistemas. A primeira simulação computacional em larga escala foi criada em 1940 pelo *Manhattan Project* para modelar uma explosão nuclear. Posteriormente, a simulação foi adaptada pelas ciências exatas, e, na década de 1990, ela também foi retomada pelas ciências sociais.

No início do século XXI, o volume de conteúdo digital online e as interações do usuário nos permitem pensar na possibilidade de uma “ciência da cultura”. Por exemplo, no verão de 2015, os usuários do Fa-

31 Philip Ball. *Critical Mass*. Londres: Arrow Books, 2004. p. 69-71.

cebook estavam compartilhando 400 milhões de fotos e enviando 45 bilhões de mensagens por dia.³² Essa escala ainda é muito menor que a de átomos e moléculas – só para se ter uma ideia, 1cm³ de água contém $3.33 \cdot 10^{22}$ moléculas. Contudo, já é maior do que o número de neurônios em todo o sistema nervoso de um adulto, cuja média é estimada em 86 bilhões. Mas considerando que hoje a ciência considera algumas abordagens como fundamentais para estudar e compreender um fenômeno – leis deterministas, modelos estatísticos e de simulação – de qual delas uma hipotética ciência da cultura deveria se utilizar?

Ao olhar os artigos de cientistas da computação que estudam bancos de dados de mídia social, fica evidente que a abordagem padrão deles é estatística³³. Eles descrevem os dados de mídia social e o comportamento do usuário em termos de probabilidades. Isso inclui a criação de modelos estatísticos – equações matemáticas que especificam as relações entre variáveis que podem ser descritas usando distribuições de probabilidade em vez de valores específicos. A maioria dos artigos atuais também usa aprendizado supervisionado de máquina – uma criação automática de modelos que podem classificar e prever os valores dos novos dados usando exemplos já existentes. Em ambos os casos, um modelo só pode ser responsável por uma parte dos dados, e isso é típico da abordagem estatística.

Cientistas da computação estudam a mídia social usando a estatística de forma diferente do que os cientistas sociais. Estes querem *explicar* o fenômeno social, econômico ou político (por exemplo, o efeito do contexto familiar sobre o desempenho educacional das crianças). Os cientistas da computação geralmente não estão preocupados em

32 Ver site: <http://expandedramblings.com/index.php/by-the-numbers-17-amazing-facebook-stats/15/>. Acesso em 24 de jul. 2015.

33 Cientistas da computação também usam métodos recém desenvolvidos, incluindo técnicas de exploração de dados e aprendizado supervisionado de máquina que não faziam parte das estatísticas do século XX. Argumento essas diferenças em MANOVICH, Lev. “Data Science and Digital Art History”. *International Journal for Digital Art History*, n. 1, 2015.

explicar os padrões nas mídias sociais fazendo referência a alguns fatores sociais, econômicos ou tecnológicos externos que eles descobrem. Em vez disso, eles geralmente querem analisar fenômenos de mídia social internamente, ou tentar prever os fenômenos externos utilizando informações extraídas das bases de dados das mídias sociais. Um exemplo do primeiro caso é uma descrição estatística de quantos “*favorites*” uma foto no Flickr pode receber, em média, após um certo período de tempo.³⁴ Um exemplo do último é o serviço Google Flu Trends, que prevê a atividade da gripe usando uma combinação de dados de pesquisa do Google e do CDC (Centros dos EUA para Controle e Prevenção de Doenças), que fornece dados oficiais da gripe.³⁵

A diferença entre leis deterministas e modelos não-deterministas é que estes apenas descrevem probabilidades e não certezas. As leis da mecânica clássica se aplicam a qualquer objeto macroscópico. Já, ao contrário, um modelo probabilístico para prever o número de “*favorites*” para uma foto do Flickr como uma função do tempo desde que a imagem tenha sido publicada não pode nos dizer exatamente o número de “*favorites*” para uma foto específica. Ele apenas descreve a tendência num todo. Esse parece ser um método apropriado para uma “ciência da cultura”. Se, em vez disso, começarmos a postular leis deterministas da atividade cultural humana, o que acontece com a ideia de livre-arbítrio? Mesmo no caso de comportamento cultural aparentemente bastante automático (como o das pessoas que marcam como favoritas fotos em redes sociais com determinadas características, tais como belas paisagens, animais de estimação fofos, ou poses de jovens mulheres), não queremos reduzir os seres humanos a autômatos mecânicos de aceitação dos memes.

34 CHA, Meeyoung; BENEVENUTO, Fabrício; AHN, Yong-Yeol; GUMMADI, Krishna P. “Delayed information cascades in Flickr: Measurement, analysis, and modeling”. *Computer Networks*, n. 56, 2012. p. 1066-1076.

35 Ver site: <http://googleresearch.blogspot.com/2014/10/google-flu-trends-gets-brand-new-engine.html>.

O foco atual em modelos probabilísticos para estudar a atividade online deixa de fora o terceiro paradigma científico – simulação. Até onde sei, a simulação ainda não foi explorada nem pela Computação Social, nem pelas Humanidades Digitais como ferramenta para estudar o conteúdo gerado pelo usuário, seus temas, tipos de imagens, etc. Se em 2009 os cientistas do centro de pesquisa da IBM Almaden simularam o córtex visual humano utilizando 1,6 bilhão de impulsos virtuais com 9 trilhões de sinapses³⁶, por que não podemos pensar em simular, por exemplo, todo o conteúdo produzido anualmente pelos usuários do Instagram? Ou de todo o conteúdo compartilhado na maioria das redes sociais? Ou das categorias das fotos que as pessoas compartilham? O objetivo de simulações como essas não é acertar todas as probabilidades ou prever exatamente o que as pessoas irão compartilhar no ano seguinte. Ao contrário, podemos nos guiar pelos autores do texto de grande importância *Simulation for the Social Scientist* quando eles determinam que um dos propósitos da simulação é “obter uma melhor *compreensão* de algumas características do mundo social” e que a simulação pode ser usada como “um método de *desenvolvimento teórico*”³⁷. Já que a simulação via computador requer o desenvolvimento de um modelo explícito e preciso dos fenômenos, pensar como os processos culturais podem ser simulados pode nos ajudar a desenvolver teorias mais explícitas e detalhadas do que as que usamos normalmente. (Para exemplificar como a simulação baseada no agente pode ser usada para estudar a evolução das sociedades humanas, veja *War, space, and the evolution of Old World complex societies*³⁸)

E o que dizer sobre “*big data*”, os grandes dados? Não represen-

36 Ver site: <http://www.popularmechanics.com/technology/a4948/4337190/>.

37 GILBERT, Nigel; TROIZSCH, Klaus G. *Simulation for the Social Scientist*, 2ª edição. Nova York: Open University Press, 2005. p. 3-4. (Grifo nosso)

38 TURCHINA, Peter; CURRIEB, Thomas E; TURNERC, Edward A. L.; GAVRILETSD, Sergey. “War, space, and the evolution of Old World complex societies”. *PNAS*, v. 110, n. 41, 2013. p.16384-16389.

tam um novo paradigma na ciência com seus próprios novos métodos de pesquisas? Essa é uma questão complexa que merece um artigo apropriado. (Em termos de métodos e técnicas de pesquisa, o desenvolvimento em hardware de computador, na década de 2000, incluindo o aumento da velocidade da CPU e tamanho da memória RAM, e o uso de GPUs e clusters de computação, foi provavelmente mais importante do que a disponibilidade de maiores bancos de dados.). No entanto, como uma forma de conclusão, eu quero mencionar um conceito interessante para as humanidades que podemos pegar emprestado das análises de grandes dados e que pode nos levar a uma nova direção.

As ciências do século XX trabalharam com o que chamamos de “*dados longos*”.³⁹ Ou seja, o número de casos era normalmente muitas vezes maior do que o número de variáveis em análise. Por exemplo, imagine que pesquisamos 2.000 pessoas, perguntando-lhes sobre renda familiar, grau de escolaridade e seus anos de ensino. Como resultado, temos 2.000 casos e três variáveis. Podemos, então, examinar as correlações entre essas variáveis, ou olhar para os conglomerados de dados, ou realizar outros tipos de análises estatísticas.

Os começos das ciências sociais são caracterizados pelas mais extremas assimetrias como esta. O primeiro sociólogo positivista, Karl Marx, divide toda humanidade em apenas duas classes: as que detêm os meios de produção e as que não detêm, ou seja, capitalistas e proletariado. Sociólogos posteriores adicionaram outras classificações. Atualmente, essas divisões mais recentes aparecem em inúmeros levantamentos, estudos e relatórios em meios populares e publicações acadêmicas. São elas normalmente: sexo, raça, etnia, idade, formação educacional, renda, local de residência, religião, e algumas outras (a lista de variáveis adicionais altera de estudo para estudo). Mas, independentemente de detalhes, a coleta de dados, analisados e interpretados, ainda é muito “longa”. As populações completas ou suas amostras

39 Uso este termo de diferentes formas como ABRESMAN, Samuel. “Stop Hying Big Data and Start Paying Attention to ‘Long Data’”. *Wired*. 2013.

são descritas usando um número muito menor de variáveis.

Mas por que isso acontece? Nas áreas de análise de mídia do computador e visualização por computador, cientistas da computação usam algoritmos para extrair milhares de características de cada imagem, vídeo, tuíte, email, e assim por diante.⁴⁰ Assim, enquanto, por exemplo, Vincent van Gogh só criou cerca de 900 pinturas, elas podem ser descritas em milhares de dimensões distintas. Da mesma forma, podemos descrever todos os que vivem em uma cidade em milhões de dimensões separadas ao extrairmos todos os tipos de características de suas atividades nas mídias sociais. Como outro exemplo, considere nosso próprio projeto *On Broadway*, em que representamos a Broadway em Manhattan com 40 milhões de pontos de dados e imagens, usando mensagens, imagens e *check-ins* compartilhados desde certa rua no Twitter, Instagram e Foursquare, assim como corridas de táxi e os indicadores do censo dos Estados Unidos para as áreas aproximadas.⁴¹

Em outras palavras, no lugar de *dados longos* nós podemos ter *dados amplos* – um número grande e potencialmente infinito de variáveis, um conjunto de casos. Perceba que se tivermos mais variáveis do que casos, tal representação iria contra o senso comum tanto da ciência social quanto da ciência de dados. Esta se refere ao processo de tornar um grande número de variáveis mais gerenciável por meio de *redução de dimensão*. Mas, para nós, “dados amplos” oferecem uma oportunidade para repensar os pressupostos fundamentais sobre o que é a sociedade e como estudá-la; igualmente, sobre o que é cultura, uma carreira artística, um corpo de imagens, um grupo de pessoas com gosto estético semelhante e assim por diante.

Ao invés de dividir a história cultural usando uma dimensão (tempo), ou duas (tempo e localização geográfica) ou outras mais (por exemplo, mídia, gênero), infinitas dimensões podem ser postas em jogo. O

40 Explico o motive para usar um amplo número de características em MANOVICH, Lev. “Data Science and Digital Art History”. *International Journal for Digital Art History*, n. 1, 2015.

41 Ver site: <http://www.on-broadway.nyc/>.

objetivo dessa “análise de dados amplos” não será apenas o de encontrar novas semelhanças, afinidades e agrupamentos no universo de artefatos culturais, mas, em primeiro lugar, será o de nos ajudar a questionar o nosso senso comum sobre as coisas, em que certas dimensões são, muitas vezes, intocáveis e não questionadas. E este é um exemplo do método geral da Analítica Cultural: estranhamento (*ostranenie*)⁴², tornando estranhos nossos principais conceitos e modos culturais e nossas formas de organizar e compreender as bases de dados culturais. Usando dados e técnicas para manipulá-los e questionar a forma como pensamos, vemos, e, finalmente, agimos sobre nosso conhecimento.

AGRADECIMENTOS

Sou grato aos meus colegas das áreas da ciência da computação e das humanidades digitais pelas muitas discussões ao longo dos anos. Minha gratidão também se estende aos alunos, pós-doutores e pesquisadores que trabalharam em nosso laboratório desde 2007 e que tanto me ensinaram. Nosso trabalho foi generosamente apoiado por: The Andrew Mellon Foundation, The National Endowment for the Humanities, The National Science Foundation, National Energy Research Scientific Computing Center (NERSC), The Graduate Center, City University of New York (CUNY), California Institute for Telecommunications and Information Technology (Calit2), University of California – San Diego (UCSD), California Humanities Research Institute, Singapore Ministry of Education, e Museum of Modern Art (NYC).

42 O termo “*ostranenie*” foi introduzido pelo teórico da Literatura Russa Viktor Shklovsky em seu ensaio “Art as a Technique” em 1917. SHKLOVSKY, Viktor Shklovsky. “Art as a Technique”. Disponível em: <http://www.vahidnab.com/defam.htm>. Acesso em: 18 de abr. 2016.

REFERÊNCIAS

ABRESMAN, Samuel. “Stop Hying Big Data and Start Paying Attention to ‘Long Data’”. *Wired*. 2013. Disponível em: <http://www.wired.com/2013/01/forget-big-data-think-long-data/>. Acesso em: 18 de abr. 2016.

ARNOLD, Matthew. *Culture and Anarchy*. Disponível em: http://www.library.utoronto.ca/utel/nonfiction_u/arnoldm_ca/ca_all.html. Acesso em: 18 de abr. 2016.

BOURDIEU, Pierre, *Distinctions: A Social Critique of the Judgment of Taste*. Cambridge: Harvard University Press, 1984.

CHA, Meeyoung; BENEVENUTO, Fabrício; AHN, Yong-Yeol; GUMMADI, Krishna P. “Delayed information cascades in Flickr: Measurement, analysis, and modeling”. *Computer Networks*, n. 56, 2012. p. 1066–1076. Disponível em: http://200.131.208.43/bitstream/123456789/2022/1/ARTIGO_DelayedInformationCascades.pdf. Acesso em: 18 de abr. 2016.

CRANSHAW, Justin; SCHWARTZ, Raz; HONG, Jason I.; SADEH, Norman, “The Livehoods Project: Utilizing Social Media to Understand the Dynamics of a City”. *The 6th International AAAI Conference on Weblogs and Social Media*. Dublin, 2012, Disponível em: https://s3.amazonaws.com/livehoods/livehoods_icwsm12.pdf. Acesso em: 18 de abr. 2016.

CUTTING, James E.; BRUNICK, Kaitlin L; DELONG, Jordan; IRI-CINSCHI, Catalina; CANDAN, Ayse. “Quicker, faster, darker: Changes in Hollywood film over 75 years”. *i-Perception*, vol. 2, 2011. p. 569-576, Disponível em: <http://people.psych.cornell.edu/~jec7/pubs/ipercception.pdf>. Acesso em: 18 de abr. 2016.

DUGGAN, Maeve; ELLISON, Nicole B.; LAMPE, Cliff; LENHART, Amanda; MADDEN, Mary. “Demographics of Key Social Networking Platforms”. *Pew Research Center*. 2014. Disponível em: <http://www.pewinternet.org/2015/01/09/demographics-of-key-social-networking-platforms-2/>. Acesso em: 28 de abr. 2016.

GILBERT, Nigel; TROIJSCH, Klaus G.. *Simulation for the Social Scientist*, 2º edição. Nova York: Open University Press, 2005. p. 3-4.

GODDEMEYER, Daniel; STEFANER, Moritz; BAUR, Dominikus; MANOVICH, Lev. *On Broadway*. 2014. Disponível em: <http://on-broadway.net/>. Acesso em: 18 de abr. 2016.

HOCHMAN, Nadav; MANOVICH, Lev; CHOW, Jay. *Phototrails*. 2013. Disponível em: <http://phototrails.net/>. Acesso em: 18 de abr. 2016.

HU, Yuheng; MANIKONDA, Lydia; KAMBHAMPATI, Subbarao, “What We Instagram: A First Analysis of Instagram Photo Content and User Types”. *Proceedings of the 8th International AAAI Conference on Weblogs and Social Media*. ICWSM,,2014, Disponível em: <http://rakaposhi.eas.asu.edu/instagram-icwsm.pdf>. Acesso em: 18 de abr. 2016.

KWAK, Haewoon; LEE, Changhyun; PARK, Hosung; MOON, Sue, “What is Twitter, a Social Network or a News Media?”. *Proceedings of the 19th International World Wide Web (WWW) Conference*. Nova York: ACM, 2014. p. 591-600. Disponível em: <http://www.eecs.wsu.edu/~assefaw/CptS580-06/papers/2010-www-twitter.pdf>. Acesso em: 18 de abr. 2016.

MANOVICH, Lev. “Data Science and Digital Art History”. *International Journal for Digital Art History*, n. 1, 2015, Disponível em: <https://journals.ub.uni-heidelberg.de/index.php/dah/article/view/21631>. Acesso em: 18 de abr. 2016.

MANOVICH, Lev; YAZDANI, Mehrdad; TIFENTALE, Alise; CHOW, Jay. *The Exceptional and the Everyday: 144 hours in Kyiv*. 2014, Disponível em: <http://www.the-everyday.net/>. Acesso em: 18 de abr. 2016.

BALL, Philip. *Critical Mass*. Londres: Arrow Books, 2004. p. 69-71.

REINECKE, Katharina; GAJOS, Krzysztof Z. “Quantifying Visual Preferences Around the World”. *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI ‘14, Nova York: ACM, 2014. p. 11-20, Disponível em: <http://www.eecs.harvard.edu/~kgajos/papers/2014/reinecke14visual.pdf>. Acesso em: 18 de abr. 2016.

SALEH, Babak; ABE, Kanako; SINGH, Ravneet; ELGAMMAL, Arora Ahmed. “Toward Automated Discovery of Artistic Influence”. *Multimedia Tools and Applications*. Heidelberg: Springer, 2014. p. 1-27. Disponível em: <http://arxiv.org/abs/1408.3218>. Acesso em: 28 de abr. 2016.

SCHICH, Maximilian et al. “A network framework of cultural history”. *Science*, v. 346, n. 6196. p. 558-562. Disponível em: <http://www.uvm.edu/~cdanfort/csc-reading-group/schich-science-2014.pdf>. Acesso em: 18 de abr. 2016.

SERRÀ, Joan; CORRAL, Álvaro; BOGUÑA, Marián; HARO, Martín; ARCOS, Josep Ll. “Measuring the Evolution of Contemporary Western Popular Music”. *Nature Scientific Reports* 2, article number: 521, 2012. Disponível em: <http://www.nature.com/articles/srep00521>. Acesso em: 18 de abr. 2016.

SHKLOVSKY, Viktor Shklovsky. “Art as a Technique”. Disponível em: <http://www.vahidnab.com/defam.htm>. Acesso em: 18 de abr. 2016.

SMITH, David A.; CORDELL, Ryan; DILLON, Elizabeth Maddock, “Infectious texts: Modeling text reuse in nineteenth-century newspapers,” *Proceedings of 2013 IEEE Conference on Big Data*. IEEE, 2013. p. 84-94, Disponível em: <http://www.ccs.neu.edu/home/dasmith/infect-bighum-2013.pdf>. Acesso em: 18 de abr. 2016.

TURCHINA, Peter; CURRIEB, Thomas E; TURNER, Edward A. L.; GAVRILETSD, Sergey. “War, space, and the evolution of Old World complex societies”. *PNAS*, v. 110, n. 41, 2013. p.16384-16389.

UNDERWOOD, Ted; BLACK, Michael L.; AUVIL, Loretta; CAPITANU, Boris. “Mapping Mutable Genres in Structurally Complex Volumes”. *Proceedings of the 2013 IEEE Conference on Big Data*. IEEE, 2013. Disponível em: <http://arxiv.org/abs/1309.3323>. Acesso em: 18 de abr. 2016.



INTRODUÇÃO

Em 1954, E.H. Gombrich comentou, em pequena resenha, o trabalho de William M. Ivins. Segundo o crítico vienense, a novidade apresentada por Ivins estava longe dos trabalhos clássicos sobre a história da arte. Apesar de lidar com antigas gravuras e ilustrações, não havia ali uma proposta que demonstrasse a evolução de uma arte. Ao contrário, e essa era a inovação: Ivins propunha que se entendesse esse material como informação, e sua tese avançava no sentido de concluir por meio de duas afirmações. A primeira era a de que seria possível entender o progresso do pensamento Ocidental em termos de uma dicotomia entre as comunicações verbais e as visuais; a segunda apontava para uma verdadeira inadequação da comunicação da ciência unicamente através das palavras.

Se inicialmente a ênfase na escrita de Gombrich pareça encaimá-lo a concordar com Ivins, não é isso o que ocorre ao final da resenha. A crítica é logo apresentada e é sobre a segunda proposição que ela mais incide. Gombrich considera que Ivins sobrestima a comunicação visual ao chegar a imaginar que a filosofia clássica é resultante de dependência imposta da comunicação verbal. Di-

ferentemente, Gombrich afirma que apesar da grande importância dos elementos pictóricos, “afinal de contas, ilustrações só podem ser mais ou menos precisas. Somente proposições podem ser verdadeiras ou falsas, e sem essa distinção não pode haver ciência”¹. Em outras palavras, na ciência, só pode haver progresso diante de afirmações que se prestam à validação da prova.

O Gombrich de 1954 já era um crítico preocupado com a imagem num sentido amplo, que o leva para fora do campo artístico *strictu sensu*. Seu trabalho de 1960, *Arte e Ilusão*, marca as bases para um paradigma de filosofia da imagem, mas a consideração do impacto da imagem como fundamento do contemporâneo viria apenas mais tarde².

Estamos no ano de 1955, e não demorará muito para que as afirmações semelhantes às de Ivins causem menos impacto. Os anos 60 veriam surgir os trabalhos do suíço Ferdinand de Saussure, e do canadense Marshall McLuhan, que enfatizam o meio como, tão ou mais importante, que o conteúdo. E aqui não se trata só da ciência, mas de um mais vasto aspecto do mundo humano, da comunicação geral das coisas que vai se tornando mais e mais imagética. Difícil dizer se imagem recebe uma atenção maior por parte dos estudiosos em função do aumento das imagens, ou se essa ordem é inversa. De qualquer maneira, mais importante seria observar a caracterização dessa comunicação visual.

VISUALIZAÇÃO, CIÊNCIA E CONHECIMENTO

Os historiadores dos estudos sobre imagem e visualização, comumente conhecidos pela sigla SIV (*Studies of Imaging and Visualization*), são

-
- 1 “After all, illustrations can only be more or less accurate. Only propositions can be true or false, and without this distinction there can be no science”. GOMBRICH, Ernst. E. H. “Review of William M. Ivins, Jr., *Prints and Visual Communication*”. *British Journal for the Philosophy of Science*, Vol. 5, 1954-5. p. 168-169.
 - 2 Um extenso acompanhamento sobre as ideias de Gombrich, no tocante ao assunto em tela, pode ser encontrado em NYÍRI, Kristóv. “Gombrich on Image and Time”. In: *Bilder – Sehen – Denken*, 2009, Chemnitz.

unânicos em afirmar que o uso da imagem e da visualização não são recursos próprios da atualidade. O que marca a diferença não se reduz à sua mera existência, mas sim ao papel que a imagem ocupa dentro da configuração histórica. Nesse caso, a imagem é considerada como um dos recursos mais expressivos do mundo moderno ocidental.

Os movimentos gerais de uma verdadeira cultura visual são extensamente elaboradas por Martin Jay³, intelectual da área de Filosofia, com enfoque na História Intelectual Europeia. O livro de virada de Martin Jay, *Downcast Eyes – the Denigration of Vision in Twentieth-century*, busca demonstrar a presença da imagem desde Platão. Na agenda de Jay encontram-se pelo menos dois argumentos significativos. Em primeiro lugar, a afirmação de que a visão é, sem nenhuma dúvida, o principal sentido de nossa época; em segundo lugar, o autor postula que, embora a visualidade seja dominante, existe uma variação de regimes escópicos na modernidade. A essas posições, junta-se mais uma, de caráter epistemológico, na qual Jay defende, a partir de Hans Jonas⁴, que o olhar separa dramaticamente o sujeito (que vê) e o objeto (que é visto). Esse argumento permite um desenvolvimento lógico do autor na defesa de que tal separação significou uma espécie de “apreensão neutra”, que surge discretamente na Grécia, mas que é fundante da ciência moderna. Essa é uma afirmação de ordem cognitiva que pode ser aproximada ao trabalho de William Ivens e que, como vimos, causou, em meados do século XX, a reação quase indignada de Gombrich.

3 JAY, Martin. “Scopic Regimes of Modernity”. In: FOSTER, Hal (Org.). *Vision and Visuality*. Seattle: Bay Press, 1988.

4 Hans Jonas foi um intelectual alemão, escreveu *O Princípio Responsabilidade: ensaio para uma ética da civilização tecnológica* (1979), lançado no Brasil apenas em 2006. As preocupações desse filósofo se centram nos desafios que a tecnologia coloca para a questão da responsabilidade humana.

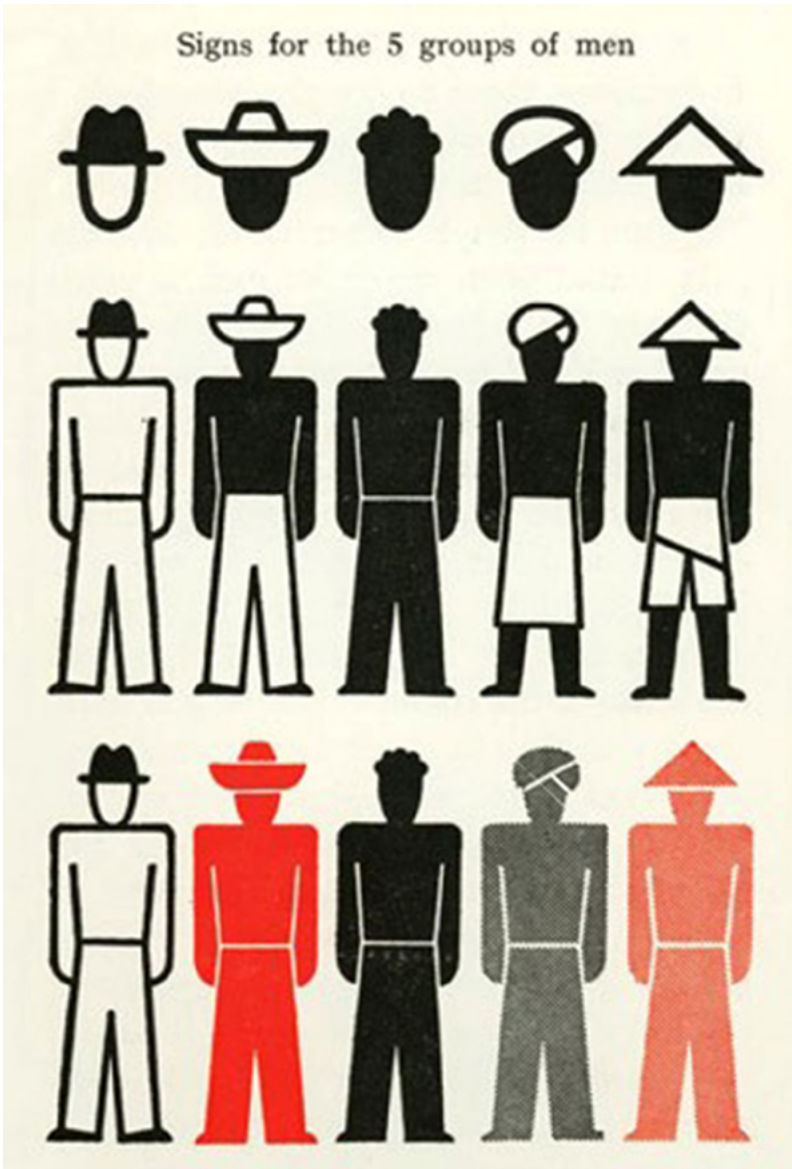


Fig. 1 – Tipos raciais de acordo com Otto Neurath. Internacional Picture Language de 1936

O trabalho de Ivins, chamado *Prints and Visual Communication* (1954) coloca uma série de argumentos técnicos e cognitivos para uma linguagem visual. Sua afirmação mais contundente é de que o avanço da ciência só pôde ser garantido na ordem da comunicação, por imagens que possam ser reproduzíveis. Para Ivins, a linguagem visual é universal e nisso reside a maior possibilidade do avanço do conhecimento. Essa defesa, embora possa angariar muitos adeptos, é limitada. A história da arte demonstrou repetidamente que as imagens também são construídas sobre convenções culturais, e que a possibilidade de uma língua franca através delas não se sustenta. Mesmo assim, embora longe de generalização, é inegável que a afirmação sugere uma outra frente de pesquisas sobre o papel da visualidade no conhecimento. Assim, se por um lado é impossível assegurar que uma linguagem visual se autonomize em relação à cultura, também ganhou força a ideia de que a imagem é mais abrangente ao passar informação e mesmo conhecimento. A frase “uma imagem vale mais que do que mil palavras” parece conter seu quinhão de verdade.

Otto Neurath⁵ e sua equipe, já entre os anos 1920 e 1940, haviam proposto uma linguagem universal para a ciência⁶. A equipe de Neurath não estava preocupada com o estudo da arte e se concentrou na imagem como possibilidade de unificação da ciência. Sua proposta, o ISOTYPE (*International System Of Typographic Picture Education*) era altamente ambiciosa e muitos autores consideram que o trabalho de Neurath é tão importante para o desenvolvimento da linguagem pictórica quanto a tipografia é para o desenvolvimento da linguagem

5 Otto Neurath (1882 -1945), sociólogo e economista, foi considerado como um dos fundadores do Positivismo lógico. Esse movimento, também conhecido como Círculo de Viena, reuniu-se entre os anos de 1920 e 1930, defendia a empiria para a ciência, e buscou expurgar a metafísica de seu campo. Neurath trabalhou no projeto da Enciclopédia das Ciências Unificadas, com ambições de encontrar uma base comum para todas as ciências.

6 Otto Neurath propôs o ISOTYPE como a base para o Projeto da Enciclopédia das Ciências Unificadas (*International Encyclopedia of Unified Science*), que de fato veio a ser publicado em 1938 com Rudolf Carnap and Charles Morris.

verbal. Os símbolos do ISOTYPE pretendiam ser tão sintéticos como autoexplicativos. Os desenhos caminhavam do geral para o particular, mas pretendiam abarcar sempre configurações conceituais como homem, ou trabalhador, sempre representados por caracterizações marcadas pela síntese (Fig. 1).

A proposta de Neurath e de sua equipe deve ser compreendida dentro da proposta intelectual Círculo de Viena. O Empirismo Lógico enfatizava sistemas abstratos, que buscavam por sua vez refletir a própria natureza. A linguagem era o ponto forte desse programa epistemológico, que se orientava dentro do escopo da lógica simbólica. Muito distante de uma visão em que os signos são arbitrários, a linguagem, para os neopositivistas resultava em algo bastante objetivo, tal qual uma realidade física. A proposta de Neurath, por uma linguagem pictórica (e icônica), portanto, se dirigia a um expurgo do excesso de uma linguagem ordinária e subjetiva, e era um passo decisivo, em sua opinião, para uma unificação da ciência. O objetivo final não se concretizou, mas o projeto marca a emergência de um novo estilo de comunicação de dados por visualidade, que fugiria das antigas abstrações marcadas por gráficos de linhas.

Dentro ainda desse espírito, a obra de Rudolf Arnheim *Art and Visual Perception*⁷ também demonstra essa mesma preocupação. Arnheim se perguntou sobre o que acontecia mentalmente quando somos colocados à frente de uma obra de arte. Sua preocupação se dirigia aos aspectos cognitivos e, por essa razão, embora o objeto inicial de sua pesquisa se alocasse no campo da arte, ampliava-se para os nexos entre a visão e o conhecimento. Pesquisando a partir da Gestalt, o autor afirma que a percepção e o pensamento não são diferentes. A discussão de Arnheim recupera o pensamento empirista, na esteira de Locke (séc. XVII), e busca menos uma prescrição de

7 ARNHEIM, Rudolf. *Arte e percepção visual: uma psicologia da visão criadora: nova versão*. Tradução de Ivonne Terezinha de Faria. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2005.

como ver uma obra de arte, do que entender quais os processos que permitem que nosso cérebro a veja. A imagem que se forma na mente não corresponde à realidade como uma imagem fotográfica e é, pelo contrário, o resultado de uma combinação de intuição e dedução de formas que já conhecemos. Isso nos permite também responder aos limites da visão, já que os modelos de pensamento influenciados por uma determinada “tendência” subjetiva funcionam como limite, e também podem explicar a “visão do que sempre esteve lá”.

As ideias de Arnheim como formulações mentais, ou como modelos de pensamento, são gerais e aparecem no campo arte, mas explicam também a força das explicações visuais das ciências naturais ou exatas. Assim, grande parte do trabalho de Arnheim que se fixou no nexos entre visão e cognição resultava também em elucidar a relação entre a arte e a ciência, com grande parte dos seus exemplos retirados de visualizações científicas, em especial no princípio da Era Moderna.

É verdade que no campo da ciência propriamente dita imagens são usadas não só como força argumentativa, mas comandam uma série ordenada de processos que compõem uma espécie de evidência. Assim é o caso de muitos objetos que, inacessíveis ao olho nu e mesmo invisíveis, acabaram ganhando contornos através de representações imagéticas. Ao longo do tempo, não só questões sobre a natureza das imagens, mas sobretudo as dimensões sociais e as implicações do conhecimento advindo desse campo passaram a interessar teóricos, que acabaram por definir suas preocupações como próprias a uma teoria social. Assim se configurou toda uma área de estudos com práticas analíticas de caráter etnometodológico, que se centram ora no cotidiano dos laboratórios, ora nos procedimentos de comunicação científica. Sobre a importância da comunicação científica, o trabalho de Elizabeth Eisenstein (1979- 1998) sobre o impacto da invenção da impressão reforça significativamente o argumento que valoriza a expansão do conhecimento com a prensa.

A tese de Eisenstein afirma que a capacidade de impressão não só permitiu o acúmulo de informações, mas processou uma verdadeira revolução na mentalidade ocidental, ao reverter todo o caráter de aprendizagem que havia existido até seu aparecimento. Em primeiro lugar, à medida em que os copistas perdiam sua razão de existir devido ao poder potencializado e muito mais eficiente da nova forma de arquivamento, a impressão em livros liberava o tempo para outras tarefas na produção do conhecimento. Por outro lado, o novo, as comparações das ideias e de concepções diferentes, fossem elas religiosas ou de inspiração mais laica, podiam agora serem lidas com mais frequência e serem comparadas entre si. Também imagens, como mapas, tabelas e desenhos ilustrativos, ganhavam maior uniformidade e estabilidade e podiam ser contrastados com as novas teorias mais antigas. As afirmações de Eisenstein ganham ênfase com os estudos de Burke⁸, Chartier⁹ e Darton¹⁰ (todos estes historiadores da cultura), mas, mesmo assim vale lembrar que estes últimos são estudos sobre o livro como mercadoria, enquanto o primeiro concentra-se no impacto tecnológico da impressão sobre o conhecimento.

Também é preciso considerar as particularidades da comunicação especificamente através da linguagem escrita e através das imagens. Ambas as linguagens (e mesmo a linguagem oral) tentam manter uma proximidade com situações concretas. Contudo, a linguagem escrita alfabética produz níveis de abstração mais altos, à medida em que é estabelecida por convenção e arbitrariedade. Já as representações pictográficas, mesmo mantidas as possíveis e, com certeza inúmeras diferenças na descrição de algum objeto ou processo, parecem aproximar-se mais em termos descritivos. Embora, colocando assim o problema,

8 BURKE, Peter. *História Social do Conhecimento*. Rio de Janeiro: Zahar, 2003;
BURKE, Peter. *História Social da Mídia*. Rio de Janeiro: Zahar, 2006.

9 CHARTIER, Roger. *A Aventura do livro*. São Paulo: UNESP ed., 1998.

10 DARTON, Robert. *O Iluminismo como negócio*. São Paulo: Companhia das Letras, 1996; DARTON, Robert. *A questão dos livros*. São Paulo: Companhia das Letras, 2010.

isso não estabeleça uma equivalência total entre o objeto a ser descrito e a própria descrição. Melhor seria considerar que cada linguagem gera diferentes formas de abstração, com diferentes problemas e soluções.

Tratando dessa questão, Bruno Latour, antropólogo dedicado à filosofia da ciência, tem buscado compreender o papel da comunicação na ciência. Em um texto de 1986, intitulado *Visualization and Cognition: thinking with eyes and hands*¹¹, Latour afirma que o fundamento da ciência é exatamente a escrita e a linguagem pictórica da informação. Contudo, a informação não se define como signo, seria antes de tudo uma relação promovida entre dois pontos, dois lugares, e que, para acontecer como tal, deve se ser inscrita¹². A inscrição, por sua vez, possui duas qualidades que tornam possível o processo de comunicação de conhecimento acontecer: elas são móveis e imutáveis. Entende-se como inscrições móveis porque podem ser transportadas e como imutáveis porque mantêm o mesmo conteúdo, a mesma forma. Isso tudo reunido faz da inscrição algo que pode ser acumulativo e combinável. Latour exemplifica suas afirmações com um relato de viagem do final do século XVIII. O viajante é Lapérouse, que se destina à China e de maneira geral à Ásia, a fim de ganhar conhecimentos sobre outros territórios que pudessem servir ao comércio francês em competição com os ingleses. Num momento da viagem, em Sakhalin, Lapérouse tenta descobrir se o lugar em que se encontra é uma ilha ou península juntamente com os nativos, que fazem desenhos cartográficos sobre a areia e depois em papel. Latour observa que esse desenho realizado sobre a caderneta de Lapérouse marca a sua transformação em uma inscrição. As diferenças entre as habilidades dos europeus

11 O texto de Bruno Latour apenas recentemente foi traduzido para o português e encontra-se no site da Revista *Terra Brasilis*: LATOUR, Bruno. “Cognição e visualização: pensando com olhos e mãos. *Terra Brasilis*, v. 4, 2015.

12 LATOUR, Bruno. “Visualization and Cognition: thinking with eyes and hands”. In: KUKLICK, Henrika (Org.). *Knowledge and Society: Studies in the Sociology of Culture Past and Present*. Reino Unido: Jai Press, 1986. p. 1-40.

e dos nativos não são marcadas pela dicotomia entre “primitivo” e “científico”, e sim por uma ordenação diversa do conhecimento. O que se constitui como fundamental é que o mapa, transformado em inscrição, viaja de volta a Versalhes e será parte de um grande conjunto de conhecimentos. Ali esse mapa será combinado, somado e talvez alterado por uma enormidade de outros tantos “pedaços de conhecimento” trazidos de outras partes¹³.

A ciência só pode existir na operação que efetua entre o mundo real (mesmo não visível) e as inscrições científicas, que até poucas décadas atrás terminava por se estender de forma plana, e hoje pode ser projetada em três dimensões. De fato, tudo na ciência é alcançado através das inscrições que fazemos dos fenômenos e objetos de estudo. O caso da invenção de Robert Boyle, é um dos exemplos de Latour. Filósofo naturalista, Boyle fez experimentos de química e física, e estudou particularmente os fenômenos com o deslocamento de ar e o vácuo, mas precisou inventar aparelhos que pudessem permitir a que eles fossem “vistos”¹⁴. A questão em tela, nesse e nos outros exemplos, mostra que as inscrições não são o final de uma pesquisa ou invenção, mas são os elementos constituintes das práticas e da circulação do conhecimento. Além disso, mesmo lidando com representações científicas, a questão em tela não se reduz a essas imagens em termos de objetos, mas nos conduz à análise das prá-

-
- 13 A tese de Latour é que o conhecimento levado por muitos para um mesmo lugar fará desse espaço um centro de cálculo. A lógica da acumulação de conhecimento é explicada de maneira a reforçar menos o caráter cumulativo como um dado natural, e enfatiza que esse é apenas o resultado da circulação das inscrições. A marcação entre centro (centro de cálculo) e periferia do conhecimento é dada pela repetição e concentração de inscrições em um mesmo local. LATOUR, Bruno. *Ciência em ação: ou como seguir a sociedade de cientistas e engenheiros a fora*. São paulo: UNESP, 2000; LATOUR, Bruno. “Redes que a razão desconhece: laboratórios, bibliotecas, coleções”. In: PARENTE, André. *Tramas da Rede*. Porto Alegre: Sulina, 2004.
- 14 LATOUR, Bruno. “Visualization and Cognition: thinking with eyes and hands”. In: KUKLICK, Henrika (Org.). *Knowledge and Society: Studies in the Sociology of Culture Past and Present*. Reino Unido: Jai Press, 1986. p. 1-40.

ticas de representação, que se situam tanto na produção quanto na mobilização para intervenção no mundo.

É nesse sentido que interessa tanto a Latour o desenvolvimento da arte holandesa. Citando Alpers, Latour observa que as descrições promovidas pela arte dos holandeses no século XVII e XVIII, é parte de uma cultura visual que caracteriza a modernidade, e se estende da arte ao laboratório. Tampouco se trata de um movimento objetivista, no sentido de promover um retrato fiel da realidade, mas o de ter sobretudo “consistência ótica [que] implica a arte de descrever as coisas e a possibilidade de ir de um traço visual para outro”¹⁵.

As conclusões de Latour são retomadas no trabalho de Peter Galison¹⁶, em que o argumento é construído em torno da relação da materialidade da ciência e de suas representações. Pesquisando historicamente essa relação, os autores se centram na questão da objetividade, cuja ideia de representação da natureza como verdade através de uma prática, que é simultaneamente fazer e ver, e se traduz na objetividade como compromisso. Mas isso só acontece ao final do século XIX, momento em que se institui o que eles intitulam de “virtude epistêmica” em contraposição à prática anterior, cuja característica mais fundamental da representação era um tipo ideal, buscando uniformidade por detrás de diversidade da natureza. Botânicos e anatomistas, por exemplo, ignoravam boa parte das idiosincrasias presentes em espécies individuais em nome de generalização. A esse processo imagético, Galison-Lorraine dão o nome de “natureza-verdade” se referindo as representações da época do Iluminismo até o século XIX. Após esse momento, com a adoção da objetividade como agenda para a ciência se passou, também, à produção de imagens através de métodos mais

15 LATOUR, Bruno. “Cognição e visualização: pensando com olhos e mãos. *Terra Brasilis*, v. 4, 2015. p. 13.

16 GALISON, Peter. *Image and Logic: A Material Culture of Microphysics*. Chicago: Chicago University Press, 1997; GALISON, Peter; LORRAINE, J. *Objectivity*. Cambridge, London: MIT Press, 2010.

e mais independentes da ação humana. As imagens que surgem nessas obras revelam sobretudo um desejo mimético por excelência e, segundo Galston-Lorraine, o lugar dessas representações como a própria evidência em si. Com a invenção da fotografia, e mesmo com o raio-x, um novo tipo de imagem científica aparece trazendo a singularidade seja dos espécimes, seja de algum outro objeto qualquer. A ideia de uma imagem sem a intervenção humana reafirmou consideravelmente a versão de uma autonomia da imagem como evidente em si mesma. Contudo, os SIV, ao qual Galston-Lorraine pertencem, têm demonstrado como esse campo é uma construção complexa de uma rede cultural com elementos de poder e persuasão. Nesse sentido, muitos autores¹⁷ têm sugerido que o incremento das visualizações da ciência se assenta num “desejo de ver” com o que “pode ser visto”, duas matrizes culturais que devem ser compreendidas como parte de um só protocolo.

COMPUTADORES, WEB E A VISUALIZAÇÃO

É provável que uma das certezas do mundo contemporâneo seja a excessiva informação com a qual vivemos todos os dias e em todas as esferas. Segundo Ann Blair¹⁸, contudo, a ansiedade que nos circunda em função da sobrecarga de informações não é especialmente nossa. No seu estudo intitulado de *“Too much to know: Managing Scholarly Information before the Modern Age”*, a autora constata que os homens do início da Idade Moderna, envolvidos com o conhecimento, também reclamavam de o aumento de livros disponíveis em relação à sua capacidade de poder lê-los. Olhando agora, nos parece quase uma afronta tal afirmativa, mas cada cultura se compara a anterior, de modo que

17 LATOUR, Bruno; WOOLGAR, Steve. *A vida de laboratório: a produção dos fatos científicos*. Tradução de Angela R. Vianna. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 1997. ALPERS, Svetlana. *A Arte de Descrever: a arte holandesa no século XII*. São Paulo: EDUSP, 1999; GALISON, Peter. *Image and Logic: A Material Culture of Microphysics*. Chicago: Chicago University Press, 1997.

18 BLAIR, Ann. *Too Much to Know: Managing Scholarly Information before the Modern Age*. New Haven, CT: Yale University Press, 2010.

o sentimento de sobrecarga informativa é compreensível. Tampouco existe em nosso mal-estar contemporâneo uma avaliação equivocada, de modo a dizer que nossa sensação não procede. Existe entre nós e aqueles homens do início da Modernidade algo que poderia explicar nossa angústia diante do conhecimento. Tanto eles quanto nós experimentamos uma verdadeira revolução em termos culturais, que encontra no modo de produção de conhecimento sua razão.

O estudo de Peter Burke¹⁹ sobre o impacto da invenção da prensa e do livro mostra como, ao contrário do que imaginamos, a adoção de novos padrões de conhecimento foi difícil, passando por várias formas de rejeição. Confiar na palavra escrita foi tão difícil para aquela época quanto é para nós acreditar nas novas mídias. Nossa entrada no mundo da pesquisa e do conhecimento ainda é bastante rudimentar se pensamos na quantidade de tecnologia que nos rodeia. A maioria dos estudantes inicia sua vida acadêmica fazendo apontamentos tradicionais mais próximos do começo da Idade Moderna do que do que imaginamos. Mesmo quando utilizamos o computador, ainda levamos para a tela nosso papel em branco e dificilmente aproveitamos o ambiente de pesquisa digital.

Sendo assim, é provável que o mal estar contemporâneo diante do dilúvio de informações se origine menos na quantidade de informações do que nos processos sócio-culturais que a acompanham. Estamos em uma época de transição e é nesse ponto em que nos assemelhamos aos antigos copistas que viam na prensa apenas uma ameaça. Muitos estudiosos têm se debruçado sobre as novas tecnologias tentando entender o impacto das transformações e, se há alguma similaridade de fato entre a invenção da prensa e o mundo digital, ela não será uma mudança de quantidade de conhecimento, mas uma mudança cultural significativa. Nessa direção é que se movem vários pesquisadores, que, sob a denominação de “*Digital Cultural Studies*”, ou “*Cultural Software studies*”, buscam mapear e compreender as novas configurações cul-

19 BURKE, Peter. *História Social do Conhecimento*. Rio de Janeiro: Zahar, 2003.

turais que têm acompanhado o desenvolvimento das novas mídias. É nesse amplo escopo que os estudos sobre a imagem e a visualização (SIV) se encontram. De fato, técnicas de visualização digital aplicadas a grandes escalas de informação já há muito são uma realidade no quadro da comunicação moderna.

O estudo sobre visualização de informações pode ser bastante antigo, mas é só com o mundo moderno e contemporâneo que se tornou moeda comum. Se o uso crescente da imagem mostrava uma tendência ocularista²⁰, com a invenção do computador e dos *gadgets* com telas, esse fenômeno ganharia uma reforço significativo. Assim como o texto linear foi propício durante boa parte do desenvolvimento moderno, a imagem apresenta-se como sua substituta mais imbatível. Isso não significa decretar o fim de um tipo de linguagem, mas pode, contudo indicar uma poderosa alteração nas formas cognitivas.

Da mesma forma como as representações visuais na “*hard science*” se transformaram e ganharam, culturalmente, um status de evidência, elas têm aumentado enormemente também para a representação de dados culturais e das ciências humanas. Os aspectos hermenêuticos das representações por imagens e seu status epistemológico demonstram que, mais do que veículo, a visualização impacta em aspectos cognitivos e implica, provavelmente, em novas formas lógicas. O desenvolvimento advindo do uso dos computadores e das inovações nesse campo tem feito com que uma infinidade de formas de visualização surjam com sofisticadas complexidades na apresentação e combinação de dados e variáveis.

Historicamente uma das mais conhecidas formas de comunicação visual foi, no século XX, a visualização criada por Alfred H Barr Jr. sobre a arte entre 1890 até 1935, intitulada “*Cubism and Abstract Art*” (fig.2) e usada como parte do catálogo para o MoMA, ainda no ano de 1936.

20 JAY, Martin. “Scopic Regimes of Modernity”. In: FOSTER, Hal (Org.). *Vision and Visuality*. Seattle: Bay Press, 1988.

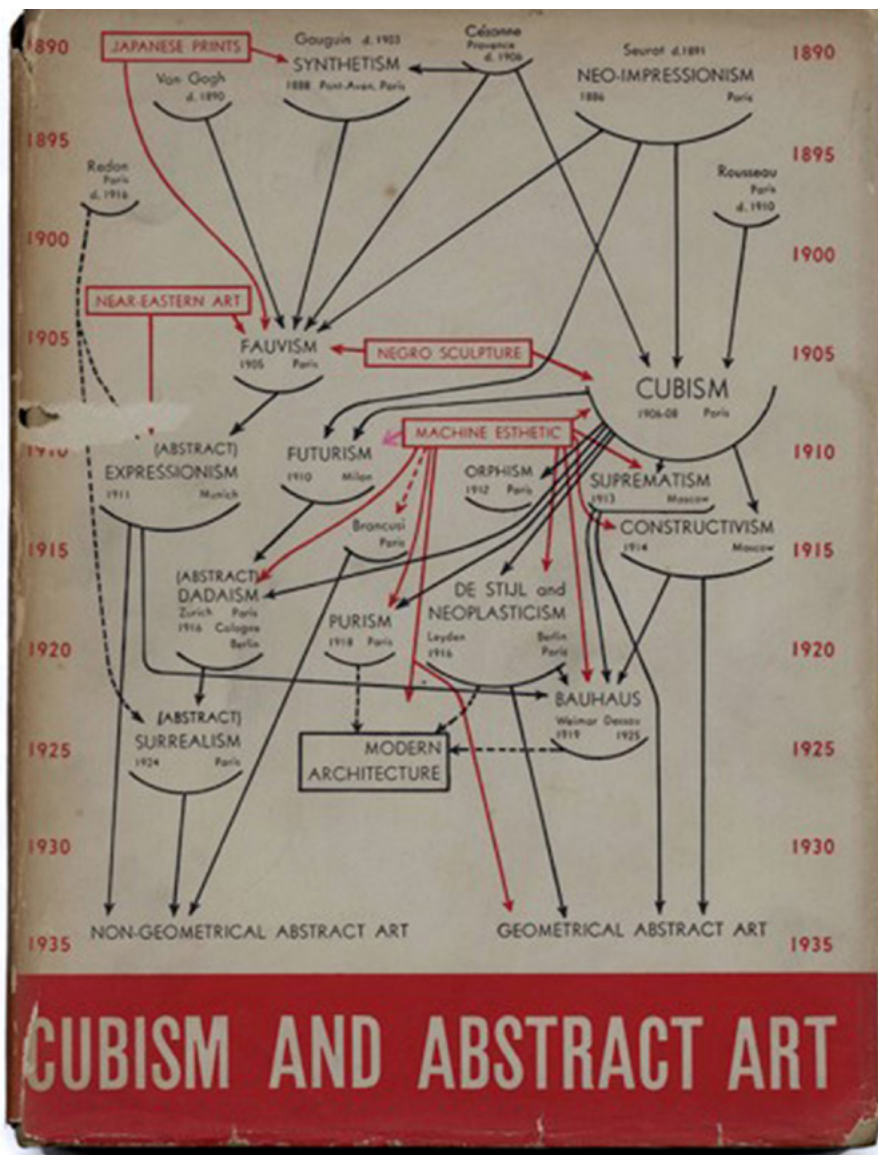


Fig. 2 – BARR, Alfred H. Jr. Cubism and Abstract Art. New York, Museum of Moderna Art, April 1936. (em cores na p. 137)

Barr foi um crítico de arte e um dos diretores do museu, onde entrou em 1929 e só saiu em 1943. A novidade na representação de Barr foi o abandono de uma construção por movimentos artísticos (bastante clássica), ao mesmo tempo em que oferecia uma outra organização “dentro de uma grade de tempo e em categorias orgânicas ou geométricas da arte”²¹. As categorias utilizadas por Barr demonstram, para além de seu poder de síntese, uma capacidade de inclusão de outras variáveis através das quais se poderia ver a arte.

Uma considerável mudança ocorreu do início do século XX até o início do século XXI, e sua maior propulsão foi dada pelo computador e as novas mídias. Não é sem razão que um considerável aumento nas formas de visualização se desenvolve a partir dos anos 1980, mas ainda na década anterior. Um dos trabalhos mais marcantes nessa década foi o de Edward Tufte. Pesquisador da área de Estatística e Ciência Política, Tufte acabou por se especializar em visualização quando publicou *The Visual Display of Quantitative Information* (1982). A defesa pela simplicidade e pela economia dos elementos nos infográficos fez dele uma espécie de lenda, que, para além da preocupação com os dados, valoriza também o próprio design. Na sequência, Nigel Holmes²² populariza os infográficos para dentro dos jornais e revistas, que de fato cumprem aquilo que o próprio autor imaginava para seu gesto e que está em sua denominação: os “gráficos explicativos”. Numa espécie de realização daquilo que Neurath já formulara nos anos 40 e 50, Holmes promove uma língua franca que acompanha suas reportagens. Mesmo considerando que a prática de Holmes fosse esteticamente carregada de elementos decorativos e cômicos, ela não perdia seu caráter de resumir em pouco espaço uma grande quantidade de dados, que de outra forma levaria muito mais texto do que o que ele usualmente utilizava. Em

21 BAILEY, Jefferson; PREGILL, Lily. “Speak to the Eyes: The History and Practice of Information Visualization”. *Art Documentation*, V. 33, 2014. p.1.

22 HOLMES, Nigel. *Wordless Diagrams*. New York: Bloomsbury, 2005.

defesa do estilo de Holmes²³, que valorizava da mesma maneira tanto o apelo ao leitor quanto a capacidade de síntese, as pesquisas mostraram que nem a leitura nem a compreensão foram comprometidas pelo traço carregado do jornalista.

Dos anos 1970 para os 1990, portanto, com o crescimento da Web e das novas tecnologias digitais, os métodos de visualização se transformaram rapidamente. Os infográficos continuam, mas surge, na esteira da internet, a possibilidade de gráficos mais dinâmicos, em oposição aos típicos gráficos com dados estáticos. A área, de maneira geral, se tornou multidisciplinar, possibilitando o cruzamento de dados, que até então se concentravam de forma disciplinar.

Com Lev Manovich, atualmente professor da City University of New York, as técnicas de visualização cultural tomam um novo rumo. Visto como criador de um novo paradigma²⁴, Manovich se utiliza de grandes telas, que podem classificar, organizar e analisar um grande número de imagens de origem cultural. Também conhecido por visualização direta, o método abandona as formas gráficas pelas próprias imagens, que são dispostas de forma diferente do original, na maior parte das vezes em tamanho reduzido. Manovich utilizou-se desse recurso para análise de obras de arte e também de fotografias. Através de software, é possível organizar a partir de critérios como cor ou brilho oferecendo uma análise bastante distante dos estudos usuais da história da arte. A proposta de Manovich é seguida de perto por outro pesquisador, agora na área da literatura: Franco Moretti. Autor de trabalhos que propõem “ler sem ler”²⁵, que aplica softwares

23 Tufte intitulou os infográficos de Holmes de “chartjunk” ou de ainda de “exibição desagradável”. De acordo com Bailey e Pregill, as pesquisas posteriores demonstraram, contudo, que a estética de Holmes não prejudicava a leitura, nem a compreensão dos dados contidos em seus infográficos.

24 BAILEY, Jefferson; PREGILL, Lily. “Speak to the Eyes: The History and Practice of Information Visualization”. *Art Documentation*, V. 33, 2014.

25 MORETTI, Franco. “Conjectures on World Literature”. *New Left Review*, n. 1, 2000. p. 54–68; MORETTI, Franco. *Distant Reading*. London: Verso, 2013.

que examinam o texto, no caso literário, sem se envolver, de fato com a leitura. Dessa forma são obtidos elementos ou dados que se repetem ou mudam em grande escala como vocabulário, temas, nomenclatura (lugares, por exemplo), terminologia por exemplo, mas as categorias podem ser inúmeras a depender do pesquisador. Moretti assim como Manovich propuseram novas análises, respectivamente para a Literatura e para a História da arte, e ambos recebem críticas que vão desde a acusação de praticarem uma ingenuidade baseada no desejo de estabelecer uma ciência objetiva (já que quantificável), até a de que o método não produz efetivamente uma análise, mas sim uma forma apenas exaustiva e contábil de elementos presentes nas obras.

Para além da polêmica sobre a objetividade, talvez excessiva dos estudos praticados por “cultural analytics”, o fato é que já se estabeleceu que uma nova frente de problemas está colocada para o campo das humanidades diante das novas tecnologias.

VISUALIZAÇÃO E MUNDO CONTEMPORÂNEO

A história da visualização mostra uma relação próxima entre informação e conhecimento e sua comunicação. Os elementos mais imediatos são a clareza da argumentação e a capacidade de síntese. Também é interessante notar que boa parte dessa história surgiu do concreto, muitas vezes com objetivos práticos, seja no início da ciência moderna, seja em tempos do computador e das novas mídias digitais.

A imagem, a arte e cultura visual têm se tornado bastante populares nos estudos não só na história da ciência mais “dura” (anatomia, física), mas também nos estudos das humanidades, começando com os gráficos estatísticos e chegando à imagem sobre dados culturais. Tal processo tem seu ponto inicial na demanda pela circulação de informações confiáveis que, se não podem ser totalmente objetivas, podem se aproximar de uma qualidade estável de informação que possa ser reproduzível. Os mapas provavelmente representam uma grande con-

tribuição para a história da representação através da imagem e, embora existam há milhares de anos, ganharam no mundo moderno e mais recentemente um lugar de destaque.

Uma das questões mais expressivas em torno do debate sobre visualização se concentra na relação entre visualidade e condições históricas do mundo. Desde que a crença numa posição teleológica diante do progresso se desfez, a pergunta passou a ser como determinadas formas de conhecer se tornaram possíveis. Para a visualização, a resposta tem recaído sobre a natureza da produção e apropriação do mundo, que se alterou dramaticamente com a modernidade. O papel da imagem dentro dos processos cognitivos tem sido uma constante nos estudos sobre o impacto tecnológico, seja ele a invenção da prensa, seja ele as novas configurações dadas pela invenção do computador e da Web. Numa espécie de relação de afinidade, mais do que de causalidade, a tecnologia tem sido apontada como o elemento central no contemporâneo. É impossível afirmar que invenções tecnológicas determinaram o comportamento humano, mais do que são dele consequência. E, embora todo tipo de hipótese tenha seu lugar, os pesquisadores têm optado por compreender mais e explicar menos as relações do mundo, dos instrumentos e dos avanços da ciência e tecnologia. Embora no Brasil os estudos sobre uma cultura material sejam ainda muito discretos, em outros centros de pesquisa já se desenvolvem verdadeiras etnografias dos laboratórios científicos²⁶. Esses trabalhos discutem não apenas o caminho tradicional de se perguntar sobre as influências da subjetividade nas descobertas científicas, mas se questionam sobre a própria construção interna ao campo, os elementos materiais que estão envolvidos nas pesquisas, as formações de comunidades científicas e sua extensão, e incluem um estudo parcimonioso sobre a visualização e a ciência. Nesse caso, se trata de pensar uma espécie de “vida das imagens” desde sua pro-

26 LATOUR, Bruno; WOOLGAR, Steve. *A vida de laboratório: a produção dos fatos científicos*. Tradução de Angela R. Vianna. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 1997.

dução até sua dinâmica, tanto no interior do campo da ciência até seus usos em outros contextos. Como resultado, os trabalhos se dedicam ao exame das representações dos instrumentos ou, para parafrasear Latour, trata-se do estudo de como os cientistas “fazem” suas pesquisas com palavras, com imagens, mas também com os olhos, com canetas, papéis, computadores, e mais recentemente, pela Web. A força das imagens e seu uso tomado *per se* como evidência, em função de um status de HD, tem mostrado o caráter hiper-realista que as fotografias, vídeos e imagens tem sobre inúmeras concepções, como gênero²⁷ nossa concepção daquilo que chamaríamos de natureza (imagens e vídeos feitos sobre a terra). Nesse sentido, as imagens e representações visuais podem ser concebidas como objeto em si mesmo, que contêm uma espécie de episteme própria.

Finalmente, os estudos sobre a visualização e a imagem têm sido largamente desenvolvidos como uma área interdisciplinar. Os avanços nas tecnologias dos pixels tem aproximado e desfeito rigorosos limites entre áreas de conhecimento como é o caso da medicina e das humanidades. Não parece restar dúvidas de que tecnologias da imagem promovem um impacto na organização social, resta colocar mais estudos em comparação tentando compreender a natureza dessa relação, bem como os modos através dos quais ela se realiza.

27 HARAWAY, Donna. *Primate visions: gender, race, and nature in the world of modern science*. New York & London: Routledge. 1989.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALPERS, Svetlana. *A Arte de Descrever: a arte holandesa no século XII*. São Paulo: EDUSP, 1999.

ARNHEIM, Rudolf. *Arte e percepção visual: uma psicologia da visão criadora: nova versão*. Tradução de Ivonne Terezinha de Faria. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2005.

BAILEY, Jefferson; PREGILL, Lily. “Speak to the Eyes: The History and Practice of Information Visualization”. *Art Documentation*, V. 33, 2014.

BLAIR, Ann. *Too Much to Know: Managing Scholarly Information before the Modern Age*. New Haven, CT: Yale University Press, 2010.

BURKE, Peter. *História Social da Mídia*. Rio de Janeiro: Zahar, 2006.

BURKE, Peter. *História Social do Conhecimento*. Rio de Janeiro: Zahar, 2003.

CAMPOS, Maria Luiza et al. “Centros de cálculo: a mobilização do mundo”. *Informare*. Rio de Janeiro, v. 6, n.º 1, 2000. p 29-43.

CHARTIER, Roger. *A Aventura do livro*. São Paulo: UNESP ed., 1998.

DARTON, Robert. *A questão dos livros*. São Paulo: Companhia das Letras, 2010.

DARTON, Robert. *O Iluminismo como negócio*. São Paulo: Companhia das Letras, 1996.

EISENSTEIN, Elizabeth L. *A Revolução da Cultura Impressa: Os Primórdios da Europa Moderna*. São Paulo: Editora Ática, 1998.

GALISON, Peter. *Image and Logic: A Material Culture of Microphysics*. Chicago: Chicago University Press, 1997.

GALISON, Peter; LORRAINE, J. *Objectivity*. Cambridge, London: MIT Press, 2010.

GOMBRICH, Ernst. E. H. “Review of William M. Ivins, Jr., Prints and Visual Communication”. *British Journal for the Philosophy of Science*, Vol. 5, 1954-5. p. 168-169.

HARAWAY, Donna. *Primate visions: gender, race, and nature in the world of modern science*. New York & London: Routledge, 1989.

HOLMES, Nigel. *Wordless Diagrams*. New York: Bloomsbury, 2005.

JAY, Martin. “Scopic Regimes of Modernity”. In: FOSTER, Hal (Org.). *Vision and Visuality*. Seattle: Bay Press, 1988.

LATOUR, Bruno. “Cognição e visualização: pensando com olhos e mãos”. *Terra Brasilis*, v. 4, 2015. Disponível em: <http://terrabrasilis.revues.org/1308>. Acesso em: 08 de abr. 2016.

LATOUR, Bruno. “Redes que a razão desconhece: laboratórios, bibliotecas, coleções”. In: PARENTE, André. *Tramas da Rede*. Porto Alegre: Sulina, 2004.

LATOUR, Bruno. “Visualization and Cognition: thinking with eyes and hands”. In: KUKLICK, Henrika (Org.). *Knowledge and Society: Studies in the Sociology of Culture Past and Present*. Reino Unido: Jai Press, 1986. p. 1-40.

LATOUR, Bruno. *Ciência em ação: ou como seguir a sociedade de cientistas e engenheira a fora*. São paulo: UNESP, 2000.

LATOUR, Bruno; WOOLGAR, Steve. *A vida de laboratório: a produção dos fatos científicos*. Tradução de Angela R. Vianna. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 1997.

McLUHAN, M. *Os meios de comunicação como extensões do homem*. São Paulo: Cultrix, 1964.

MORETTI, Franco. *Distant Reading*. London: Verso, 2013.

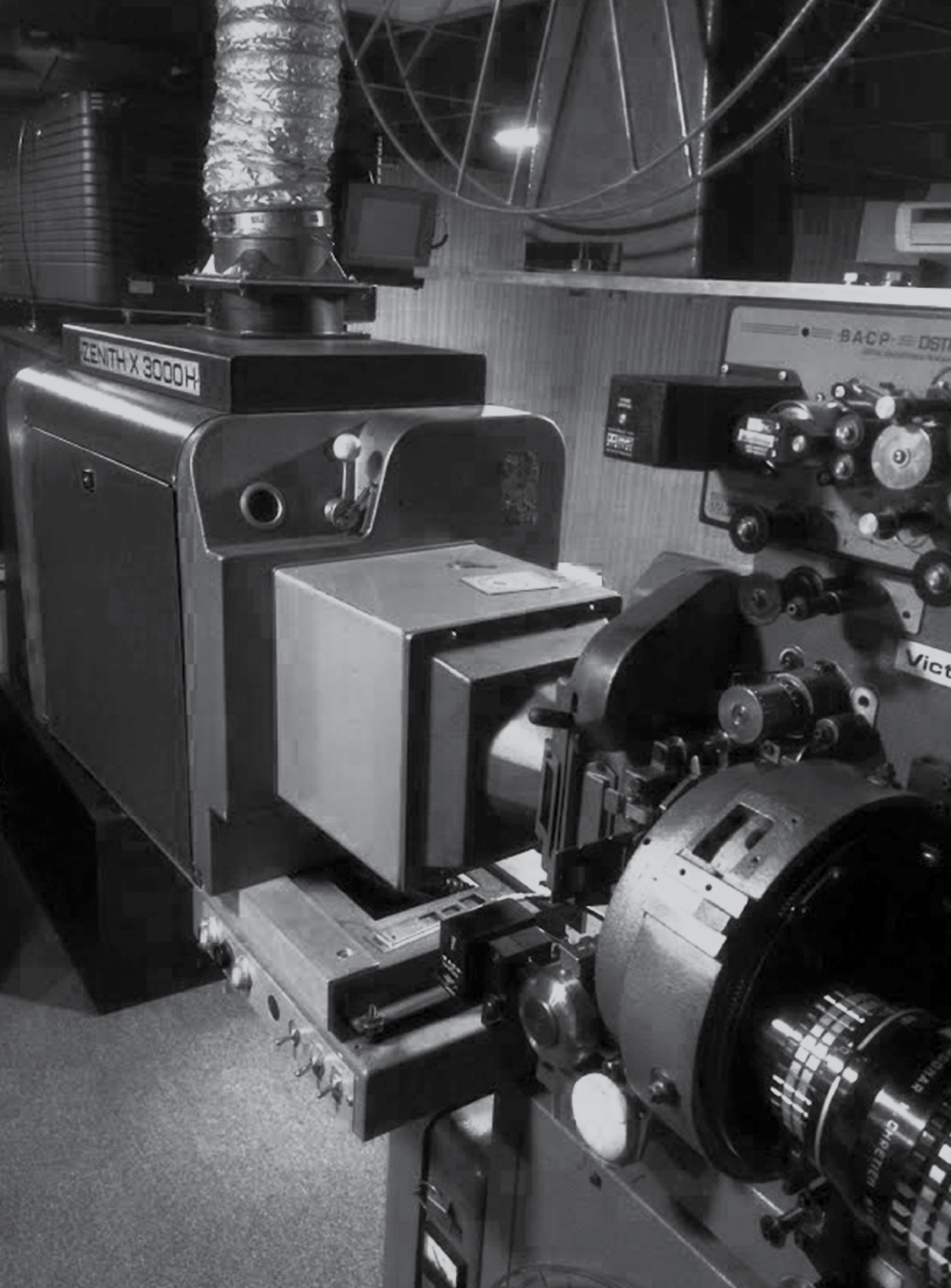
MORETTI, Franco. “Conjectures on World Literature”. *New Left Review*, n. 1, 2000. p. 54–68.

NYÍRI, Kristóf. “Gombrich on Image and Time”. In: *Bilder – Sehen – Denken*, 2009, Chemnitz. Disponível em: http://www.hunfi.hu/nyiri/Nyiri_Chemnitz_talk_with_pictures.pdf. Acesso em: 08 de abr. 2016.

SAUSSURE, Ferdinand de. *Curso de linguística geral*. São Paulo: Pensamento-Cultrix, 2002.

PARTE 3

***CAPTAÇÃO, PROCESSAMENTO
E EXIBIÇÃO***



ZENITH X 3000H

BACP-DST

Victor

SOLAR
CHIEFTAIN

Seja o que for que o futuro nos reserva, certas coisas são infalíveis. Roteiristas ainda terão de inventar novas fascinantes histórias. Produtores irão reunir as pessoas e os recursos que tornam tudo possível. Diretores vão dirigir, atores irão atuar. Diretores de fotografia irão enquadrar planos e iluminá-los. O público, por outro lado, não terá semelhante obrigação de lotar nossas salas de cinema.

– Richard Crudo, presidente da ASC (*American Society of Cinematographers*)

A sociedade desde meados do século XX está numa trajetória de incorporação de tecnologias digitais, que afetam significativamente as estruturas econômicas, culturais e comunicacionais. Processos produtivos industriais, serviços, as artes e relações entre pessoas foram e estão sendo alterados e (re)criados. Que as tecnologias digitais seriam integradas ao cinema não era uma dúvida.

Essa integração já está incorporada em toda a cadeia canônica do cinema, da concepção à exibição e comercialização, passando pela captação, pós-produção e distribuição. Mas esse processo ainda possui algumas incertezas. A digitalização trouxe mudanças profundas à sociedade e há uma expectativa e especulação sobre quais serão as mudanças surgidas com um Cinema Digital.

Há dúvidas muito pragmáticas, quanto à capacidade das tecnologias digitais de atingir padrões técnicos – por exemplo de captação ou exibição ou preservação – equivalentes aos do aparelhamento tecnológico da película.

Surgem também questões mais amplas: enquanto atividade artística e econômica, o cinema também sofrerá mudanças? A indústria cinematográfica movimenta centenas de bilhões de dólares por ano e há, portanto, diversos interessados em qualquer pequena novidade que possa afetar o mercado e suas margens de lucro. Quem serão os beneficiados pelas mudanças, quais seus impactos culturais e quais os interesses políticos e ideológicos por trás dos estímulos e fomentos para essas mudanças são também preocupações que devem estar sob escrutínio teórico e de profissionais.

A seguir apresento algumas discussões sobre o que vem a ser um cinema digital, culminando na sala de cinema, que está num recentíssimo processo de mudança tecnológica.

O DIGITAL EM BUSCA DE UM CINEMA

Para uma análise teórica do Cinema Digital seria razoável, a princípio, um esforço na definição do termo. Definições muito cuidadosas e precisas de “cinema”, “mídia”, “digital” etc. fogem ao escopo desse texto, que opta por privilegiar algumas das questões que estão mais diretamente relacionadas às dificuldades de definir o que é o Cinema Digital.

O termo “cinema” pode estar relacionado tanto à atividade de produção de filmes quanto à de sua exibição, quanto à combinação das duas. Mesmo a produção compreende obras de diversas durações, estéticas e pretensões artísticas e comerciais. A exibição em uma sala escura coletiva, por sua vez, está em geral associada a uma obra narrativa de longa-metragem. É possível expandir a definição de modo que contenha obras experimentais e diversas outras janelas de exibição, comerciais ou não, mas não se pode excluir esse uso mais difundido histórica e comercialmente como Cinema. É o uso coloquial do termo

e a definição que se encontra no dicionário. Esse privilégio à narrativa é duramente criticado por alguns autores, como Manovich, quando declara “Cinema é movimento e ilusão de realidade, não é narrativa audiovisual, nem projeção, nem coletividade de espectadores.”¹ Outros, como a portuguesa Mirian Nogueira Tavares², afirmam que o cinema simplesmente ainda está numa fase em que não superou a narrativa, como a literatura supostamente já conseguiu.

O termo “digital” também possui sua amplitude de usos. Segundo Timothy Binkley, digital é somente uma forma de representação de informação, e de fato “imagem digital” é um oxímoro³. Só existe uma coleção de dados, representados numericamente e que podem, após serem submetidos a interfaces, ou seja, processos de transformação digital-analógico, gerar diferentes imagens, relacionadas entre si por essa matriz comum. Esses processos heteromórficos são diferentes portais ontológicos para cada imagem. Equipamentos “digitais”, dos quais a epítome é o computador, possuem diversas partes analógicas, e interfaces. De fato, o termo “*numérique*” é preferido para representar o conceito de “digital” em francês. Matthew Katz vai mais adiante ao salientar que

[...] a diferença entre representações analógicas e digitais reside no formato, e não no meio. A representação digital é discreta, e um usuário pode facilmente distinguir um elemento do outro.⁴

Essa representação discreta e discernível leva à capacidade de leitura e escrita perfeita de informações, ou seja, à possibilidade de cópia exata de dados, e aí está o cerne dos avanços trazidos pelos dispositi-

1 MANOVICH, Lev. *What is digital cinema?*. 1995.

2 TAVARES, Mirian Nogueira. “Cinema Digital: novos suportes, mesmas histórias”. *ARS*, v.6, n.12, 2008. p. 36-45.

3 BINKLEY, Timothy. “Digital Dilemmas”. *Leonardo*. Supplemental Issue, V. 3, Digital Image, Digital Cinema: SIGGRAPH '90 Art Show Catalog. 1990. p. 13-19.

4 KATZ, Matthew. “Analog and Digital Representation”. *Minds & Machines*, v. 18, n. 3, 2008. p. 403-408.

vos digitais, incluindo o armazenamento e a transmissão confiável de informação.

Um exercício comum nas aulas de geografia da escola primária era, usando papel vegetal (semi-transparente), copiar as fronteiras em mapas, para memorizar estados e países. Por menor que seja a ponta da caneta, por mais habilidoso que seja o aluno, e por mais transparente que seja o papel, a cópia não será perfeita. Se uma nova cópia for feita, desta vez usando o papel vegetal como matriz, a diferença para o original tende a ser cada vez maior. A cada nova “geração” de cópia, nuances do original podem ser perdidas, e pequenas imprecisões nas ferramentas (seja o papel, a caneta, ou mesmo a luminosidade da sala de aula) ou nas técnicas empregadas podem trazer novas, e falsas, nuances. Exatamente o mesmo risco existe na copiagem de materiais audiovisuais analógicos. Seja a passagem do negativo de câmera para o interpositivo para o internegativo para a cópia de exibição, seja o processo de revelação desses vários negativos, seja a transmissão de um sinal analógico de televisão pelo ar, seja a cópia de uma fita VHS. Independentemente das características do original e da sua qualidade, em cada manipulação sua composição poderá ser alterada. Informações digitais, que em última análise são, em cada unidade de informação, ou 0 ou 1, são facilmente comparáveis ao original, mesmo que existam possíveis erros nos dispositivos de leitura e escrita, e esses erros podem ser corrigidos automaticamente.

As implicações práticas da digitalização, estão, de acordo com Wyatt, relacionadas ao fato de que processos de manipulação de dados digitais – software – podem substituir processos analógicos - hardware (por exemplo eletro-mecânicos, ou fotoquímicos) de forma muito mais barata, o que ajuda na sua difusão e democratização:

Dessa forma, a tecnologia digital é acessível para indivíduos e não apenas para organizações. Ela facilita a existência de processos não-comerciais. O

resultado é a difusão por uma base ampla⁵.

O autor defende que um terceiro pé, *thoughtware*, é que determina os propósitos, técnicas e ações no uso de software e hardware. Para imagens em movimento, o *thoughtware* seria a estética. Wyatt irá relacionar cinema com a criação das imagens e define então Cinema Digital como “o sistema estético para a criação de imagens em movimento geradas por computador, bem como o processo de realizar esta ação”⁶. Não há para ele nenhum requisito sobre o tipo de conteúdo cinemático gerado, nem sobre seu uso. Manovich segue a mesma linha: “Cinema Digital é um caso particular de animação, que usa cenas reais como um dos seus muitos elementos”⁷. Novamente sem qualquer vínculo com seu uso.

Belton⁸ separa a adoção de tecnologias em três fases: invenção, inovação (que incluiu a estratégia de comercialização), e difusão. Cada fase tem implicações diretas sobre os diferentes usos dessas tecnologias, conforme explicita Wyatt:

[...] a fase inicial de qualquer tecnologia recai sobre as enormes questões do desenvolvimento do aparelho, não da mensagem ou da estética. Recai sobre os meios para fazer e receber mensagens, e não o seu conteúdo.⁹

Só depois de vencido esse desafio poderia-se cobrar a apropriação pela tecnologia do *thoughtware* estabelecido, ou mesmo o desenvolvimento de um novo.

Porém, com as tecnologias digitais, esses dois processos acontecem cada vez mais de forma concomitante, há movimentos paralelos

5 WYATT, Roger B. “The Emergence of a Digital Cinema”. *Computers and the Humanities*, v.33, n.4, Digital Images, 1999. p. 365-381.

6 Idem.

7 MANOVICH, Lev. *What is digital cinema?*. 1995.

8 BELTON, John. “Digital Cinema: A False Revolution”. *October: Obsolescence*, V. 100. Cambridge: The MIT Press, 2002. p. 98-114.

9 WYATT, Roger B. Op. Cit.

e contínuos em que desenvolvedores de tecnologias e dispositivos devem assimilar muito rapidamente os usos propostos e criados pela indústria, artistas e consumidores, que inclusive se fundem. Essa fluidez põe em cheque muitas tentativas de teorização.

Henry Jenkins indica que se entendemos “teoria” como “uma tentativa de fazer uma generalização, buscando significado, para interpretar e avaliar experiências e práticas locais”¹⁰, então a era digital se dá a muita teorização fora da academia, entre profissionais técnicos, gestores, artistas e usuários, o que Thomas McLaughlin¹¹ chama de “teoria vernacular”. E a academia de certa forma tem se visto obrigada a correr atrás, incapaz de acompanhar e prever com a mesma velocidade todas as mudanças que acontecem nas mídias e na cultura. Jenkins também detecta uma mudança de caráter na abordagem:

[...] a necessidade de criar uma teoria útil está gerando um novo estilo acadêmico diferente das teorias mais abstratas que têm dominado estudos de mídia nas últimas décadas.¹²

Ou seja, existe uma aproximação entre a pesquisa e a prática, porém o foco de identificação e de atenção é em

[...] pontos de experimentação e inovação promissores para desenvolvimento futuro, mesmo quando esses pontos contrariam a lógica comercial em vigor. O perigo, é claro, é reconstruir hierarquias culturais antigas, valorizando obras digitais de vanguarda à custa de reconhecer o impacto cultural da inovação artística em produtos comerciais.¹³

-
- 10 JENKINS, Henry. “The Work of Theory in the Age of Digital Transformation”. In: MILLER, Toby; STAM, Robert (Orgs.). *A Companion to Film Theory*. Malden: Blackwell, 2004. p. 234-261.
 - 11 MCLAUGHLIN, Thomas. *Street Smarts and Critical Theory: Listening to the Vernacular*. Madison: University of Wisconsin Press, 1996.
 - 12 JENKINS, Henry. Op. cit.
 - 13 Idem.

No prefácio do livro de Charles Schwartz¹⁴, o presidente da ASC, Richard Crudo, conta a história da adoção das lâmpadas incandescentes pelos estúdios de Hollywood: “elas permitiam que fizéssemos a mesma coisa, só que mais barato”. Esse é o receio diagnosticado por muitos teóricos, observar o novo somente com os olhos do presente, como descrito na observação de McLuhan:

[...] quando confrontados com uma situação nova, tendemos sempre a nos prender aos objetos, ao teor do último percurso percorrido. Nós olhamos para o presente com um espelho retrovisor. Nós marchamos para trás para o futuro.¹⁵

A postura oposta é a de procurar as mudanças que podem modificar o *status quo*, o que, porém, incorre no risco de especular excessivamente, buscando significados e consequências muito mais amplos do que de fato aquilo que uma “revolução do cinema digital” trará.

De fato, observamos em Tavares esse viés identificado: “Hoje a tecnologia do cinema permitiria realizar plenamente o desejo das vanguardas: imagens tornadas fluidas e imateriais, capazes de ultrapassar o próprio discurso verbal. A aporia da criação cinematográfica contemporânea seria respeitar os limites da narrativa do séc XIX”¹⁶. Jenkins também observa essa polarização em parte das análises, quando afirma:

[...] a imaginação utópica dá forma às teorias do digital - tanto um entusiasmo sem graça, que vê o desenvolvimento de meios digitais como um caminho irreversível em direção a uma melhor qualidade de vida, quanto a versão cautelosa, que usa a preocupação com o futuro para questionar aspectos preocu-

14 SCHWARTZ, Charles S. (Org.). *Understanding Digital Cinema: A Professional Handbook*. Oxford: Focal Press, 2004.

15 MCLUHAN, Marshall; FIORE, Quentin. *The medium is the message*. Nova York: Bantam Books, 1967. p. 74.

16 TAVARES, Mirian Nogueira. “Cinema Digital: novos suportes, mesmas histórias”. *ARS*, v.6, n.12, 2008. p. 36-45.

pantes da atualidade.¹⁷

Enquanto uns veem no digital uma possibilidade de emancipação formal e democratização de acesso, há também os que lamentam parte das mudanças. Estes chegam a defender que o trabalho na moviola, ou os *dailies*¹⁸ chegando somente no dia seguinte, ambos processos muito mais lentos que suas contrapartidas digitais, são benéficos e uma das perdas vindas da digitalização do cinema, assim como a perda da “tensão” e portanto “atenção” existente no set quando a câmera roda, ligada à baixa disponibilidade de negativo (claro, devido a seu custo).

A relação entre o desenvolvimento das tecnologias digitais para o audiovisual e sua adoção pelos modos de produção industriais parece óbvia. Porém, como detecta Belton,:

[...] a revolução digital está sendo conduzida mais pela indústria do entretenimento caseiro e por interesses de marketing das empresas do que por qualquer desejo de revolucionar a experiência de ir ao cinema.¹⁹

É preciso ter em mente o quanto esses desenvolvimentos estão agindo na manutenção de interesses econômicos e o quanto estão possibilitando que o *status quo* comercial seja questionado. Manovich alerta, dentro de sua agenda ideológica:

[...] cineastas de vanguarda já fizeram algumas combinações de animação com cenas reais, mas como uma forma de protesto, para criticar o cinema comercial, se desviar dele, não como uma técnica para aprimorá-lo.²⁰

17 JENKINS, Henry. Op. cit.

18 Compilados diários do material captado, geralmente enviados para o diretor assistir. Quando a captação é em película, o material tem de ser levado ao laboratório, revelado e copiado ou telecinado para poder ser assistido. Quando a captação é digital, em geral é possível assistir aos planos assim que eles foram captados.

19 BELTON, John. “Digital Cinema: A False Revolution”. *October: Obsolescence*, V. 100. Cambridge: The MIT Press, 2002. p. 98-114.

20 MANOVICH, Lev. *What is digital cinema?*. 1995.

Veremos a seguir algumas das modalidades de produção e difusão de obras audiovisuais que surgem ou são afetadas significativamente pela digitalização. Desde já é importante reconhecer que a substituição de hardwares por softwares pode trazer diversas consequências, como redução de custos, de tamanho e peso dos dispositivos, melhora de qualidade, versatilidade de usos etc. não necessariamente compatíveis entre si. Neste momento, o conceito de cinema digital está, para o público em geral, associado principalmente à adoção do som digital pelas salas duas décadas atrás. Ainda segundo Belton²¹, eventuais adoções de novas tecnologias são sempre mediadas por questões econômicas: a adoção da cor no cinema, uma mudança com um impacto nas possibilidades criativas e experiência do público muito mais óbvio do que o da digitalização, só aconteceu de fato de forma generalizada quando a televisão colorida surgiu como mercado secundário.

Jeffrey Shaw²² especula que o cinema canônico será superado pelas novas tecnologias e mídias digitais como videogames²³ e, principalmente, pelo “cinema expandido”, ou “realidade aumentada”, processos que tentam conjugar o mundo real e seus habitantes a construções ficcionais, se liberando de um espaço limitador como a tela e sala de cinema, de TV ou mesmo o palco do teatro. Entre essas plataformas está também uma vertente de obras intimamente adaptadas ao seu entorno, chamadas de Location Based Entertainment, que se aproveitam de um espaço, seja uma sala, uma montanha, ou cidade, para construir uma experiência audiovisual e sensorial mais imersiva. Youngblood (1970) fez um levantamento de diversas experiências pré-digitais de cinema

21 BELTON, John. Op. Cit.

22 SHAW, Jeffrey. “O cinema digitalmente expandido: o cinema depois do filme”. In: LEÃO, Lúcia (Org.) *O chip e o caleidoscópio*: Reflexões sobre as novas mídias. São Paulo: Senac, 2005. p. 353-364.

23 O faturamento direto da indústria do videogame já é maior do que o do cinema, mas os direitos conexos e mercados secundários, como veremos a seguir, ainda deixam o cinema, por ora, à frente.

expandido²⁴, assim como Shaw, que também já inclui experiências de cinema digitalmente expandido, em particular o uso das CAVEs, ambientes imersivos que misturam instalação e visualização científica de dados.

Outra expansão possível para o audiovisual proporcionada pela digitalização é a interconectividade, que é chamada por alguns autores de “hipermídia”. Essa conexão se dá tanto entre conteúdos diversos quanto na manipulação do caminho entre conteúdos pelo usuário-espectador, ou seja, no desenvolvimento de interatividade com a “obra”. Shaw lembra que todas as formas tradicionais de expressão são interativas no sentido de que devem ser interpretadas e reconstruídas no processo de apreensão. Porém a interatividade digital oferecerá um controle maior, e talvez mais criativo, por parte do “espectador”. Com as redes, isso se expande a espaços sociais virtuais, enquanto experiência cultural.²⁵ Se o hipertexto traz possibilidades muito maiores do que o texto, tem de se tomar cuidado ao esperar que ele assuma um papel mais amplo, conforme propõe Jenkins:

O hipertexto visa dismantelar tudo o que era rígido, hierárquico e unidirecional na cultura impressa. A consagração de uma “democratização radical” literária. Chegar em um sistema educacional onde não se pode ser um crítico sem ser um criador.²⁶

Tal objetivo requer mudanças sociais, institucionais e culturais nada simples e muito menos automáticas. A interação e os eventuais ideais democráticos subjacentes não estão na tecnologia, mas na relação do usuário com ela. Belton reforça o coro ao criticar que “a

24 YOUNGBLOOD, Gene. *Expanded Cinema*. Nova York: E.P. Dutton, 1970.

25 Apesar disso, uma pesquisa de 2013 da agência de publicidade F/Nazca indicava que, no Brasil, 51% dos comentários em redes sociais sobre acontecimentos “live” são sobre programa de TV.

26 JENKINS, Henry. “The Work of Theory in the Age of Digital Transformation”. In: MILLER, Toby; STAM, Robert (Orgs.). *A Companion to Film Theory*. Malden: Blackwell, 2004. p. 234-261.

atual tecnologia de projeção digital não confere ao público o empoderamento do digital”²⁷, o que quer que seja esse empoderamento que a projeção digital deveria proporcionar. Wyatt também preconiza que surgirá uma “teoria do caos das imagens”:

Conforme a internet evolui, torna-se uma teia pulsante de imagens formadas a partir de inúmeras realidades individuais, juntamente com a capacidade de compartilhar facilmente essas realidades, a concretização do ciberespaço de Gibson, um bazar de imagens preenchido com novas vozes. Um coro canta no ciberespaço.²⁸

Sem se preocupar, no entanto, que um coro precisa ser organizado, regido. O maior desafio do cinema digitalmente expandido é o planejamento de novas técnicas, narrativas ou não, de engajamento do público.²⁹

Mesmo dentro da produção cinematográfica clássica, no entanto, a digitalização traz modificações importantes.

Do ponto de vista da captação, é importante notar que o sensor da “câmera digital”, seja CCD ou CMOS, é analógico, sendo digital somente a interpretação de seus conteúdos. Sendo assim grande parte das barreiras vindas da adoção das tecnologias digitais no cinema seguem a trajetória bastante longa do vídeo analógico que, impulsionado pelo desenvolvimento do registro digital das imagens, se aperfeiçoou tecnicamente e chegou ao ponto de pelo menos atingir a qualidade de sensibilidade de luz e cor e tamanho de sensor (e portanto profundidade de campo) das melhores câmeras de película. Paralelamente desenvolveram-se câmeras digitais pequenas, leves e muito mais baratas que qualquer possível solução em filme, que permitem novos movimentos e até novas estéticas cinematográficas como o *Mumblecore*. Mesmo as-

27 BELTON, John. “Digital Cinema: A False Revolution”. *October: Obsolescence*, V. 100. Cambridge: The MIT Press, 2002. p. 98-114.

28 WYATT, Roger B. “The Emergence of a Digital Cinema”. *Computers and the Humanities*, v.33, n.4, Digital Images, 1999. p. 365-381.

29 Vide, por exemplo, MURRAY, Janet. *Hamlet no Holodeck: O futuro da narrativa no ciberespaço*. São Paulo: Unesp, 2003.

sim ainda há por parte de certos realizadores uma demanda de uma marca visual como a textura do grão do fotoquímico e pesquisadores como o suíço Christian Iseli buscam avaliar a real percepção do público sobre essas diferenças ontológicas entre imagens.

O suporte de gravação dos conteúdos é um dos aspectos efetivamente revolucionados pelas tecnologias digitais. A gravação em arquivos proporciona uma economia grande com relação aos negativos, que chegavam a representar 20% dos custos de produção em média e montantes como 55 milhões de dólares para *blockbusters* como *Titanic*. A economia de fato permite que se grave mais conteúdo e sem as antigas limitações de tomadas de no máximo 5 minutos.³⁰

A pós-produção é outro campo com mudanças significativas. A digitalização de todo o conteúdo (mesmo que captado inicialmente em filme) permite uma manipulação muito mais rápida e flexível, permitindo maior experimentação. Embora os custos também tivessem potencial de ser diminuídos, na prática capta-se muito mais material, aumentando o volume de trabalho de montagem.

Do ponto de vista de alterações da imagem, também a digitalização e sua capacidade de replicação infinita do material torna os processos mais fáceis, versáteis e muito mais baratos, tornando-se também mais acessíveis, muito embora ainda exista uma demanda artística importante para uma integração transparente entre imagens alteradas e conteúdos originais. A manipulação computacional das imagens está no cerne de muitas discussões sobre uma possível mudança no caráter das imagens captadas digitalmente, se há ou não uma perda de indexicalidade, se é formada uma nova ontologia. Essa discussão acontece tanto no campo teórico como também na reorganização das relações de trabalho na indústria.

Na academia há uma rica discussão sobre o cinema digital, na

30 Há adaptações para emenda de mais de um rolo de negativo 35mm, e os rolos de 16mm permitem rodar até 11 minutos, mas são soluções com aumento de custo ou perda de qualidade.

parte produtiva da cadeia, especialmente quanto à captação, alteração e composição de imagens, os significados da geração artificial ou manipulação de imagens por computador e nas consequências que isso tem ou deveria ter sobre os conteúdos, as narrativas e suas formas, que pode ser vista nos textos referenciados aqui e outros³¹. Porém pouco se analisam as tecnologias digitais do ponto de vista da forma do seu funcionamento e de seu aproveitamento pleno e avaliação de suas possibilidades técnicas, especialmente no Brasil. São dignos de nota os trabalhos de Moretti³² e Guimarães³³, que traçam panoramas do estado das tecnologias, com foco respectivamente na captação e pós-produção, adotadas em seus respectivos períodos de estudo.

Gomide³⁴ explora algumas das controvérsias sobre a manipulação digital da imagem ao comentar o caso de *As aventuras de Pi* (Ang Lee, 2012), com direção de fotografia do chileno Claudio Miranda. O filme, que tem a maioria de suas cenas com grande parte da imagem e inclusive personagens criados digitalmente, teve sua cinematografia premiada em eventos prestigiosos como o *Oscar*³⁵ e *BAFTA*³⁶, entre vários outros festivais internacionais, e ainda recebeu indicações mesmo

31 Por exemplo: ROGERS, Ariel. “*You don’t so much watch it as download it’*: Conceptualizations of digital spectatorship”. *Film History*, v. 24, n. 2, Digital Cinema, 2012. p. 221-234; DALY, Kristen. “Cinema 3.0: The Interactive-Image”. *Cinema Journal*, v. 50, n. 1, 2010. p. 81-98.

32 MORETTI, Marco. *Cinema digital no Brasil: qual o estado dessa arte?*. Dissertação (Mestrado em Ciências da Comunicação) - Escola de Comunicações e Artes, Universidade de São Paulo. São Paulo. 2002.

33 GUIMARÃES, Paulo Ary Tender. *Cinema digital e um modelo de tecnologia alternativa de film transfer*. Dissertação (Mestrado em Meios e Processos Audiovisuais) – Escola de Comunicações e Artes, Universidade de São Paulo. São Paulo. 2008.

34 GOMIDE, João Victor Boechat. “Cinematografia Digital e Efeitos Visuais”. In: *Avanca/Cinema 2013: International Conference*. Avanca: Cineclub de Avanca, 2013. p. 1199-1207.

35 The Academy Awards, EUA

36 British Academy of Film and Television Arts, que concede premiação homônima

em associações de fotógrafos como a ASC³⁷ ou em eventos especializados como o *Camerimage*³⁸. Embora desde *Avatar* (2009) seja comum criticar a premiação da cinematografia de filmes com muitos efeitos digitais, o diretor de fotografia Christopher Boyle foi agudo ao criticar os prêmios recebidos por Claudio Miranda. Boyle, por sua vez premiado diversas vezes por sua cinematografia em filmes como *2046 – Os segredos do amor* (Wong Kar-Wai, 2004), *Paranoid Park* (Gus Van Sant, 2007) e *Herói* (Zhang Yimou, 2002), disse:

[...] 97% do filme não está sob controle dele... eu acho que é um maldito insulto à cinematografia. [...] Isso não é cinematografia. Isso é controle da imagem pelos poderosos, pelas pessoas que querem controlar o sistema inteiro, porque são tudo contas para eles. Você perdeu o cinema. Isso não é cinema, e não é cinematografia.³⁹

A fala tem ecos de François Truffaut, 1978, quando afirmava em uma entrevista:

A cor trouxe tanto dano ao cinema quanto a televisão... É necessário lutar contra o excesso de realismo no cinema, do contrário ele não é uma arte... A partir do momento que um filme é em cores, captado na rua com sol, sombra e diálogo coberto pelo ruído de motocicletas, não é mais cinema... Quando todos os filmes eram em preto e branco, muito poucos eram feios, mesmo quando não tinham grande ambição artística. Agora a feiura domina.⁴⁰

As falas denotam por motivos quase que opostos uma aversão à mudança na aparência da imagem que cada um considera ser a “autên-

37 American Society of Cinematographers, que dá prêmios anuais de cinematografia.

38 Festival internacional de cinema da arte da cinematografia, realizado na Polónia.

39 DOYLE, Christopher. ‘Life of Pi’ Oscar is an insult to Cinematography. *Blouin Artinfo*. Shanghai. 05 mar. 2013. Entrevista concedida a Sam Gaskin.

40 TRUFFAUT, François. À propos de ‘Jules et Jim’. *L’Express*. 13-19 mar. 1978. Entrevista concedida a Catherine Laporte e Danièle Heymann.

tica” do cinema, e também na sua forma de ser captada, na forma de trabalho de quem a está captando. Truffaut defende que cinema verdadeiro não é realista, enquanto Doyle critica exatamente a modificação excessiva das imagens captadas pela câmera. Em ambos os casos, no entanto, os comentários contêm uma crítica mais forte à forma e filosofia de trabalho do que, de fato, ao resultado final da imagem, e nenhuma consideração sobre o que um possível público possa querer assistir.

Venha para o bem ou para mal, a digitalização da cadeia de produção cinematográfica, comercial ou não, já é uma realidade. Na produção, a captação em digital é ubíqua. Os maiores fabricantes de câmeras do mundo, Arri, Panavision e Aaton todos já pararam a produção de novas câmeras para filme. A fabricante de películas Eastman-Kodak pediu falência. Na pós-produção também: todo o material captado é digitalizado e operado digitalmente, mesmo quando ainda é captado e finalizado de formas analógicas.

DISTRIBUIÇÃO E EXIBIÇÃO

A exibição foi a componente mais atrasada na transição para o digital. Não por limitações qualitativas, pois testes comparativos indicam que cópias no formato DCP adotado pelas grandes distribuidoras são reconhecidas como de melhor qualidade pelo público, além de estarem imunes a riscos, envelhecimento, fungos, tremedeiras etc. Os motivos eram dois: a demora na adoção de um padrão e uma indefinição sobre quem assumiria os altos custos da transição. A digitalização dos projetores não gera economias para o exibidor, e de fato não é óbvio que ela trará melhorias para ele. Aparecem novas possibilidades como o uso de 3D (estereoscopia), de frame-rates diferentes, de efeitos como cadeiras que tremem, de novos conteúdos como a transmissão inclusive ao vivo de eventos culturais e esportivos (que envolvem novos custos extras), mas não está claro ainda que nenhuma dessas novidades de fato dê um diferencial significativo de retorno financeiro para o exibidor que justifique o investimento na aquisição de novos equipamento.

O exibidor se vê tendo de concorrer com cada vez mais janelas de exibição de filmes, sem uma clara perspectiva de aumento de seu público e tendo de fazer um investimento em atualização de maquinário que não foi necessário (nem contabilizado) nos últimos 60 anos, tudo isso acompanhado de uma grande redução de custos para o distribuidor.

Hoje já estão consolidadas estratégias de mitigar os custos para os exibidores, aproveitando as economias proporcionadas aos distribuidores, por meio das integradoras e do VPF (*Virtual Print Fee*), taxa paga ao exibidor a cada filme digital exibido, como veremos a seguir. Mas, mesmo assim, o futuro para o exibidor, que desde a década de 1950 foi proibido de estar conectado economicamente a produtores e distribuidores nos EUA para evitar oligopólios, é incerto. Como mostra Belton:

Atualmente os cinemas desempenham um papel crucial como plataforma inicial de lançamento para filmes, gerando interesse do público neles e criando o zum-zum-zum que fará surgir um mercado para as vendas futuras, mas a função do lançamento em sala de cinema pode, lentamente, desaparecer.⁴¹

O faturamento com *home video* durante a década passada chegou a superar o da venda de ingressos, mas mesmo assim a sala de cinema ainda é uma economia crescente, com mais de 10 bilhões dólares de faturamento anual só nos EUA e crescimento de 30% na última década⁴².

Se os exibidores têm dúvidas quanto aos benefícios que terão com a digitalização, não se pode dizer o mesmo dos distribuidores. Em 2003, só no mercado americano, foram gastos 631 milhões de dólares em cópias de exibição 35mm⁴³. Gonzaga⁴⁴ estima que mais de 1,5 bilhão de dólares era gasto por ano só com o transporte e arma-

41 BELTON, John. "Digital Cinema: A False Revolution". *October: Obsolescence*, V. 100. Cambridge: The MIT Press, 2002. p. 98-114.

42 Dados: IHS Screen Digest Cinema Intelligence Report. November 2011

43 SCHWARTZ, Charles S. (Org.). *Understanding Digital Cinema: A Professional Handbook*. Oxford: Focal Press, 2004.

44 DE LUCA, Luiz Gonzaga. *A Hora do Cinema Digital: Democratização e Globalização do Audiovisual*. São Paulo: Imesp, 2009. (Coleção Aplauso)

zenagem adequados dessas cópias de exibição. A cópia digital, para ser distribuída, no máximo requer um disco rígido externo, que pode ser reutilizado centenas de vezes. Além disso, as cópias digitais têm imunidade contra a pirataria direta (no caso do padrão DCI) e permitem novas logísticas de envio usando redes terrestres, fotônicas ou não, ou via satélite, o que possibilita diferentes estratégias globais de comercialização. Essas estratégias inclusive incluem a distribuição por canais alternativos à sala de cinema, como *video-on-demand* (cujo maior representante global é o Netflix), com janelas de comercialização que se aproximam umas das outras e se potencializam, assim como a venda de produtos conexos licenciados: 70% dos rendimentos das distribuidoras já vêm desses mercados “secundários” (*ancillary markets*). Hollywood torna-se cada vez mais um difusor de informações e de marcas do que um distribuidor de filmes para cinemas.

Deve-se lembrar que para parcela significativa da produção cinematográfica, a exibição em sala de cinema é de certa forma a conclusão da longa cadeia de realização de um filme. As características dos aparatos de projeção, entendendo-se aqui tanto a reprodução de imagens em movimento quanto de sons, são determinantes sobre o que pode ser apreciado e, portanto, criado. Essa “imposição” da infraestrutura de exibição propaga-se inclusive sobre as obras que não têm as mesmas pretensões comerciais, mas que também almejam ser exibidas em salas de cinema.

Simplemente não é possível analisar as modificações e os novos padrões que o digital traz para a sala de cinema, o espaço de exibição, sem relacioná-las à distribuição. E, portanto, às cadeias econômicas e ao cinema comercial. Porém a (in)definição sobre o padrão não afeta só o mercado e a estrutura de distribuição dos grandes lançamentos, mas também uma das pontas mais independentes de exibição de filmes em cinema: os festivais. Se o formato de 35mm continuava sendo aceito e reconhecido como um dos melhores em qualidade, a enorme varie-

dade de formatos e mídias alternativos de distribuição (DVD, BluRay, Betacam, DV, DigiBeta, HDCAM, HDCAMSR, arquivos ProRes, arquivos H.264 etc.) tornava-se um inferno organizacional para mostras e festivais. Muitos, em especial os maiores como Cannes, Berlim e Veneza, não aceitavam nada que não fosse 35mm até início da década de 2010, e este era inclusive um dos principais “redutos de resistência” da película.

Na discussão sobre as mudanças técnicas da projeção, em particular no caso brasileiro, a disponibilidade de material para pesquisa é pequena, mas destaca-se principalmente o doutorado de De Luca⁴⁵, profissional de longa data da cadeia de exibição e distribuição que traça um panorama bastante completo da evolução das tecnologias de projeção, com especial foco às experimentações que estavam acontecendo quando da realização de sua pesquisa. Dois anos depois dela, em 2005, saiu a primeira especificação DCI, que seria regulamentada por normas da SMPTE em 2008. De Luca, em 2009, ainda lançou um livro descrevendo como estava começando o processo de digitalização no Brasil, com foco na cadeia econômica⁴⁶.

Segundo Schwartz⁴⁷, as grandes vantagens do digital para a sala de cinema seriam a facilidade de transporte, ajustes, controle de acesso criptográfico e de redistribuição de conteúdos entre diferentes salas de um mesmo complexo, ao passo que os grandes desafios são a imaturidade das tecnologias, seu custo de incorporação, sua complexidade e sua potencial impermanência.

Entre os exibidores, a demanda por um sistema de exibição digital é dupla. Por um lado, uma de suas principais fontes de renda no Brasil

45 DE LUCA, Luiz Gonzaga. *Cinema digital mudanças e transformações para um novo cinema*. 2003. Tese (Doutorado em Ciências da Comunicação) – ECA/USP. São Paulo. 2003. 2 v.

46 DE LUCA, Luiz Gonzaga. *A Hora do Cinema Digital: Democratização e Globalização do Audiovisual*. São Paulo: Imesp, 2009. (Coleção Aplauso)

47 SCHWARTZ, Charles S. (Org.). *Understanding Digital Cinema: A Professional Handbook*. Oxford: Focal Press, 2004.

está nas inserções publicitárias. De fato, em algumas redes, como a *Cinemark*, “a publicidade em tela já representa o maior faturamento do grupo”⁴⁸. Devido à dificuldade técnica, demora e custos para finalização e copiagem em 35mm (que também afetam as produtoras de longas-metragens), desejava-se que essas inserções publicitárias pudessem ser feitas não em filme, mas com cópias digitais. E as demandas dos anunciantes são cada vez mais para inserções direcionadas, a fim de atingir os públicos que julgam mais adequados. Como afirma uma diretora de mídia de agência publicitária:

Enquanto o meio cresce em bilheteria, o investimento em publicidade cai. Outro problema é a venda: o formato ‘cinesemana’ permanece, mas o meio gostaria de escolher as sessões, trabalhar por inserção, o que certamente é mais fácil com a digitalização⁴⁹

As exibições publicitárias já cobravam das salas a instalação de projetores digitais, chamados “pré-show” e que seriam usados exclusivamente para as inserções antes das sessões e possíveis vinhetas e avisos de segurança da sala. Ou seja, facilitar e, dessa forma, possibilitar ou aumentar a veiculação publicitária, traz uma perspectiva real de retorno financeiro que talvez justificasse um investimento em instalação de projetores digitais.

É importante notar que embora os conteúdos publicitários veiculados não tenham as mesmas demandas técnicas de qualidade do cinema, sendo muitas vezes as mesmas obras veiculadas em outras mídias menos tecnicamente capazes como a televisão, os projetores necessários para projeção desses conteúdos têm custo considerável. Embora se enquadrem na categoria COTS (*commercial off-the-shelf*, disponível no mercado em quantidade e a consumidores em geral),

48 PENTEADO, Claudia. “Cinema digital favorece perspectivas”. *PropMark*, São Paulo, 06 ago. 2012.

49 Idem.

mesmo se tratando de salas escuras, para as telas grandes como as de cinema, um projetor tem de ser de alta luminosidade, e o retorno de investimento é de médio prazo.

Alie-se a essa demanda de mercado publicitário o fato de que a transição para a projeção digital era uma realidade certa para os exibidores e, tendo-se um projetor digital instalado, utilizá-lo para exibição de filmes e de fato expandir os conteúdos possíveis de serem veiculados é um passo natural. Existe então um cenário de larga escala que combina demanda e potencial com necessidade de capital e incertezas quanto ao retorno desse investimento, ou seja, um cenário propício a surgimento de inovações e, na tradição empresarial brasileira, sujeito ao estabelecimento de políticas públicas de incentivo.

DIGITALIZAÇÃO DAS SALAS

O Brasil é um caso especial para estudo, pois foi adotado por algumas salas⁵⁰ um sistema que hoje é enquadrado na categoria de *Eletronic Cinema (E-Cinema)*, com severas limitações técnicas e que trouxe uma série de problemas em importantes mostras e festivais, com reclamações de público e profissionais sobre imagem e som precários e operadores mal treinados. Além disso, por incrível que pareça, o país foi pioneiro na adoção de sistemas experimentais de projeção eletrônica e digital. Chegou a ser o local com maior proporção de salas com projetores do tipo – aqui haviam 6 quando a Europa inteira possuía 10.

Não só o início da adoção das tecnologias de projeção digital no Brasil foi incomum, mas também o processo, que adquiriu características muito particulares, tendo seguido um caminho diferente do de outros países.

Uma empresa nacional, a *Rain Networks*, percebendo ao mesmo tempo uma demanda da cadeia de produção e outra da de exibição por um sistema de exibição digital, desenvolveu um modelo de negócios

50 O número de salas *Rain/Auwe/Mobz* chegou a 560 em 2011

adequado e conseguiu estabelecer um sistema híbrido de codificação, distribuição e exibição. Em seu auge, ocupou cerca de 350 salas em mais de 40 cidades brasileiras⁵¹.

As demandas do lado da produção por um sistema digital de finalização são de certa forma naturais dado o sistema de financiamento da produção cinematográfica brasileira por meio de recursos públicos via renúncia fiscal. Não há necessariamente um vínculo da produção com a necessidade de atingir qualquer resultado comercial, seja nas bilheterias das salas ou em outras formas de distribuição. O financiamento do filme é, em muitos casos, prévio ao lançamento.

Sem entrar diretamente no mérito das consequências desse sistema sobre a qualidade ou direcionamento dos filmes, o resultado médio de público atingido é ruim: dados do portal Filme B apontam que 80% da produção nacional lançada em cinema nos últimos 15 anos não atinge 50 mil espectadores. Como causa e consequência, existe, na prática, um distanciamento entre grande parte da produção nacional e das distribuidoras para salas de cinema. Isso pode ser exemplificado nos dados de que cerca de 40% dos filmes nacionais produzidos não são nem lançados comercialmente, e que, da parte lançada, mais de 80% não consegue obter renda igual à parte incentivada dos seus custos de produção⁵². O distanciamento se manifestava também numa dificuldade das produções de obter com as distribuidoras financiamento para produção de cópias em 35mm.

Obter uma cópia em película de uma produção originalmente captada e pós produzida em digital envolve etapas extras de finaliza-

51 CHRISTOFOLI, E. P. “A exibição de conteúdos digitais: o caso da RAIN NETWORKS”. V MOSTRA DE PESQUISA EM PÓS-GRADUAÇÃO. Anais. Edipucrs, Porto Alegre, 2010.

52 SILVA, S.N; MARTINS, V. A. P. “Um estudo sobre a eficiência da utilização de recursos de renúncia fiscal a partir dos filmes brasileiros lançados no cinema entre 2005-2009”. *Políticas Culturais em Revista*, 2 (4). 2011. p.102-129.

ção como conversão de espaços de cor, mixagem e masterização específicas de áudio e “transfer” de dados para filme que podem facilmente passar a soma de R\$70.000,00 extras para obtenção da primeira cópia (*answer print*), além dos custos de reprodução posterior de cerca de R\$8.000,00 cada cópia, em valores de 2013.

Como a cadeia de produção e pós-produção já se deslocou para as tecnologias digitais, em especial nas obras de “baixo orçamento”, categoria em que se enquadra grande parte da produção nacional, há uma demanda por parte das produtoras para um formato alternativo de finalização para exibição, mais barato. É necessário, no entanto, que esse formato seja veiculável nas salas de cinema, ou seja, precisa estar integrado a uma rede e estratégia específica de distribuição, adequado ao parque técnico disponível nas salas.

Nesse contexto, a *Rain* desenvolve um modelo de negócios para exibidores que supre as demandas de forma combinada: a cessão em comodato de um projetor digital multimídia (comercial, não específico para cinema nem especialmente certificado) com sistema integrado de gerenciamento, reprodução e carregamento a distância de conteúdo, via rede.

Com custos muito baixos para o exibidor, essa alternativa possibilitava equipar as salas com projetores digitais e ainda oferecer às agências de publicidade um sistema com controle completo de horário e local de veiculação de seus anúncios, assim como uma facilidade muito maior na distribuição do conteúdo para as salas que aderissem ao sistema em rede, centralizado pela *Rain*. O “*marketing pitch*” da *Rain* também vendia para as salas a possibilidade de usar o sistema para exibição de conteúdos alternativos como concertos, shows e esportes, inclusive ao vivo via satélite, caso equipamentos extras fossem instalados.

O sistema, que envolvia uma codificação de áudio e vídeo específica, possibilitaria a distribuidores, mas também diretamente a produtores e anunciantes publicitários, veicular seus filmes e anúncios nas salas da rede contratando com a *Rain* um pacote que envolvia a codificação e uma quantidade de exibições.

O lançamento da *Rain* aconteceu no Festival do Rio 2003, quando gerenciou as exibições digitais, codificando os conteúdos. No Festival de 2004, já possuía 100 salas em seu portfólio. Em 2007, já havia veiculado mais de 1 milhão de inserções comerciais. Chegou a ser apontado na imprensa internacional como um dos possíveis grandes caminhos para o cinema digital nos países em desenvolvimento.⁵³

Entretanto, o sistema desenvolvido possuía limitações técnicas. Apesar de incluir um sistema de criptografia dos conteúdos na comunicação com os servidores de projeção, as pretensões de servir de sistema para lançamento digital dos filmes das grandes distribuidoras não foram adiante, devido ao tipo (MPEG4 VC-1 encapsulado em WMV) e qualidade da codificação escolhida (resolução de 1.368x768 com menos de 10 megabits por segundo de bitrate), que foram considerados inadequados pelas “majors”.

Com esse revés a *Rain* se redirecionou comercialmente e passou a se declarar um agente de democratização de acesso, focando na distribuição “em cauda longa” do cinema independente e de arte, e em especial o cinema nacional, que possui uma demanda por janelas de exibição alternativas. Mais da metade dos filmes codificados pela *Rain* (e seus desdobramentos) é nacional.

Em 2009, devido a questões internas, a *Rain* dividiu-se como *Auwe Digital*, com um de seus antigos sócios passando a gerenciar a concorrente *MovieMobz*. Em 2010, a *Auwe* estava instalada em 528 salas, em 70 cidades do país, de 28 grupos de exibidores. A limitação técnica da *Rain* detectada pelas distribuidoras “majors”, no entanto, não foi resolvida. Os sistemas adotados por *Auwe* e *Mobz* sofreram pequenas atualizações de resolução e *bitrate* mas eram, em seu núcleo técnico, semelhantes.

Uma das estratégias dessas empresas para continuar atraindo os produtores nacionais era também participar da gestão das exibições digitais de festivais de cinema pelo país. Os festivais, no entanto, são frequentados pelos próprios realizadores das obras, por diversos pro-

53 BELLOS, Alex. “The Main attraction”. *The Guardian*. Londres. 04 dez. 2003.

fissionais da área e um público que pode ser considerado, pelo menos em teoria, mais exigente do que a média e, por possuir um repertório mais variado, talvez mais capaz de discernir as qualidades e defeitos técnicos nas exposições, como janelas e proporções de imagem incorretas ou alguns defeitos advindos da codificação de imagem e som.

Fato é que a pouca robustez das codificações adotadas por essas empresas, que têm em seu “*core business*” a veiculação publicitária mais do que a exibição cinematográfica e o cuidado com a sua qualidade, e os repetidos resultados frustrantes observados em diversas mostras e festivais do país, em especial os dois maiores eventos nacionais do tipo, a Mostra Internacional de São Paulo e o Festival do Rio, culminaram em protestos e uma, ainda que tardia, discussão sobre a qualidade da exibição cinematográfica no Brasil.

Em 2009, após diversos problemas no Festival do Rio, o Fórum da Crítica publica uma “Carta aberta aos responsáveis pela projeção digital no Brasil”⁵⁴ criticando os problemas com “projeções incapazes de reproduzir fielmente os padrões de cor e textura da obra e/ou projeções incapazes de exibir os filmes no formato em que foram originalmente concebidos. Sem falar no som, que muitas vezes ganha uma reprodução abafada, limitada ao canal central, muito diferente de seu desenho original.”

Não parece ter surtido grande efeito prático, pois após novos problemas, inclusive com cancelamento de sessões na Mostra Internacional de São Paulo, a Associação Brasileira de Cinematografia (ABC) publica ao final de 2011 um novo manifesto “*Atitude Digital, Recomendações Técnicas para a Imagem e o Som nas Mídias Audiovisuais Digitais*”⁵⁵. Nele, mostra a preocupação dos profissionais com a qualidade do padrão de projeção adotado:

[...] foi adotado informalmente um “padrão brasileiro” que reuniu elementos

54 Disponível em: <http://www.revistacinetica.com.br/projecadigital.htm>.

55 Disponível em: <http://www.abcine.org.br/artigos/?id=693&/atitude-digital>.

de hardware e software já existentes no mercado para atender a um modelo de negócio considerado factível pelos empresários da distribuição e exibição digital. Esse padrão está sensivelmente abaixo daquele adotado mundialmente para o cinema digital. Como profissionais da imagem e do som sabemos que o aumento de variáveis no processo digital traz junto o crescimento da probabilidade de erros. Daí a necessidade de se aumentar o controle e não diminuí-lo como muitos erroneamente acreditam, e de adotar normas universais que venham disciplinar a cadeia produtiva do audiovisual.⁵⁶

E ainda reafirma a necessidade de maior estudo e também de disponibilização de conhecimento sobre o tema:

[...] a ABC manifesta sua preocupação com o acúmulo de erros e a falta de controle de qualidade em todas as etapas do processo, especialmente na masterização e na exibição, o que compromete o trabalho de todos os envolvidos na criação. Neste momento de transição tecnológica, outro aspecto que preocupa é a ausência de cursos de atualização, reciclagem e formação de projetonistas e técnicos em projeção digital.⁵⁷

Enquanto o Brasil se adiantava na adoção parcial desse sistema que sofreu críticas e depois naufragou, as grandes distribuidoras americanas finalmente tomaram posição quanto a uma padronização para a exibição digital, já há muito anunciada, afastando-se do suporte fotoquímico ou eletromecânico em direção a tecnologias digitais. Em 2002, houve a formação do consórcio DCI (Digital Cinema Initiatives), com a missão de chegar a um acordo, que finalmente se concretizou em 2005 com a publicação de um padrão técnico para finalização e exibição digital em salas de cinema.

Os formatos de finalização digital são muitos, não havia grande consenso acadêmico ou de profissionais de mercado sobre quais proporcionavam qualidade suficiente de forma economicamente viável de

56 idem.

57 idem.

produção, além da perene obsolescência dos equipamentos eletrônicos, todos eram fatores que atrasavam também a adoção de soluções digitais por parte dos exibidores. A falta de padronização era um risco para as distribuidoras que poderia dificultar e encarecer a circulação de filmes, bem como diversificar os riscos e cuidados com a pirataria. Outro cuidado era o de bloquear a entrada de empresas dos ramos da informática e telefonia, muito interessadas no mercado de distribuição cinematográfica desde a quebra da NASDAQ em 2001.

Assim, essa definição do padrão aconteceu sob critérios não necessariamente da qualidade estética e expansão do conteúdo exibido, mas principalmente o da operacionalidade técnica e da viabilidade econômica, em particular para preservação e expansão de modelos de negócios dos grandes conglomerados de distribuição e exibição de conteúdos.

Enquanto algumas discussões se concentravam no debate comparativo entre digital e película e na captação e pós-produção e nos impactos da finalização digital sobre as estratégias de preservação de acervos, em 2008 a SMPTE (*Society of Motion Picture and Television Engineers*) reconheceu e regulamentou a especificação proposta pelos grandes estúdios e distribuidoras (DCI), estabelecendo-a como o padrão efetivo para o cinema digital no mundo. A partir daí ganhou força um rápido movimento de digitalização nas salas dos EUA, seguido em ritmo mais lento no resto do mundo.

ARACTERÍSTICAS DO DCP

A especificação definida pelo consórcio DCI estabelece regras sobre os formatos, a compressão de áudio e vídeo, a organização e empacotamento das informações – masterização – em um formato chamado de DCP (*Digital Cinema Package*), o transporte dessas informações para os projetores e os sistemas de gestão das salas de cinema, incluindo exigências de projeção que vão da arquitetura da sala à segurança e criptografia no tráfego das informações.

Com a definição do padrão DCI, rapidamente os festivais, em especial alguns dos mais prestigiosos, passaram a aceitar DCP como formato de exibição. A tendência é que, nesse circuito, ele seja o formato digital aceito ao lado do filme 35mm, e, muito em breve, o único formato aceito.

Uma questão que está presente na literatura é a especulação quanto à qualidade da exibição digital *versus* a película 35mm, ou melhor, quanto à capacidade da projeção digital de igualar a experiência da projeção em 35mm. A mais importante referência na comparação entre a resolução do filme e a projeção digital é um teste feito pela ITU-R⁵⁸, que, apesar de resultados sólidos tanto com medições técnicas quanto avaliações subjetivas, recebeu críticas da comunidade cinematográfica por apresentar uma metodologia baseada em testes com padrões de resolução em preto e branco, tecnicamente precisos, ao contrário de conteúdos que efetivamente se observam nas salas de cinema.

Por outro lado, uma série de exibições-teste feitas em eventos realizaram comparações entre os sistemas DCI 2K, 4K e 35mm lado a lado ou uma seguida da outra. Parte delas, de fato, corroboram uma superioridade do digital. Um relato de um festival em março de 2012 em Nova Iorque, não deixa dúvidas: “a cada vez que a projeção alternava entre 35mm e DCP, durante uma apresentação lado-a-lado, ouviam-se suspiros. Não era diferente de colocar óculos pela primeira vez.”⁵⁹

A adoção desse sistema DCI, no entanto, dependeu de ajustes especiais que alteraram, pelo menos temporariamente, os modelos de negócios da cadeia do cinema. Tendo em vista que uma das principais vantagens da migração para a finalização digital está no ramo da distribuição por meio do barateamento da copiagem (que de fato se

58 BARONCINI, Vittorio et al. *Image Resolution of 35mm film in theatrical presentation*. ITU-R Report 6-9/47 (Rev. 2). 2002.

59 POPKEY, Miranda. “With a clutch of screenings, Film Forum makes a case for the switch from film to digital projection, and tries to soften the blow”. *Capital New York*. Nova York. 05 mar. 2012.

tornou “clonagem” de cópias digitais) com redução de mais de 80% no custo para grandes lançamentos, e que esta economia incide no bolso de quem paga pelas cópias, ou seja, o distribuidor e não o exibidor, um acordo teve de ser feito.

Essa atualização de equipamentos, sem precedentes históricos em matéria de custos, não traz um retorno financeiro claro para o exibidor. Os projetores de 35mm, essencialmente mecânicos, duram décadas e têm parte de sua manutenção feita pelos próprios projetoristas, enquadrados dentro do custo operacional fixo. Os poucos investimentos necessários na renovação vinham do áudio, por desgaste dos equipamentos ou novos leitores para sistemas como o *Dolby Digital*, que, inclusive por estratégia comercial, tinham de ser compatíveis e de simples instalação nos projetores de filme do parque instalado nas salas. O investimento em projetores de cinema digital e sua infraestrutura de servidor e possíveis adendos, em especial nas salas programadas para exibição em 3D, significa um substancial aporte de recursos.

Após anos de impasses e negociações, foi desenhado um modelo que possibilitasse a transição dessas economias, do bolso do distribuidor para o do exibidor, de modo a incentivar a esses a troca do parque, por meio da criação do VPF (*virtual print fee*). Esta taxa remunera o exibidor a cada exibição digital, atenuando e diluindo seu custo de investimento nos equipamentos. Apesar disso, mesmo o custo inicial necessário para a compra, instalação e treinamento com os novos equipamentos é incompatível com o fluxo de caixa de boa parte das salas. Em um mercado grande como o americano surge inclusive um novo intermediário na cadeia econômica do cinema, chamados de integradores: empresas especializadas em administrar as cópias digitais exibidas pelas grandes redes, cobrar o VPF das distribuidoras e repassá-lo aos exibidores, não sem antes retirar sua comissão. Os mais bem-sucedidos são os que, além disso, também coordenam e financiam a aquisição dos projetores pelos exibidores⁶⁰.

60 MAYO, Bud. “Cinedigm and the Digital Cinema Evolution”. Film Journal

Mesmo com a definição do padrão DCI e sua posterior adaptação para o 3D, a transição para o digital na exibição, no entanto, precisava de um empurrão, que veio com o lançamento da megaprodução *Avatar* em 2010. De fato, foi a necessidade do uso de projetores digitais para exibição em 3D, acompanhado de uma promessa de retorno financeiro com salas mais cheias e ingressos mais caros, uma das principais motivações para adoção de projeção digital. Até então os cinemas digitais representavam 17% das salas. Ao final de 2012, 63% estavam digitalizadas⁶¹. Mas isso em uma escala global.

No Brasil somente 25% das salas possuíam projetores digitais certificados pela DCI ao final de 2012, e dessas quase todas foram atualizadas por serem salas preparadas para a projeção em 3D⁶². Isso começou a mudar com a sanção da Medida Provisória 545, em setembro de 2012, que criou o projeto Recine dentro do programa Cinema Perto de Você.

O governo federal propôs uma isenção de impostos federais, inclusive de importação, além de uma linha de financiamento a juros baixos para equipamentos de projeção digital para novas salas e reequipagem de salas existentes, com mecanismos para que grandes complexos “puxem” a digitalização de salas menores junto, além de incentivo nas taxas para os menores exibidores. E para os grandes complexos comerciais que exibem *blockbusters* existem os acordos de VPF via integradores, já presentes no país.

Esse tipo de mecanismo, seja a linha governamental ou o acordo comercial, porém, não está disponível para qualquer ponto de exibição. Além disso, futuras renovações no parque de exibição, caso inovações exijam a troca dos equipamentos, provavelmente não terão possibilidade de uma nova VPF, já que a troca de formato da cópia digital não trará nova economia aos distribuidores, e portanto nenhuma taxa a

International, v. 113, n. 5, 2010. p. 25.

61 Dados: IHS Screen Digest Cinema Intelligence Report. Novembro/2012

62 Dados: Revista FilmeB ed. Especial: Bem-vindo ao Cinema Digital. Novembro/2012

poder ser “devolvida” para o exibidor ao aderir ao novo formato.

Aqui vale retomar John Belton, quando coloca que a digitalização é um processo não percebido pelo consumidor-espectador, quando indica que “a subordinação a tecnologias do domínio digital é relativamente invisível para o espectador médio.”⁶³

Na medida em que a sala de cinema se esforce em oferecer uma experiência diferenciada da que está disponível na casa do espectador, que, por sua vez, melhora velozmente, precisará sim se atualizar ainda mais. Mas não se sabe, hoje, quem pagará essa conta.

É possível, portanto, que se confirme uma tendência que já desponta, de investimento diferenciais em diferentes salas, estabelecendo diferentes padrões de experiência (e custo) para o espectador. Apesar da redução dos custos de copiagem, desde o início da digitalização os ingressos de cinema tiveram aumento significativo de preço, mesmo ajustando para a inflação.

Se de fato acontecerá e como se daria essa categorização das salas e qual a sua forma mais eficiente é uma das perguntas que inspiram a continuação dessa pesquisa.

Vale lembrar que o principal objetivo do atual Plano de Diretrizes e Metas para o Audiovisual Brasileiro da Ancine é a expansão da quantidade de salas do país, com meta de dobrar o atual número de 2500 até o ano 2025. Todas essas novas salas não usarão projeção em película, mas sim sistemas digitais. Porém é pouco provável que parte significativa dessas salas consiga financiar a compra, instalação e operação de equipamentos no padrão DCI. Quais serão os equipamentos que escolherão e qual será seu prazo de obsolescência? Como será a programação desses espaços, quais cópias serão utilizadas, em que formatos e quem será responsável pelo pagamento dos direitos de exibição? Qual será a qualidade de experiência oferecida nessas salas, e quais expectativas do seu público-alvo serão atingidas? Como ficarão essas salas

63 BELTON, John. “Digital Cinema: A False Revolution”. October: Obsolescence, V. 100. Cambridge: The MIT Press, 2002. p. 98-114.

conforme surjam novas inovações na exibição e produção de cinema?

A sala de exibição de cinema sempre enfrentou concorrência de outras mídias, mas ela se acirra cada vez mais, e um dos caminhos mais prováveis para a manutenção do negócio é que os exibidores continuem se adaptando para oferecer uma experiência diferenciada aos espectadores.

A sobrevivência dos ambientes de exibição sem calibre comercial estará condicionada à formulação de novos modelos de negócios e de definição de políticas públicas para preservação de experiências consideradas culturalmente relevantes.

A digitalização e o conseqüente barateamento de várias tecnologias da cadeia de produção audiovisual causa uma aproximação cada vez maior entre as tecnologias utilizadas para cinema narrativo comercial e as usadas por outras formas e objetivos de produção de conteúdo. Além da óbvia multiplicação das janelas alternativas de exibição e comercialização, como OTT (*over the top* - como *YouTube* ou *Netflix*), trata-se aqui de usos diferenciados dos mesmo equipamentos do fazer e exibir cinematográfico, como na telessaúde, visualização científica de dados, videocolaboração e telepresença. Há uma clara convergência de *hardwares* e *softwares*. Resta saber de que formas se dará a convergência do *thoughtware*, como proposto por Wyatt⁶⁴, a forma de usar essas ferramentas para criar.

Talvez não haja ainda mudanças suficientes consolidadas para poder se descrever o Cinema Digital como um sistema que está revolucionando a produção ou difusão de conteúdos, econômica ou artisticamente, com Belton afirmando que o surgimento “da cor, do som ou do *widescreen* foram todos mais significativos”⁶⁵, mas diversos autores reconhecem que mesmo ainda muito pautadas pelas inovações que favorecem as corporações comerciais, as tecnologias digitais trouxeram, em consonância com todas as transformações digitais nas comunica-

64 WYATT, Roger B. “The Emergence of a Digital Cinema”. *Computers and the Humanities*, v.33, n.4, Digital Images, 1999. p. 365-381.

65 BELTON, John. Op. cit.

ções, novas oportunidades, para mais realizadores.

Só creio ser necessário não atribuir a essas mudanças uma finalidade de alteração cultural e social que, talvez infelizmente, não está inteiramente incluída no escopo de seu alcance. A facilidade de geração a alteração de conteúdos audiovisuais por dispositivos digitais não leva automaticamente a uma nova forma de percebê-los e absorvê-los. Tavares, ironicamente, provoca ao não apreciar a não-linearidade do filme *Time code* de Mike Figgis tanto quanto esperava, “somos seres inexoravelmente lineares com um distúrbio obsessivo-compulsivo pela ordem?”⁶⁶ A psicologia experimental, como a própria autora cita, indica que nós é que formamos uma narrativa lógica e inteligível, a partir inclusive do caos. É uma característica humana e a fuga dela exige um esforço consciente e preparo.

66 TAVARES, Mirian Nogueira. “Cinema Digital: novos suportes, mesmas histórias”. *ARS*, v.6, n.12, 2008. p. 36-45.

REFERÊNCIAS

BARONCINI, Vittorio et al. *Image Resolution of 35mm film in theatrical presentation*. ITU-R Report 6-9/47 (Rev. 2). 2002.

BELLOS, Alex. "The Main attraction". *The Guardian*. Londres. 04 dez. 2003. Disponível em: <http://www.guardian.co.uk/film/2003/dec/04/technology.brazil>. Acesso em: 05 mai. 2016.

BELTON, John. "Digital Cinema: A False Revolution". *October: Obsolescence*, V. 100. Cambridge: The MIT Press, 2002. p. 98-114.

BINKLEY, Timothy. "Digital Dilemmas". *Leonardo*. Supplemental Issue, V. 3, Digital Image, Digital Cinema: SIGGRAPH '90 Art Show Catalog. 1990. p. 13-19.

CHRISTOFOLI, E. P. "A exibição de conteúdos digitais: o caso da RAIN NETWORKS". V MOSTRA DE PESQUISA EM PÓS-GRADUAÇÃO. Anais. Edipucrs, Porto Alegre, 2010.

DALY, Kristen. "Cinema 3.0: The Interactive-Image". *Cinema Journal*, v. 50, n. 1, 2010. p. 81-98.

DE LUCA, Luiz Gonzaga. *A Hora do Cinema Digital: Democratização e Globalização do Audiovisual*. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2009. (Coleção Aplauso).

DE LUCA, Luiz Gonzaga. *Cinema digital mudanças e transformações para um novo cinema*. 2003. Tese (Doutorado em Ciências da Comunicação) – Escola de Comunicações e Artes, Universidade de São Paulo. São Paulo. 2003. 2 v.

DOYLE, Christopher. "'Life of Pi' Oscar is an insult to Cinematography". *Blouin Artinfo*. Shanghai. 05 mar. 2013. Entrevista concedida a Sam Gaskin. Disponível em: <http://sea.blouinartinfo.com/news/story/874483/christopher-doyle-interview-part-2-life-of-pi-oscar-is-an>. Acesso em: 02 de mai. 2016.

FAIRFAX, Daniel. “The Impact of Technological Innovations on the Historiography and Theory of Cinema”. *Cinema Journal*, v. 52, n.1, 2012. p. 127-131.

GOMIDE, João Victor Boechat. “Cinematografia Digital e Efeitos Visuais”. In: *Avança/Cinema 2013: International Conference*. Avança: Cineclube de Avança, 2013. p. 1199-1207.

GUIMARÃES, Paulo Ary Tender. *Cinema digital e um modelo de tecnologia alternativa de film transfer*. Dissertação (Mestrado em Meios e Processos Audiovisuais) – Escola de Comunicações e Artes, Universidade de São Paulo. São Paulo. 2008.

JENKINS, Henry. “The Work of Theory in the Age of Digital Transformation”. In: MILLER, Toby; STAM, Robert (Orgs.). *A Companion to Film Theory*. Malden: Blackwell, 2004. p. 234-261.

KATZ, Matthew. “Analog and Digital Representation”. *Minds & Machines*, v. 18, n. 3, 2008. p. 403-408.

LUNDEMO, Trond. “Lost in translation? On the diverging responses to the question concerning technology - The impact of technological innovations on the historiography and theory of cinema, La Cinémathèque québécoise, Montreal (1-6 November 2011)”. *NECSUS: European Journal of Media Studies*, v. 1 n. 1, 2012. p. 187-192.

MACHADO, Arlindo. *Pré-cinemas e pós-cinemas*. Campinas: Papirus, 1997.

MACIEL, Katia (Org.). *Cinema sim*. São Paulo: Itaú Cultural, 2008.

MACIEL, Katia (Org.). *Transcinemas*. Rio de Janeiro: Contracapa, 2009.

MANOVICH, Lev. *The Language of New Media*. Cambridge: The MIT Press, 2001.

MANOVICH, Lev. *What is digital cinema?*. 1995. Disponível em: http://manovich.net/content/04-projects/009-what-is-digital-cinema/07_article_1995.pdf. Acesso em: 02 mai. 2016.

MAYO, Bud. "Cinedigm and the Digital Cinema Evolution". *Film Journal International*, v. 113, n. 5, 2010. p. 25.

MCLAUGHLIN, Thomas. *Street Smarts and Critical Theory: Listening to the Vernacular*. Madison: University of Wisconsin Press, 1996.

MCLUHAN, Marshall; FIORE, Quentin. *The medium is the message*. Nova York: Bantam Books, 1967.

MORETTI, Marco. *Cinema digital no Brasil: qual o estado dessa arte?*. Dissertação (Mestrado em Ciências da Comunicação) - Escola de Comunicações e Artes, Universidade de São Paulo. São Paulo. 2002.

MURRAY, Janet. *Hamlet no Holodeck: O futuro da narrativa no ciberespaço*. São Paulo: Unesp, 2003.

PANIK, Eduardo Tomas. *Percepção de Qualidade Artística em Cinema: um estudo experimental*. Dissertação (Mestrado em Comunicação) - Escola de Comunicação, Educação e Humanidades, Universidade Metodista de São Paulo. São Paulo. 1994.

PARENTE, André. "Cinema e Tecnologia Digital". *Lumina*, v.2, n.1, 1999. p.1-17.

PARENTE, André. "Cinema em trânsito: do dispositivo do cinema ao cinema do dispositivo". In: PENAFRIA, Manuela; MARTINS, Índia Mara (Orgs.). *Estéticas do digital: Cinema e Tecnologia*. Covilhã: Labcom, 2007.

PENTEADO, Claudia. "Cinema digital favorece perspectivas". *PropMark*, São Paulo, 06 ago. 2012. Disponível em: <http://propmark.com.br/midia/cinema-digital-favorece-perspectivas>. Acesso em: 05 mai. 2016.

POPKEY, Miranda. “With a clutch of screenings, Film Forum makes a case for the switch from film to digital projection, and tries to soften the blow”. *Capital New York*. Nova York. 05 mar. 2012. Disponível em: <http://www.capitalnewyork.com/article/culture/2012/03/5405944/clutch-screenings-film-forum-makes-case-switch-film-digital-projecti>. Acesso em: 05 mai. 2016.

ROGERS, Ariel. “‘You don’t so much watch it as download it’: Conceptualizations of digital spectatorship”. *Film History*, v. 24, n. 2, Digital Cinema, 2012. p. 221-234.

SCHWARTZ, Charles S. (Org.). *Understanding Digital Cinema: A Professional Handbook*. Oxford: Focal Press, 2004.

SHAW, Jeffrey. “O cinema digitalmente expandido: o cinema depois do filme”. In: LEÃO, Lúcia (Org.) *O chip e o caleidoscópio: Reflexões sobre as novas mídias*. São Paulo: Senac, 2005. p. 353-364.

SILVA, S.N; MARTINS, V. A. P. “Um estudo sobre a eficiência da utilização de recursos de renúncia fiscal a partir dos filmes brasileiros lançados no cinema entre 2005-2009”. *Políticas Culturais em Revista*, 2 (4). 2011. p.102-129.

TAVARES, Mirian Nogueira. “Cinema Digital: novos suportes, mesmas histórias”. *ARS*, v.6, n.12, 2008. p. 36-45.

TRUFFAUT, François. À propos de ‘Jules et Jim’. *L’Express*. 13-19 mar. 1978. Entrevista concedida a Catherine Laporte e Danièle Heymann.

WYATT, Roger B. “The Emergence of a Digital Cinema”. *Computers and the Humanities*, v.33, n.4, Digital Images, 1999. p. 365-381.

YOUNGBLOOD, Gene. *Expanded Cinema*. Nova York: E.P. Dutton, 1970.

FILMES CITADOS

2046 – Os segredos do amor (2046, 2004, China, Wong Kar-Wai)

Avatar (2009, EUA/Inglaterra, James Cameron)

As aventuras de Pi (Life of Pi, 2012, EUA/Taiwan/Inglaterra, Ang Lee)

Herói (Ying Xiong, 2002, China, Zhang Yimou)

Paranoid Park (2007, França/EUA, Gus Van Sant)

Time Code (Timecode, 2000, EUA, Mike Figgis)

Titanic (1997, EUA, James Cameron)

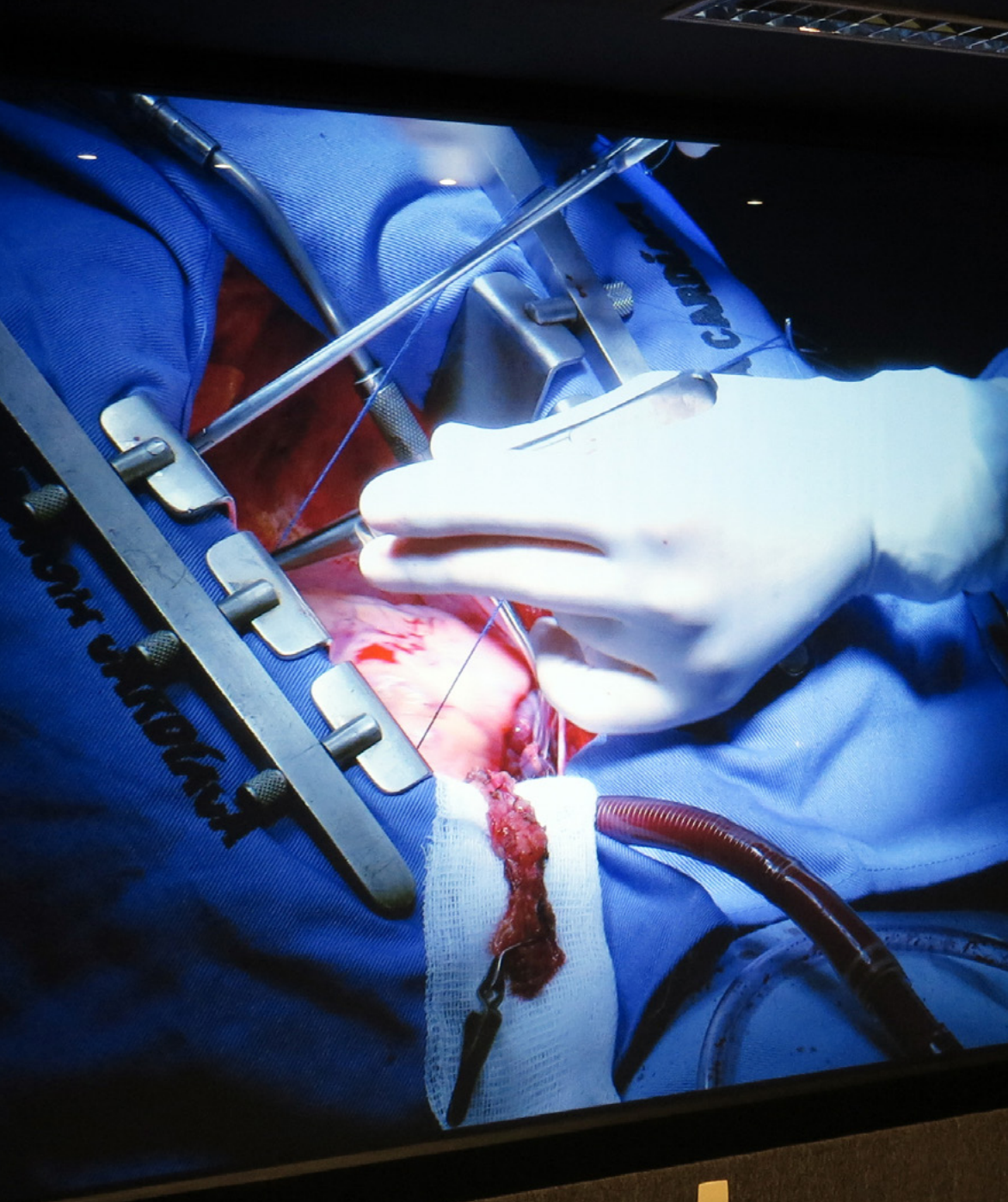


Foto: GT de Visualização Avançada/RNP

UMA SOLUÇÃO DE SOFTWARE PARA DISTRIBUIR E EXIBIR VÍDEO UHD EM REDES DE PACOTE COM APLICAÇÕES NA TELEMEDICINA E CULTURA

Leandro Ciuffo, Guido Souza Filho, Manoel Silva Neto,
Lincoln David, Erick Melo, Lucenildo Aquino Junior,
Michael Stanton, Iara Machado, Clayton Reis, Alvaro Malaguti,
Graciela Martins, Ana Veiga, Luiz Messina

INTRODUÇÃO

1.1 HISTÓRICO E MOTIVAÇÃO

Embora filmes existam já há mais de um século, a qualidade do vídeo digital não havia atingido a qualidade de filmes de 35mm até recentemente. As primeiras câmeras de ultra-alta definição (UHD) comercialmente disponíveis, com resolução em torno de 4.096 x 2.160 pixels (4K), começaram a aparecer no mercado em 2006.

Atualmente, é possível capturar, editar e exibir vídeos digitais com resoluções ultra-altas, desfrutando de vantagens inerentes da mídia digital sobre a analógica sem perder qualidade de imagem. Com o advento das câmeras de alta resolução, projetores digitais, padrões modernos de compressão de imagem, redes de alta velocidade e dispositivos de armazenagem mais rápidos e maiores, tornou-se possível construir sistemas que permitem a embalagem, distribuição e reprodução de conteúdo UHD, consequentemente permitindo o desenvolvimento da era do cinema digital.

Entretanto, poucos filmes são distribuídos ou mesmo exibidos em resolução 4K, apesar dos projetores 4K estarem disponíveis em muitos cinemas. Para a vasta maioria de frequentadores de cinema, projeções de cinema em 4K e 4K-3D ainda são relativamente raras.

A maioria das soluções atuais para lidar com conteúdo multimídia UHD dependem de hardware dedicado e de propósito único. Essas abordagens à base de hardware são difíceis de distribuir, conservar e atualizar, o que pode ter contribuído para a lenta adoção dessa tecnologia.

1.2 PROGRAMA DE VISUALIZAÇÃO UHD DA RNP

Em julho de 2009, a RNP forneceu suporte de rede para uma demonstração sem precedentes no FILE (Festival Internacional de Linguagem Eletrônica), onde um longa metragem de 4K foi simultaneamente transmitido do Brasil para os EUA e Japão¹. Desde então a RNP continuou a participar em demonstrações relacionadas à transmissão de conteúdo de ultra-alta definição através de redes. Porém, trabalhar com mídia de tão alta resolução exige o uso de equipamento especializado, que, até recentemente, não estava disponível para o mercado de consumo. Normalmente, equipamentos UHD, como monitores, projetores, câmeras e vídeo-players eram caros e tinham disponibilidade limitada nos mercados de países em desenvolvimento como o Brasil. Além disso, os altos preços desses equipamentos nos mercados mundiais e os impostos de importação cobrados pelo governo brasileiro duplicavam o custo final.

Isso levou a RNP a promover o desenvolvimento de tecnologia nacional para equipamentos de 4K. Para fazê-lo, em 2011 um novo programa chamado “Aplicativos Avançados para Visualização Remota” criou um grupo de pesquisa para desenvolver uma solução de baixo custo para um vídeo-player e transmissor de 4K. Grupos de pesquisadores e especialistas em vídeo de universidades foram financiados, com o objetivo de desenvolver uma infraestrutura que permite transmissão, codificação/decodificação e exibição de conteúdo visual UHD. Este resultado foi obtido através da criação de três Grupos de Trabalho (WGs) complementares. O primeiro WG – liderado pela Universidade

1 MARGOLIS, Todd et al. “Tri-Continental Premiere of 4K Feature Movie via Network Streaming at FILE 2009”. *Future Generation Computer Systems*, v.27, n.7, 2011. p. 924-934.

Mackenzie, localizada em São Paulo, Brasil – era responsável por produzir um conteúdo de curta-metragem UHD para ser exibido durante as demonstrações tecnológicas; o segundo WG – liderado pelo Laboratório de Arquitetura e Redes de Computador (LARC) na Universidade de São Paulo, também localizada em São Paulo, Brasil – era responsável por testar e usar ferramentas para exibição UHD e colaboração; e o terceiro WG – liderado pelo Laboratório de Aplicações de Vídeo Digital (LAViD) na Universidade Federal da Paraíba, localizada em João Pessoa, Brasil – era responsável por desenvolver o reprodutor 4K de baixo custo que é apresentado neste trabalho.

Chamada “Fogo Player”, a solução desenvolvida pelo terceiro WG foi primeiro demonstrada no 11º Workshop Anual *Global Lambda Integrated Facility* (GLIF2011), em setembro de 2011 no Rio de Janeiro, Brasil. A segunda demonstração pública foi no *Workshop Anual CineGrid* em dezembro de 2011 em San Diego, EUA.

Após seus resultados de sucesso, o Programa de Visualização continuou em 2012. As equipes dos três WGs de 2011 foram reorganizadas através de um único WG, com cinco objetivos. Três destes objetivos eram diretamente relacionados ao Fogo Player: (i) a preparação de um repositório de mídia digital UHD; (ii) o desenvolvimento de um componente para permitir transmissão *on-demand* de conteúdo UHD entre dois Fogo players/transmissores e (iii) desenvolver uma solução para transmissão ao vivo de conteúdo UHD conectando uma câmera de 4K ao transmissor. Esta última conquista foi demonstrada em 26 de fevereiro de 2013 e melhor explicada na Seção 3.2 deste trabalho. Esta seção também explica o último recurso implementado no software, a transmissão de vídeos de 4K comprimidos.

O restante deste trabalho é organizado da seguinte maneira: A Seção 2 apresenta brevemente os detalhes técnicos da arquitetura do Fogo Player. A Seção 3 ilustra a aplicação do Fogo Player em dois casos de uso real nas áreas de educação médica e cultura. Finalmente, a Seção 4 conclui o trabalho.

A SOLUÇÃO UHD “FOGO PLAYER 4K”

A solução Fogo Player 4K necessita somente de hardware COTS² e conta com componentes de software especializados para codificação, transmissão, descodificação e reprodução. Nesta seção, estes componentes são brevemente explicados. Outros detalhes estão disponíveis em Aquino (2013)³.

2.1 ARQUITETURA DE ALTO NÍVEL

Para solucionar as limitações de largura de banda de rede e minimizar o *delay* entre transmissão e exibição, vídeos UHD podem ser transmitidos de uma maneira dividida a partir de um conjunto de transmissores distribuídos. Para usar essa abordagem, um transmissor deve combinar as diferentes divisões numa única transmissão de vídeo antes de exibi-las na tela. A arquitetura proposta consiste de quatro subsistemas principais - distribuição, pré-processamento, transmissor e reprodutor – e inclui um subsistema de coordenação auxiliar (o principal coordenador). Cada subsistema ainda consiste de um conjunto de componentes menores que são responsáveis por subconjuntos específicos das exigências do sistema. Estes são relacionados da seguinte maneira:

- **Subsistema de Distribuição:** Responsável por receber o conteúdo bruto de uma fonte de vídeo, cortar espacialmente o vídeo em quadrantes e transmitir estes quadrantes para elementos de armazenagem intermediários, como uma nuvem de armazenagem.
- **Subsistema de Pré-processamento:** Codifica os quadrantes do vídeo usando um padrão de codificação que é independente da arquitetura proposta do sistema. Os quadrantes localizados nos componentes de armazenagem são lidos, codificados e salvos novamente na infraestrutura de armazenagem.

2 *Commercial off-the-shelf*. Equipamento disponível no mercado a consumidores finais. [N.E.]

3 AQUINO JÚNIOR, Lucenildo et al. “A Software-Based Solution for Distributing and Displaying 3D UHD Films” *IEEE Multimedia*, v. 20, n. 1, 2013. p. 60-68.

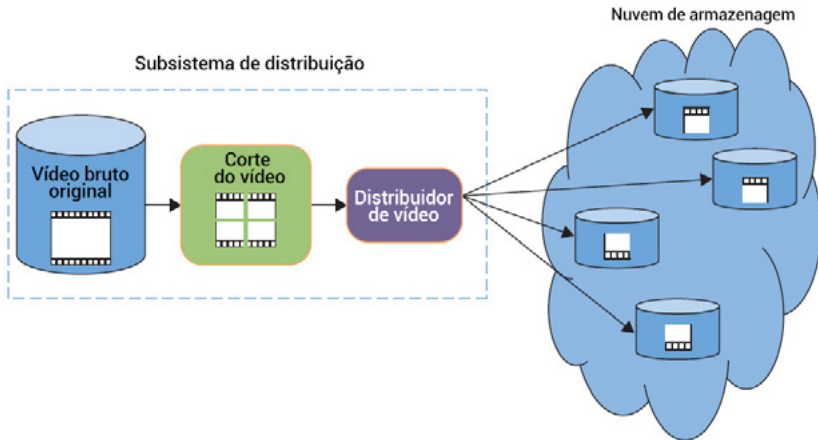


Figura 1 – Subsistema de distribuição de arquitetura de alto nível

- Subsistema Transmissor: Representa uma fonte de vídeo abstrata que encapsula os processos de aquisição e transmissão. Consiste de três componentes principais: entrada de vídeo, transmissor de vídeo e interface coordenadora. O componente entrada de vídeo é responsável por encapsular a fonte do vídeo sendo transmitido (através do componente transmissor de vídeo) pela rede, mantendo dados capturados de uma câmera ao vivo conectada ao sistema ou dados gravados anteriormente, mantidos num sistema de armazenamento. O componente interface coordenadora comunica-se com o coordenador principal e é responsável por receber as mensagens de controle para sincronizar o processamento do transmissor.
- Subsistema Reprodutor: O subsistema reprodutor consiste de quatro componentes principais: receptor de vídeo, decodificador de vídeo, camada de abstração de hardware (HAL) e interface coordenadora. O componente receptor de vídeo recebe os *streams* de vídeo a

partir do subsistema transmissor. O componente decodificador de vídeo decodifica o vídeo após recebê-lo do componente receptor de vídeo e é independente dos padrões de codificação. O componente HAL recebe o vídeo decodificado do decodificador de vídeo e exibe os quadros no tempo correto. O componente de interface coordenadora comunica-se com o coordenador principal e é responsável por receber as mensagens de controle para sincronizar a exibição.

- **Coordenador Principal:** O coordenador principal controla a execução de todo sistema. Sua principal tarefa é manter os componentes do software com a mesma referência de tempo.

2.2 O FOGO PLAYER

O Fogo Player pode exibir várias divisões de um vídeo UHD, com ou sem estereoscopia, de uma maneira sincronizada, mesmo quando partes diferentes do vídeo são transmitidas de transmissores geograficamente distribuídos. Num alto nível, o Fogo Player consiste de um conjunto de componentes de brick player, um componente de player de áudio, um componente controlador e o transmissor Fogo. Estes componentes funcionam da seguintes maneira:

- **Brick Player:** Um brick player recebe os dados de um dos quadrantes de vídeo, decodifica o conteúdo e exibe os quadros decodificados. O Fogo Player decodifica e exibe os quadrantes de um único vídeo de uma maneira paralela, usando múltiplos brick players, cada um responsável por processar divisões diferente do vídeo alvo.
- **Controlador:** O componente controlador implementa algumas das exigências do principal subsistema coordenador e garante a sincronização de todos os brick players. É também responsável por detectar tendências para esvaziar ou sobrecarregar os buffers. Quando detecta essas tendências, o controlador comanda pequenas mudanças na velocidade de exibição de vídeo.

- **Player de Áudio:** O player de áudio maneja o áudio associado com o conteúdo sendo exibido.
- **Transmissor Fogo:** O transmissor Fogo é a implementação do subsistema transmissor e é responsável por transmitir cada divisão do vídeo para um brick player. A taxa de bit é controlada de acordo com a taxa de compressão da divisão do vídeo, que pode ser variável.

De modo geral, o Fogo Player 4K está atualmente construído num servidor Linux, com processador Intel® Xeon® 2.5GHz, 32GB de memória RAM e cartões gráficos 2 ATI FirePro™, cada um com 4 *display ports*. Um módulo de Sincronização adicional para ATI FirePro™ é necessário para garantir a sincronização correta dos quadrantes. A placa de rede é Intel® X520-DA2. Placas de vídeo mais recentes com saída 4K (HDMI 1.4 ou maior) evitam o uso de cartão de sincronização adicional.

CASOS DE USO

REDE DE CINEMAS DIGITAIS

O primeiro caso de uso real derivado do Fogo Player é a Rede de Cinemas Digitais (nome provisório), que é um projeto piloto coordenado pela RNP e criado pelo Ministério da Cultura (MinC) em cooperação com o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI).

Esse projeto preparou uma rede de cinemas instalando um “Kit Cinema Digital” em 6 salas de exibição conectadas à rede acadêmica da RNP. O principal nó dessa rede é a Cinemateca Brasileira – uma instituição pública responsável por arquivar e restaurar uma das maiores coleções audiovisuais da América Latina, com cerca de 40 mil títulos de filmes. Adicionalmente, 5 outras salas de exibição foram selecionadas, todas geridas por universidades públicas e instituições culturais, totalizando 6 cinemas participando no projeto. A Figura 2 mostra um mapa dos cinemas selecionados.

Como a maioria dos cinemas selecionados não possuem projetores de 4K, estamos usando uma versão mais barata do Fogo Player, com

saída de vídeo FullHD. Essa abordagem também reduz o custo de um kit, de maneira a tornar-lo mais acessível para equipar cinemas menores em centros de população menores.

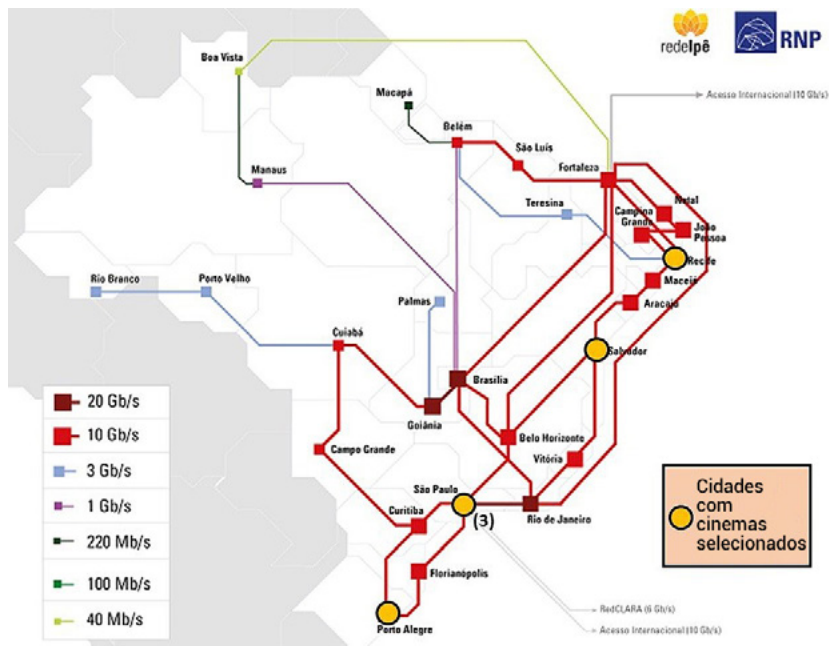


Figura 2 – Cidades com cinemas selecionados mostrados em relação à espinha dorsal da rede acadêmica da RNP (em cores na p.240)

Além do Fogo Player, um sistema completo para permitir a troca e gestão do conteúdo do filme entre os cinemas também foi desenvolvido. Basicamente, a arquitetura do sistema consiste de:

- Um “Sistema de Intercâmbio de Conteúdo Digital” (ICD, no acrônimo em português), que funciona como um repositório de filme local. Cada cinema tem um servidor ICD, em que playlists locais podem ser criadas ou compartilhadas com outros cinemas. É possível também proteger o conteúdo definindo que cinema ou

usuário está autorizado a receber cada conteúdo.

- Um “Controlador de Cinema”, que é um aplicativo para desktop onde o projetorista pode carregar playlists do sistema ICD e programar/iniciar/parar sessões de exibição. Na nossa arquitetura, ele é executado num PC Linux e funciona como uma interface entre o servidor ICD e o Fogo Player.

Resumindo, cada Kit Cinema Digital contém no mínimo:

- 1 Fogo Player.
- 1 Desktop PC para o Controlador de Cinema;
- 1 Servidor para o Sistema ICD;
- 1 monitor LCD, cabos e periféricos.

Essa arquitetura também permite a exibição simultânea de sessões de cinema, capacitando os cinemas a promover debates online entre o público distribuído logo após as sessões de exibição (equipamento de vídeo conferência adicional é necessário). Também vale dizer que nossa solução é vista como um padrão alternativo dos pacotes tecnológicos distribuídos por Hollywood.

Além de contribuir para aumentar o acesso ao conteúdo audiovisual— especialmente de filmes independentes e históricos fora do circuito “*blockbuster*”— a Rede de Cinemas Digitais pretende constituir um laboratório distribuído para investigar os problemas relacionados a distribuir conteúdo audiovisual pelas redes.

RESULTADOS DE VISUALIZAÇÃO DE 4K APLICADA NA TELEMEDICINA

Um dos principais resultados do programa de visualização UHD da RNP foi atingido no final de 2012, quando a equipe LAViD conseguiu de conectar uma câmara filmadora compacta de 4K⁴ ao Fogo

4 JVC modelo GY-HMQ10

Player, possibilitando o recurso de transmissão ao vivo de conteúdo UHD não comprimido.

Essa solução completa foi primeiro demonstrada em fevereiro de 2013, transmitindo um procedimento cirúrgico a céu aberto do Hospital Universitário Onofre Lopes (HUOL) para a sala de visualização na Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), ambos localizados na cidade Natal (RN), Brasil, a cerca de 30 km de distância. A transmissão de vídeo não-comprimido consumiu 3.5 gigabits por segundo de largura de banda. Ambos os locais são conectados através de um anel de 10 gigabits por segundo na rede metropolitana de Natal. O esquema dessa demonstração é ilustrado na Figura 3.

Além de conectar universidades e centros de pesquisa no Brasil, a RNP também participa da iniciativa Brasileira de Telessaúde conectando instituições de saúde pública, universidades e hospitais universitários à sua rede de pesquisa e ensino, construindo a comunidade *eHealth* no RUTE (Rede Universitária de Telemedicina)⁵, que conta atualmente com mais de 100 Núcleos de Telessaúde em todos os 27 estados brasileiros e 56 Grupos de Interesse Especial em especialidades médicas e subespecialidades, com 2 a 3 sessões científicas virtuais todos os dias, 600 por ano. A demonstração desse aplicativo atraente para colaboração e treinamento na medicina – tirando vantagem da disposição das redes de pesquisa de alta velocidade e inovações em tecnologia de visualização – está agora atraindo a atenção dos Ministérios da Saúde e Educação, que agora estão planejando outros investimentos para adotar a tecnologia em cerca de 30 hospitais universitários em todo o Brasil.

A qualidade das imagens transmitidas pelo Fogo Player foi continuamente testada e avaliada por especialistas, graças a demonstrações

5 COURY, Wilson Biancardi et al. Implementing Scalability and Sustainability in the the Brazilian Telemedicine University Network RUTE. In: 4TH ERESEARCH AUSTRALASIA 2010. Gold Coast, 8-12 nov. 2010; COURY, Wilson Biancardi et al. Implementing RUTE's Usability - The Brazilian Telemedicine University Network'. In: 2010 IEEE 6TH WORLD CONGRESS ON SERVICES. 2010.

que são regularmente organizadas em fóruns especializados, como o *Workshop Internacional* anual CineGrid e a semana da Associação Brasileira de Cinematografia. A demonstração seguinte no CineGrid foi realizada em dezembro de 2013 e promoveu a fusão da telemedicina e comunidades de cinema digital. Quatro cirurgias diferentes foram simultaneamente capturadas em quatro hospitais universitários em todo o Brasil e simultaneamente transmitidas para Brasília e San Diego, EUA (local do *Workshop Internacional CineGrid*). As transmissões de vídeo convergiram para o ponto de presença (PoP) da RNP em São Paulo, onde a comutação das transmissões ocorreu, direcionando estas para Brasília e San Diego.

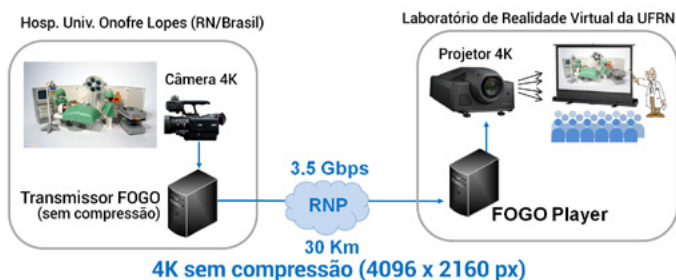


Figura 3 – Diagrama da demonstração de cirurgia ao vivo 4K (em cores na p.240)

Em Brasília, o público era formado por médicos convidados e representantes dos ministérios da Saúde e Educação. Em San Diego, os participantes do workshop tiveram a oportunidade de avaliar a qualidade das imagens. A Tabela 1 resume as quatro diferentes cirurgias ao vivo transmitidas a San Diego e Brasília.

Local / Hospital universitário	Tipo de cirurgia
Escola de Odontologia da Universidade Estadual de São Paulo	Extração de Dente
Hospital de Clínicas de Porto Alegre da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (HCPA/UFRS)	Reconstrução do canal uretral

Hospital Universitário Cassiano Antônio Moraes da Universidade Federal do Espírito Santo (HUCAM/UFES)	Colectomia (câncer)
Hospital Universitário Onofre Lopes da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (HUOL/UFRN).	Remoção de baço

Em 2014, o projeto atingiu um novo marco. A maioria dos hospitais universitários no Brasil não tem a capacidade de largura de banda de rede para transmitir vídeos em 4K não-comprimidos. Logo, é necessário que nossa solução seja capaz de transmitir vídeos 4K comprimidos, sem perdas significativas na qualidade da imagem. Esse novo recurso foi implementado em meados de 2014 e demonstrado ao público em dois eventos consecutivos. O primeiro foi o *Workshop Cine-Grid* em São Paulo, Brasil, em 29 agosto. O segundo foi o fórum anual da RNP realizado em Brasília em 2 de setembro de 2014.

No CineGrid São Paulo, uma cirurgia de catarata em oftalmologia foi transmitida, entre o Hospital Universitário da Universidade Federal de São Paulo (HU-Unifesp) e o local do evento, localizado na mesma cidade. A câmera foi acoplada a um microscópio especial, usado nesse tipo de cirurgia. O procedimento foi transmitido usando cerca de 110 megabits por segundo, e a perda de qualidade nas imagens era imperceptível.

Segundo, um procedimento de biópsia em dermatologia foi transmitido entre o Hospital Universitário da Universidade Nacional de Brasília (HU-UnB) e o local do Fórum RNP - um hotel também localizado em Brasília. O hospital tinha largura de banda de 1 gigabits por segundo, assim sendo impossível transmitir vídeo não comprimido. Como a demonstração anterior, o procedimento foi também transmitido numa faixa de 110 Mbps. O público, constituído por profissionais da medicina e pessoal técnico de TI, aprovou a qualidade das imagens. A técnica de compressão está atualmente sendo refinada para exibir menos perda nos quadrantes da imagem.

CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

A solução descrita neste trabalho representa uma alternativa para os sistemas UHD tradicionais, apresentando uma custo-benefício melhor. Adicionalmente, a solução apresentada pode ser útil para facilitar a preparação em grande escala desses sistemas, especialmente em contextos onde o acesso à inovação tecnológica é limitada. É o caso, por exemplo, em países grandes e em desenvolvimento como o Brasil, onde há cerca de 4.800 cidades sem um único cinema.

No campo da telessaúde, a transmissão em 4K com sucesso da cirurgia no início de 2013 atraiu a atenção da comunidade de telemedicina. Alguns cirurgiões, enfermeiros e representantes do governo estavam impressionados com a alta qualidade das imagens. “Posso ver esta glândula em muito mais detalhes do que quando estou no centro cirúrgico!”, disse um dos enfermeiros assistindo à transmissão ao vivo numa tela de 8m² da sala de visualização.

Como resultado, o Ministério da Educação – que supervisiona os hospitais universitários no Brasil – criará um novo projeto em 2015 com o objetivo de equipar 30 hospitais com um kit de captura/transmissão 4K. Acreditamos que uma rede de hospitais universitários com capacidades de transmissão em 4K será uma ferramenta adicional para formar segunda opinião e educação continuada de médicos e estudantes de medicina.

Além de todas as expansões previstas e dos novos desenvolvimentos graças aos novos projetos mencionados anteriormente, melhorias futuras no sistema Fogo Player num Programa de Visualização da RNP incluem:

- Integrar o Fogo Player com *video walls* controladas por mediador SAGE (Ambiente Gráfico Escalável Adaptativo, na sigla em inglês).
- Investigar a escalabilidade da arquitetura Fogo Player voltada para visualização de 8K.
- Realizar novamente uma cirurgia de catarata, mas tentando cap-

turar em 4K-3D (acoplar a câmera a duas lentes de aumento alinhadas) e transmitir com compressão.

- Aumentar as capacidades de sincronização de áudio para transmissão ao vivo ao usar múltiplas fontes de 4K.

REFERÊNCIAS

AQUINO JÚNIOR, Lucenildo et al. “A Software-Based Solution for Distributing and Displaying 3D UHD Films” *IEEE Multimedia*, v. 20, n. 1, 2013. p. 60-68.

COURY, Wilson Biancardi et al. Implementing Scalability and Sustainability in the the Brazilian Telemedicine University Network RUTE. In: 4TH ERESEARCH AUSTRALASIA 2010. Gold Coast, 8-12 nov. 2010.

COURY, Wilson Biancardi et al. Implementing RUTE’s Usability - The Brazilian Telemedicine University Network’. In: 2010 IEEE 6TH WORLD CONGRESS ON SERVICES. 2010.

MARGOLIS, Todd et al. “Tri-Continental Premiere of 4K Feature Movie via Network Streaming at FILE 2009”. *Future Generation Computer Systems*, v.27, n.7, 2011. p. 924-934.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. Pesquisa Científica e Tecnológica em Saúde: Coletânea de artigos institucionais referente ao: 1° Workshop em C,T&I na Área da Saúde nas Unidades de Pesquisa do MCT. Brasília, 2010.

MIRANDA, Sindolfo; EMERY, Osvaldo. *Administração de salas de cinema digital*. Rio de Janeiro: Escola Superior de Redes, 2013.

PARTE 4

***INFRAESTRUTURA PARA
TRANSMISSÃO***



Créditos: mapa da rede GLIF

CINEGRID AMSTERDAM: DESAFIOS E SOLUÇÕES DA PESQUISA

Cosmin Dumitru, Paola Grosso, Cees de Laat

1 CINEGRID AMSTERDAM

O programa CineGrid Amsterdam funcionou de 2010 a 2013 reunindo um grande número de empresas holandesas com diferentes origens. Neste artigo apresentamos uma visão geral das atividades e resultados do projeto. Queremos em particular focar nos desafios da pesquisa que surgiram durante o projeto e, mais importante, nas soluções que foram implementadas para enfrentá-los. Além disso, descrevemos nosso trabalho atual relacionado às diretrizes de pesquisa do CineGrid. Concluímos destacando os problemas ainda em aberto e indicamos direções de trabalho para a comunidade CineGrid internacional.

1.1 O CONSÓRCIO

No período em torno de 2007 e 2008 a maioria das atividades na área das produções cinematográficas de 4K estavam acontecendo nos Estados Unidos e no Japão. Vários grupos holandeses que já estavam envolvidos na colaboração internacional CineGrid chegaram à conclusão que era necessário unir forças, procurar financiamento e tentar criar um ponto de foco para esse tipo de pesquisa em Amsterdam. Amsterdam é uma cidade com grande concentração de indústrias criativas, centros de

pesquisa científica e grupos comerciais; sua posição central na Europa a torna um local ideal para liderar esse tipo de pesquisa.

A Universidade de Amsterdam (UvA), a Waag Society, SURFsara e SURFnet deram forma ao projeto, que finalmente foi financiado pela União Europeia e pela cidade de Amsterdam. O objetivo previsto para CineGrid Amsterdam era criar uma forte sinergia entre a colaboração internacional CineGrid e a comunidade holandesa. Além disso, os parceiros pretendiam criar uma instalação para produzir e exibir filmes de 4K. Estes também focaram em soluções de pesquisa que enfrentassem os desafios únicos da distribuição, processamento e armazenagem de dados. Todos esses resultados previstos foram finalmente atingidos. O projeto, na realidade, criou a instalação CineGrid Amsterdam localizada na Waag, a qual promoveu e sediou vários eventos internacionais em Amsterdam para toda a comunidade e produziu um número de filmes e documentários de curta-metragem; por último, mas não menos importante, produziu métodos científicos e software que foram testados por toda comunidade CineGrid para operar sua troca de conteúdo.

1.2 ARQUITETURA

A colaboração CineGrid conta com a existência de recursos distribuídos e individualmente operados por redes dedicadas de alta velocidade. Os recursos são agrupados em “CineGrid Exchanges”¹. Cada *exchange* tem uma gama de recursos, mas basicamente o mesmo objetivo: apoiar a gestão, distribuição e preservação de ativos de mídia digital.

Em Amsterdam o *exchange* é operado pela Universidade de Amsterdam. Ele inclui certo número de servidores de armazenagem e um *cluster* exclusivo, DAS4, usado para *workflows* de mídia. A rede

1 LIU, Shaofeng; SCHULZE, Jurgen; HERR, Laurin; WEEKLEY, Jeff; ZHU, Bing; OSDOL, Natalie Von; PLEPYS, Dana; WAN, Mike. “Cinegrid exchange: A workflow-based peta-scale distributed storage platform on a high-speed network”. *Future Generation Computer Systems*, v. 27, n. 7, p. 966-976. 2011.

é fornecida pela SURFnet, a Rede Nacional Holandesa de Pesquisa e Educação (NREN). A instrumentação é feita com o auxílio do Portal CineGrid (ver 2.2).

2 RESULTADOS DA PESQUISA

A Universidade de Amsterdam (UvA, na sigla em holandês) foi a principal parceira acadêmica da colaboração CineGrid Amsterdam. O foco científico da UvA tinha um tema básico: fornecer aos usuários finais métodos transparentes de recuperar, armazenar, distribuir e processar conteúdo no CineGrid Exchanges. Para atingir esse objetivo, a UvA identificou três elementos faltantes:

1. um vocabulário comum para descrever os recursos e os serviços na rede CineGrid;
2. uma ferramenta de organização dos recursos disponíveis baseada na web fácil de usar e intuitiva para a comunidade CineGrid;
3. um sistema que, enquanto transparente para o usuário, permitirá o uso de toda infraestrutura e capacidade de rede presente nos *exchanges*.

As respostas para o acima foram finalmente:

1. a Linguagem de Descrição CineGrid (ver Sec.2.1);
2. o portal CineGrid Amsterdam (ver Sec.2.2);
3. o Mecanismo de Execução (ver Sec.2.3).

2.1 ONTOLOGIA CINEGRID

A Linguagem de Descrição CineGrid (CDL) é uma ontologia OWL²

2 Nesse caso ontologia se refere a uma forma de descrever e representar conhecimento por meio de taxonomia e classificações OWL (Web Ontology Language) é um padrão de como construir essas ontologias na forma de linguagens e é bastante usado na arquitetura de redes. [N.E.]

descrevendo os serviços e recursos de infraestrutura presente na CineGrid3. A CDL está integrada com a mais geral INDL (Infrastructure and Description Language)⁴, uma ontologia que fornece descrições para infraestruturas de computação independentes da tecnologia adotada. Quando possível, a CDL reutiliza conceitos da INDL e os aumenta e os expande para todas as características específicas CineGrid. A ontologia CDL tem duas partes distintas:

- uma ontologia de recursos, que descreve todos os elementos que são parte da CineGrid;
- uma ontologia de serviços, que descreve tarefas que um dispositivo pode realizar para os usuários do CineGrid. Os dispositivos CineGrid podem potencialmente realizar múltiplos tipos de tarefas, possivelmente ao mesmo tempo. Essas tarefas racaem sobre serviços; e o usuário da ontologia lida diretamente com serviços.

Na figura 1 apresentamos uma descrição de exemplo de CDL da Exchange CineGrid Amsterdam. Esta inclui 3 camadas principais: a camada de serviço (serviços de transcodificação e armazenagem), a camada de infraestrutura de computação (hosts físicos) e a camada de networking (interruptores e portas de rede).

Além disso, a UvA desenvolveu um formato de metadados baseado em conceitos similares aos de Web Semântica similar para descrever as características do conteúdo disponível nos *exchanges*. Por exemplo, aspectos como resolução, codec para vídeo, propriedades de arquivo são

3 KONING, Ralph; GROSSO, Paola; DE LAAT, Cees. “Using ontologies for resource description in the CineGrid Exchange”. In: *Future Generation Computer Systems*, v. 27, n. 7, p. p. 960-965. 2011.

4 GHIJSEN, Mattijs; HAM, Jeroen van der; GROSSO, Paola; DUMITRU, Cosmin; ZHU, Hao; ZHAO, Zhiming; DE LAAT, Cees. “A semantic-web approach for modeling computing infrastructures”. In: *Computers & Electrical Engineering*, v. 39, n. 8, p. 2553-2565. 2013.

todas incluídas na ontologia.

A CDL fornece a linguagem para criar serviços CineGrid entre os pontos. Os metadados facilitam a curadoria, arquivamento, recuperação e intercâmbio de conteúdo. Ambos estão intimamente integrados no portal CineGrid.

2.2 PORTAL CINEGRID

O portal CineGrid Amsterdam foi desenvolvido para atender três tipos de usuários:

- criadores de conteúdo, fornecendo a estes uma ferramenta fácil de usar para upload seu conteúdo nas instalações de armazenagem comum, enquanto faz anotações para futura recuperação;
- administradores de infraestrutura, fornecendo a estes interfaces para acrescentar e remover recursos de rede e de computação;
- usuários de conteúdo, permitindo que estes pesquisem entre o material disponível e programem transmissão e processamento para os locais desejados.

O Portal web conta com dois repositórios distintos para realizar suas tarefas: um de metadados de conteúdo e um de metadados de recursos.

O repositório de metadados de conteúdo os divide em duas partes: uma relacionada às propriedades intrínsecas dos ativos, como informações de autoria/direitos autorais e dados de criação e a outra relacionada às propriedades de imagem, como o formato do arquivo, resolução, opções de compressão, profundidade de bit, etc.

O repositório de metadados de recursos contém informações sobre recursos e suas propriedades. Como dissemos, a CDL distingue entre uma ontologia de recurso e uma de serviço; isso, por sua vez, reflete nos recursos CineGrid implementando um ou mais serviços CDL.

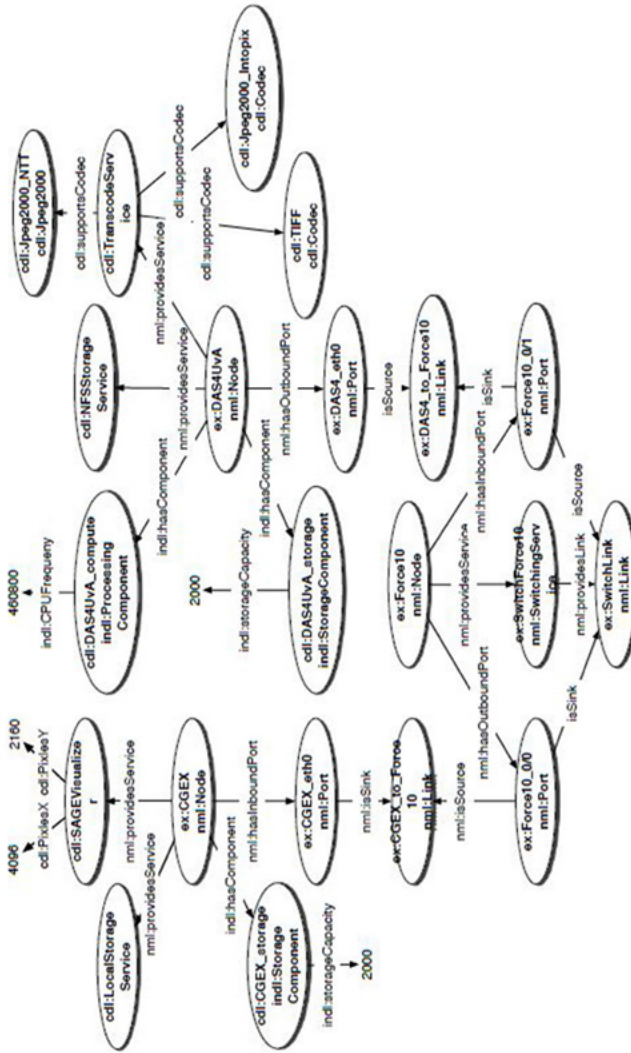


Figura 1 – Descrição de CDL do Exchange CineGrid Amsterdam

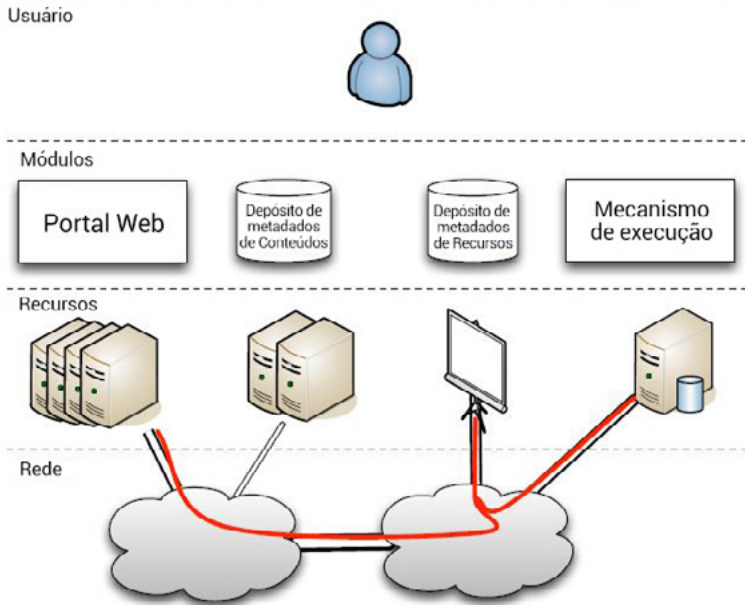


Figura 2 – Arquitetura Geral do CineGrid Amsterdam Exchange

Os serviços então consomem dados armazenados nos pontos de trocas. Essa dissociação entre a funcionalidade de recursos e sua representação física permite dinamicamente acoplar serviços durante a execução. Além disso, os pontos escondem dos usuários a complexidade da infraestrutura, permitindo que estes foquem no *workflow* da mídia e não na orquestração de recursos. A Figura 2 apresenta a arquitetura do sistema em camadas do portal CineGrid.

2.2.1 UPLOAD DE CONTEÚDO

Os usuários do Exchange Amsterdam podem incluir seu conteúdo no sistema fornecendo as informações de metadados necessárias; o curador do *exchange* determinará se esse novo conteúdo será aceito

e publicado no repositório. O conteúdo pode divergir em termos de permissão de uso, desde ser publicamente acessível até casos mais restritos em que há regras específicas e direitos de acesso a serem respeitados. O upload pode ser realizado através de internet pública ou via links de alta velocidade exclusivos oferecidos pela SURFNet.

2.2.2 PESQUISAR E SELECIONAR CONTEÚDO

Um usuário do sistema utilizará o portal da web para selecionar o conteúdo de interesse. O portal oferece critérios de pesquisa diferentes, como pesquisas baseadas no nome ou baseadas no local. Uma vez que os pedaços de conteúdo que se encaixam na pergunta de pesquisa são identificados, é apresentado ao usuário as escolhas correspondentes de clips. Cada resultado contém uma versão *web-friendly* da mídia de alta qualidade para permitir a fácil exibição do conteúdo, para garantir que o item selecionado é o desejado.

2.2.3 TRANSMITIR E PROCESSAR CONTEÚDO

Finalmente o usuário pode selecionar a modalidade para transmitir o conteúdo para seu destino final desejado com uma etapa extra de processamento, se necessário. O mecanismo de execução cuida da configuração real dos recursos e da real transmissão ou processamento do conteúdo.

2.3 O MECANISMO DE EXECUÇÃO

O mecanismo de execução (*engine*) operando o Exchange CineGrid Amsterdam é encarregado da seleção de recursos e da transmissão e processamento do conteúdo. Essas operações necessitam que o mecanismo identifique cada tipo de conteúdo e, para cada operação no conteúdo, a melhor combinação de recursos de computação e de rede. Além disso, o mecanismo precisa configurar os caminhos de rede entre as fontes e nós de destino sempre que o trânsito passar por caminhos dedicados ou dinamicamente provisionado.

Ao focar na computação precisamos lembrar que, por construção,

todos os intercâmbios CineGrid operam recursos heterogêneos; além disso, é possível adquirir capacidade de computação adicional de grupos comerciais ou provedores de computação em nuvem conectados externamente. O mecanismo precisa encontrar o melhor equilíbrio entre dois parâmetros: 1. O desempenho dos nós selecionados, i.e. o tempo que estes necessitam para concluir uma tarefa; e 2. Os custos totais ao comprar os recursos externamente para o intercâmbio.

Ao focar na rede, o mecanismo precisa interfacear com os sistemas básico de provisionamento, como a estrutura Network Service Interface (NSI)⁵. A NSI cria as conexões de rede adequadas entre os recursos e permite o acesso a caminhos de rede dedicados de alta largura de banda.

Todos estes aspectos foram pesquisados e implementados na estrutura Vampires, que é usável fora do contexto CineGrid.

3 TRABALHO ATUAL

Nosso trabalho atual tem um foco sobre seleção e uso de computação e redes centrado no usuário. Aos usuários na comunidade CineGrid são apresentados um conjunto complexo de opções devido à alta heterogeneidade e tamanho da colaboração. Isto não é específico apenas para o CineGrid, mas é um aspecto mais geral no cenário de computação em nuvem, que torna nosso trabalho reutilizável fora da colaboração.

Nas seções seguintes apresentamos dois desenvolvimentos relacionados a esse desafio; a estrutura Vampires – um escalonador de recurso para ambientes de nuvem e o Open Cloud Exchange – um conceito para uso de multinuvens.

3.1 VAMPIRES

O componente de processamento do Mecanismo de Execução in-

5 ROBERTS, Guy; KUDOH, Tomohiro; MONGA, Inder; SOBIESKI, Jerry; MACAULEY, John; GUOK, Chin. *GFD.212: NSI Connection Service v2.0*. Open Grid Forum: Technical report. 2014.

roduzido na seção 2.2 é implementado usando a estrutura Vampires⁶. A estrutura permite otimização em tempo real para fluxos de trabalho com dois objetivos: tempo de execução (desempenho) e custo. O fluxo de trabalho com o qual o Vampires lida é modelado como um Bag-of-Tasks [Sacola de Tarefas], o fluxo de trabalho mais comum no CineGrid Exchange. O aspecto do custo é muito importante se os recursos são alugados de prestadores de serviço em nuvem, enquanto o desempenho é relevante quando usuários precisam executar fluxos de trabalho sob restrições de tempo. Os dois objetivos são contraditórios em relação ao tipo e quantidade de recursos de computação e rede necessários.

Execução envolve um processo de três etapas no qual primeiro são coletadas amostras de recursos candidatos para extrair métricas de desempenho relacionadas ao fluxo de trabalho. Usando as métricas e um modelo formal do sistema, junto com uma configuração específica do recurso, a Vampires pode prever o desempenho esperado sem realmente executá-lo. De particular importância é o comportamento do sistema na presença de estrangulamentos I/O (largura de banda de rede limitada), uma vez que estes são o fator limitador quando se trata de recursos de escalonamento. Em Dumitru et al (2014)⁷ apresentamos um modelo detalhado e avaliação desse método de previsão de execução. A Vampires apresenta ao usuário algumas configurações relevantes. O conjunto de configurações relevantes representa a Fronteira Pareto⁸ da carga de trabalho. O usuário selecionará aquela opção que melhor atende as exigências originais.

6 DUMITRU, Cosmin; OPRESCU, Ana-Maria, ZIVKOVIC, Mirolasv, MEI, Rob van der; GROSSO, Paola; DE LAAT, Cees. “A queueing theory approach to pareto optimal bagsof-tasks scheduling on clouds”. In: SILVA, Fernando; DUTRA, Inês; COSTA, Vítor Santos. *Euro-Par 2014 Parallel Processing*. Porto: Springer, 2014. p. 162-173.

7 Idem.

8 Em otimização de múltiplas variáveis, a Fronteira de Pareto é o conjunto mais eficiente dos parâmetros, onde não é possível melhorar uma parte sem prejudicar outra. [N.E.]

3.2 OPEN CLOUD EXCHANGE (OCX)

O aumento da popularidade de provedores comerciais de serviço em nuvem trouxe novos desafios e oportunidades. Um deles é o uso combinado de recursos múltiplos de computação em nuvem. Tendo múltiplas ofertas disponíveis os usuários podem selecionar aquelas que melhor se adequam à sua carga de trabalho, mesmo se não são todas do mesmo provedor. Muitos fatores podem influenciar a escolha de provedores: os aspectos de custo e desempenho, localização geográfica, disponibilidade de hardware “exótico” (ex. GPUs, FPGAs, multi core ou sistemas de memória muita alta, rede interna de baixa latência, etc.), jurisdição da lei, possibilidade de ter conectividade de rede exclusiva até o site do usuário e assim por diante.

O Open Cloud Exchange (OCX)⁹ é um conceito que descreve um local exclusivo para interconexão e peering entre provedores de nuvem e clientes. O OCX permite que os usuários criem conexões de rede exclusivas entre dois ou mais provedores de nuvem diferentes, de uma maneira transparente à aplicação.

Um aspecto desafiador de ter esse sistema implantado é como os usuários poderão aproveitar as melhores ofertas. Ampliamos a estrutura Vampires para permitir a interação entre recursos de provedores de serviço em nuvem que participam com o OCX. Atualmente estamos explorando o desempenho da estrutura utilizando cargas de trabalho típicas do CineGrid, como transcodificação de imagem. Um aspecto interessante é a habilidade de criar links de rede que não são provisionados em excesso nem subprovisionadas em relação às exigências da aplicação.

9 DEMCHENKO, Yuri; HAM, Jeroen van de; NGO, Canh; MATSELYUKH, Taras; FILIPOSKA, Sonja; DE LAAT, Cees; ESCALONA, Eduard.). “Open cloud exchange (ocx): Architecture and functional componentes”. In: *2013 IEEE International Conference on Cloud Computing Technology and Science*, Volume 2, pp. 81-87. 2013.

4 CONCLUSÕES E TRABALHO FUTURO

O projeto CineGrid Amsterdam desenvolveu métodos novos que permitem que os provedores de conteúdo explorem as infraestruturas de computação e rede mais avançadas. Apresentamos aqui três principais resultados de pesquisa que agora estão disponíveis para toda a comunidade CineGrid: a Linguagem de Descrição CineGrid, uma ontologia para recursos e serviços para mídia de alta qualidade; o portal interativo para seleção de conteúdo e recursos, transmissão e processamento; e estrutura Vampires, um escalonador de nuvem e um mecanismo de execução. O portal e o escalonador destacam a natureza distribuída dos recursos CineGrid, onde computação e recursos de armazenagem para processamento e depósito de conteúdo podem ser localizados em diferentes países e/ou continentes.

O portal permite a seleção de recursos adequados e, se necessário, a criação de caminhos de rede nos sites. Vampires inclui um modelo inspirado em *queuing network* na previsão do seu desempenho, permitindo que esta entregue estimativas realistas dos tempos de processamento de conteúdo.

Nosso foco atual é em auxiliar usuários finais a utilizar completamente ambientes como CineGrid, em que a heterogeneidade e distribuição geográfica aumentam a complexidade de operá-los. Preve-mos que soluções como o Open Cloud Exchange tornará a colaboração interprovedores perfeita a partir da perspectiva do usuário, finalmente reduzindo custo e aumentando desempenho.

REFERÊNCIAS

DEMCHENKO, Yuri; HAM, Jeroen van de; NGO, Canh; MATSELYUKH, Taras; FILIPOSKA, Sonja; DE LAAT, Cees; ESCALONA, Eduard.). “Open cloud exchange (ocx): Architecture and functional componentes”. In: *2013 IEEE International Conference on Cloud Computing Technology and Science*, Volume 2, pp. 81-87. 2013.

DUMITRU, Cosmin; OPRESCU, Ana-Maria, ZIVKOVIC, Mirolasv, MEI, Rob van der; GROSSO, Paola; DE LAAT, Cees. “A queueing theory approach to pareto optimal bagsof-tasks scheduling on clouds”. In: SILVA, Fernando; DUTRA, Inês; COSTA, Vítor Santos. *Euro-Par 2014 Parallel Processing*. Porto: Springer, 2014. p. 162-173.

GHIJSEN, Mattijs; HAM, Jeroen van der; GROSSO, Paola; DUMITRU, Cosmin; ZHU, Hao; ZHAO, Zhiming; DE LAAT, Cees. “A semantic-web approach for modeling computing infrastructures”. In: *Computers & Electrical Engineering*, v. 39, n. 8, p. 2553-2565. 2013.

KONING, Ralph; GROSSO, Paola; DE LAAT, Cees. “Using ontologies for resource description in the CineGrid Exchange”. In: *Future Generation Computer Systems*, v. 27, n. 7, p. p. 960-965. 2011.

LIU, Shaofeng; SCHULZE, Jurgen; HERR, Laurin; WEEKLEY, Jeff; ZHU, Bing; OSDOL, Natalie Von; PLEPYS, Dana; WAN, Mike. “Cinegrid exchange: A workflow-based peta-scale distributed storage platform on a high-speed network”. *Future Generation Computer Systems*, v. 27, n. 7, p. 966-976. 2011.

ROBERTS, Guy; KUDOH, Tomohiro; MONGA, Inder; SOBIESKI, Jerry; MACAULEY, John; GUOK, Chin. *GFD.212: NSI Connection Service v2.0*. Open Grid Forum: Technical report. 2014.



SUPER HI-VISION NA COPA DO MUNDO

FIFA DE 2014 NO BRASIL

Leandro Ciuffo, Tatsuya Fujii, Naohiro Kimura, Hisao Uose,
Yuji Yanagase, Yoshitaka Ashida, Michael Stanton, Clayton Reis,
Shinichi Sakaida, Kazuhisa Iguchi

INTRODUÇÃO

Em junho e julho de 2014, enquanto as bolas rolavam nos estádios brasileiros, as redes de Pesquisa e Educação desempenharam um papel importante para possibilitar que a televisão japonesa transmitisse imagens ao vivo da Copa do Mundo FIFA com resolução 8K para o Japão. A enorme distância entre os dois países estabelece novos desafios para o *streaming* de imagens digitais através de redes de longa distância.

O projeto para o *streaming* da Copa do Mundo FIFA em 8K foi uma cooperação conjunta entre a NHK (Empresa Pública japonesa de Transmissão), TV Globo (emissora brasileira de TV), NTT (Empresa Japonesa de Telecomunicações) e RNP (Rede Nacional de Pesquisa de Educação do Brasil), em cooperação com a FIFA e o CBPF (Centro Brasileiro de Pesquisas de Física).

Ao todo, foram selecionados nove jogos pela NHK para *streaming* ao vivo em 8K, começando com o primeiro jogo do Japão (Japão contra Costa do Marfim, em Recife, no dia 14 de junho) e concluindo com a final entre Argentina e Alemanha no Rio de Janeiro, no dia 13 de julho. A seleção de jogos levou em consideração a logística de movimentação de externos da NHK fora do veículo de transmissão que continha o

equipamento de edição e captura em 8K, entre as cidades sedes dos jogos no Brasil. A Tabela 1 apresenta os jogos selecionados para serem transmitidos ao vivo.

Tabela 1. Jogos da FIFA World Cup™ transmitidos em 8K

Data	Jogo	Local
14/jun	Costa do Marfim 2-1 Japão	Recife
16/jun	Gana 1-2 EUA	Natal
19/jun	Japão 0-0 Grécia	Natal
23/jun	Camarões 1-4 Brasil	Brasília
28/jun	Brasil 1-1 Chile	Belo Horizonte
30/jun	França 2-0 Nigéria	Brasília
05/jul	Argentina 1-0 Bélgica	Brasília
08/jul	Brasil 1-7 Alemanha	Belo Horizonte
13/jul	Alemanha 1-0 Argentina	Rio de Janeiro

O restante deste artigo está organizado da seguinte forma: a Seção 2 apresenta resumidamente alguns detalhes técnicos da arquitetura da SHV. A Seção 3 ilustra a aplicação da Super Hi-Vision na Copa do Mundo, explicando os desafios da rede. Finalmente, a Seção 4 conclui o artigo.

SUPER HI-VISION

O sistema de transmissão de próxima geração desenvolvido pela NHK, chamado Super Hi-Vision (SHV), reproduz fortes sensações de presença através da utilização da ultra-alta resolução de 33 megapixels de vídeo em 8K (7680 pixels horizontais por 4320 pixels verticais) e 22.2 canais de áudio.

A tecnologia da NHK atualmente é capaz de comprimir o fluxo de vídeo do SHV a 60 quadros por segundo para menos de 280 megabits por segundo na forma de TS (Transport Stream). O mesmo vídeo numa forma descompactada exigiria quase 24 gigabits por segundo para ser transmitido. Mesmo a última geração da atual tecnologia de televisão

digital impede que os sinais em 8K sejam transmitidos a longas distâncias. É por isso que este projeto dependeu do apoio tecnológico do NTT Innovation Labs (Nippon Telegraph and Telephone Corporation), RNP e outras redes de pesquisa na América Latina, EUA e Japão.

Tecnologia SHV foi demonstrada pela primeira vez numa tela de 600 polegadas na Expo 2005 Aichi, no Japão. A NHK prevê que o SHV estará disponível comercialmente no país asiático em 2018.

APLICAÇÃO DO SHV NA COPA DO MUNDO FIFA DE 2014

GRAVAÇÃO

O sinal das nove partidas foi gerado por três câmeras 8K, duas câmeras de alta velocidade 4K e uma câmera 4K para gravação de cenas extras (essas últimas convertidas de 4K para 8K). Os sinais das câmeras de alta velocidade foram gravados em servidores de vídeo e reproduzidos em câmera lenta. A van de captação de externas 8K viajou juntamente com um carro de áudio para a gravação de som *surround 22.2* num console, um caminhão para transmissão e um caminhão de equipamentos. A turnê brasileira dos quatro caminhões percorreu mais de 4.200 km.

TRANSMISSÃO

Todos os jogos foram transmitidos primeiro para o Centro Internacional de Transmissão (IBC, na sigla em inglês) da FIFA, independentemente da localização do estádio. O IBC ficou localizado no Riocentro - um grande centro de conferência e exposições, no Rio de Janeiro - e a rede de comunicações da FIFA, que interliga todos os estádios com o IBC, foi fornecida pela empresa de telecomunicações brasileira, Telebrás.

A partir do IBC, o sinal em 8K foi transmitido até o Ponto de Presença da RNP (PoP), no Rio, utilizando a própria rede metropolitana da RNP. De lá, foi feita a transmissão para Tóquio utilizando três das cinco rotas internacionais redundantes que foram configuradas, conforme mostrado no mapa.

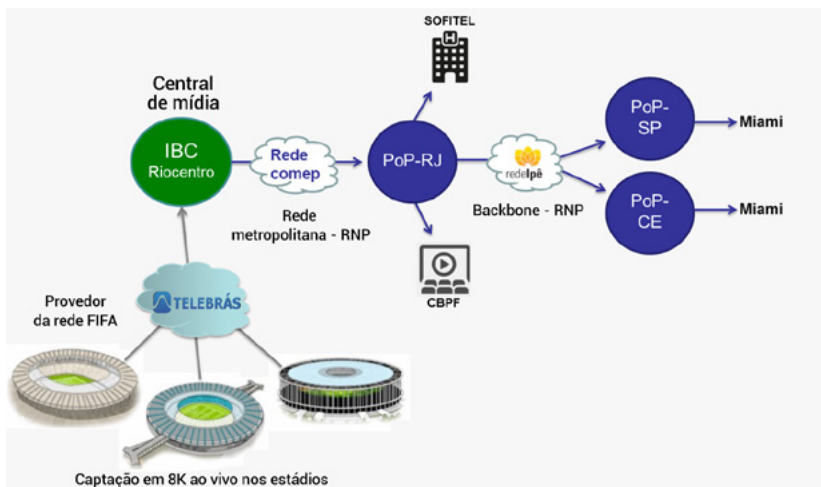


Figura 1 – Diagrama esquemático da rede no Brasil (em cores na p. 241)

Rota 1

Rio → São Paulo → Miami → Seattle → Tóquio (via RNP, Internet2, NTT GEMnet2)

Rota 2

Rio → São Paulo → Miami → Seattle → Tóquio (via RNP, RedCLARA, SINET4, NTT GEMnet2)

Rota 3

Rio → São Paulo → Seattle → Tóquio (via RNP, NTT VLink, NTT GEMnet2)

Rota 4

Rio → Fortaleza → Miami → Seattle → Tóquio (via RNP, Internet2, NTT GEMnet2)

Rota 5

Rio → Fortaleza → Miami → Nova York → Tóquio (via RNP, SINET4, NTT GEMnet2)

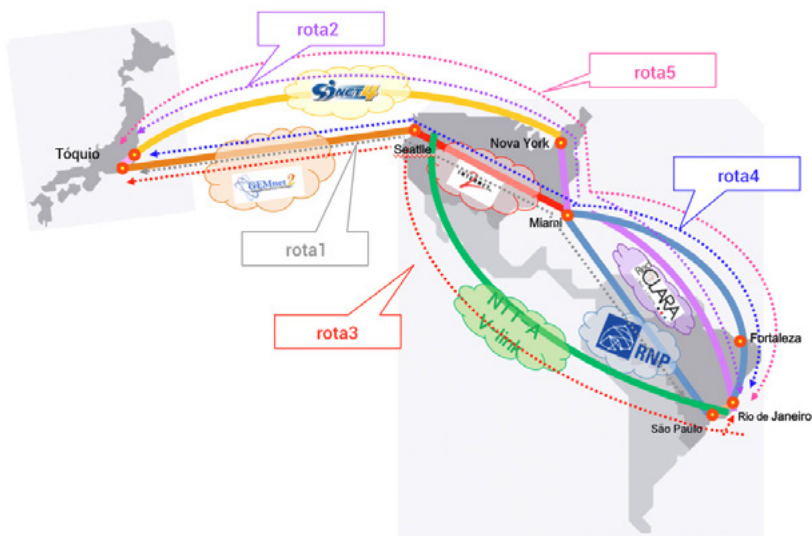


Figura 2 – Caminhos de Rede Internacional (em cores na p. 242)

Para criar um caminho seguro de comunicação adequado para a transmissão de vídeo 8K nas várias redes IP, a NTT aplicou uma poderosa tecnologia de correção antecipada de erros (FireFort LDGM-FEC) juntamente com o esquema de transmissão multicaminho. Essas redundâncias agregadas, tanto no domínio do tempo como do espaço aumentam consideravelmente a confiabilidade dessa transmissão de longa distância, com custo baixo.

LOCAIS DE VISUALIZAÇÃO

Os jogos em 8K foram transmitidos ao vivo para 7 locais de visualização: 4 no Japão, nas cidades de Tóquio, Yokohama, Osaka e Tokushima; e 3 no Rio, no IBC, no hotel Sofitel (hotel principal da FIFA) e no

auditório do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF). Este último local hospedou sessões de exibição organizadas em cooperação com a emissora brasileira TV Globo. Públicos selecionados de estudantes, pesquisadores, professores, autoridades e representantes da imprensa e da indústria foram convidados a assistir tanto as sessões pré-gravadas como ao vivo. Além do vídeo 8K, o público convidado desfrutou do sistema de som 3D de 22.2 canais do Super Hi-Vision.

A fim de preencher o tempo entre o deslocamento do veículo de transmissão entre os estádios, foram organizadas 30 sessões de transmissão pública de conteúdos gravados para demonstrar a tecnologia SHV. Cada sessão, com duração prevista de 30 minutos, exibiu uma programação variada em 8K, incluindo o carnaval do Rio, um desfile de moda japonesa e destaques da Copa do Mundo FIFA. Ao todo, mais de 800 espectadores assistiram à demonstração tecnológica na sede da CBPF, no Rio.

CONCLUSÃO

O desenvolvimento do SHV tem avançado, com a “presença” como sua característica mais forte. Esses eventos mais uma vez demonstraram que é possível proporcionar uma sensação de presença extremamente forte por áudio e vídeo do SHV, e que podem ser transmitidos níveis sem precedentes de emoção aos espectadores, fornecendo a eles a sensação de que eles, na verdade, estavam nos estádios da Copa do Mundo FIFA. O estilo de produção, sem narrações (locutores ou comentaristas) e, principalmente, utilizando tomadas com lente grande angular e poucos cortes, recebeu muitos comentários de surpresa e admiração sobre as novas possibilidades que se apresentam para as empresas de teledifusão.

Para concluir este artigo, resumimos alguns dados da demonstração do SHV:

- 9 jogos transmitidos ao vivo em 8K para 7 locais de visualização no Japão e Rio

- **275** polegadas (6,30m x 3,63m) foi o tamanho da tela no local principal de exibição no Rio
- **22,2** canais de áudio distribuídos em 33 altifalantes
- Foram configuradas **5** rotas de rede redundante entre Rio e Tóquio para transmitir os fluxos de vídeo
- **360 Mb/s** em IP com FEC (280 Mb/s em TS) foi a largura de banda necessária
- **24 Gb/s** é a quantidade necessária para transmitir imagens não comprimidas em 8K a 60 fps
- A resolução 8K (7.680 x 4.320 pixels) é **16** vezes a Full-HD, ou 4 vezes 4K

REFERÊNCIAS

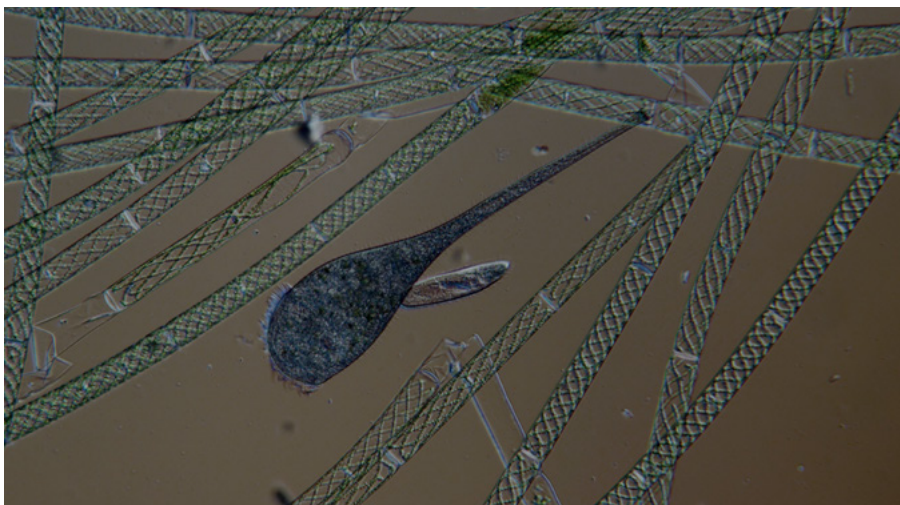
CIUFFO, Leandro; STANTON, Michael; UOSE, Hisao; FUJII, Tatsuya; SAKAIDA, Shinichi. “FIFA World Cup in 8K: Large sporting events triggering network research”. *CONNECT*, n. 16. 2014. p. 44-45.

SUGAWARA, Masayuki; SAWADA, Satoru Sawada; FUJINUMA, Hayato; SHISHIKUI, Yoshiaki; ZUBRZYCHI, John; WEERAKKODY, Rajitha; QUESTED, Andy. “Super Hi-Vision at the London 2012 Olympics”. *SMPTE Motion Imaging Journal*, v. 122, n. 1. 2013. p. 29-39.

***IMAGENS
COLORIDAS***



Lev Manovich apresenta palestra no CineGrid Brasil 2014



Cena do filme 4K MicroOrganisms 2, de Richard Weinberg, apresentado no CineGrid Brasil 2014



Duas câmeras 4K acopladas ao microscópio de cirurgia oftalmológica transmitem procedimento durante o CineGrid Brasil 2014.

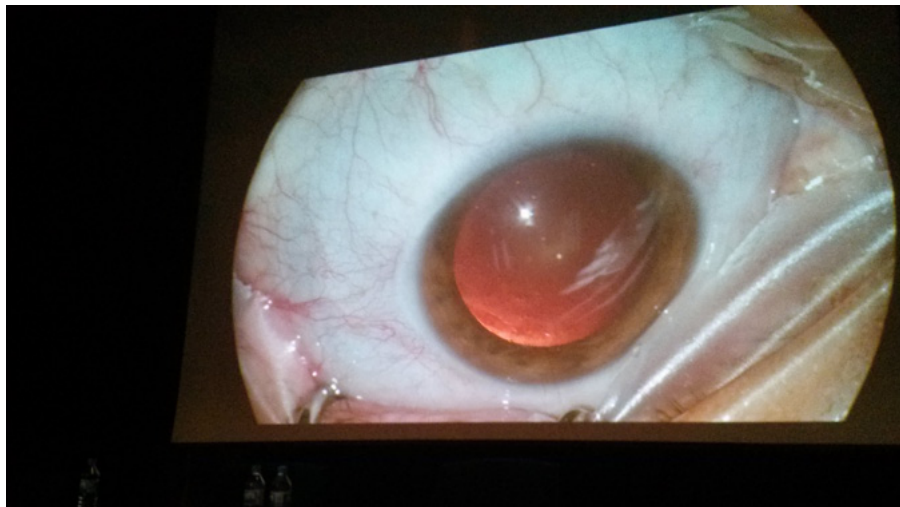


Imagem da cirurgia projetada em tempo real e 4K durante o CineGrid Brasil 2014.

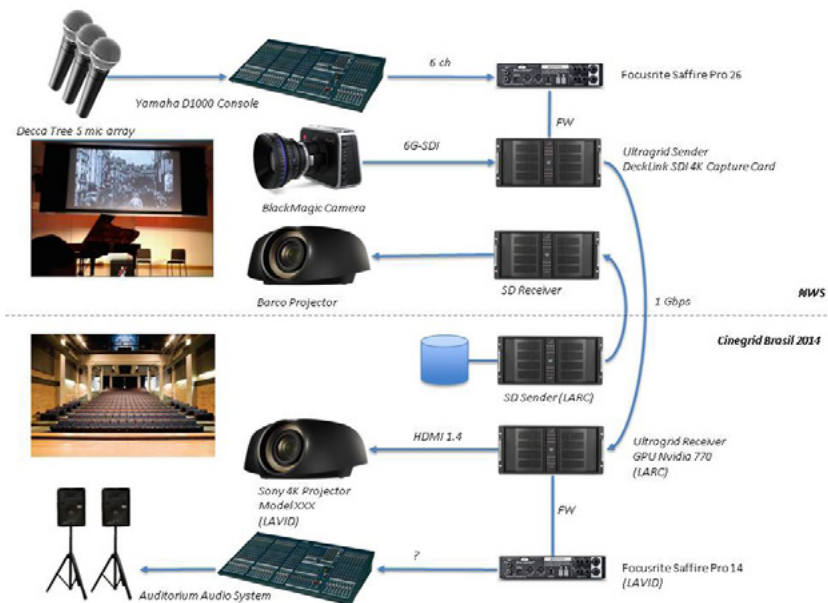


Diagrama de conexões, feito por Fernando Redigolo, para realização da demonstração “New World Symphony toca a Sinfonida da Metrôple” no CineGrid Brasil 2014



Imagem 4K de conjunto de câmara da New World Symphony na Flórida (EUA) é projetada em tempo real e com som multi-canal durante o CineGrid Brasil 2014

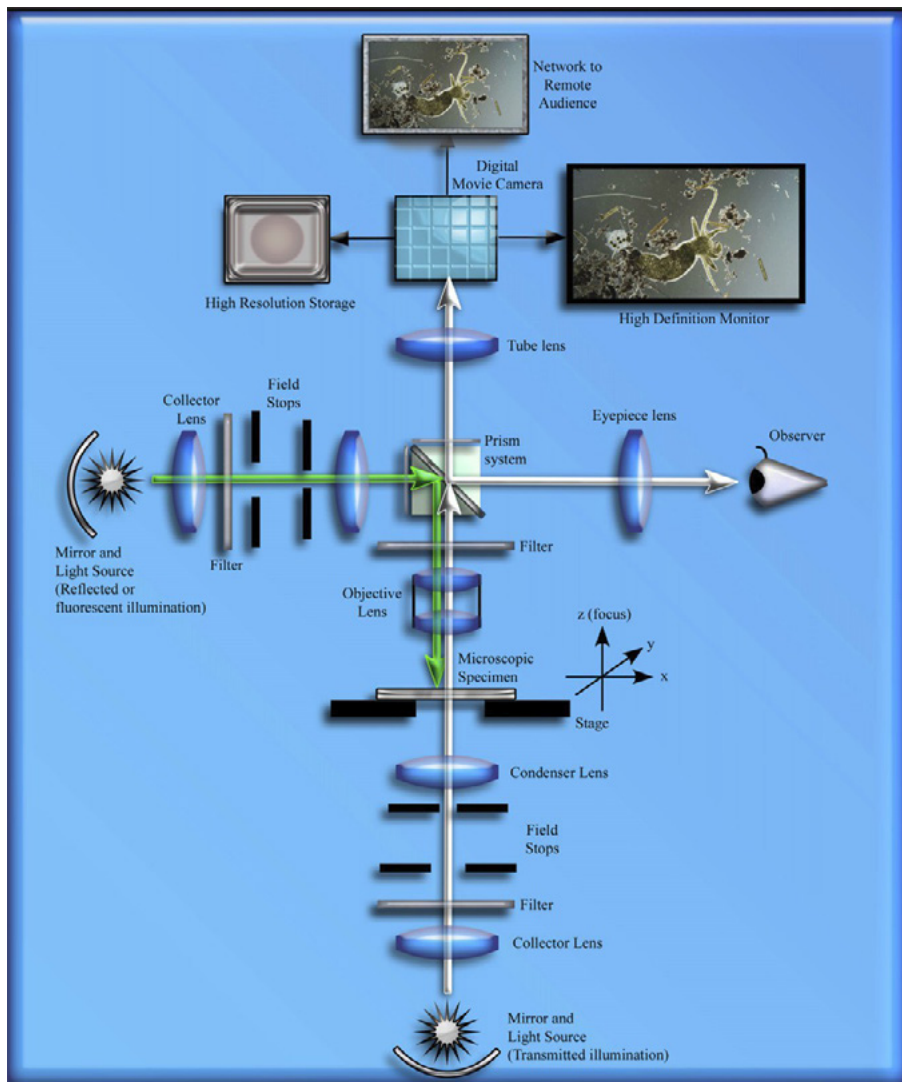


Fig. 1 do texto “Produzir e transmitir filmes digitais de objetos microscópicos em alta resolução”, originalmente na p. 40

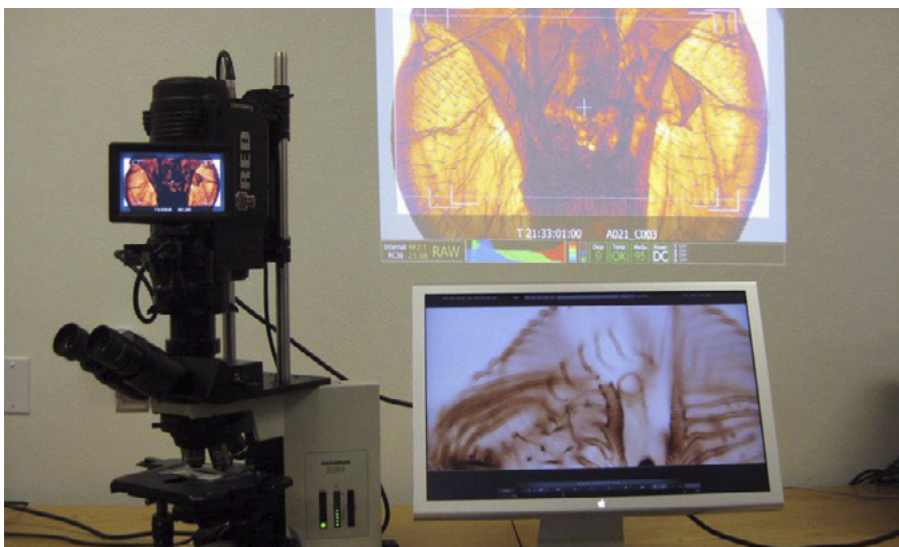


Fig. 2 do texto “Produzir e transmitir filmes digitais de objetos microscópicos em alta resolução”, originalmente na p. 42



Fig. 3 do texto “Produzir e transmitir filmes digitais de objetos microscópicos em alta resolução”, originalmente na p. 46

MICROORGANISMS



Fig. 5 do texto “Produzir e transmitir filmes digitais de objetos microscópicos em alta resolução”, originalmente na p. 48



Fig. 7 do texto “Produzir e transmitir filmes digitais de objetos microscópicos em alta resolução”, originalmente na p. 50



Fig. 9 do texto “Produzir e transmitir filmes digitais de objetos microscópicos em alta resolução”, originalmente na p. 53

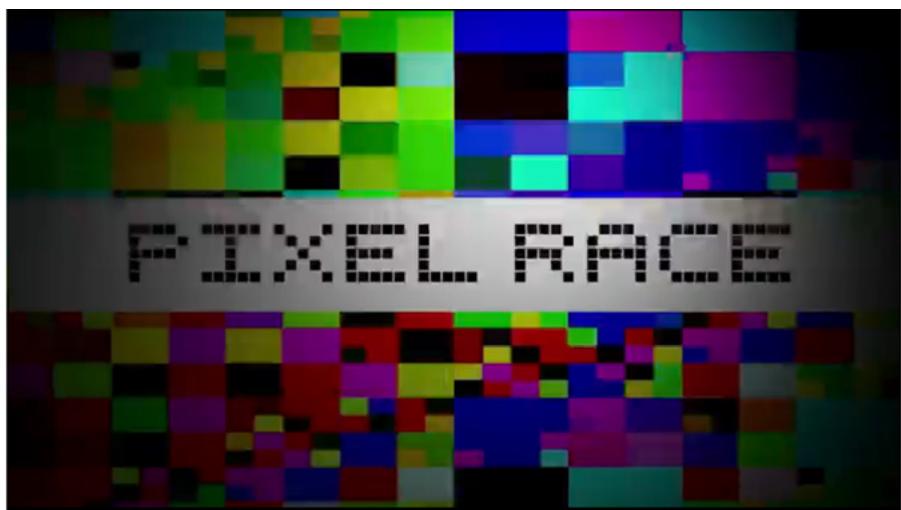


Fig. 4 do texto “Corrida de Pixels: Documentando a Tecnologia 4K”, originalmente na p. 75



Fig. 1 do texto “Hibridação e Tecnologia”, originalmente na p. 82



Fig. 2 do texto “Hibridação e Tecnologia”, originalmente na p. 83

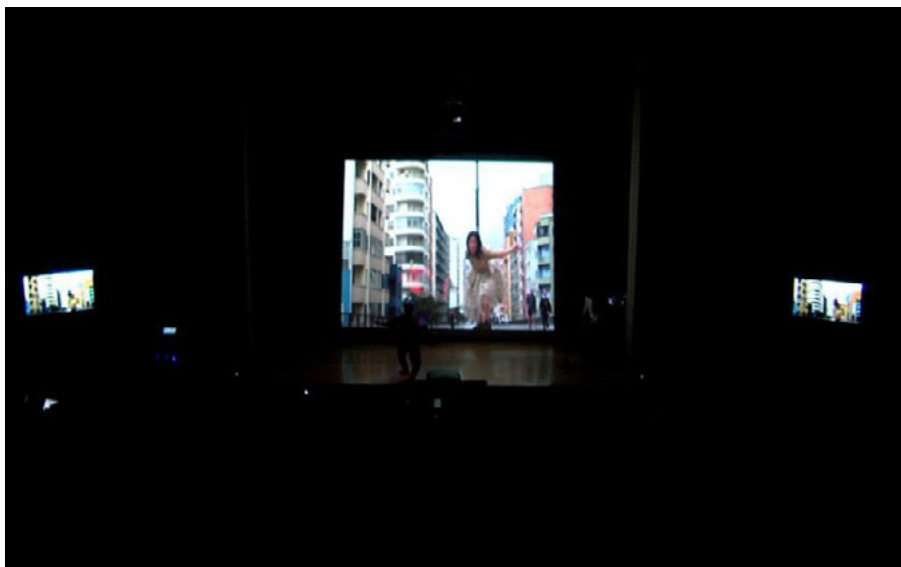


Fig. 4 do texto “Hibridação e Tecnologia”, originalmente na p. 85



Fig. 7 do texto “Hibridação e Tecnologia”, originalmente na p. 91

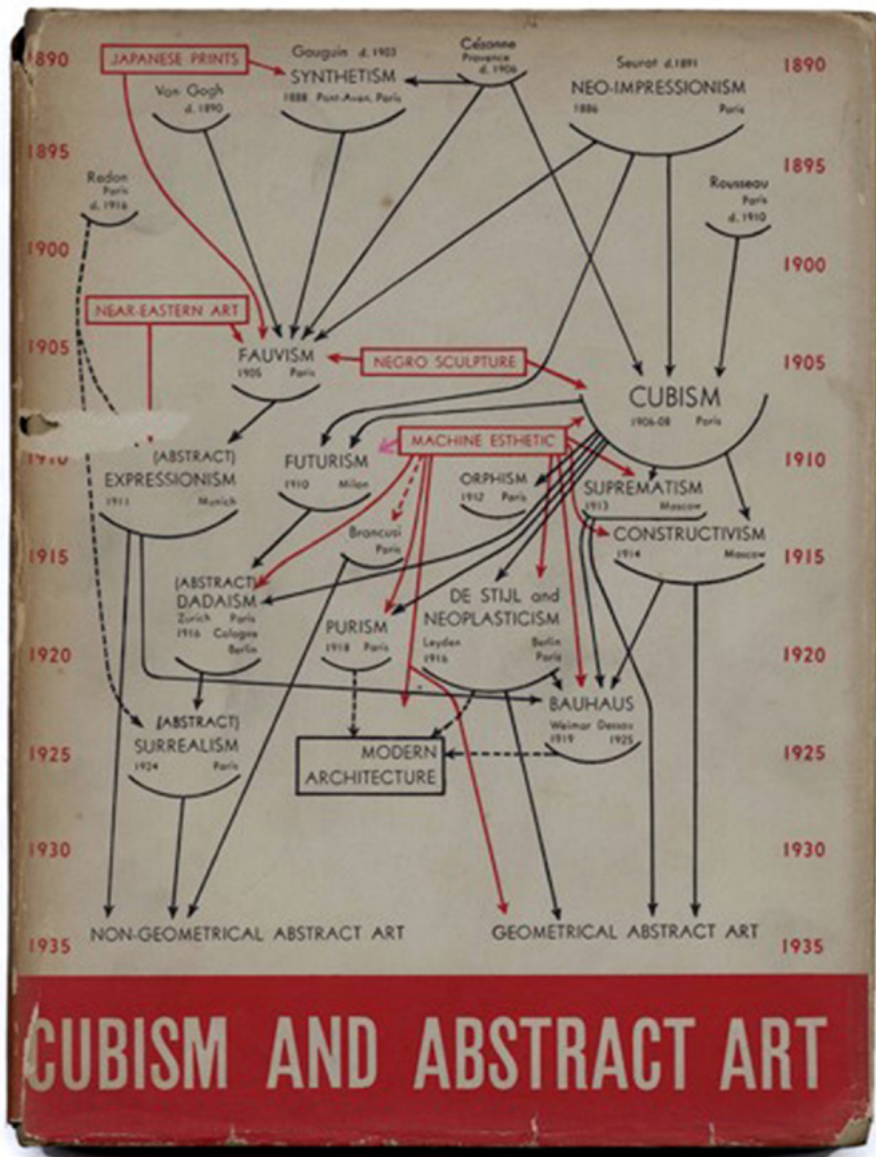


Fig.2 do texto “Mapeando o debate sobre visualização e ciência”, originalmente na p. 137

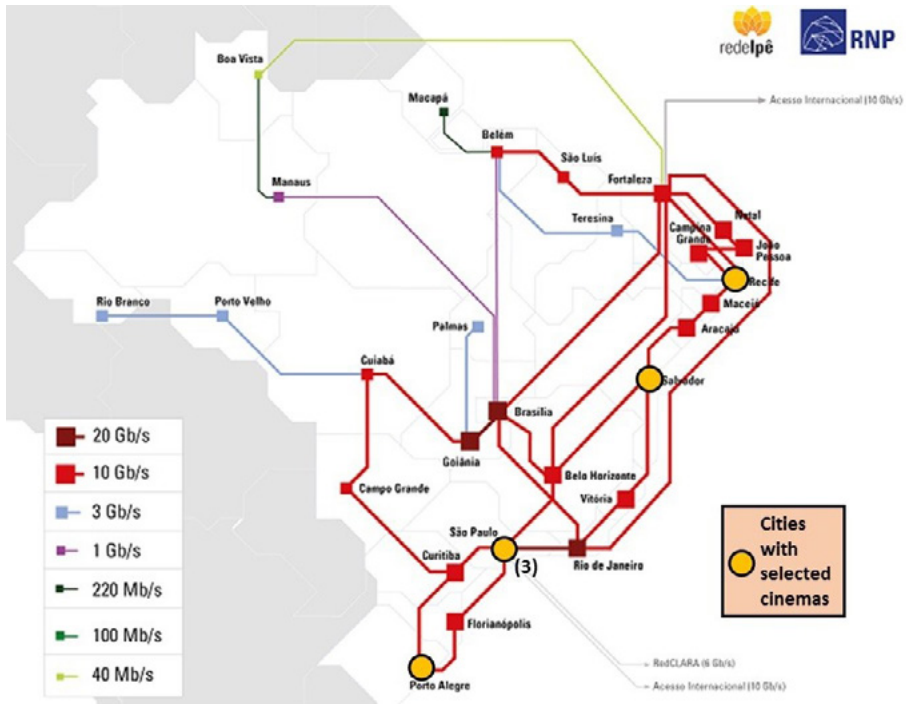


Fig.2 do texto “Uma solução de software para distribuir e exibir vídeo UHD em redes de pacote com aplicações na telemedicina e cultura”, originalmente na p. 194

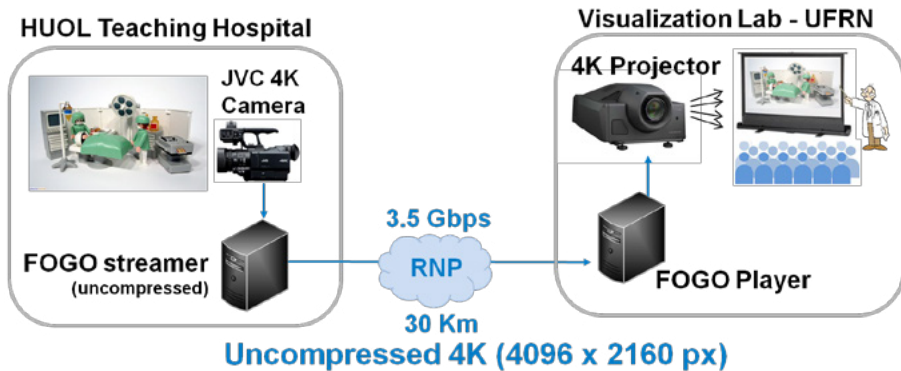


Fig.3 do texto “Uma solução de software para distribuir e exibir vídeo UHD em redes de pacote com aplicações na telemedicina e cultura”, originalmente na p. 197

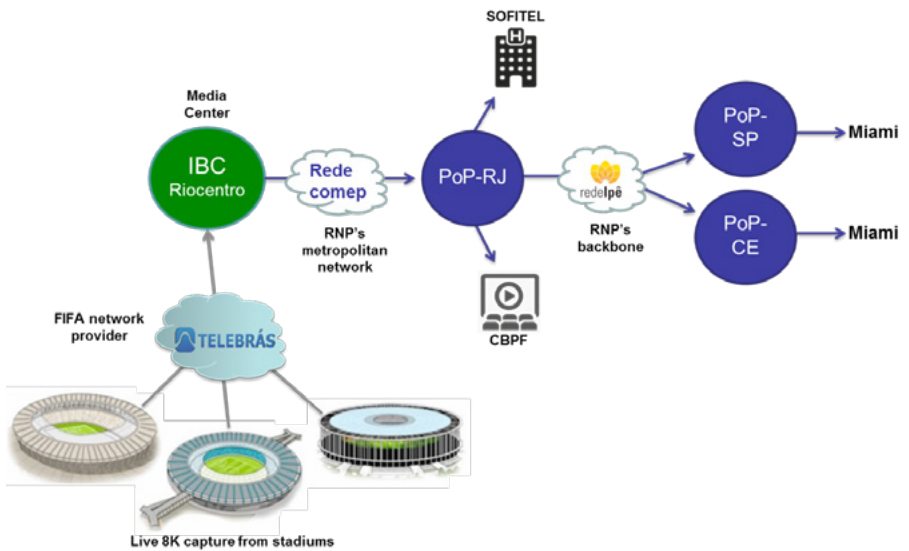


Fig. 1 do texto “Super Hi-Vision na Copa do Munda Fifa de 2014 no Brasil”, originalmente na p. 222

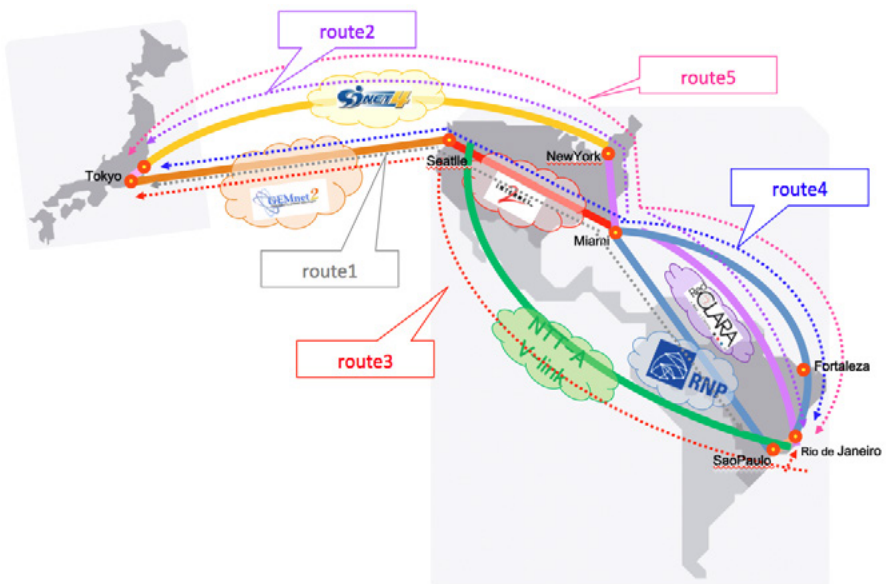


Fig. 2 do texto “Super Hi-Vision na Copa do Munda Fifa de 2014 no Brasil”, originalmente na p. 223

SOBRE OS AUTORES

Richard Weinberg é professor e pesquisador USC School of Cinematic Arts e o líder da USC no projeto CineGrid. Graduado em Psicologia, é mestre e Ph.D. em Ciência da Computação. Produziu os filmes digitais *24 Flowers Per Second*, *In the Pond* e *MicrOrganisms*, entre outros.

Alfredo Suppia é docente e atualmente coordenador da Pós-graduação do DECINE/Unicamp, membro da SOCINE e também da Science Fiction Research Association (SFRA). Graduado em Jornalismo, possui mestrado e doutorado em Mídias; suas pesquisas seguem a linha de história, teoria e crítica em meios e processos audiovisuais.

Vic Von Poser é mestranda em Educação, Artes e História da Cultura e graduada em Comunicação e Mídias. É artista multimídia e investiga a autonomia da Luz na arte contemporânea.

Almir Almas é professor do departamento de Cinema, Rádio e Televisão da ECA/USP. Graduado em Psicologia e doutor e mestre em Comunicação e Semiótica. É videoartista, produtor e diretor de audiovisual e pesquisador de televisão digital, interatividade, vídeo, cinema, arte eletrônica e cultura japonesa.

Danilo Baraúna é mestre em Meios e Processos Audiovisuais e graduado em Artes Visuais. É pesquisador de videoarte (crítica e produção) relações vídeo e espaço; semiótica; ensino de arte e audiovisual.

Lev Manovich é professor da CUNY e fundador do Software Studies Initiative, laboratório de pesquisa em Analítica Cultural. É o autor de *Software Takes Command*, *The Language of New Media*, entre outros artigos e livros. Estudou artes plásticas, arquitetura e programação de

computadores. Trabalha como artista, designer e programador. Suas obras foram exibidas e premiadas em diversos países.

Silvana Seabra é graduada em História, mestre em Sociologia da Cultura e doutora em Literatura Comparada/Estudos Literários. Atualmente é professora adjunta da Univ. Mackenzie São Paulo, no Programa de Pós graduação em Educação, Arte e História da Cultura. Foi lecturer na Univ. de Harvard e Professora da Univ. Vanderbilt

Leandro Ciuffo é gerente na Diretoria de P&D da RNP e responsável pela interação com as comunidades científicas sobre novas abordagens para a utilização de redes avançadas. Trabalhou na INFN-Catania (Itália) em projetos de e-Ciência. Leandro é graduado em Informática e mestre em Ciência da Computação.

Guido Lemos é professor e fundador do LAVID na UFPB, um dos desenvolvedores do SBTVD e líder da equipe que desenvolveu o FOGO, primeiro player de cinema 4K do Brasil. Atualmente pesquisa sistemas de alto desempenho de vídeo de ultradefinição, 4K e acima, para inúmeras aplicações, entre elas cinema e telemedicina.

Manoel Silva Neto é graduado em ciência da computação, atuando principalmente em Cinema Digital. Desde 2011 é integrante do Projeto de Visualização Avançada no Laboratório de Aplicações de Vídeo Digital (LAViD) da UFPB.

Lincoln David é professor do Centro de Informática da UFPB, onde leciona nos cursos de Engenharia da Computação e Ciência da Computação. É também pesquisador do Laboratório de Aplicações de Vídeo Digital.

Erick Melo é mestre em ciência da computação. É pesquisador do Laboratório de Aplicações de Vídeo Digital e atualmente trabalha na I9SIM Tecnologia.

Lucenildo Aquino Junior é graduado em Ciências da Computação e Física, mestre em Informática e Gerente de Projetos da RNP. Atua na área de Ciência da Computação, em temas como: Cinema Digital, Tv Digital, Middleware, Redes de Computadores, Ginga - NCL e Ginga-J. Atualmente é pesquisador e gerente no NIC.BR.

Michael Stanton é graduado e doutor em Matemática. Atualmente é professor titular da UFF e diretor de P&D da RNP. Desenhou projetos pioneiros como as redes internas da PUC-Rio e UFF, a Rede-Rio e a MetroBel. Atua no engajamento da RNP e é pesquisador em projetos de colaboração internacional, na linha de Internet do Futuro.

Iara Machado é Diretora Adjunta de P&D na RNP. Suas atividades envolvem colaboração com a comunidade de pesquisa em Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos, no desenvolvimento de Redes e Aplicações Avançadas. É Graduada em Física Mestre em Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos.

Clayton Reis é graduado e mestrado em Ciência da Computação. Trabalha atualmente como Coordenador de Pesquisa e Desenvolvimento na Rede Nacional de Ensino e Pesquisa (RNP).

Alvaro Malaguti é geógrafo e Gerente de Relacionamentos com as instituições de Cultura, Artes e Humanidades da Rede Nacional de Ensino e Pesquisa – RNP.

Graciela Martins é graduada em ciência da computação, mestre em ciência da computação e especialista em gestão estratégica em inovação tecnológica. É gerente de projetos da RNP.

Ana Veiga é graduada em análise de sistemas e especialista em administração. É gerente dos programas de Soluções Digitais para a Saúde e para a Cultura da RNP.

Luiz Ary Messina é graduado em Engenharia Elétrica Opção Eletrônica. Mestre em Engenharia Elétrica e doutor em Computação Gráfica. Recebeu, em 2012, o Certificado de Mejores Prácticas em Telesalud, BID, CEPAL, OPAS e UFMG, pelo trabalho realizado na Rede Universitária de Telemedicina da RNP. É coordenador nacional da RUTE/RNP.

Cosmin Dumitru é engenheiro da computação, mestre em engenharia de redes e doutor em ciências da computação pela Univ. de Amsterdam. Foi professor da mesma universidade e atualmente é engenheiro de desenvolvimento de software na Amazon Web Services de Amsterdam.

Paola Grosso é graduada, mestre e doutora em física pela Univ. degli Studi di Torino. Atualmente é professora assistente nas áreas de engenharia de sistemas de redes na Universidade de Amsterdam.

Cees de Laat é supervisor do Grupo de Pesquisa de Sistemas de Engenharia de Redes na Univ. de Amsterdam, onde pesquisa sistemas ópticos, web semântica e arquiteturas de segurança distribuída. É presidente do GridForum.nl e co-fundador do GLIF. É um dos fundadores do CineGrid e coordenador do CineGrid Amsterdam.

Tatsuya Fujii é graduado, mestre e Ph.D. em Engenharia Elétrica. Ingressou na NTT em 1991 onde pesquisa redes e processamento paralelo de imagens de super-alta definição. Atualmente Fujii é líder do gru-

po de processamento de mídia e de pesquisa em sistemas de inovação no NTT Innovation Laboratories.

Naohiro Kimura é graduado e mestre em engenharia mecânica. Trabalha desde 1993 na NTT. Seus projetos de pesquisa incluem o desenvolvimento de sistemas de transmissão confiáveis via IP.

Hisao Uose é graduado em engenharia elétrica e gerente executivo da NTT Advanced Technology Corporation.

Yuji Yanagase é graduado em engenharia da computação e pesquisador da NTT.

Yoshitaka Aashida é pesquisador da NTT.

Shinichi Sakaida é pesquisador do Laboratório de Pesquisa em Ciência e Tecnologia da Japan Broadcasting Corporation (NHK).

Kazuhisa Iguchi é engenheiro e pesquisador do Laboratório de Pesquisa em Ciência e Tecnologia, Japan Broadcasting Corporation (NHK).

ORGANIZADORES

Cicero Inacio da Silva é pesquisador e professor na área de mídia digital e saúde, coordenador do Núcleo Telessaúde Brasil Redes e coordenador adjunto da Universidade Aberta do Brasil (UAB) na UNIFESP. Realizou a captação da primeira cirurgia oftalmológica laser utilizando uma câmera capaz de captar 1000 frames por segundo em 4K (Phantom) e a primeira transmissão de uma cirurgia oftalmológica em 4K, transmitida por meio de uma rede de 10 Gbps do Departamento de Oftalmologia da Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP) para a Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (FMUSP). Realizou também a primeira transmissão de cinema em rede com tecnolo-

gia 4K do mundo, em 2009. Realizou diversos filmes científicos, como *Openmouthed*, *Corrida de pixels* e *EstereoEnsaíos*.

Jane de Almeida pesquisa cinema e visualização de ultra definição em rede. Organizou a primeira mostra de filmes 4K no Brasil e a primeira transmissão de cinema 4K transcontinental. Foi coordenadora do GT de Visualização Avançada da RNP, na área de produção e direção de conteúdo visual, produzindo filmes estereoscópicos e visualizações. É diretora dos primeiros filmes 4K 3D do Brasil, 2014K, e *EstereoEnsaíos*. Seu último filme, *Corrida de Pixels*, é um documentário em 4K sobre a tecnologia 8K da Copa do Mundo. É professora da Universidade Mackenzie e da PUC-SP. Foi professora visitante do Departamento de Artes da UCSD e de Harvard. Foi curadora das mostras de filmes e artes Grupo Dziga Vertov, Metacinemas, Ordenação e Vertigem, Alexander Kluge, realizadas no Centro Cultural Banco do Brasil e Programando o Visível: Harun Farocki, no Paço das Artes.

Thiago de André é graduado em Ciências Moleculares e Audiovisual, mestre em Matemática Aplicada e doutorando em Meios e Processos Audiovisuais e pesquisador na área de cinema digital. É o coordenador de produção e tecnologia do CINUSP Paulo Emilio.

AGRADECIMENTOS

ANSP/FAPESP

Luis Fernandez Lopez

Stefanie Marks

Manuel Correia

NEW WORLD SYMPHONY (NWS/Miami)

Justin Trieger

Michael Linville

Miles Jacques

Sean Maree

CINEGRID BRASIL

Alfredo Suppia

Lev Manovich

MASP

Teixeira Coelho

CARL ZEISS DO BRASIL

Helio Lima

Luis Henrique de Carvalho Silva

Tassia Terra

Alexandre Damaceno

DEPTO. OFTALMOLOGIA UNIFESP

Paulo Schor

Milton Yogi

Marcello Di Pietro

Ibraim Viana



SOBRE O CINEGRID BRASIL 2014

O evento contou em sua organização com pesquisadores do CINUSP, tendo sido contemplado no Edital de Difusão e Intercâmbio Cultural e Científico da Pró-Reitoria de Cultura e Extensão Universitária da USP; com pesquisadores do LARC (Laboratório de Arquitetura de Redes de Computadores) e LASSU (Laboratório de Sustentabilidade) também da USP com verba de edital Auxílio Promoção de Eeventos (ARC) do CNPq; com pesquisadores da Universidade Presbiteriana Mackenzie com financiamento do Programa de Apoio a Eventos no País (PAEP) da Capes; e com membros da associação internacional CineGrid. Con-
tôu ainda com a colaboração da Rede ANSP (Academic Network of São Paulo), com a Telemedicina da UNIFESP e com a RNP (Rede Nacional de Ensino e Pesquisa).

Os membros do comitê organizador foram:

Cicero Inacio da Silva (UAB/UNIFESP)

Jane de Almeida (LabCine/ Univ. Mackenzie)

Laurin Herr (CineGrid Inc.)

Luis Fernandez Lopez (ANSP/NARA/FMUSP)

Natalie Van Osdol (CineGrid Inc.)

Tereza Cristina Carvalho (LARC/LASSU/USP)

Thiago de André (CINUSP/PRCEU/USP)

No endereço on-line <http://cinegridbr.org> encontram-se as informações, fotos, vídeos e relatos de apresentações, assim como o programa completo de apresentações e demonstrações realizadas.

O evento contou ainda com apresentações dos seguintes outros pesquisadores:

Akira Shimaya (NTT-AT, EUA)

Alfredo Suppia (UNICAMP, Brasil)

Almir Almas (CTR/ECA/USP, Brasil)
Ana Estela Haddad (USP, Brasil)
Andy Maltz (Science and Technology Council, AMPAS, EUA)
Cees de Laat (Universiteit Van Amsterdam, Holanda)
Daisuke Shirai (Media Innovation Laboratory NTT Network, Japão)
Denise Stringhini (UNIFESP, Brasil)
Esther Hamburger (USP, Brasil)
Fernando Redigolo (USP, Brasil) - Comitê Técnico CineGrid Brasil 2014
Francisco Neto (DotCINE, Brasil)
Guido Lemos (UFPB, Brasil)
Iara Machado (RNP, Brasil)
Jeff Weekley (Naval Post-graduate School, EUA)
John Suzuki (NEL America, EUA)
José Dias (TV Globo, Brasil)
Julio Ibarra (AMPATH, EUA)
Justin Trieger, (New World Symphony, Miami, EUA)
Leandro Ciuffo (RNP, Brasil) - Comitê Técnico CineGrid Brasil 2014
Lev Manovich (CUNY - City University Of New York, EUA)
Liliana Nakonechnyj (TV Globo, Brasil)
Maxine Brown (Electronic Visualization Laboratory – UIC, EUA)
Michael Linville (New World Symphony, Miami, EUA)
Michael Sims (NASA Mars Institute, San Francisco, EUA)
Michael Stanton (RNP, Brasil)
Michal Krsek (CESNET, República Tcheca)
Milton Yogi (UNIFESP, Brasil)
Naohisa Ohta (Keio University, Japão)
Richard Weinberg (Univ. Southern California, EUA)
Rodrigo Menezes (Dimension Data, Brasil)
Steve Morris (Skywalker Sound, EUA)
Tatsuya Fujii (NTT, Japão))
Valdecir Becker (LAVID/UFPB, Brasil)
Yoichi Kato (NTT-IT, Japão)

CONSELHO CIENTÍFICO DA COLEÇÃO

Consuelo Lins

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Cristian Borges

Universidade de São Paulo

João Luis Vieira

Universidade Federal Fluminense

Jorge La Ferla

Universidad de Buenos Aires

Laura Mulvey

Birkbeck, University of London

Oliver Fahle

Ruhr-Universität Bochum

Robert Stam

New York University

Steve Dixon

La Salle College of the Arts

COLEÇÃO CINUSP

1 Robert Bresson (2011)

Daniel Ifanger, Rafael Nantes e Ricardo Miyada (Orgs.)

2 Machinima (2012)

Patrícia Moran e Janaína Patrocínio (Orgs.)

3 Jonas Mekas (2013)

Patrícia Mourão (Org.)

4 Mondo Tarantino (2013)

Marcos Kurtinaitis (Org.)

5 Željimir Žilnik e a Black Wave (2014)

Alfredo Suppia e Henrique Figueiredo (Orgs.)

6 Quebrada? - Cinema, vídeo e lutas sociais (2014)

Wilq Vicente (Org.)

7 Realismo Fantasmagórico (2015)

Cecília Mello (Org.)


8 CineGrid: Futuros Cinemáticos (2016)

Thiago de André, Jane de Almeida e Cícero Inácio da Silva (Orgs.)

9 Cinema e Corpo (2016)

Ana Cristina Zimmermann e Soraia Chung Saura (Orgs.)

*Este livro foi composto com os tipos PT Serif e Trade Gothic LT Std,
e impresso em Papel Pólen Soft 70g/m²*



Resultado de pesquisas apresentadas no âmbito da comunidade CineGrid, este volume da Coleção CINUSP provoca o espectador a explorar alguns dos caminhos e dificuldades de se realizar e compartilhar conteúdos audiovisuais de altíssima qualidade. Mas também repensar seu uso como entretenimento, ciência, saúde, arte e imaginar os futuros possíveis, tendo como referência o caos criativo dos processos computacionais e das redes.

O conhecimento contemporâneo é interdisciplinar, conectado e precisa, mais do que nunca, de novas formas de visualização. As inovações aqui relatadas abrem perspectivas de produzir potentes imagens ainda não vistas, de lugares, escalas e objetos longínquos: O futuro indica um cenário cada vez mais cinematográfico, com experiências cinematográficas mais presentes e constantes. Um outro mundo de imagens nos alcança. Ou, pelo contrário: somos outros e esta imagem é construída justamente para dar conta da nossa atual complexidade.

