

**Doris Kosminsky<sup>1</sup>**  
**Douglas Thomaz de Oliveira<sup>2</sup>**  
**Luana Carolina da Silva<sup>3</sup>**  
**Eduarda Alves Isiris<sup>4</sup>**

Dos dados à matéria: experiências em esculturas de dados

*From data to material: experiences in data sculpture*

## **RESUMO**

A visualização de informações trata da representação visual e interativa de dados com o objetivo de ampliar a cognição. Apesar desta produção ter um maior foco na criação de visualizações funcionalistas e pragmáticas, tem se presenciado um avanço no campo das visualizações artísticas e também das visualizações físicas. Este artigo relata os desdobramentos de uma disciplina experimental de visualização física, ministrada no curso de Comunicação Visual Design da Escola de Belas Artes da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Os três melhores projetos realizados na disciplina são descritos, seguidos por uma análise que aponta a necessidade de ações específicas relacionadas à coleta e entendimento dos dados; elaboração descritiva do projeto; escolha e emprego de materiais; testes e avaliações quanto à transmissão de conhecimento e sentimentos despertados. Conclui-se que elaborar estes problemas será útil ao design de esculturas de dados.

**Palavras-chave:** escultura de dados; visualização física, projeto de design, comunicação visual design.

## **ABSTRACT**

*Information visualization is the use of visual and interactive representations of data to amplify cognition. Although this production is usually focused on the creation of functionalist and pragmatic visualizations, there has been an advance in the field of artistic visualization as well as physical visualization. This article reports the unfolding of an experimental discipline of physical visualization, taught in the course of Visual Design Communication at the School of Fine Arts from the Federal University of Rio de Janeiro. The three best projects performed in the discipline are described, followed by an analysis that points out the need for specific actions related to data collection and understanding; descriptive elaboration of the project; choice and use of materials; tests and evaluations regarding the transmission of knowledge and aroused feelings. It concludes that elaborating these problems will be useful to the design of data sculptures.*

**Keywords:** data sculpture, physical visualization, design project, visual design communication.

---

1 Doutora em Design pela PUC-Rio. Pós-doutora pela Universidade de Calgary, Canadá. Professora Associada da UFRJ. Atua na Escola de Belas Artes no Curso de Comunicação Visual Design, no Programa de Pós-Graduação em Artes Visuais e no Programa de Pós-Graduação em Design, do qual é coordenadora. Lidera o Laboratório da Visualidade e Visualização LabVis / EBAUFRJ. Email: doriskos@eba.ufrj.br

2 Mestre pelo Programa de Pós-graduação em Design da Universidade Federal do Rio de Janeiro, PPGD- UFRJ. E-mail: douglasthomazdeoliveira@yahoo.com.br

3 Graduada em Comunicação Visual Design - UFRJ. E-mail: luhprongs@gmail.com

4 Graduada em Comunicação Visual Design - UFRJ. E-mail: eduarda.isiris@hotmail.com

## 1 INTRODUÇÃO

A visualização de informação, também conhecida como visualização de dados, trata da representação visual de dados abstratos, produzida e exibida em formato digital interativo, com o objetivo de ampliar a cognição (CARD; MACKINLAY; SHNEIDERMAN, 1999, p. 6). A interatividade é considerada crucial na construção de ferramentas de visualização (MUNZNER, 2015, p. 9) na medida em que uma única visão pode mostrar apenas certos aspectos de um conjunto de dados. Além disso, a interatividade pode também proporcionar diferentes níveis de detalhe, apresentando desde visões gerais até o detalhamento de trechos específicas dos dados. Por outro lado, apesar das óbvias qualidades do uso de telas para apresentar informação, estas dificilmente encorajam a contemplação, análise e reflexão (VANDE MOERE, 2008).

Neste contexto, visualizações físicas, também conhecidas como esculturas de dados, têm se tornado mais populares. Tais, artefatos projetados a partir de dados (*data-driven design*), assumem tamanhos, formatos e materiais diversos em joias (HEINICKER, 2015), tigelas e xícaras de cerâmica (THUDT, 2015) e obras de arte (FRICK, 2010). Mas, também são empregados por empresas, como a General Motors, na solução de problemas (WILSON, 2012). A visualização de dados física trata-se de uma área de pesquisa emergente que emprega representações físicas de dados para ajudar às pessoas a explorarem e comunicarem dados (JANSEN et al., 2015).

Independentemente do resultado das visualizações serem físicas ou digitais, diversas etapas devem ser observadas no seu desenvolvimento. Uma etapa fundamental no projeto de visualização é o mapeamento de dados em elementos gráficos, empregando pontos, linhas, formas e volumes. Nesta parte do processo, os valores contidos nos dados são relacionados a propriedades visuais (posição, forma, comprimento, orientação, área, volume, saturação, matiz, textura), de acordo com as especificidades dos dados e de algumas diretrizes do campo do design visual (TUFTE, 2001), da Teoria da Gestalt (ARNHEIM, 1986; KOFFKA, 1936) e das ciências cognitivas (WARE, 2009). À produção de uma visualização normalmente se seguem as avaliações realizadas a partir testes, como os de usabilidade, onde a eficiência da visualização é auferida frente ao esforço cognitivo necessário para a compreensão do maior conjunto de dados possível e da maneira mais rápida. O foco na otimização da performance aborda os aspectos pragmáticos e funcionalistas do design (VANDE MOERE, 2008, p. 2), deixando de fora questões relacionadas à estética e à emoção.

O enfoque funcionalista tem sido útil à pesquisa e ao desenvolvimento de visualizações e não é o objetivo deste artigo rebatê-lo. No entanto, no campo do design, a abordagem estritamente funcionalista é hoje questionada na medida em que a combinação entre emoção e cognição é considerada parte integrante do entrelaçamento que se observa nas dimensões viscerais, comportamentais e reflexivas constitutivas do design (NORMAN, 2008, p. 26). As visualizações de dados físicas podem levar o observador a "sentir os dados", a partir das sensações físicas ao tocar nos objetos tridimensionais, mas também nas respostas viscerais advindas do en-

contro com os dados (LUPTON, 2017). No entanto, até o presente, existem poucos estudos sobre as dimensões sensoriais das interações físicas com os dados.

Este artigo apresenta uma experiência acadêmica sobre visualização física. Descreve o desenvolvimento de três projetos de visualização física realizados no curso de graduação em Comunicação Visual Design da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Primeiramente apresenta a disciplina, os critérios de escolha utilizado para determinar os melhores trabalhos e a participação dos alunos no presente artigo. Os três projetos selecionados são, então, apresentados, após o que comenta-se sobre os temas escolhidos pelos alunos para a construção das visualizações. Finalmente, os problemas encontrados são analisados, e sugerem-se a necessidade de ações específicas relacionadas à coleta e entendimento dos dados; a elaboração descritiva do projeto; a escolha e emprego de materiais; testes e avaliações quanto à transmissão do seu conteúdo.

## 2 VISUALIZAÇÃO DE DADOS FÍSICA EM CURSO

**E**ste artigo aborda o desenvolvimento de três projetos de visualização realizados durante a disciplina de visualização de dados física, ministrada no curso de graduação em Comunicação Visual Design na Universidade Federal do Rio de Janeiro, ao longo do primeiro semestre de 2019.

A disciplina se desenvolveu em duas etapas. Na primeira parte, apresentaram-se aulas teóricas com conceitos básicos sobre visualização de dados e específicos sobre visualizações físicas, empregando-se exemplos históricos, contemporâneos e artísticos. Também foram realizados seminários sobre artigos e capítulos de livros seguidos por debates, e discussões sobre conteúdos extraídos de vídeos, além de um exercício prático de visualização física realizado em sala com peças de Lego. Na segunda etapa do curso, realizou-se um trabalho de visualização física que compreendeu escolha do tema, coleta e seleção de dados, definição do material a ser empregado e mapeamento dos dados de acordo com a matéria prima adotada. No total foram quinze aulas semanais de três horas cada. Os alunos do curso não tinham conhecimentos anteriores sobre visualização de dados e constituíram a primeira turma de visualização de dados física no curso de Comunicação Visual Design. Nas disciplinas anteriores de visualização de dados, era facultado aos alunos escolher se o seu trabalho final seria em visualização física, em visualização digital interativa ou em infografia.

A segunda etapa do curso teve início no meio do semestre com a solicitação para que os alunos apresentassem um conjunto de dados relacionado a um tema do seu interesse. Esta etapa mostrou-se mais complexa e demorada do que o planejado uma vez que, em alguns casos, os dados relacionados ao tema de interesse não eram encontrados ou não se mostravam confiáveis. Isso aconteceu, por exemplo, com uma aluna que buscou dados de violência sofrida pela população LGBT, sigla que compreende gays, lésbicas, bissexuais e transexuais. Tais dados são geralmente subnotificados, como é o caso no relatório apresentado pelo Ministério dos Direitos Humanos (SILVA, 2018), que emprega dados obtidos pelo Disque Direitos Humanos

– Disque 100, instituição do Governo Federal. A maior parte destas denúncias são realizadas por pessoas que não estiveram envolvidas na violação, o que influencia substancialmente na precisão dos dados informados (SILVA, 2018, p. 11). Além disso, apenas uma pequena parte das violências acabam sendo reportadas por este canal, já que a sua divulgação não é ampla. Este exemplo serve para ilustrar como, no caso de um trabalho acadêmico de visualização de dados, os métodos aplicados não necessariamente se traduzem em resultados objetivos imediatos.

Uma vez escolhido o tema e de posse de dados consistentes, os alunos passaram a se preocupar com o mapeamento dos dados e a desenvolver formatos e layouts para as suas visualizações. As etapas finais envolveram a aquisição do material necessário e a montagem da visualização. Os três trabalhos descritos a seguir, “Visualização do Desmatamento na Amazônia Legal”; “Visualização da dispersão de africanos escravizados pelo mundo atlântico” e “Visualização de Territórios Indígenas ameaçados”, foram os que obtiveram os melhores resultados diante dos critérios: (a) coleta, seleção e utilização de dados originais; (b) efetividade do mapeamento; (c) estética do resultado obtido.

Para a organização deste artigo, os alunos foram procurados no semestre posterior à conclusão do curso. Eles receberam uma lista de perguntas-guia que deveriam orientá-los na escrita do trecho deste artigo que aborda cada um dos projetos. Estas perguntas eram: (a) Nome do trabalho; (b) Sobre o que é o trabalho; (c) De onde você obteve os dados? Como eles foram trabalhados? (d) Como você fez o mapeamento dos dados? Que critérios usou? Você testou outros mapeamentos antes de se decidir pelo que foi empregado? Que problemas enfrentou no mapeamento; (e) Como você escolheu os materiais usados na sua visualização? Você realizou testes prévios? Houve alguma decisão em relação ao uso dos materiais que precisou que fosse revista? (f) Durante a execução do seu projeto, você pensou no modo como ele seria exposto? O modo de exposição requereu algum material específico? (g) Foi feito algum teste para ver como as pessoas compreendiam os dados a partir da visualização? (h) O que você aprendeu no processo de criação e execução da obra?

Os textos recebidos foram adaptados e incluídos na próxima seção. Diversas frases foram reformuladas com o objetivo de deixar o processo mais claro para o leitor. Trechos foram suprimidos e outros acrescentados. Todos os alunos tiveram que ser novamente contatados em busca de maiores esclarecimentos, principalmente em relação à coleta e organização dos dados, e à escolha e utilização do material.

O presente artigo não busca apenas analisar o processo de desenvolvimento das visualizações, mas também a sistematização das etapas realizadas, de modo a mapear os problemas encontrados no processo visando oferecer soluções que possam ser estendidas para além do universo acadêmico, em direção à produção de esculturas de dados.

## 3 PROJETOS

### 3.1 Visualização do Desmatamento na Amazônia Legal

Este projeto, desenvolvido pela aluna Eduarda Alves Isiris, abordou o desmatamento na Amazônia Legal a partir de 1994. Os dados foram obtidos no site do INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, especificamente no PRODES - Projeto de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal - e no Portal Terrabrasilis. O PRODES realiza o monitoramento do desmatamento da Floresta Amazônica Brasileira a partir de imagens de satélites da classe LANDSAT, predominantemente do satélite americano LANDSAT-5/TM, com nível de precisão próximo a 95%. A Amazônia Legal corresponde à totalidade dos estados do Acre, Amapá Amazonas, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Roraima, Tocantins e parte do estado do Maranhão, totalizando uma área de aproximadamente 5.217.423 km<sup>2</sup>, correspondente a 61% do território brasileiro.

A proposta da presente visualização foi ilustrar o avanço contínuo do desmatamento ao longo do tempo. Para tanto optou-se por empregar um conjunto de placas quadradas como representação da Amazônia Legal em cada ano. A soma cumulativa da área desmatada foi representada como o material retirado desta placa em formato circular. As placas foram obtidas a partir de lâminas de Poli (metacrilato de metila), conhecido como acrílico. O Poli é um polímero sintético de baixo custo e fácil processamento com potencial para diversas aplicações. Por sua transparência, mostrou-se indicado para reforçar a ideia de visibilidade sobre as áreas desmatadas e o seu monitoramento. Foram utilizadas vinte e cinco placas de acrílico medindo 15cm x 15cm, com espessura de 2mm, representando os anos de 1994 a 2018.

Os dados foram extraídos de um gráfico do site INPE (TERRABRASILIS, 2018) e organizado em uma lista. Foi estabelecida uma correspondência entre a área da placa e a área total da Amazônia Legal. A área de desmatamento de cada ano era somada ao volume total desmatado a partir do ano 1994. A partir do cálculo da área desmatada acumulada em relação à área total da Amazônia Legal, obteve-se o raio da circunferência a ser

De cada placa foi retirado material equivalente à área de desmatamento até aquele ano, de forma cumulativa, criando-se uma circunferência vazada (Figura 1). A borda de cada circunferência vazada foi pintada de vermelho (Figura 2 e Figura 3), de forma a trazer destaque para o que foi perdido. As 25 placas de PETG foram, então, coladas sobre uma superfície de madeira, mantendo uma distância de 1 cm entre elas.

A aluna realizou questionamentos informais com amigos e familiares sobre a compreensão da visualização e ficou satisfeita com os resultados obtidos.

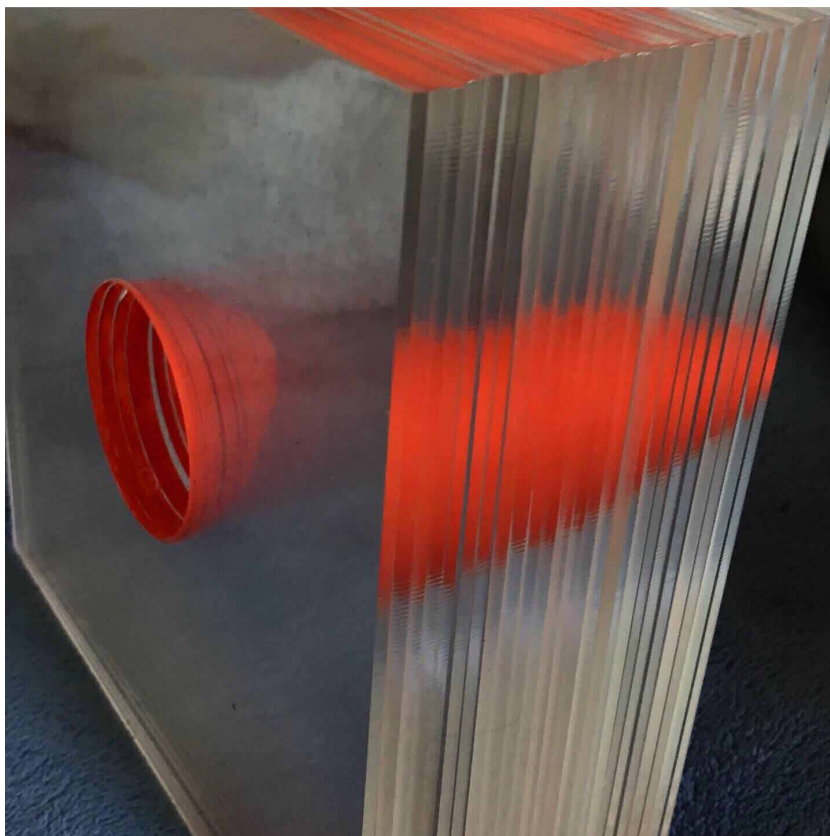


Figura 1: Visualização da Amazônia Legal. Vista geral.

Fonte: Fotografia da autora, Eduarda Alves Isiris

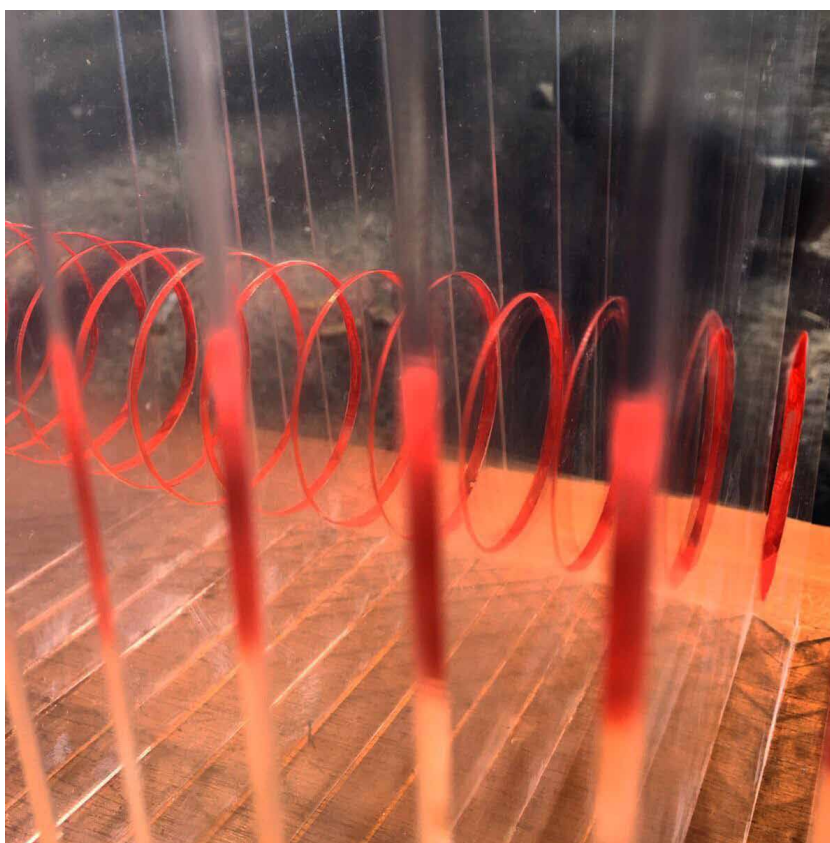


Figura 2: Visualização da Amazônia Legal. Vista das circunferências vazadas.

Fonte: Fotografia da autora, Eduarda Alves Isiris



Figura 3: Visualização da Amazônia Legal. Vista lateral

Fonte: Fotografia da autora, Eduarda Alves Isiris

### 3.2 Visualização da dispersão de africanos escravizados pelo mundo atlântico

Este trabalho, desenvolvido pelo aluno Douglas Thomaz de Oliveira, consiste em uma escultura de dados sobre o comércio de africanos escravizados e as viagens deste tráfico pelo Oceano Atlântico entre os séculos XV e XIX (Figura 4).

Foram empregados dados abertos disponibilizados pelo site *Slave Voyages* (ELTIS, 2018), projeto colaborativo que reúne trabalhos de pesquisadores de diversas nacionalidades realizados a partir da década de 1960, implementados em formato digital com a contribuição da Universidade Emory, dos Estados Unidos. Ao todo, o Banco de Dados do Tráfico Transatlântico de Escravos registra aproximadamente 36.000 viagens. Calcula-se que 12 milhões e meio de cativos partiram da África para as Américas ao longo de quatro séculos. Trata-se da maior migração transoceânica de um povo até então.

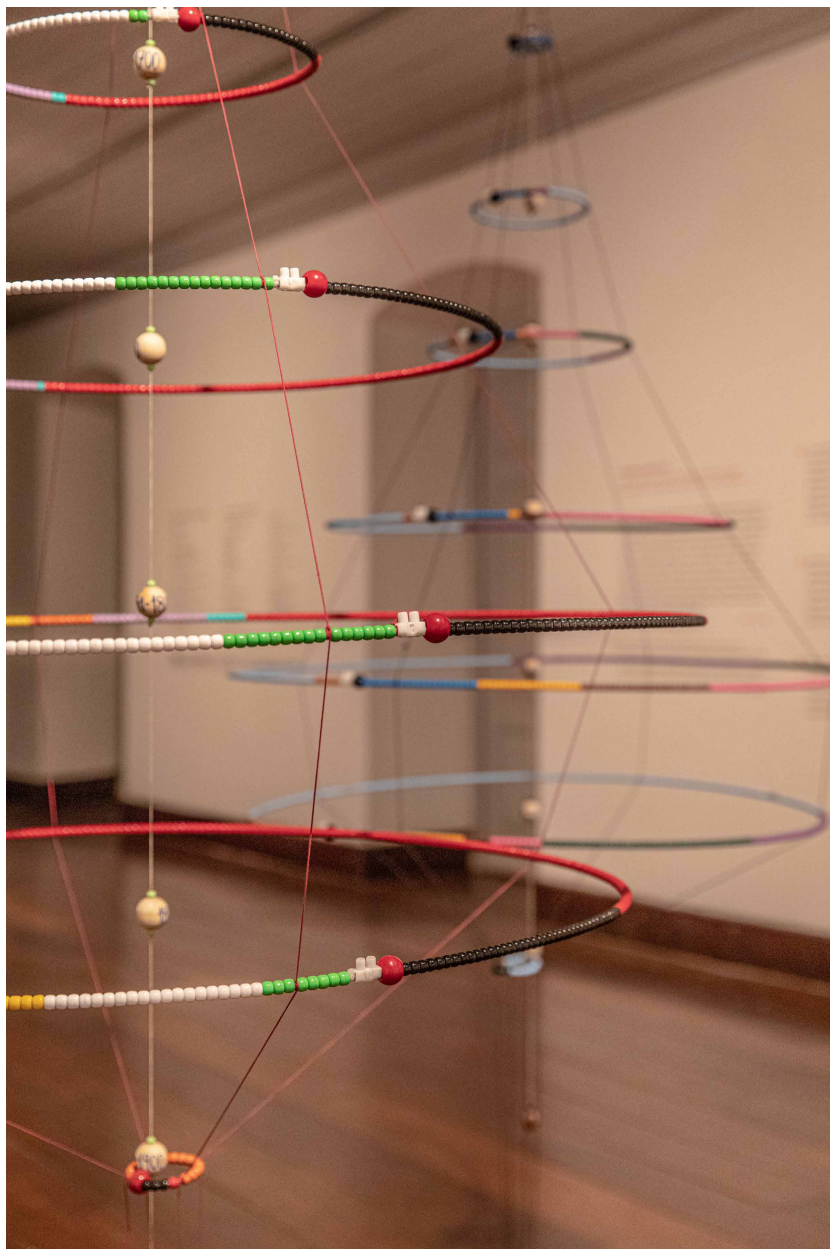


Figura 4: Visualização da dispersão de africanos escravizados pelo mundo atlântico. Vista geral da galeria.

Fonte: Fotografia Renato Mangolin

O Banco de Dados do Tráfico Transatlântico de Escravos é muito extenso, organizado e completo. A sua formação a partir da rede internacional de pesquisadores lhe garante a fidelidade que é detalhada na metodologia (ELTIS, 2018). Ele disponibiliza não apenas o número de escravos embarcados e desembarcados, mas o itinerário dos navios, os portos ou locais de embarque e desembarque, datas de partida e chegada, nome do capitão, detalhes da tripulação, nome do navio, local principal da compra dos escravos, a fonte dos dados e, em alguns casos, o número de homens, mulheres, jovens e crianças embarcadas. Nos últimos sessenta anos de travessias transatlânticas, as tentativas de repressão ao tráfico levaram à apreensão de diversos navios com a inclusão dos nomes dos africanos nos registros criados. Conforme o caso, estes nomes também foram incluídos no banco de dados.



A grande disponibilidade de dados sobre o tráfico de escravos levou à aspiração por se utilizar um amplo volume de dados na visualização. As ideias iniciais giraram em torno de intervalos temporais pequenos como, por exemplo, a cada 10 ou 25 anos; o emprego dos nomes africanos; e o uso de localidades específicas em detrimento das grandes regiões. Neste caso, seria possível, por exemplo, especificar o número de africanos escravizados que desembarcaram em cidades como Salvador, Recife e Rio de Janeiro. No entanto, no decorrer do processo criativo, foi ficando evidente a necessidade de se limitar as dimensões dos dados a serem empregadas na visualização. A materialidade impõe os seus próprios limites e soluções e, neste aspecto, se difere das criações digitais. As escolhas se restringem à disponibilidade do que pode ser encontrada no mercado e que, obviamente, não foi produzido para uso no projeto em desenvolvimento. Neste contexto, a busca por soluções deve partir de materiais existentes e, posteriormente, testar e buscar a adequação à necessidade apresentada pelos dados.

Por se tratar de um projeto de visualização física, após a definição do tema e da obtenção dos dados, o foco do trabalho dirigiu-se para o material a ser empregado. A partir de uma pesquisa inicial sobre as mais diferentes culturas e etnias africanas procurou-se identificar elementos comuns que pudessem simbolizá-las, tomando o cuidado de evitar os estereótipos das generalizações, mas ao mesmo tempo procurando por um elemento de síntese formal. Ao final, optou-se pelo uso de miçangas – ou contas - que tem significativa presença cultural em adornos e adereços religiosos e festivos de africanos e afrodescendentes. No Brasil, por exemplo, as miçangas são utilizadas na confecção de guias e fios de conta, que são os colares usados pelos adeptos das religiões de matriz africana.

Estabeleceu-se, então, que as miçangas seriam empregadas para representar número de africanos escravizados e trazidos para as Américas e que seriam distribuídas em aros de arame, fechados e circulares (Figuras 5 e 6).

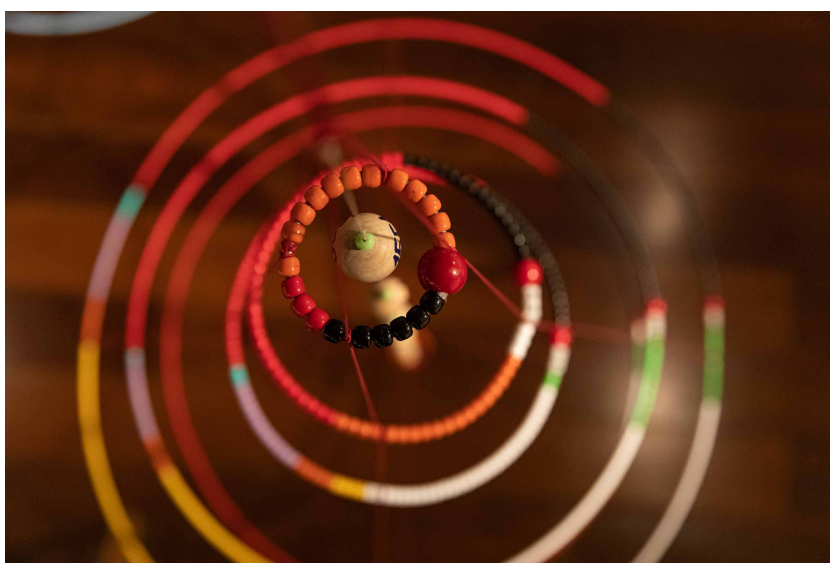


Figura 5: Visualização da dispersão de africanos escravizados pelo mundo atlântico. Vista superior da obra. Fonte: Fotografia Renato Mangolin



Figura 6: Visualização da dispersão de africanos escravizados pelo mundo atlântico. Detalhe das miçangas. Fonte: Fotografia Renato Mangolin

Em paralelo à definição pelo uso das miçangas como unidade de representação, os dados do tráfico de escravos foram organizados em uma planilha Excel. Tais dados continham o número de africanos embarcados e os que desembarcaram, permitindo o cálculo dos que morreram na travessia. Estes números encontravam-se distribuídos pelas grandes regiões: Europa, América do Norte, Caribe Britânico, Caribe Francês, América Holandesa, Índias Ocidentais Dinamarquesas, América Espanhola, Brasil e África. Com a decisão pelo emprego de dados de desembarque e o foco na travessia transoceânica decidiu-se pela não utilização dos dados relativos às viagens para Europa e para a própria África. Em termos temporais, o aplicativo *Slave Voyages* oferecia diversas possibilidades de agrupamento: por ano e também por períodos de 5, 10, 25, 50 e 100 anos. Optou-se pela utilização dos dados relativos ao desembarque nas grandes regiões, em períodos de 50 anos. Tais dados foram destacados em cores diferentes na planilha de trabalho.

|    | A   | B                      | C                      | D                 | E                | F                  | G                  | H                | I             | J             | K             | L             | M       | N             | O             | P             | Q          | R             | S        | T             | U        | V        | W        |          |
|----|---|------------------------|------------------------|-------------------|------------------|--------------------|--------------------|------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------|---------------|---------------|---------------|------------|---------------|----------|---------------|----------|----------|----------|----------|
| 1  | <b>DADOS ORIGINAIS</b>  |                        |                        |                   |                  |                    |                    |                  |               |               |               |               |         |               |               |               |            |               |          |               |          |          |          |          |
| 2  |   | Europe                 | Mainland North America | British Caribbean | French Caribbean | Dutch Americas     | Danish West Indies | Spanish Americas | Brazil        | Africa        | Totals        |               |         |               |               |               |            |               |          |               |          |          |          |          |
| 3  |   | Embarcated             | Disembarcated          | Embarcated        | Disembarcated    | Embarcated         | Disembarcated      | Embarcated       | Disembarcated | Embarcated    | Disembarcated |               |         |               |               |               |            |               |          |               |          |          |          |          |
| 4  |   | 1501-1550              | 637                    | 482               | 0                | 0                  | 0                  | 0                | 0             | 63489         | 44457         | 0             | 0       | 0             | 0             | 178428        | 124913     | 34886         | 29275    | 0             | 0        | 64126    | 44909    |          |
| 5  |   | 1551-1600              | 266                    | 188               | 0                | 0                  | 0                  | 0                | 0             | 0             | 0             | 0             | 0       | 0             | 0             | 0             | 284362     | 179391        | 377649   | 300508        | 267      | 172      | 687893   | 527705   |
| 6  |   | 1601-1650              | 120                    | 85                | 141              | 100                | 34736              | 27206            | 628           | 545           | 0             | 0             | 0       | 0             | 0             | 0             | 184400     | 124913        | 532712   | 464350        | 4045     | 2950     | 1207739  | 994970   |
| 7  |   | 1651-1700              | 3519                   | 2996              | 19815            | 15047              | 370391             | 283270           | 49726         | 38140         | 145880        | 124158        | 22610   | 18146         | 58939         | 46313         | 532712     | 464350        | 4045     | 2950          | 1207739  | 994970   |          |          |
| 8  |   | 1701-1750              | 4807                   | 4126              | 178100           | 145873             | 771972             | 637620           | 357426        | 294171        | 148174        | 126464        | 18544   | 12574         | 70489         | 55291         | 1012119    | 891651        | 814      | 516           | 2505935  | 2188886  |          |          |
| 9  |   | 1751-1800              | 1258                   | 1113              | 180745           | 149809             | 1367848            | 1175703          | 821093        | 700862        | 191385        | 104949        | 90242   | 56034         | 104949        | 90242         | 1158811    | 1097166       | 2837     | 1801          | 3933883  | 3440981  |          |          |
| 10 |   | 1801-1850              | 0                      | 0                 | 93105            | 77704              | 218475             | 194452           | 99549         | 86397         | 28654         | 25355         | 25455   | 22244         | 664800        | 688558        | 2367329    | 2054726       | 160885   | 123432        | 3647972  | 3181568  |          |          |
| 11 |   | 1851-1900              | 0                      | 0                 | 476              | 413                | 0                  | 0                | 0             | 0             | 0             | 0             | 0       | 0             | 0             | 190989        | 183847     | 8612          | 6989     | 20332         | 17888    | 22969    | 165297   |          |
| 12 |   | Totals                 | 10787                  | 8880              | 472382           | 388748             | 2763412            | 2318251          | 1328424       | 1120215       | 514193        | 444728        | 129866  | 109998        | 1591245       | 1292912       | 5532118    | 4864373       | 178900   | 155669        | 1292137  | 10702852 |          |          |
| 16 | <b>NÚMERO DE AFRICANOS SEPARADOS POR GRANDES REGIÕES DE DESEMBARQUE</b> |                        |                        |                   |                  |                    |                    |                  |               |               |               |               |         |               |               |               |            |               |          |               |          |          |          |          |
| 17 |   | Mainland North America | British Caribbean      | French Caribbean  | Dutch Americas   | Danish West Indies | Spanish Americas   | Brazil           | Totals        |               |               |               |         |               |               |               |            |               |          |               |          |          |          |          |
| 18 |   | Embarcated             | Disembarcated          | Mortos            | Embarcated       | Disembarcated      | Mortos             | Embarcated       | Disembarcated | Mortos        | Embarcated    | Disembarcated | Mortos  | Embarcated    | Disembarcated | Mortos        | Embarcated | Disembarcated | Mortos   |               |          |          |          |          |
| 19 |   | 1501-1550              | 0                      | 0                 | 0                | 0                  | 0                  | 0                | 0             | 0             | 0             | 0             | 0       | 0             | 0             | 0             | 0          | 0             | 0        | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        |
| 20 |   | 1551-1600              | 0                      | 0                 | 0                | 0                  | 0                  | 0                | 0             | 0             | 0             | 0             | 0       | 0             | 0             | 0             | 0          | 0             | 0        | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        |
| 21 |   | 1601-1650              | 141                    | 150               | 41               | 34726              | 27206              | 750              | 628           | 545           | 0             | 0             | 0       | 0             | 0             | 0             | 178428     | 124913        | 34886    | 29275         | 0        | 0        | 64126    |          |
| 22 |   | 1651-1700              | 19815                  | 15047             | 4768             | 370391             | 283270             | 87121            | 49726         | 38140         | 11588         | 145880        | 124158  | 21822         | 22810         | 18146         | 44664      | 58939         | 46313    | 12626         | 352712   | 464350   | 68652    | 1207739  |
| 23 |   | 1701-1750              | 178100                 | 145873            | 32127            | 771972             | 637620             | 134352           | 387426        | 294471        | 62955         | 148174        | 126464  | 18544         | 12574         | 70489         | 55291      | 11598         | 1012119  | 891651        | 814      | 516      | 2505935  |          |
| 24 |   | 1751-1800              | 180745                 | 149809            | 31236            | 1367848            | 1175703            | 192145           | 821093        | 700862        | 191385        | 104949        | 90242   | 56034         | 104949        | 90242         | 1158811    | 11097166      | 2837     | 1801          | 3933883  | 3440981  |          |          |
| 25 |   | 1801-1850              | 93105                  | 77704             | 15401            | 218475             | 194452             | 24023            | 99549         | 86397         | 13152         | 28654         | 25355   | 3299          | 25455         | 22244         | 3211       | 664800        | 688558   | 2054726       | 2054726  | 160885   | 123432   | 3647972  |
| 26 |   | 1851-1900              | 476                    | 413               | 0                | 0                  | 0                  | 0                | 0             | 0             | 0             | 0             | 0       | 0             | 0             | 0             | 190989     | 183847        | 8612     | 6989          | 20332    | 17888    | 22969    | 165297   |
| 27 |   | Totals                 | 472382                 | 388748            | 83638            | 2763412            | 2318251            | 445161           | 1328424       | 1120215       | 208209        | 514193        | 444728  | 69465         | 129866        | 109998        | 20868      | 1591245       | 1292912  | 298333        | 5532118  | 4864373  | 667745   | 1252137  |
| 32 | <b>NÚMERO TOTAL DIVIDIDO POR 10000</b>                                  |                        |                        |                   |                  |                    |                    |                  |               |               |               |               |         |               |               |               |            |               |          |               |          |          |          |          |
| 33 |   | Disembarcated          | Mortos                 | Disembarcated     | Mortos           | Disembarcated      | Mortos             | Disembarcated    | Mortos        | Disembarcated | Mortos        | Disembarcated | Mortos  | Disembarcated | Mortos        | Disembarcated | Mortos     | Disembarcated | Mortos   | Disembarcated | Mortos   |          |          |          |
| 34 |   | 1501-1550              | 0                      | 0                 | 0                | 0                  | 0                  | 0                | 0             | 0             | 0             | 0             | 0       | 0             | 0             | 0             | 0          | 0             | 0        | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        |
| 35 |   | 1551-1600              | 0                      | 0                 | 0                | 0                  | 0                  | 0                | 0             | 0             | 0             | 0             | 0       | 0             | 0             | 0             | 0          | 0             | 0        | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        |
| 36 |   | 1601-1650              | 0,01                   | 0,0041            | 2,7206           | 0,752              | 0,0546             | 0,0083           | 0             | 0             | 0             | 0             | 0       | 0             | 0             | 0             | 1,78428    | 1,24913       | 0,34886  | 0,29275       | 0        | 0        | 0,64126  | 0,44909  |
| 37 |   | 1651-1700              | 1,9815                 | 1,5047            | 0,4768           | 37,0391            | 28,3270            | 8,7121           | 4,9726        | 3,8140        | 1,1588        | 14,5880       | 12,4158 | 2,1822        | 2,2810        | 1,8146        | 4,4664     | 5,8939        | 4,6313   | 1,2626        | 35,2712  | 46,4350  | 6,8652   | 120,7739 |
| 38 |   | 1701-1750              | 17,8100                | 14,5873           | 3,2127           | 77,1972            | 63,7620            | 13,4352          | 38,7426       | 29,4471       | 6,2955        | 14,8174       | 12,6464 | 1,8544        | 1,2574        | 7,0489        | 5,5291     | 11,598        | 101,2119 | 89,1651       | 0,814    | 0,516    | 250,5935 |          |
| 39 |   | 1751-1800              | 18,0745                | 14,9809           | 3,1236           | 136,7848           | 117,5703           | 19,2145          | 70,0862       | 12,0431       | 19,1385       | 10,4949       | 9,0242  | 5,6034        | 10,4949       | 9,0242        | 115,8811   | 110,97166     | 0,02837  | 0,01801       | 39,33883 | 34,40981 |          |          |
| 40 |   | 1801-1850              | 9,3105                 | 7,7704            | 1,5401           | 21,8475            | 19,4452            | 2,4023           | 9,9549        | 8,6397        | 1,3152        | 2,8654        | 2,5355  | 0,3299        | 2,5455        | 2,2244        | 0,3211     | 66,4800       | 68,8558  | 20,54726      | 20,54726 | 16,0885  | 12,3432  | 364,7972 |
| 41 |   | 1851-1900              | 0,0411                 | 0,0383            | 0                | 0                  | 0                  | 0                | 0             | 0             | 0             | 0             | 0       | 0             | 0             | 0             | 1,90989    | 1,83847       | 0,2042   | 0,6989        | 0,20332  | 0,17888  | 0,22969  | 1,65297  |
| 42 |   | Totals                 | 4,72382                | 3,88748           | 0,83638          | 27,63412           | 23,18251           | 4,45161          | 13,28424      | 11,20215      | 2,08209       | 5,14193       | 4,44728 | 0,69465       | 1,29866       | 1,09998       | 2,0868     | 159,1245      | 129,2912 | 29,8333       | 553,2118 | 486,4373 | 66,7745  | 125,2137 |
| 46 | <b>NÚMERO DE MIÇANGAS</b>   |                        |                        |                   |                  |                    |                    |                  |               |               |               |               |         |               |               |               |            |               |          |               |          |          |          |          |
| 47 |   | Mainland North         | British Caribbean      | French Caribbean  | Dutch Americas   | Danish West Indies | Spanish Americas   | Brazil           |               |               |               |               |         |               |               |               |            |               |          |               |          |          |          |          |
| 48 |   | Disembarcated          | Mortos                 | Disembarcated     | Mortos           | Disembarcated      | Mortos             | Disembarcated    | Mortos        | Disembarcated | Mortos        | Disembarcated | Mortos  | Disembarcated | Mortos        | Disembarcated | Mortos     |               |          |               |          |          |          |          |
| 49 |   | 1501-1550              | 0                      | 0                 | 0                | 0                  | 0                  | 0                | 0             | 0             | 0             | 0             | 0       | 0             | 0             | 0             | 0          | 0             | 0        | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        |
| 50 |   | 1551-1600              | 0                      | 0                 | 0                | 0                  | 0                  | 0                | 0             | 0             | 0             | 0             | 0       | 0             | 0             | 0             | 0          | 0             | 0        | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        |
| 51 |   | 1601-1650              | 1                      | 3                 | 1                | 1                  | 1                  | 1                | 1             | 1             | 1             | 1             | 1       | 1             | 1             | 1             | 1          | 1             | 1        | 1             | 1        | 1        | 1        | 1        |
| 52 |   | 1651-1700              | 2                      | 2                 | 3                | 28                 | 9                  | 4                | 1             | 1             | 1             | 12            | 2       | 2             | 2             | 2             | 2          | 2             | 2        | 2             | 2        | 2        | 2        | 2        |
| 53 |   | 1701-1750              | 16                     | 3                 | 64               | 13                 | 3                  | 6                | 1             | 1             | 6             | 13            | 2       | 2             | 6             | 6             | 6          | 6             | 6        | 6             | 6        | 6        | 6        | 6        |
| 54 |   | 1751-1800              | 15                     | 3                 | 118              | 19                 | 19                 | 70               | 12            | 12            | 17            | 2             | 2       | 2             | 6             | 1             | 1          | 9             | 1        | 1             | 110      | 110      | 10       | 10       |
| 55 |   | 1801-1850              | 0                      | 0                 | 19               | 2                  | 2                  | 19               | 2             | 2             | 2             | 2             | 2       | 2             | 2             | 2             | 2          | 2             | 2        | 2             | 2        | 2        | 2        | 2        |
| 56 |   | 1851-1900              | 0                      | 0                 | 0                | 0                  | 0                  | 0                | 0             | 0             | 0             | 0             | 0       | 0             | 0             | 0             | 0          | 0             | 0        | 0             | 0        | 0        | 0        | 0        |
| 57 |   | TOTAL                  | 40                     | 8                 | 232              | 44                 | 112                | 20               | 20            | 45            | 6             | 45            | 6       | 6             | 11            | 1             | 1          | 129           | 30       | 486           | 486      | 67       | 67       |          |

Tabela 1: Planilha do tráfico de escravos. Fonte: Dados do site Slave Voyages, organizados pelo autor

A questão seguinte e que se mostrou a mais problemática do projeto foi a atribuição do valor numérico a ser representado por cada miçanga. O objetivo da obra era obter uma representação fidedigna, isto quer dizer que a obra deveria permitir a contagem, a mais aproximada possível, do número de africanos trazidos para uma determinada região, assim como dos que morreram na travessia. Em um primeiro momento, pensou-se que o valor 1.000 seria o número ideal de escravos a serem representados por uma única miçanga. Este número foi logo ampliado para 5.000 africanos por miçanga, o que, ainda assim, se mostrou inviável. Além de demandar uma grande quantidade de material, resultaria em círculos de arame de mais de dois metros de diâmetro. Isso inviabilizaria o transporte da obra e sua exibição. Com tal tamanho de diâmetro, o aro de arame requereria maior precisão de soldagem e perderia a estabilidade. Assim, buscando um equilíbrio entre as possibilidades materiais e uma relação razoável de correspondência entre os dados e sua representação, decidiu-se pelo número de 10.000 africanos para cada miçanga, com “arredondamento” para números acima de 5.000. Mesmo empregando esta relação altíssima ( $10.000 = 1$ ), foram necessárias 1.231 miçangas para a construção da escultura. Este “arredondamento” gerou algumas distorções, como a ocorrida no período 1651-1700, que fez com que os 4.768 africanos mortos na travessia para a América do Norte não viessem a ser representados na visualização.

As cores das miçangas empregadas na escultura correspondem às cores que aparecem ilustradas na planilha de trabalho. Os africanos que aportaram no Brasil, país que mais recebeu escravos, foi representado pelas miçangas vermelhas. Os que desembarcaram no continente norte-americano estão representados pela cor verde. A cor branca indica os escravos que chegaram ao Caribe Britânico. As miçangas pretas representam os africanos que foram retirados da sua terra e nunca chegaram ao destino final.

Foi realizado um protótipo com aros de menor diâmetro para avaliar o modo de exposição da peça. Refletiu-se que a disposição horizontal dos aros seria a ideal porque permitiria a visualização de todos os anos em um mesmo ângulo visual. No entanto, esta possibilidade geraria dificuldades na montagem a partir da demanda de fios de cordonê esticados para a fixação da peça. Considerou-se que a necessidade de os fios manterem-se firmes para sustentar a peça poderia levá-los a se romperem. Com os aros distribuídos verticalmente, ter-se-ia garantia de estabilidade da peça e menor exigência da resistência dos materiais.

O trabalho foi apresentado na VII Bienal da Escola de Belas Artes da Universidade Federal do Rio de Janeiro, realizada no Paço Imperial, Rio de Janeiro, de 12 de setembro a 13 de outubro de 2019.

### **3.3 Visualização de Territórios Indígenas ameaçados**

O projeto de visualização de dados física, desenvolvido pela aluna Luana Carolina da Silva, apresenta indicadores de consolidação territorial dos territórios indígenas brasileiros. No Brasil, a integralidade das terras indígenas é frequentemente ameaçada apesar das delimitações territoriais legais estabelecidas pela Constituição

de 1988. A decisão por este tema teve origem no interesse pessoal da aluna sobre as questões indígenas, e a levou por diversos sites de projetos de monitoramento de Terras Indígenas (TIs), tais como o Programa de Monitoramento de Áreas Protegidas do Instituto Socioambiental ([socioambiental.org](http://socioambiental.org)) e o site <https://terrasindigenas.org.br/>. O site Terras+ chamou a atenção por oferecer um sistema de indicadores específico para a compreensão das ameaças à consolidação territorial das Terras Indígenas. No total, este aplicativo apresenta sete indicadores: estabilidade jurídica, integridade ambiental, integridade ambiental no entorno, integridade territorial, presença de obras, obras planejadas e governança. Estes indicadores foram sistematizados a partir da análise de 361 Terras Indígenas da Amazônia Legal no ano de 2017. A elaboração do Sistema de Indicadores levou em conta os dados do Programa de Monitoramento de Áreas Protegidas do Instituto Socioambiental, ISA (TERRAS+, 2018). A cada indicador corresponde uma nota dentro de uma escala que vai de 0 a 1. Quanto mais próximo de 1, melhor é a nota do indicador avaliado.

Para a visualização desenvolvida, utilizou-se apenas o indicador “integridade territorial” para os cem territórios considerados ameaçados, ou seja, para os territórios que receberam as notas mais baixas neste item. Este indicador avalia o grau de segurança do território, incluindo os direitos indígenas ao usufruto exclusivo da TI e a presença de atividades consideradas ilegais de exploração de recursos. A existência desse tipo de ameaça está relacionada, sobretudo, à presença de não indígenas envolvidos em atividades de exploração de recursos consideradas ilegais, como coleta, caça, pesca e retirada de madeira, bem como à existência de ocupantes ilegais, como fazendeiros, grileiros, arrendatários e posseiros. De forma sistematizada, o indicador integridade territorial é analisado de acordo com seis categorias de risco: (a) coleta ilegal, (b) caça ilegal, (c) pesca ilegal, (d) garimpo ilegal, (e) atividade madeireira e (f) invasão ou ameaça fundiária (TERRAS+, 2019). A nota final de integridade territorial é computada de acordo com um cálculo específico<sup>5</sup> que confere diferentes pesos para cada categoria. Os dados são resultado do monitoramento de pressões e ameaças como caça, pesca e coleta, garimpo, atividade madeireira, posseiros, fazendeiros e arrendatário no interior das Terras Indígenas. Coletadas a partir de diferentes fontes (relatórios, denúncias e notícias), essas informações são organizadas e compiladas por meio do Sistema de Áreas Protegidas (SisArp), que se trata de uma base georreferenciada.

O enfoque da visualização é nas seis categorias de ameaças à integridade territorial. Deste modo, inclui, além da representação da variável numérica correspondente a cada uma delas, o valor total e o nome do território. As pesquisas por referências visuais retornaram acessórios e pinturas corporais indígena. Neste momento, optou-se pelo emprego da forma de um cocar, uma peça do vestuário indígena de forte valor simbólico no imaginário brasileiro. A ideia seria empregar palitos de madeira que pudessem comportar as codificações representativas (Figura 7). Esses palitos formariam o “cocar”, posicionando-se no lugar das penas. Cada palito repre-

5 O cálculo para o indicador integridade territorial é  $(a*11+b*11+c*6+d*22+e*22+f*28)/100$

sentaria um Território Indígena. Suas cores, as diferentes ameaças que constituem as categorias.



Figura 7: Visualização de Territórios Indígenas ameaçados. Materiais empregados  
Fonte: Fotografia da autora, Luana Carolina da Silva

Os primeiros testes para aplicação das cores sobre os palitos utilizaram tinta de marcador e miçangas, mas não trouxeram resultado visual interessante. Posteriormente, se testou enrolar linhas de bordado sobre o palito, o que se mostrou eficiente e visualmente agradável. Cada palito se dividiria em seis áreas de cores diferentes correspondentes a cada uma das categorias. Os nomes dos locais foram escritos em papel e pendurados como etiquetas de vendas, codificados com três cores para melhor caracterizar as áreas com risco grande, médio e pequeno – respectivamente vermelho, laranja e amarelo. Deste modo, diversas dimensões encontravam-se representadas: os nomes dos territórios e seu grau de risco sobre os papéis em três cores, as seis categorias nas linhas coloridas amarradas no palito e, também a ordem de classificação dos territórios de acordo com o grau de ameaça. O problema estava em como estruturar os cem palitos no formato aproximado de um cocar. Decidiu-se, então por colar os palitos em um suporte de papel pluma branco, formando um “u” invertido. As tiras de papel com os nomes foram penduradas de forma a permitir o manuseio e exibir, alternadamente, o nome do território e a nota correspondente à sua integridade territorial, de 0 a 0,5 (Figura 8).



Figura 8: Visualização de Territórios Indígenas ameaçados. Tiras de papel com os nomes dos territórios indígenas Fonte: Fotografia da autora, Luana Carolina da Silva

As TIs mais atingidas marcadas com etiquetas vermelhas foram colocadas no topo do “cocar”. São 34, de Kwazá do Rio São Pedro (0) à Acapuri de Cima (0,4). Em seguida, há as 33 TIs com etiquetas laranja que vão de Acimã (0,4) à Sawre Muybu (0,49). Nas pontas inferiores, as 33 TIs indicadas com etiquetas amarelas. de Alto Rio Guamá (0,5) ao conhecido território Yanomami (0,5).

Algumas dificuldades foram observadas apenas após a finalização da obra. Os papéis com os nomes e indicadores dos territórios ficaram muito grandes, chegando a se sobrepor às linhas coloridas dos palitos. O suporte onde os palitos foram colados permitiu a fixação da obra e seu transporte, porém em detrimento da constituição tridimensional da obra.



Figura 9: Visualização de Territórios Indígenas ameaçados. Vista geral. Fonte: Fotografia da autora, Luana Carolina da Silva

#### 4 A ESCOLHA DOS TEMAS DAS ESCULTURAS DE DADOS

**N**as escolhas dos tópicos abordados pelos alunos para a produção da visualização física observou-se uma identificação com temas sociais: tráfico de escravos africanos, terras indígenas e desmatamento da floresta amazônica. Todos esses temas encontram-se relacionados às origens do Brasil ou ao seu desenvolvimento. A intenção dos alunos, ao criar as visualizações, foi ampliar a discussão sobre assuntos relevantes, mas pouco explorados e transmitir conhecimento. No processo de desenvolvimento das esculturas, as descobertas obtidas a partir dos dados apresentaram-se como mais um estímulo para os alunos

Neste contexto, embora sem intenção de apresentar uma relação de causalidade com os temas escolhidos, menciono um vídeo discutido em sala onde se apresenta o livro “Factfulness: o hábito libertador de só ter opiniões baseadas em fatos”, último trabalho de Hans Rosling, em colaboração com seu filho e nora (ROSLING; ROSLING; RÖNNLUND, 2018).

Hans Rosling foi um médico sueco, acadêmico, e fundador da Fundação Gapminder, que desenvolveu um software de visualização de dados para exploração de temas relacionados ao desenvolvimento global e social. Livro e vídeo explicam como a maior parte das pessoas, inclusive as mais cultas, têm uma visão equivocada do que acontece no planeta em relação à pobreza, saúde e educação, por exemplo. Em geral, a sua compreensão é pior do que a realidade devido a uma visão de mundo baseada em informações desatualizadas. O vídeo mostra alguns testes realizados

pelos autores onde o público, muitas vezes constituído por especialistas altamente qualificados, obteve um resultado “pior do que os chimpanzés em questões sobre o mundo contemporâneo. Ao comparar as possíveis escolhas de um chimpanzé diante dos testes, Rosling considera uma resposta aleatória entre três como uma possibilidade aproximada de 33% de acerto”. Deste modo, “pior do que os chimpanzés” significa um índice de acerto abaixo de um terço (ROSLING; ROSLING; RÖNNLUND, 2018). Para Rosling, este alto índice de respostas equivocadas deve-se a múltiplos fatores e a solução seria construir desenvolver uma visão de mundo baseada em fatos, ou seja, em dados.

Não se busca afirmar se as ideias de Hans Rosling tiveram influência sobre as escolhas temáticas dos alunos. O importante é ressaltar que, com suas escolhas, eles mostraram compreender os objetivos das visualizações de dados em tornar visível o invisível.

## 5 OBSERVAÇÃO DE PROBLEMAS NO DESENVOLVIMENTO DE VISUALIZAÇÕES FÍSICAS

No processo de desenvolvimento de visualizações físicas para a disciplina do curso Comunicação Visual Design, que foi consolidado com a escrita posterior solicitada para este artigo, foram evidenciados quatro problemas: coleta e compreensão dos dados, descrição do projeto, materialidade dos dados e, avaliação do conhecimento transmitido e dos sentimentos despertados.

### 5.1 Coletar e compreender os dados

Durante a organização deste artigo, diversas questões sobre o uso dos dados tiveram que ser reencaminhadas aos autores das visualizações. Nenhum deles havia informado precisamente de onde haviam retirado os dados. Na maioria das vezes apenas constava uma menção ao site. Também não foi descrito o tipo de operações realizadas nos dados, embora estas questões constassem da lista de perguntas-guia.

Os três trabalhos analisados apresentaram diferentes abordagens sobre os dados. Apenas o que tratou do tráfico de escravos africanos trabalhou diretamente sobre dados para os quais não existia nenhuma visualização. No desenvolvimento desta escultura, o aluno fez a coleta dos dados e desenvolveu o seu raciocínio sobre a planilha, inclusive organizando a correspondência entre cores e regiões, e entre o número de africanos e a quantidade de miçangas a serem empregadas. No trabalho sobre os territórios indígenas, o site disponibilizava uma visualização que permitia a comparação entre os diversos indicadores disponibilizados. A aluna fez o download dos dados em formato csv e organizou uma planilha apenas com os dados de integridade territorial, seu campo de interesse. Na escultura sobre dados de desmatamento, a aluna transcreveu os dados encontrados em um gráfico de barras. Esses dados foram somados com os dados de desmatamento dos anos anteriores de forma cumulativa em um processo que pode ser questionado por não considerar que uma área pode ser desmatada mais de uma vez, principalmente quando se pesquisa



em um período de 25 anos. De qualquer forma, tal soma, de forma alguma, invalida o processo ou a visualização resultante.

De maneira geral, ficou o sentimento de que, uma vez realizados a coleta e uso de dados, estes não eram mais tão importantes a ponto de merecerem maior precisão no texto de apresentação do trabalho, mesmo que estas perguntas tenham sido feitas. Além disso, no desenvolvimento do curso, foram observadas muitas dificuldades na escolha e obtenção dos dados, conforme já mencionado neste artigo. Tal processo é reconhecidamente complexo e vagaroso, por isso requer maior atenção. No curso, o trabalho demandado pela organização dos dados forçou à uma compressão da parte final de desenvolvimento que compreende a escolha e emprego de materiais. Deste modo, recomenda-se que um curso sobre visualização de dados ofereça mais atividades práticas com coleta e uso de dados, além de antecipar a pesquisa e escolha dos temas e seus respectivos dados.

## 5.2 Descrição do projeto

A descrição de um projeto de visualização deve oferecer o maior número de informações possíveis que possibilite ao leitor seguir os passos que foram realizados. Isso inclui as pesquisas iniciais sobre o tema; a coleta, seleção e cálculos realizados com os dados; e, claro, as decisões de mapeamento. Manovich já havia observado que o mapeamento de dados pode advir tanto de escolhas motivadas, quanto de decisões arbitrárias e que, muitas vezes, se perguntou por que o artista escolheu um determinado mapeamento dentre tantas outras possibilidades (MANOVICH, 2004, p. 159). No campo do design, a explicitação em formato estruturado dos procedimentos empregados em um projeto nem sempre se mostra possível ou eficiente. De fato, observa-se que boa parte das decisões tomadas nos projetos de visualização foram intuitivas. Faz-se necessária a inclusão de abordagens teóricas sobre o papel da intuição na metodologia do design (BADKE-SCHAUB; ERIS, 2014).

Nos projetos de visualização desenvolvidos, talvez pela constância das decisões tomadas de forma intuitiva ou arbitrária, os textos apresentados pelos alunos, muitas vezes, omitiram as escolhas do material empregado, do mapeamento e mesmo do tipo de manipulação realizada sobre os dados. Por outro lado, dois dos alunos enfatizaram vigorosamente a pesquisa de referenciais imagéticos utilizados, inclusive incluindo algumas imagens ao texto. A recomendação para um curso de visualização de dados que venha a ser ministrado no futuro é no sentido de solicitar relatórios periódicos ao longo das etapas do processo, de forma a estimular um olhar mais atento do raciocínio envolvido nas decisões tomadas.

## 5.3 Materialidade dos dados

Em pelo menos um momento do processo de elaboração das esculturas físicas, cada um dos alunos encontrou algum tipo de dificuldade relacionada à escolha ou ao uso do material. A aluna que criou a obra sobre desmatamento na Amazônia passou por diversos contratempos até descobrir como cortar e colar a placa de Poli. A aluna que produziu o “cocar” dos Territórios Indígenas, apesar de ter realizado

testes anteriores de pintura sobre a madeira dos palitos, teve contratempos em relação à fixação deles sobre o suporte e, também, na decisão quanto ao tamanho das etiquetas com o nome dos territórios. Finalmente, o aluno que desenvolveu a visualização sobre o tráfico de escravos encontrou dificuldade no mapeamento do número de africanos por miçanga, o que o levou de volta à loja para fazer troca de material. Felizmente, neste último caso, como o aluno trabalhou com mais antecedência, conseguiu obter uma melhor solução dentro do prazo.

A enorme gama de materiais que podem ser usados em uma visualização física dificulta a possibilidade de abordagem desta etapa em sala de aula. Como seria possível tratar das possibilidades de materiais tão variados? Neste caso, a recomendação é para que os alunos, assim como os praticantes do campo da visualização de dados física, dediquem tempo para a realização de mockups ou protótipos parciais das suas obras, algo que foi realizado apenas pelo aluno do projeto do tráfico de escravos. A criação de modelos, em escala ou parciais, pode demandar tempo e recursos iniciais, mas, por outro lado, pode prevenir erros e descaminhos do projeto, e poupar custos com finalizações com materiais inadequados. O tipo de protótipo deve ser pensado para cada situação e, em alguns casos, pode envolver testes simples com corte ou colagem de uma amostra de material adquirida sem custos. Além disso, seria interessante que os alunos conseguissem criar previamente uma lista de cada uma das etapas necessárias para a construção da sua obra, incluindo material a ser usado e o tratamento requisitado por ele. Esta listagem poderia colaborar posteriormente na compreensão das dificuldades encontradas no processo.

#### **5.4 Avaliação do conhecimento transmitido e sentimentos despertados**

Avaliações e testes são comumente encontrados nas etapas finais do desenvolvimento de visualizações. No entanto, até o presente momento, tem-se conhecimento de um único teste de avaliação realizado com visualizações físicas (JANSEN; DRAGICEVIC; FEKETE, 2013). Este teste focou apenas em gráficos de barra, mas considerou a possibilidade de extensão das conclusões encontradas para outros tipos de visualizações tridimensionais. Concluiu que, idealmente, uma visualização física deva ser construída de forma a permitir manipulação direta. Considerações relativas ao tamanho e uso de materiais ficaram fora do escopo da pesquisa.

Os testes realizados no artigo mencionado constituem a primeira etapa de um dos maiores desafios colocados para alunos e designers de visualizações físicas: encontrar formas de analisar se o conteúdo das suas obras está sendo compreendido pelo seu público, se é capaz de produzir algum sentimento ou sensação e, se for o caso, entender como isso acontece. Recomenda-se que os próximos cursos em visualização de dados favoreçam a realização de testes neste sentido.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os objetivos deste artigo ultrapassaram a análise sobre o desenvolvimento de visualizações físicas desenvolvidas na disciplina do curso Comunicação Visual Design. Os problemas observados apresentam desafios a serem abordados nas próximas edições do curso, mas que são também importantes no design de visualizações físicas ou escultura de dados. O exercício de uma análise retrospectiva dos projetos permitiu a compreensão das ações que devem ser tomadas em ambas as situações. Tais ações devem focar na coleta e entendimento dos dados; na necessidade de elaboração descritiva do projeto; nas escolhas e no emprego de materiais; e na elaboração de testes capazes de avaliar a transmissão de conhecimento e os sentimentos despertados pela obra. Conclui-se que a elaboração futura destes problemas será útil no design de esculturas de dados e podem constituir importantes fundamentos de pesquisa.

## REFERÊNCIAS

- ARNHEIM, R. Arte e percepção visual: uma psicologia da visão criadora. 3a ed. São Paulo: Enio Matheus Guazzelli & Cia. Ltda., 1986. ISBN: 978-85-221-0148-1.
- BADKE-SCHAUB, P.; ERIS, O. A Theoretical Approach to Intuition in Design: Does Design Methodology Need to Account for Unconscious Processes? In: CHAKRABARTI, A.; BLESSING, L. T. M. (Orgs.). An Anthology of Theories and Models of Design. London: Springer London, 2014. p. 353. ISBN: 978-1-4471-6337-4, DOI: 10.1007/978-1-4471-6338-1.
- CARD, S. K.; MACKINLAY, J. D.; SHNEIDERMAN, B. Readings in information visualization: using vision to think. San Francisco, Calif: Morgan Kaufmann Publishers, 1999. 686 p. ISBN: 978-1-55860-533-6.
- ELTIS, D. Slave Voyages. Trans-Atlantic Slave Trade - Understanding the Database - Methodology. Slave Voyages. Explore the dispersal of enslaved africans across the atlantic world. 2018. Disponível em: <https://www.slavevoyages.org/voyage/about>. Acesso em: 21 ago. 2019.
- FRICK, L. 7 Stages of ALS. Laurie Frick. 2010. Disponível em: <https://www.lauriefrick.com/7-stages>. Acesso em: 24 ago. 2019.
- HEINICKER, P. Good Night SMS. 2015. Disponível em: <http://paulheinicker.com/goodnightsms/>. Acesso em: 24 ago. 2019.
- JANSEN, Y. et al. Opportunities and Challenges for Data Physicalization. In: Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems - CHI '15. Seoul, Republic of Korea: ACM Press, 2015. Disponível em: <http://dl.acm.org/citation.cfm?doid=2702123.2702180>. Acesso em: 26 ago. 2019. ISBN: 978-1-4503-3145-6, DOI: 10.1145/2702123.2702180.
- JANSEN, Y.; DRAGICEVIC, P.; FEKETE, J.-D. Evaluating the efficiency of physical visualizations. In: Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems - CHI '13. Paris, France: ACM Press, 2013. Disponível em: <http://dl.acm.org/citation.cfm?doid=2470654.2481359>. Acesso em: 24 ago. 2019. ISBN: 978-1-4503-1899-0, DOI: 10.1145/2470654.2481359.
- KOFFKA, K. Principles of Gestalt Psychology. London: Kegan Paul, Trench, Trubner & Co, Ltd., 1936.
- LUPTON, D. Feeling your data: Touch and making sense of personal digital data. *New Media & Society*, [s.l.], v. 19, no 10, p. 1599–1614, 2017. ISSN: 1461-4448, 1461-7315, DOI: 10.1177/1461444817717515.
- MANOVICH, L. A visualização de dados como uma nova abstração anti-sublime. *Arte & Ensaios*, [s.l.], v. 11, p. 134–143, 2004. ISSN: 2448-3338.
- MUNZNER, T. Visualization Analysis and Design. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group, 2015. ISBN: 978-1-4665-0893-4.
- NORMAN, D. A. Design emocional: por que adoramos (ou detestamos) os objetos do dia-a-dia. Rio

de Janeiro: Rocco, 2008. ISBN: 978-85-325-2332-7.

ROSLING, H.; ROSLING, O.; RÖNNLUND, A. R. Factfulness: ten reasons we're wrong about the world and why things are better than you think. London: Sceptre, 2018. 342 p. ISBN: 978-1-4736-3748-1.

SILVA, Marcos Vinícius Moura. Violência LGBTfóbicas no Brasil: dados da violência. Ministério dos Direitos Humanos. Secretaria Nacional de Cidadania., , 2018. Disponível em: <<https://www.mdh.gov.br/biblioteca/consultorias/lgbt/violencia-lgbtfobicas-no-brasil-dados-da-violencia>>

TERRABRASILIS, I. TerraBrasilis. 2018. Disponível em: [http://terrabrasilis.dpi.inpe.br/app/dashboard/deforestation/biomes/legal\\_amazon/rates](http://terrabrasilis.dpi.inpe.br/app/dashboard/deforestation/biomes/legal_amazon/rates). Acesso em: 24 ago. 2019.

TERRAS+. Terras+ | Sobre. Terras+. 2018. Disponível em: <https://terrasmais.eco.br/v1/about/?lang=pt-br>. Acesso em: 24 ago. 2019.

THUDT, A. Life in Clay. Life in Clay. 2015. Disponível em: <http://life-in-clay.alicethudt.de/>. Acesso em: 24 ago 2019.

TUFTE, E. R. The visual display of quantitative information. 2nd ed ed. Cheshire, Conn: Graphics Press, 2001. 197 p. ISBN: 978-0-9613921-4-7.

VANDE MOERE, A. Beyond the Tyranny of the Pixel: Exploring the Physicality of Information Visualization. In: 2008 12th International Conference Information Visualisation. London, UK: IEEE, 2008. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/document/4577990/>. Acesso em: 01 abr. 2019. ISBN: 978-0-7695-3268-4, DOI: 10.1109/IV.2008.84.

WARE, C. Information visualization: perception for design. 2. ed. Amsterdam: Elsevier, 2009. 486 p. ISBN: 978-1-55860-819-1.

WILSON, M. How GM Is Saving Cash Using Legos As A Data Viz Tool. Fast Company. 2012. Disponível em: <https://www.fastcompany.com/1669468/how-gm-is-saving-cash-using-legos-as-a-data-viz-tool>. Acesso em: 24 ago. 2019.