

## ***Caminho das águas, instalação audiovisual interativa: implementação computacional e interação dos visitantes***

**Clayton R. Mamedes<sup>1,2</sup>, Artemis Moroni<sup>2,4</sup>, Jônatas Manzolli<sup>1,2</sup>, Denise Garcia<sup>1,3</sup>**

<sup>1</sup>Instituto de Artes - UNICAMP

<sup>2</sup>Núcleo Interdisciplinar de Comunicação Sonora – NICS-UNICAMP

<sup>3</sup>Centro de Integração, Documentação e Difusão Cultural – CIDDIC-UNICAMP

<sup>4</sup>Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer - CTI

claytonmamedes@nics.unicamp.br, artemis.moroni@cti.gov.br,  
jonatas@nics.unicamp.br, d\_garcia@iar.unicamp.br

**Abstract.** *This paper presents the computational implementation and analyses the behavior of visitors of the audiovisual installation Caminho das águas. Based on an analysis method developed during the research that includes survey, statistics about motion data and esthetic analysis about the audiovisual results reached by visitors, we observed the occurrence of gestural patterns as well as correlations about the interactive process and the artistic background of visitors.*

**Resumo.** *Este artigo apresenta a implementação computacional e analisa o comportamento dos visitantes da instalação audiovisual Caminho das águas. Baseados em um método de análise desenvolvido durante a pesquisa que inclui análises de questionários, análises estatísticas sobre os dados de movimento e análises estéticas sobre o resultado audiovisual gerado pelos visitantes, observamos a ocorrência de padrões gestuais e de correlações entre o processo interativo e a formação artística dos visitantes.*

### **1. Introdução**

O termo instalações vêm sendo empregado largamente pelo meio artístico, especialmente após a década de 1990 [Reiss 1999, p. 136]. Com o aumento na produção de obras e a interação de diferentes configurações entre objetos, espaço e som, as margens que permitiriam compartimentar obras do gênero em classes começam a apresentar limitações. Observamos na literatura a pertinência dos seguintes tópicos: 1) percepção integral do espaço pelo visitante como uma única obra; 2) experiência multis sensorial pelo visitante; 3) engajamento e imersão do visitante.

A percepção integral do espaço como uma única obra implica tratar todo o espaço da instalação como uma única situação, ao invés de tratá-lo como uma galeria para exibição de obras separadas [idem, pág. 14]. Desta forma, o uso simultâneo dos sentidos contribui para uma experiência que se manifesta através das dimensões, forma, disposição e materiais que constituem o ambiente, e sua relação com luminosidade, sons, temperatura e fragrâncias [Stallabrass 2004, p.26]. Esta experiência artística multimodal conduz à busca pela imersão do público. Claire Bishop e Graham Coulter-Smith definem que os processos de imersão se caracterizam pelo isolamento da realidade externa para o público

dentro de um espaço controlado por uma proposta artística. A percepção multimodal do espaço físico [Bishop 2005] e a consciência da proposta narrativa da obra [Coulter-Smith 2006] são tipos de imersão que consideramos complementares e que ocorrem em níveis variados.

Interação em obras de arte é objeto de pesquisa de vários autores. Nestas obras “a atividade do receptor [...] é a fonte primária de sua experiência estética” [Kwastek, 2013, p. xvii]. Podemos exemplificar o emprego de diferentes processos interativos com as instalações *Op\_era*, *ADA*, *AURAL* e *The Treachery of Sanctuary*. Estas instalações exemplificam a convergência dos principais tópicos explorados em nossa pesquisa: o controle de resultados audiovisuais pelo visitante, o emprego de estratégias para estabelecer relações entre seus gestos e estes resultados, analogias a experiências intuitivas e o emprego de captura de movimento como interface entre o visitante e a obra. Em *Op\_era* [Garcia e Campos 2003] o visitante utiliza um sistema móvel do tipo *joystick* para controlar imagens e eventos sonoros que são ajustados de acordo sua posição espacial. Esta solução simula a posição da fonte sonora dentro do espaço tridimensional da instalação. Em *ADA* [Wasserman et al. 2005], sensores no piso e microfones rastreiam a posição do visitante e, de acordo com regras pré-estabelecidas, procuram expressar emoções sintéticas baseadas no comportamento dos visitantes. *AURAL* [Moroni et al. 2009] considera trajetórias de robôs no espaço da obra como parâmetro de entrada de dados, enquanto o visitante pode interagir desenhando curvas em uma interface gráfica que modulam o resultado sonoro associado às trajetórias dos robôs. Por fim, *The Treachery of the Sanctuary*, de Chris Milk, tríptico no qual a imagem dos visitantes é projetada em três telas e controla revoadas de pássaros. Nesta obra há o controle do número de visitantes – apenas um por tela, máximo de três visitantes no total. Entretanto, situações orientadas como esta não compreendem a maior parcela de instalações que observamos.

Várias aplicações usam dados gestuais para controlar instalações e performances musicais. A maioria destas ferramentas foram desenvolvidas para aplicações específicas. As pesquisas de Christopher Dobrian e Antonio Camurri, que buscam interpretar o movimento através dos aspectos qualitativos dos gestos segmentados, exemplificam abordagens aos modelos de captura de movimento. Dobrian [Dobrian e Bevilacqua 2003] desenvolveu um conjunto de descritores baseados em propriedades físicas e dados derivados de coordenadas espaciais. Camurri [Camurri et al. 2005, Camurri e Trocca 2000] implementou soluções baseadas em redes neurais, tabelas de decisão e conjuntos de treinamento. O autor utiliza estes descritores para identificar movimentos em performances de música e dança.

A análise sobre o comportamento do público em instalações também vêm sendo objeto de estudo recente. As pesquisas de Eva Horneck [Horneck e Nicol 2011, Horneck e Stifter 2006] sobre instalações e ambientes interativos em museus utilizam uma sistemática baseada em entrevistas e observações sobre os visitantes. O método que desenvolvemos em nossa pesquisa partiu da análise baseada em questionários abertos e observações do artista-pesquisador sobre a interação dos visitantes. Este método foi utilizado em nossos estudos sobre as instalações *Abstrações* e *Cerejeira* [Mamedes et al, 2012a e Mamedes et al., 2012b]. Para o presente estudo, aos questionários associamos análises estatísticas sobre os dados de movimentos realizados pelos visitantes e estruturamos a metodologia de nossa análise sobre o comportamento dos visitantes tomando como referência as análises estéticas de J. J. Nattiez [2002, p. 15], aplicando-a sobre o resultado audiovisual

gerado pelos participantes. Procuramos analisar o processo interativo dos visitantes da instalação *Caminho das águas* com o objetivo de construir uma base que nos permita observar pertinências no processo interativo e verificar a eficiência na implementação da proposta artística, criando um ambiente propício à experiência engajada dos visitantes. Nas próximas seções apresentamos a descrição da instalação, seguida por comentários sobre as propostas de design sonoro, sobre o sistema computacional e o sistema de captura de movimento. Finalmente, analisamos o processo interativo dos visitantes utilizando o método apresentado.

## 2. Descrição da Instalação

*Caminho das águas* é uma instalação audiovisual interativa para dois projetores, oito canais de áudio e duas câmeras infravermelhas controlada por um sistema computacional implementado em MaxMSP. O tema da instalação aborda a estiagem ocorrida no outono e verão de 2014-2015. As referências visuais e sonoras da obra compreendem o repertório imagético de seca e cursos d'água minguantes, contrapondo a paisagem audiovisual natural às interferências humanas no ambiente. Essas referências aparecem revisitadas por recursos de edição, redução formal e processamento computacional em tempo real, os quais realizam a desconstrução do conteúdo original e remetem às características essenciais do material audiovisual que guia o desenvolvimento e o caráter imersivo da obra.

O material visual consiste em gravações associadas a cada seção temporal da instalação. O material sonoro compreende sons de paisagem sonora e texturas compostas previamente. Os alto-falantes são dispostos de forma a revelar aspectos da obra conforme os visitantes se deslocam pelo espaço da instalação. Essa disposição cria planos perspectivos de apreciação sonora, com foco centralizado nas regiões de melhor apreciação das projeções de vídeo, onde ocorre a detecção dos movimentos dos visitantes. As seções da instalação compreendem os seguintes estados formais:

- 1) início - seção inspirada em figuras de ondulação, linhas curvas e baixa luminosidade, distorcidos por *blurring* (borrado) e efeitos de superposição da mesma imagem por convolução de vídeo; materiais sonoros de gotas e passos na água.
- 2) a água na natureza - seção inspirada em paisagens naturais, apresentando mananciais, quedas d'água e rios processados por *zooming* (aproximação); predominância de paisagem sonora com rumores de água e vento.
- 3) a água dominada e a água fugida - seção inspirada em paisagens de seca ou que sofreram interferência humana; predominância de processamento e edição articulada (instrumental) de materiais sonoros, com pouca referência ao material sonoro original.

Parâmetros de processamento de vídeo e áudio são controlados em tempo real a partir de movimentos dos visitantes. Segmentação gestual e propriedades físicas do movimento são interpretados para controle expressivo da instalação. A interação no aspecto visual da obra controla o processamento de efeitos, sequenciamento, luminosidade e superposição de camadas de vídeo. No aspecto sonoro, a interação controla a seleção de gravações, superposição de camadas texturais, processamento de efeitos, intensidade sonora e difusão sonora. O controle da instalação se inspira no trabalho de orquestração, onde o visitante determina a densidade expressiva e o contraponto entre os materiais audiovisuais. Cada seção possui duração entre 2 e 3 minutos, totalizando cerca de 8 minutos para apreciação da obra na íntegra. Não há interrupção entre as seções, nem

indicação de sua ciclicidade, tornando o ambiente apto à interpretação temporal individual dos visitantes.

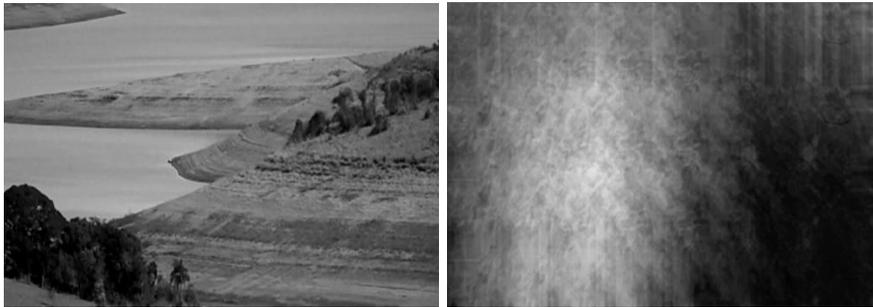


Figura 1. Excertos visuais de *Caminho das águas*.

### 3. Design sonoro em *Caminho das águas*

Nesta seção apresentamos o design sonoro utilizado na instalação e indicamos as características pelas quais classificamos o conteúdo sonoro da obra de acordo com a espectro-morfologia de Denis Smalley [Smalley, 1986]. Esta classificação foi utilizada para organizar a apresentação dos eventos sonoros de acordo com regras de unidade propostas para cada seção da obra e para cada tipo de controle gestual. Para o controle gestual selecionamos os descritores de velocidade, segmentação por velocidade, esforço e a posição angular dos membros em relação ao centro da cinesfera. Classificamos a relação entre controle gestual e sons em três categorias:

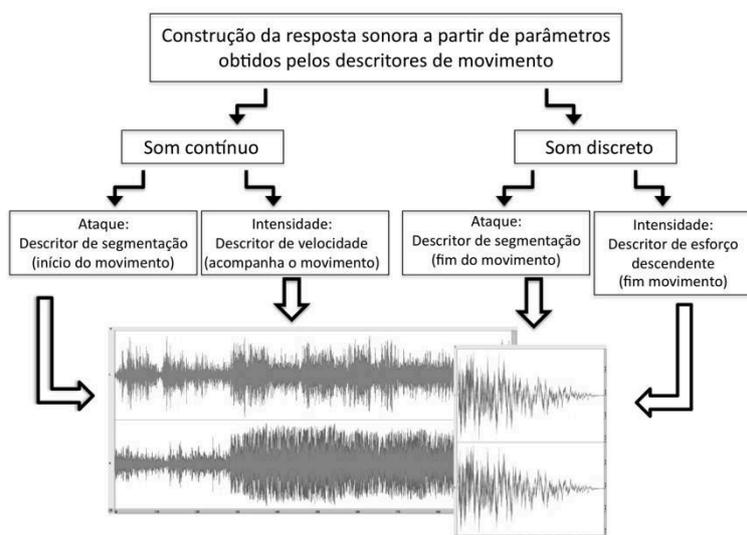
- 1) Intenção de um controle discreto do evento sonoro: sons de perfil morfológico do tipo ataque-ressonância, associados à interrupção do movimento. Controlado pelo descritor de segmentação gestual por velocidade, que determina seu início, e pelo descritor de esforço, que determina sua intensidade sonora.
- 2) Intenção de um controle contínuo do evento sonoro: sons de perfil morfológico do tipo contínuo, associados à sonificação de movimentos. Controle realizado de maneira contínua pelo descritor de velocidade, que controla o início e a intensidade dos eventos sonoros.
- 3) Evento sonoro tocado quando não há movimentação dos visitantes: controle realizado pela inversão dos resultados obtidos pelo descritor de segmentação gestual por velocidade. A intensidade foi pré-definida com a intenção de manter esta camada sonora em um nível de intensidade inferior ao dos eventos sonoros resultantes de interação.

Podem se superpor cinco planos sonoros: quatro de interação e um de acompanhamento. A classificação do conteúdo sonoro permitiu construirmos um modelo de articulação formado por duas etapas: quando o visitante inicia o movimento, este é sonificado por sons contínuos; ao interrompê-lo, sons de controle discreto marcam a segmentação gestual por um evento de perfil ataque. Como os eventos se encadeiam, cria-se um vínculo entre os eventos contínuos e sua conclusão em eventos de perfil ataque (Fig. 2).

A espacialização é baseada em uma abordagem de fontes sonoras<sup>1</sup>. A posição destas fontes dentro do espaço da instalação é simulada através do software Spat e controlada pelo descritor de relações angulares para as mãos direita e esquerda. Este descritor associa

<sup>1</sup> Fontes sonoras correspondem à posição do som no espaço. Fontes do sinal acústico correspondem à posição das caixas acústicas.

os dados de azimute para controle rotacional da fonte sonora no eixo horizontal do espaço acústico, os dados de elevação para controle rotacional no eixo vertical, e os dados de distância para controle de profundidade da fonte sonora e reverberação. Definimos que os dados serão sempre calculados em relação à posição do visitante no espaço da instalação, ou seja, o centro de sua cinesfera.



**Figura 2. Fluxograma apresentando os parâmetros de controle sonoro que compõem cada gesto do visitante.**

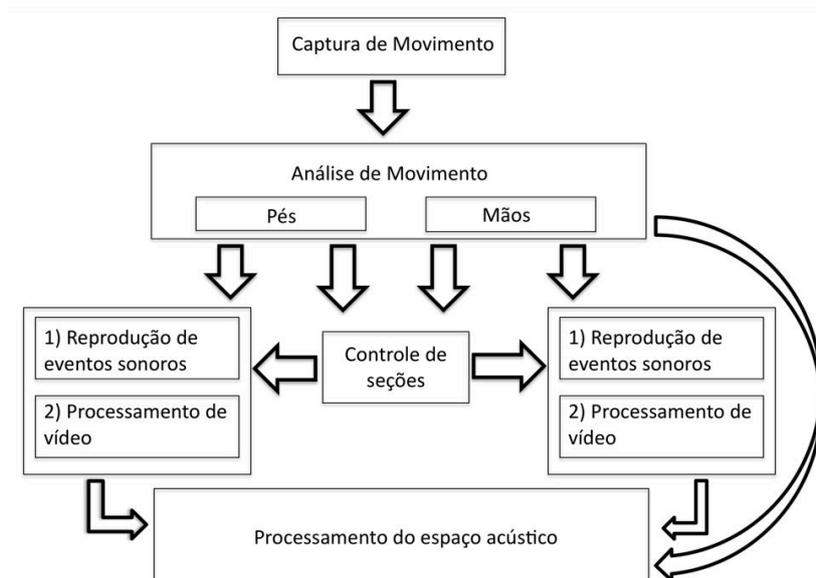
#### 4. Implementação computacional

O sistema de captura de movimento utiliza câmeras de vídeo infravermelhas que reportam coordenadas cartesianas baseadas em modelos de esqueleto humano. O processo de desenvolvimento e teste dos descritores de movimento foi implementado utilizando o sistema Vicon V460<sup>2</sup>. Por questões de aplicabilidade em situações de apresentação pública, empregamos o Kinect como dispositivo de captura de movimento. Os dados foram recolhidos durante a exibição da obra utilizando este dispositivo. Do modelo de esqueleto adotado no Kinect utilizamos as coordenadas referentes às mãos direita e esquerda, aos pés direito e esquerdo, e aos ombros direito e esquerdo. Os ombros foram considerados o centro da cinesfera dos visitantes, a partir do qual obtemos sua posição no espaço incluindo a rotação de seu corpo.

A implementação da instalação segue uma estrutura modular, organizada a partir de mapeamentos por blocos que conduzem o processamento de dados. O fluxograma apresentado na Figura 3 ilustra a estrutura geral da instalação. Exemplificando esta estrutura modular, o módulo para análise de movimento de *Caminho das águas* emprega os descritores citados na seção anterior, selecionados dentre aqueles apresentados em [Mamedes et al, 2013]. O módulo para controle de seções da instalação é derivado de um modelo inspirado em máquina de estados e apresentado em [Mamedes et al, 2011]. Os módulos restantes foram implementados especificamente para esta obra. A instalação

<sup>2</sup> Etapa da pesquisa realizada junto ao IDMIL-McGill University, sob orientação do Prof. Dr. Marcelo Wanderley, a quem agradecemos.

emprega dois computadores comunicando-se via OSC (*Open Sound Control Protocol*) em uma rede UDP (*User Datagram Protocol*). O computador principal hospeda a placa de áudio, um dispositivo Kinect para captura de movimento e uma projeção. O segundo computador, modular, hospeda um Kinect e uma projeção; esta máquina envia os dados para controle de áudio ao computador principal por rede. Devido a esta construção modular, a instalação pode ser expandida para configurações maiores ou reduzida a uma versão quadrifônica e com uma projeção.



**Figura 3. Fluxograma descrevendo a rede de processamento de dados**

A estrutura do mapeamento entre os módulos de captura de movimento e de análise de movimento é do tipo *um-para-vários* [Malloch et al. 2007], ou seja, as coordenadas cartesianas controlam vários descritores simultaneamente: velocidade, segmentação gestual por velocidade, esforço e relações angulares para os quatro membros. Já o mapeamento entre a análise de movimento e os módulos de controle de seções e processamento do espaço acústico (difusão) são do tipo *vários-para-um*; a distância e as relações angulares entre os membros superiores e o centro da cinesfera do visitante controlam a posição das fontes sonoras no espaço acústico. Por sua vez, o mapeamento entre a análise de movimento e os módulos de reprodução e processamento operam com os três tipos de mapeamento: *um-para-um*, *um-para-vários* e *vários-para-um*. Como exemplo desta variabilidade de mapeamentos, a velocidade controla apenas a intensidade dos sons contínuos; a segmentação gestual controla o início dos sons discretos assim como o início e o fim dos sons contínuos e dos sons tocados quando não há movimentação; os sons discretos têm seu início definido pela segmentação gestual, sua intensidade definida pelo descritor de esforço, sua posição no espaço pelo descritor de relações angulares e a reverberação pela distância em relação ao centro da cinesfera.

## 5. Estudo com participantes: método

O estudo com participantes avaliou a percepção de controle da obra pelos visitantes, relatada através de questionários; estes dados foram comparados às análises estatísticas realizadas sobre dados de captura de movimento e às análises estéticas realizadas sobre o resultado audiovisual gravado. Este estudo, transversal, foi aplicado uma única vez.

Contou com 31 participantes, visitantes voluntários da exposição. O diagrama apresentado na Figura 4 ilustra a utilização do espaço durante o experimento.



Figura 4. Croqui do espaço de experimento.

### 5.1. Análise dos Questionários

O estudo compreendeu a análise do conjunto de visitantes da instalação, com o objetivo de observar pertinências no processo interativo. As questões abaixo foram montadas de forma a induzir uma abordagem crítica sobre a experiência artística:

- 1) Comente sua apreciação sobre a instalação multimídia interativa que você acabou de experienciar. Sinta-se à vontade para dizer se gostou ou não gostou, críticas ou elogios que gostaria de compartilhar. A sua avaliação final foi negativa, neutra ou positiva?
- 2) Comente sobre sua apreciação do processo de interação com a obra. Sinta-se à vontade para dizer se percebeu que seus gestos modificavam a obra, se conseguiu relacionar algum gesto seu ao controle de alguma propriedade tanto no áudio quanto no vídeo ou se você não percebeu que estava controlando a obra. Se sua percepção de controle demorou a ocorrer, indique aproximadamente quanto tempo você levou para percebê-la.

Os participantes do estudo foram agrupados de acordo com seu nível de formação artística autodeclarado, constituindo três grupos: artistas profissionais (35% dos participantes), estudantes de artes (39%) e não-artistas ou amadores (26%). Verificamos que 86% de nossos participantes perceberam o mecanismo de controle e 14% não o perceberam ou ficaram frustrados por não estabelecer uma relação de controle. Dentre os participantes que perceberam seu controle sobre a instalação, 58% sentiram domínio sobre o processo interativo enquanto 42% não perceberam dominar a interação com o conteúdo audiovisual.

Tabela 1. Comparação entre percepção de domínio declarada e nível de formação artística

	Artistas	Estudantes	Não-Artistas
<b>Sentiram domínio</b>	30%	66%	86%
<b>Não sentiram domínio</b>	70%	34%	14%

A Tabela 1 apresenta a distribuição dos participantes que relataram domínio sobre o processo interativo de acordo com nossos três grupos. Podemos observar que a percepção de domínio foi consideravelmente menor entre os artistas, com um salto considerável para os estudantes e abrangendo grande parcela dos participantes que não são artistas. Esta

comparação levanta dúvidas interessantes sobre o tipo de uso que o participante pretendeu ao interagir com a instalação, como um nível de exigência e precisão elevado para controle do processo interativo que poderia indicar uma busca pelo controle instrumental da instalação. As demais análises não inclusas neste artigo apresentaram baixas variações entre as amostras, o que não permitiu estabelecermos correlações com os dados observados, ou apresentaram porcentagens de recorrência abaixo de nosso limite definido em 19% do total de participantes.

## 5.2. Análise estatística

O objetivo desta análise foi o de verificar possíveis pertinências entre o tempo de atividade de cada participante e as respectivas medidas de soma, média e desvio-padrão para os intervalos temporais de atividade. A medida de assimetria temporal foi obtida pelo cálculo de sua distribuição probabilística através de curtose. Abaixo apresentamos as equações empregadas para o cálculo do tempo de atividade  $A_k$  e de silêncio  $S_k$  dos participantes. A identificação da atividade do participante é definida como uma função da velocidade  $v$ , a partir de um limite  $l$  que elimina ruídos originados pelo dispositivo de captura de movimento.

$$f(v_k) = \begin{cases} 1 & \text{se } v_k \geq l \\ 0 & \text{se } v_k < l \end{cases} \quad (\text{Eq.1})$$

O silêncio  $S_k$  do participante é definido pelos momentos em que os valores de tempo entre os intervalos amostrados atendam à seguinte condição:

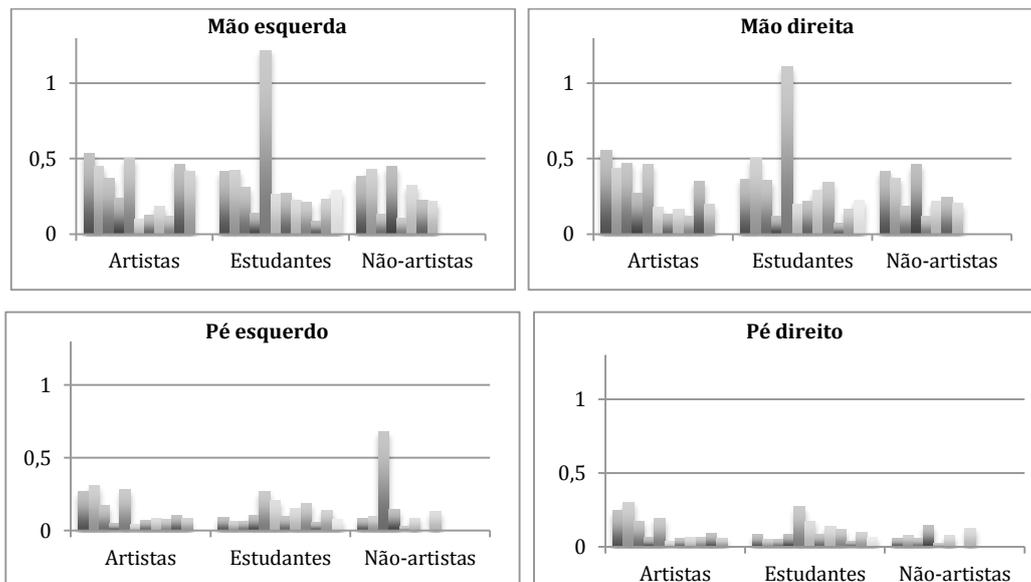
$$S_k\{f(v_k)\} = \begin{cases} T_k - T_{k-1} & \text{se } f(v_k) = 0 \\ 0 & \text{se } f(v_k) = 1 \end{cases} \quad (\text{Eq.2})$$

A atividade  $A_k$  do participante é definida pelos momentos em que os valores de tempo entre os intervalos amostrados atendam à seguinte condição:

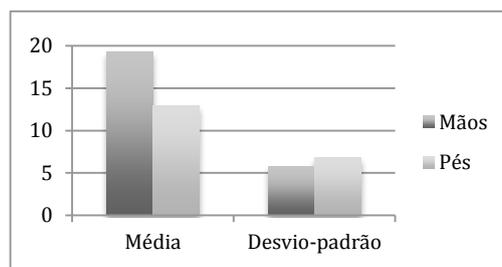
$$A_k\{f(v_k)\} = \begin{cases} T_k - T_{k-1} & \text{se } f(v_k) = 1 \\ 0 & \text{se } f(v_k) = 0 \end{cases} \quad (\text{Eq.3})$$

Os resultados são apresentados com base no dispositivo de captura de movimento associado à tela maior. Observando o gráfico 1, que apresenta os dados dos participantes agrupados pelo nível de formação artística, podemos verificar que os artistas se movimentaram muito ou pouco. Já os estudantes e os não-artistas têm uma distribuição de variação distribuída em todo o âmbito observado, à exceção do participante 14, que se movimentou acima do padrão observado em todos os grupos.

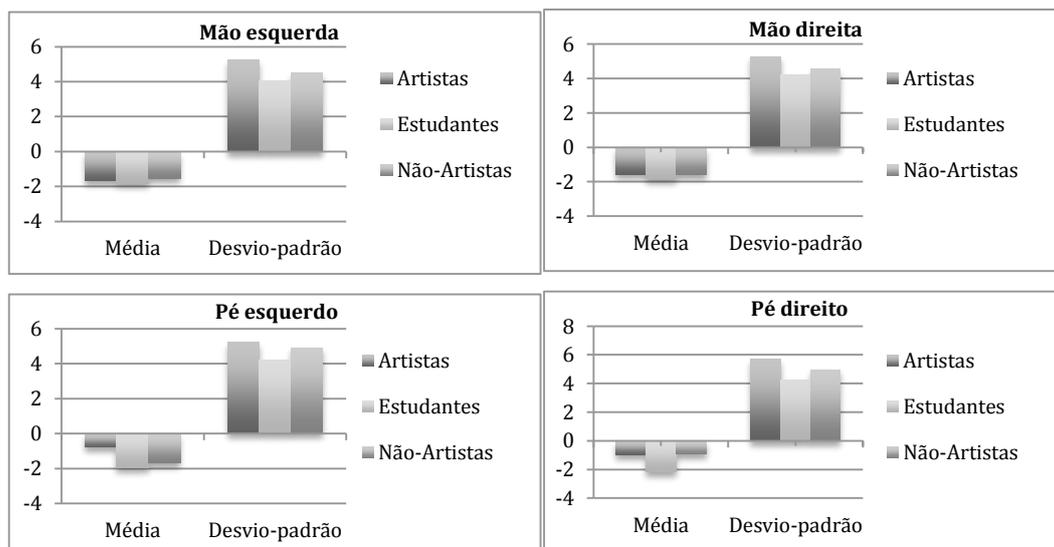
A medida de variação entre as mãos esquerda e direita foi calculada a partir da Norma L2 implementada pela equação  $N = \sqrt{\sum_k (x_k - y_k)^2}$ , onde as variáveis  $x$  e  $y$  correspondem à atividade das mãos esquerda e direita (respectivamente) de todos os participantes. A mesma equação foi utilizada para cálculo da variação entre os pés direito e esquerdo. O cálculo desta variação permite estimar a independência entre as mãos e os pés. Observamos uma maior independência para as mãos quando comparadas aos pés. Os valores de variação foram considerados baixos pelos pesquisadores. Como os dados estão normalizados em  $t = 100$ , podemos considerar os resultados apresentados no gráfico 2 como a porcentagem de variação entre os membros. Os resultados apresentam pouca variação em relação ao nível de formação artística dos participantes.



**Gráfico 1. Proporção entre atividade e silêncio dos participantes comparada pelo nível de formação artística**



**Gráfico 2. Variação na movimentação entre as duas mãos e os dois pés utilizando a Norma L2**



**Gráfico 3. Relação entre os níveis de formação artística e a média para a medida de curtose para os membros dos participantes.**

A distribuição dos dados no tempo foi analisada através de curtose, medida que descreve sua dispersão através de uma curva de distribuição de probabilidade. Esta medida nos

permite interpretar a assimetria entre os intervalos temporais observados. Observamos a pertinência da simetria entre mãos e pés, confirmando a alta similaridade observada durante a análise pela Norma L2. Os resultados médios indicam a predominância da distribuição platicúrtica, com predominância de intervalos temporais distantes da média. Esta relação é ligeiramente ressaltada para os membros superiores dos estudantes e muito próxima para os artistas e para os não-artistas. Já o desvio-padrão indica maior variação para os artistas, seguidos pelos não-artistas e pelos estudantes, respectivamente. Os resultados podem ser visualizados no gráfico 3, apresentado em escala logarítmica de base 10.

### 5.3. Análises estéticas

Nesta seção realizaremos análises estéticas sobre o processo interativo dos visitantes. Seguindo a metodologia de J. J. Nattiez [2002, p. 15], assumimos a postura de receptores e analisamos as performances dos visitantes atribuindo significações a suas experiências. Considerando que o tempo total dos experimentos foi de 3 horas e 40 minutos, selecionamos aqui três participantes considerando como critério ilustrar a variabilidade de estratégias empregadas para o controle da instalação, cada um integrando um dos grupos: artistas, estudantes e não-artistas.

O participante 3, artista profissional com experiência em música e dança, apresenta resultados caracterizados pela exploração do conteúdo sonoro e pela tentativa de construção de um discurso musical. Observamos a sequência de três padrões de exploração da instalação. Primeiro, o participante explora movimentos largos e sequenciados, com pouco intervalo entre cada gesto. Após tocar o som de perfil ataque-ressonância que marca o início da terceira seção da obra, o participante muda sua estratégia de interação e passa a construir estruturas que podem ser associadas a frases musicais, explorando a intensidade sonora através de variações na velocidade de seus gestos. Na parte final do experimento, o participante retoma o padrão exploratório inicial.

O participante 21, estudante com experiência em música, apresenta resultados caracterizados por uma interação negativa. O participante reportou incômodo com “uma batida grave [...] aos poucos me mexia tentando não acionar este som”. A estratégia adotada por este participante estabelece como premissa de controle negar materiais sonoros indesejados. Esta opção contraria nosso projeto para o modelo interativo, baseado no reconhecimento de ações gestuais. O processo interativo inicial do participante consiste na exploração da instalação até o início da terceira seção da instalação, quando é tocado o evento sonoro descrito, marca de seu início. Podemos observar uma súbita interrupção no disparo de novos eventos sonoros e da exploração do ambiente. Este novo padrão de movimentação perdurará até o final do experimento, onde o participante move-se pouco e realiza gestos com largos intervalos temporais.

O participante 25, não-artista, tentou controlar a interação a partir de gestos baseados no controle de interfaces de toque, movendo apenas as mãos. O participante se deslocou pelo espaço da instalação apenas para melhor visualizar a projeção. Desta forma, observamos uma forte dependência (norma L2) entre os membros inferiores devido aos pés parados simultaneamente. O participante também apresentou baixos valores de velocidade máxima, o que resultou em uma performance de baixa intensidade sonora. Observamos que suas mãos acompanhavam o processamento de vídeo por convolução, processo que transforma a imagem em uma textura caracterizada por faixas verticais e horizontais. O

participante conseguiu alcançar o ponto de equilíbrio onde a velocidade de seus movimentos e o deslocamento da textura visual estavam em sincronia.

## 6. Conclusões

O conjunto dos resultados obtidos com este experimento nos indica uma correlação geral, segundo a qual a percepção de controle e a variabilidade de possibilidades foi influenciada pelo nível de formação artística. Os resultados de análises sobre os questionários apontaram que os participantes com maior nível de formação artística perceberam com mais facilidade o controle sobre a instalação, enquanto aqueles com menor nível de formação artística demonstraram maior satisfação, relatando a sensação de domínio sobre o processo interativo. As análises estatísticas indicaram uma maior regularidade temporal para os movimentos dos participantes artistas, seguidos pelos não-artistas e estudantes, respectivamente. Já a distribuição da relação entre atividade e silêncio foi caracterizada por dois grupos bem claros para os artistas: pouca ou muita movimentação; esta relação apresentou uma distribuição mais equilibrada para estudantes e não-artistas. As questões que os resultados obtidos levantam são: a formação artística do visitante aumenta a exigência de controle sobre a obra? Seria este controle inspirado em uma abordagem instrumental, criando uma expectativa por mapeamentos mais complexos? Estudantes estariam dispostos a explorar mais padrões diferentes que artistas e não-artistas? Estas questões apontam a necessidade de pesquisas sobre a convergência do processo interativo em instalações multimídia com estudos cognitivos, observando com maior profundidade a relação entre apreciação artística e controle interativo. Por fim, consideramos positivos os resultados alcançados pelo modelo interativo empregado na instalação, que aplicou parte dos conceitos desenvolvidos durante a pesquisa ao processo criativo de *Caminho das águas*.

## Agradecimentos

Os autores agradecem ao apoio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), processos nº 2011/01553-8 e 2012/21039-0, ao Prof. Dr. Tiago Tavares (FEEC-Unicamp) pela implementação do programa que grava os dados obtidos pelos descritores de movimento, e ao Prof. Dr. Marcelo Wanderley que nos auxiliou a desenvolver estes descritores junto ao IDMIL-McGill University.

## Referências

- Bishop, C. (2005) *Installation Art: A Critical History*. Routledge.
- Camurri, A., Trocca, R. (2000) "Movement and gesture in intelligent interactive music systems". Em: *Trends in Gestural Control of Music*, Editado por M. M. Wanderley e M.M. e M. Battier. Ircam - Centre Pompidou. Paris.
- Camurri, A., Volpe, G., Poli, G.D., Leman, M. (2005) "Communicating expressiveness and affect in multimodal interactive systems". Em: *IEEE Multimedia*. Vol.12-1, pp. 43-53.
- Coulter-Smith, G. (2006) *Deconstructing Installation Art*. CASIAD, Southampton.
- Dobrian, C., Bevilacqua, F. (2003) "Gestural control of music: using the vicon 8 motion capture system". Em: *Proceedings of the 2003 Conference on New Interfaces for Musical Expression*. pp. 161-163.

- Garcia, D. H. L.; Campos Jr., J. I. (2003) "Projeto e implementação sonora em *Op\_era*, um ambiente imersivo-interativo desenhado em sistemas de realidade virtual. In: Anais do IX SBCM Brazilian Symposium on Computer Music, pp.187-193.
- Hornecker, E. Nicol, E. (2011) "Towards the Wild: Evaluating museum installations in semi-realistic situations. Re-Thinking Technology in Museums, Limerick, Ireland.
- Horneck, E. Stifter, M. (2006) "Learning from interactive museum installations about interaction design for public settings". Proceedings of the 18th Australia conference on Computer-Human Interaction: Design: Activities, Artefacts and Environments, pp. 135-142.
- Kwastek, K. (2013) *Aesthetics of Interaction in Digital Art*. MIT Press.
- Malloch, J., Sinclair, S., Wanderley, M. M. (2007) "From controller to sound: tools for collaborative development of digital musical instruments". In: Proceedings of the International Computer Music Conference. pp. 65-72.
- Mamedes, C. R., Fornari, J., Manzolli, J., Garcia, D. H. L. (2011) *Abstrações: An audiovisual installation based on motion recognizing*. In: 4th International Congress on Image and Signal Processing (CISP), 2011. vol. 2, pp. 586-589. Shanghai.
- \_\_\_\_\_ (2012a) *Abstrações: apontamentos sobre o comportamento dos visitantes*. Revista do Encontro Internacional de Música e Arte Sonora. Juiz de Fora.
- \_\_\_\_\_ (2012b) *Cerejeira: delimitadores ambientais para controle de diversidade utilizando algoritmos genéticos interativos*. In: Anais do XXII Congresso da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Música. pp. 683-690. João Pessoa.
- Mamedes, C. R. Wanderley, M. M. Manzolli, J. Garcia, D. H. L. (2013) *Strategies for Mapping Control in Interactive Audiovisual Installations*. Proceedings of the 10th International Symposium on Computer Music Multidisciplinary Research, pp. 766-778. Marseille.
- Moroni, A. M. F. S., Guimaraes, E., Paula, G., Manzolli, J. (2009) "AURAL: An Evolutionary Interface for a Robotic Sonification Process" Em: *Intelligent Computer Graphics*, vol.2. Springer.
- Nattiez, J. J. (2002) "O modelo tripartite de semiologia musical: o exemplo de La Cathédrale Engloutie, de Debussy". Em: *Revista Debates nº6: Cadernos do Programa de Pós-graduação em Música*. Unirio. Rio de Janeiro, pp. 7-39.
- Reiss, J. H. (1999) *From Margin to Center: the spaces of installation art*. MIT Press. Cambridge.
- Smalley, D. (1986) "Spectro-morphology and structuring processes". Em: *The language of electroacoustic music*, Edited by Simon Emmerson, The Macmillan Press, Londres.
- Stallabrass, J. (2004) *Art Incorporated: The Story of Contemporary Art*. Oxford University Press. New York.
- Wassermann, K. C., Eng, K., Verschure, P. F. M. J., Manzolli, J. (2003) "Live soundscape composition based on synthetic emotions". *IEEE Multimedia* 10(4), pp. 82-90.