

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE COMUNICAÇÃO E ARTES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEIOS E PROCESSOS AUDIOVISUAIS

PAULO ANTONIO CARVALHO COSTA

VISUALIZAÇÕES TRANSPLANARES EXPERIMENTAIS

SÃO PAULO
2021

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE COMUNICAÇÃO E ARTES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEIOS E PROCESSOS AUDIOVISUAIS

PAULO ANTONIO CARVALHO COSTA

VISUALIZAÇÕES TRANSPLANARES EXPERIMENTAIS

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Meios e Processos Audiovisuais da Escola de Comunicação e Artes da Universidade de São Paulo para obtenção do Título de Doutor.

Área de concentração: Meios e Processos Audiovisuais.

Orientador: Prof. Dr. Almir Antonio Rosa

SÃO PAULO
2021

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo na publicação
Serviço de Biblioteca e Documentação
Escola de Comunicação e Artes da Universidade de São Paulo

Nome: CARVALHO COSTA , Paulo Antonio

Título: Visualizações transplanares experimentais

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Meios e Processos Audiovisuais da Escola de Comunicação e Artes da Universidade de São Paulo para obtenção do Título de Doutor, sob orientação do Prof. Dr. Almir Antonio Rosa

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento : _____

Prof. Dra. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Suplentes

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Agradecimentos

Ao professor doutor Almir Antonio Rosa pelo acolhimento, gentileza e apoio no desenvolvimento da pesquisa.

Aos colegas do grupo LabArteMidia pela inspiração.

Aos familiares e amigos pela paciência, interlocução e força.

RESUMO

CARVALHO COSTA, Paulo Antonio. Visualizações transplanares experimentais. 2021. 123 f. Tese (Doutorado em Meios e Processos Audiovisuais) – Escola de Comunicação e Artes, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2021.

Neste trabalho, investigaremos um estreitamento conceitual sobre a ideia binária de visualização, buscando compreendê-la sob uma genealogia da geometria óptica, e suas relações com a expansão do visível, pelo acúmulo de informações planares, isto é, pela multiplicidade de pontos de vista. Neste estreitamento, verificaremos algumas tecnologias e relações poéticas que possam surgir da visualização sobre o espaço, corpo e ciclos informacionais.

Palavras-chave: Visualizações. Realidade Aumentada. Performance. Transplano

ABSTRACT

CARVALHO COSTA, Paulo Antonio. Visualizações transplanares experimentais. 2021. 123 f. Tese (Doutorado em Meios e Processos Audiovisuais) - Escola de Comunicação e Artes, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2021.

In this work, we will investigate a conceptual narrowing about the binary idea of visualization, trying to understand it under a genealogy of optical geometry, and its relations with the expansion of the visible, by the accumulation of planar information, that is, by the multiplicity of points of view. In this narrowing, we will verify some technologies and poetic relations that may arise from visualization about space, body and informational cycles.

Keywords: Visualization. Augmented Reality. Performance. Transplane

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Diagrama de projeção em perspectiva	p.19
Figura 02: Construção da perspectiva segundo Alberti.....	p.21
Figura 03: Espectógrafo de Leonardo da Vinci – (1480-1485)	p.35
Figura 04: Leonardo da Vinci - costruzione legittima de Alberti (1492).....	p.36
Figura 05: Montagem com fragmentos de Prospetiva Pingendi – face e cabeça.....	p.38
Figura 06: Montagem com fragmentos de Prospetiva Pingendi – rotação e translação.....	p.40
Figura 07: <i>Flagellazione</i> (Piero Della Fancesca 1470.....	p.41
Figura 08: Reconstrução do Pano e Elevação do quadro <i>Flagellazione</i>	p.43
Figura 09: Diagrama da Construção do Padrão de Piso na obra <i>Flagellazione</i>	p.43
Figura 10: Diagrama de dedução dos pontos de distância no pavimento e teto da sala na obra <i>Flagellazione</i>	p.44
Figura 11: Homem utilizando um dispositivo de perspectiva para desenhar um vaso (1538)...	p.47
Figura 12: Desenho preliminar de homem utilizando uma grade de perspectiva (1538).....	p.47
Figura 13: Reconstrução do <i>Velo</i> por Dürer.....	p.47
Figura 14: Gravura sobre o perspectógrafo “Porta” – Homem desenhando um alaúde (1538)...	p.48
Figura 15: Gravura sobre o perspectógrafo “Porta” – detalhes da estrutura de pontos.....	p.49
Figura 16: “A caçada na floresta” (1465-70).....	p.57
Figura 17: Diagrama perspético: linhas de convergência estruturais sobre a obra <i>Caçada na Floresta</i> de Paolo Uccello (Martin Kemp).....	p.59
Figura 18: Diagrama perspético: estudo sobre prováveis pontos-distantes ($X1, X2$) ou ($Z1, Z2$) sobre a obra <i>Caçada na Floresta</i> de Paolo Uccello (Martin Kemp).....	p.59
Figura 19: O campo de corrida: Jockeys amadores próximos a uma carruagem” (1876-1887)..	p.61
Figura 20: <i>Modus reticulationis facindae in teftudinibus</i> - Andrea Pozzo (1693).....	p.64
Figura 21: “Apoteose de Santo Inácio de Loyola”	p.66
Figura 22: “Apoteose de Santo Inácio de Loyola”	p.66
Figura 23: “Les Vestales” (1749) Jacob de Wit.....	p.69
Figura 24: Demonstração da <i>Cadeira de Ames</i> : homem observa três visores e identifica o formato normal da cadeira em todos.....	p.74
Figura 25: Demonstração da <i>Cadeira de Ames</i> : homem observa três visores e identifica o formato normal da cadeira em todos.....	p.74
Figura 26: Demonstração da <i>Cadeira de Ames</i> : visualizações perpendiculares aos planos das imagens.....	p.74
Figura 27: Demonstração da <i>Cadeira de Ames</i> : visualizações perpendiculares aos planos das imagens.....	p.74
Figura 28: O legado do tratado <i>De aspectibus</i> (Alhazen).....	p.77

Figura 29: Padrões cinéticos de corrugações senoidas gerados para a percepção de profundidade em paralaxe de movimento.....	p.79
Figura 30: Dispositivo de madeira, pintura têmpera sobre madeira.....	p.81
Figura 31: “Vista para o interior de uma casa holandesa” (Samuel Dirksz van Hoogstraten,1660) - Visualizadores observam o gabinete de perspectiva.....	p.82
Figura 32: “Vista para o interior de uma casa holandesa” (Samuel Dirksz van Hoogstraten,1660) - vista interna com perspectiva corrigida; vista com perspectiva sem correção.....	p.82
Figura 33: Corte da arquitetura da <i>Rotunda</i> em Leicester Square.....	p.89
Figura 34: Vista panorâmica de Londres (a partir do topo do Albion Mills) Henry Aston Baker e Robert Baker.....	p.90
Figura 35: Projeções paralelas.....	p.104
Figura 36: Duas fotos do Rei da Espanha para realizar uma escultura 1895.....	p.105
Figura 37: Rotunda Esúdio de François Willèm.....	p.106
Figura 38 a: Processo de Fotoescultura – transferência da projeção para a argila.....	p.107
Figura 38 b: Processo de Fotoescultura – transferência da projeção para a argila.....	p.107
Figura 39: Produção de foto escultura não finalizada.....	p.108
Figura 40: Desenho mostrando o método da patente de W. Reissig.....	p. 111
Figura 41: Diagramas – recorte dos perfis sobre a argila – patente registrada por François Willeme.....	p.112
Figura 42: Diagrama – dispositivo de Willy Selke – descrito em patente 1898).....	p.112
Figura 43: Screenshots Cores Motores.....	p.115
Figura 44: Diagrama dispositivo Cores Motores.....	p.116
Figura 45: Corte de imagens e diagrama dinâmico.....	p.119
Figura 46: Imagem de câmera de vigilância e destaque em vermelho: a segmentação dos carros em movimento.....	p.120
Figura 47: Perlindraw (Visualização do modelo tridimensional reconstruído a partir do mapa de profundidade - depth map - capturado pelo sensor Kinect.....	p.123
Figura 48: Perlindraw: exemplos de visualização da malha redesenhada por código gerativo.....	p.125
Figura 49: Figurinos criados para o <i>Triadisches Ballet</i> de Oskar Schlemmer (esquerda) e Diagramas de Wassily Kandinsky sobre fotografias da dançarina Gret Palluca (direito)....	p.127
Figura 50: Cenas dos vídeos produzidos pelo coreógrafo William Forsythe para o CD-ROM <i>Improvisation Technologies</i>	p.129
Figura 51: Cenas do espetáculo BIPED de Merce Cuning com projeções das animações realizadas pela Riverbed Media.....	p.131
Figura 52: Cena do espetáculo Glow (2006) , do grupo Chunky Move.....	p.132

Figura 53: – Resultado da segmentação do corpo pelos algoritmos de visão computacional presentes no Kinect e OpenNI framework.....	p.135
Figura 54: Nú descendo a escada (Marcel Duchamp),1912.....	p.136
Figura 55: Mapa do esqueleto configurado por juntas (<i>joints</i>) e membros (<i>limbs</i>) pelo sensor Kinect.....	p.137
Figura 56: Screenshots das visualizações geradas pelo software Kinogeom.....	p.140
Figura 57: Registros da performance Corpo Cinesis.....	p.141
Figura 58: Visualização do video Beco 360°	p.144
Figura 59: Cena da instalação audiovisual Corpo Artíficio com trilha de Jom Monnazzi.....	p.146
Figura 59: Cartaz do evento X-Reality.....	p.146
Figura 60: Registro da visualização em Realidade Aumentada na instalação Corpo Artíficio.....	p.147
Figura 61 : Espiral conceitual criada por Carolina Berger para o projeto Corpo ARTíficio.....	p.149
Figura 62: Modelo de sensoriamento ToF (Kinect V2) (B) e C – emissão de sinal e reflexão.....	p.150
Figura 63: Arranjo de hardware e software para captura volumétrica em Corpo Artíficio.....	p.151
Figura 64: Cenas do estúdio: performance de Carolina Berger / Software de captura volumétricas.....	p.152
Figura 65: Quadro de categorias de movimentos – frames de capturas volumétrica....	p.154
Figura 66: Processo pós captura: geração de malha e redução de vértices no ambiente do software Meshlab.....	p.155
Figura 67: Modelo do continuum Realidade-Virtualidade.....	p.158
Figura 68: Hiperespaço dimensional.....	p.162
Figura 69: Gradação RF.....	p.163
Figura 70: Gradação EPM.....	p.163
Figura 71: Gradação EWK	p.164
Figura 72: Distribuição dos marcadores.....	p.168
Figura 73: Marcadores utilizados na instalação Corpo Artíficio.....	p.169
Figura 74: Diagrama de configuração de elemento Arcore no ambiente Unity.....	p.172
Figura 75: Visualização de modelos na interface do ambiente Unity.....	p.173
Figura 76: Interface de sistema de captura por Kinect V2.....	p.174
Figura 77: Estados da interface de edição volumétrica.....	p.175

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO – pág. 13

1- VISUALIZAÇÃO I: PLANO E ARTE PERSPÉCTICA

- 1.1 Perspectiva e óptica geométrica– pág. 17
- 1.2 Plano e composição – pág. 28
- 1.3 Visualização das vistas transformativas - pág. 37
- 1.4 Visualização e reconstrução– pág. 41
- 1.5 Ponto de vista aparelhado– pág. 45
- 1.6 Perspectivas e variações escópicas– pág. 52

2- VISUALIZAÇÃO II: GEOMETRIAS DA ILUSÃO

- 2.1 Arte visual, Imitação e Colusão – pág. 63
- 2.2 Visualização e Ilusão – pág. 71
- 2.3 Percepção e profundidade espacial– pág. 75
- 2.4 Visualização e Imersão– pág. 86

3 - VISUALIZAÇÃO III: TRANSPLANO E ARTE VOLUMÉTRICA

- 3.1 Imagens técnicas e o planocentrismo – pág. 92
- 3.2 As imagens transplanares – pág. 101
- 3.3 Séries ópticas transplanares – pág. 104

4 - VISUALIZAÇÃO IV: ESPAÇOS TRANSPLANARES DO MOVIMENTO

- 4.1 Visualizações intersticiais – pág. 114
- 4.2 Cores Motores – pág. 114
- 4.3 Mobimesh – pág. 116
- 4.4 PerlinMesh – pág. 120
- 4.5 Kinogeom – pág. 125

5 - VISUALIZAÇÃO V: TRANSPLANO E A PERFORMANCE NA REALIDADE AUMENTADA

- 5.1 Corpo artifício: motivações e contextos – pág. 142
- 5.2 Corpo e presença na espiral – pág. 147
- 5.3 Realidade aumentada e visualização – pág. 156
- 5.4 Corpo artifício e a realidade aumentada – pág. 166

5.5 Técnicas da realidade aumentada para a visualização do corpo artifício –
pág.171

5.6 Visualizações em progressão – pág. 173

REFERÊNCIAS - pág. 175

INTRODUÇÃO

Por definição o termo visualização é um substantivo que pode significar tanto o ato de formar ou conceber uma imagem visual mental de algo que não se tem ante os olhos no momento, quanto a transformação de conceitos abstratos em imagens real ou mentalmente visíveis. Estas definições possuem em comum o processo de visualizar, que equivale a qualquer procedimento que torne algo visível.

A primeira definição enfatiza o processo enquanto procedimento mental, isto é, a condição de visibilidade é limitada à ausência física de um objeto e, portanto, visualizar não corresponde a uma função fisiológica óptica, mas a um esforço imaginativo. Já pela segunda definição, visualizar significa transformar, pois parte-se de uma condição *a priori* fundamentada no “conceito abstrato”. Nestes termos, a transformação desdobra-se em dois movimentos: a internalização, ou seja, a conversão de uma abstração em uma representação visual mental, e a exteriorização, que efetua a visualização de um conceito por intermédio de substratos materiais visualmente perceptíveis.

Aparentemente simples em suas estruturas, estas definições já indicam o contorno de um dualismo que eleva o binômio subjetividade-objetividade para outras polarizações entre o imaginário e o real, imaterial e o material e evidentemente entre o invisível e o visível. Mesmo a inclusão de termos como abstração e imagens mentais contribuem para a problematização de uma definição precisa acerca da visualização.

Neste trabalho, investigaremos um estreitamento conceitual sobre a ideia binária de visualização, buscando compreendê-la sob uma genealogia da geometria óptica, e suas relações com a expansão do visível, pelo acúmulo de informações planares, isto é, pela multiplicidade de pontos de vista. Neste estreitamento,

verificaremos algumas tecnologias e relações poéticas que possam surgir da visualização sobre o espaço, corpo e ciclos informacionais.

No primeiro capítulo, faremos uma investigação referencial sobre a genealogia da perspectiva, a partir das teorias antigas da visão como em AlHazen e Euclides, através de David Lindberg, buscando cercar as relações estruturais ópticas e geométricas, para chegar na centralidade estética e epistemológica do plano da perspectiva. Veremos que a perspectiva renascentista se diferenciou da óptica fisiológica da antiguidade, elaborando a quantificação do mundo pelas vias da representação pictória. Enfatizamos o método construtivo e criativo de Alberti não apenas como fundo histórico, mas enquanto processo fundante da concepção de uma ideia de visualização enquanto ponto de vista óptico e de mediação epistemológica: por teorias sobre a racionalização em William Ivins, James Wilkis e Martin Kemp, veremos como a visualização perspéctica é mediadora entre espaço e cognição.

No segundo capítulo abordaremos a visualização pelo aspecto da percepção visual, ainda recorrendo aos atributos da geometria perspéctica, porém contextualizando seus potenciais nas obras de arte do período barroco, muito mais pelas suas possibilidades de mobilização dos sentidos em busca da ampliação do espaço percebido, ou mesmo produzindo um estado de espaço em profundidade ilusória. Veremos que a manipulação da geometria projetiva permitiu a aderência das imagens planares no próprio espaço tridimensional especialmente nas arquiteturas. A mobilização perceptiva também é o deste tópico, pois aí também encontraremos uma premissa para discutir a visualização enquanto imersão, conjugação entre ponto de vista, geometria e ilusão perceptiva. Para tanto, veremos o teor de certas teorias que discutem a possibilidade perceptiva relativa ao espaço da imagem em si

(figura, plano pictórico) , principalmente com as teorias da psicologia da percepção com Hermann Helmholtz, Ames, Margareth Hagen, Michael Kubovy e Dhanraj Vishwanath , entre outros. As obras apontadas por Oliver Grau enquanto incunábulo da Realidade Virtual, espaços ilusórios da arte, serão aqui revisadas sob esse aspecto psicológico. Além disso, apontamos que nessas obras há um ciclo que caracteriza a produção de visualizações que geram os afetos que mobilizam o olhar e corpo, justamentos nas transições bidirecionais que sobrepõem, ou até fundem a planaridade e o tridimensional no terreno fantástico do ilusório e da cognição.

No terceiro capítulo veremos como alguns tipos de imagem descolam-se da estrutura planar, dada pela projeção perspetiva (analisada nos capítulos anteriores) para configurar a imagem transplanar, segundo o conceito elaborado centralmente pelo teórico das mídias, Jens Schrotter. A imagem transplanar carregam informações sobre a tridimensionalidade do espaço e mobilizam um agenciamento perceptivo pela ação e interação do visualizador. Analisaremos algumas séries ópticas propostas por Schrotter, principalmente a transplanaridade pelo acúmulo de imagens, como na estereoscopia e fotogrametria. Neste tópico, avaliaremos as possibilidades multiestáveis da percepção incorporada relacionadas algumas obras da mídia arte que exploraram a transplanaridade em modos audiovisuais imersivos e interativos como Ken Jacobs, Takashi Ito, Jeffrey Shaw entre outros.

No quarto capítulo , sob uma abordagem transversal e multidisciplinar, pensaremos as alternativas experimentais para a visualização transplanar , quando alinhada aos processos de análise algorítmicas de imagem, sensoriamento conectados ao espaço-tempo e movimento.. Sob nossas práticas poéticas, podemos

igualmente colocar em movimento e problematizar a lógica binária da visualização .

Finalmente, no capítulo cinco concentramos uma discussão sobre as práticas e poéticas envolvidas no projeto e criação de *Corpo ARTifício*, obra desenvolvida durante esse período de doutoramento, trabalho suportado por tecnologia de Realidade Aumentada, e que privilegiou a produção de imagens e visualizações transplanares na relação público e performance.

VISUALIZAÇÃO 1. PLANO E ARTE PERSPÉCTICA

1.1 PERSPECTIVA E A ÓPTICA GEOMÉTRICA

O uso da perspectiva na produção de imagens bidimensionais, ou da representação visual de um determinado espaço homogêneo pela projeção geométrica do *continuum* tridimensional sobre um plano pictórico, atingiu seu estágio de estabilização pela difusão das práticas e tratados produzidos no período renascentista. Sabe-se pelos relatos de Antonio Manetti (1423-1497) que o escultor e arquiteto florentino Filippo Brunelleschi (1377-1446) tenha provavelmente feito a primeira experiência prática¹ de um método que verificou a acuidade de desenhos de edifícios quando observados à distância.

A compreensão do fenômeno óptico responsável pelo encurtamento visual aparente dos objetos espacialmente distantes, consolidou-se sob o uso de certos postulados corretivos, e de técnicas de representação linear naturalista as quais foram rapidamente apreendidas e adotada pelos contemporâneos de Brunelleschi, tais como Masaccio (1401-1428), e o florentino Donatello (1386-1466).

Foi ampla a influência de Brunelleschi na produção cultural do renascimento italiano em Florença, sobretudo no campo da arquitetura e engenharia matemática,

1 O relato diz que Brunelleschi utilizou um suporte pintado e perfurado com um orifício diminuto (*peep-hole*) através do qual pode visualizar a comparação quase simultânea entre a pintura de perspectiva (vista refletido por um espelho ao lado contrário) e a própria paisagem real, observada diretamente a olho nú, do mesmo local onde a pintura fora realizada. No experimento, Brunelleschi pintou e comparou com a sua vista direta sobre o prédio do Batistério da Igreja de San Giovanni em Florença. Para detalhes sobre o experimento ver (EDGERTON, 2009)

porém sabemos que a permanência e sistematização de um método perspectivístico geométrico ocorreu parcialmente graças à divulgação inicial do tratado intitulado *De Pictura* (Da Pintura), cuja primeira versão latina foi criada e redigida em 1435 pelo arquiteto, filósofo e criptógrafo Leon Battista Alberti (1404-1472).

Naquele tratado, Alberti fez uma explicação didática de como representar na pintura as noções advindas da experiência tátil com o relevo espacial², isto é, descreveu textualmente uma sequência de práticas e regras matemáticas que ajudariam os artistas (pintores) na representação do espaço e objetos tridimensionais sobre uma superfície plana.

Alberti não utilizou o termo *perspectiva* neste tratado, porém serviu-se dos axiomas euclidianos sobre ponto, linha, plano, e ainda dos conceitos remanescentes da antiga óptica geométrica ptolomaica.

Inicialmente, no presente tópico, com o intuito de fundamentar uma discussão avançada sobre a noção de planaridade, faremos uma exposição sobre o conteúdo central das duas primeiras partes que compõem a obra *De Pictura*, visto que o *Terceiro Livro* retoma questões menos práticas e se aprofunda no ofício e conduta dos pintores. Em seguida, observaremos as possíveis conexões entre a teoria perspéctica e àquelas noções geométricas desenvolvidas pelos tratados e conhecimentos sobre a ótica.

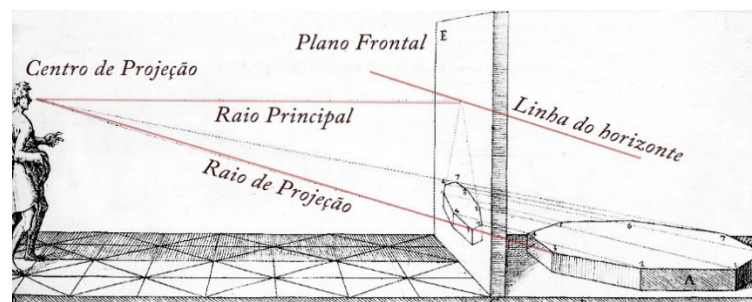
Conceitualmente, o *Primeiro Livro* do tratado descreve o quadro pictórico enquanto uma “janela” aberta através da qual será mirada o motivo da pintura. Por

² No tópico introdutório da edição brasileira, esta interpretação foi realizada pelo estudioso e tradutor Cecil Grayson (1920-1998) que aponta como o termo *pictura* foi empregado por Alberti (nos tratados *De pictura* e *De statua*) para significar tanto a pintura quanto a escultura como meios que serviam a “imitação da natureza” (ALBERTI, 1999, p.56)

seu método construtivo baseado na óptica geométrica, Alberti concebeu o plano enquanto superfície que sofre a intersecção de “espécies de raios” luminosos (extrínseco, médio e cêntrico) que variam em intensidade, interferem nas cores e se alternam em sentido e função (ALBERTI, 1999, p.80). Esta multiplicidade de fios luminosos atravessam densidades e rebatem no dorso das coisas para se concentrarem angularmente num ponto de vista (Figura 1), formando um tipo de pirâmide visual assim descrita:

A pirâmide é a figura de um corpo no qual todas as linhas retas que partem da base terminam em um único ponto. A base dessa pirâmide é uma superfície que se vê. Os lados da pirâmide são aqueles raios que chamei extrínsecos. O vértice, isto é, a ponta da pirâmide, está dentro do olho, onde está o ângulo das quantidades. (ALBERTI, 1999, p.82);

Figura 1 – Diagrama de projeção em perspectiva (Adaptação de diagrama retirado do Tratado de Vignola *Le Due Regole della Prospettiva Practica* (1583)



Fonte: <https://www.wga.hu/frames-e.html?/html/v/vignola/perspect.html>

Desta descrição, Alberti enfatizou que através da visão percebemos as quantidades, distâncias e profundidades aferidas a partir da sensação tátil. Instrumentalizando o conceito da pirâmide visual, nesta parcela do tratado, Alberti

descreveu instruções simples e práticas direcionadas evidentemente aos pintores, pela explicação de um processo geométrico que leva à *construção legítima* de um espaço visual projetado em profundidade, observando a distinção correta das proporções lineares e angulares.

O curador especialista em arte impressa William Ivins (1881-1961) entendeu a perspectiva artificial como um meio prático que assegura uma relação métrica rigorosamente recíproca entre as formas dos objetos espacialmente localizados e suas representações pictóricas correspondentes. Ainda, segundo Ivins, Alberti revelou genialidade precisamente ao reduzir este problema da perspectiva através de uma indagação de ordem prática extremamente simples: se tenho um quadrado e conheço sua medida, como posso determinar sua forma e medida quando ele estiver posicionado sobre o chão, e a uma distância por mim conhecida? (IVINS, 1964) A sequência prática pontuada por Alberti na seção do *Primeiro Livro* evoluiu justamente para uma demonstração geométrica que responde a esta pergunta, pela engenhosa construção visual de um pavimento tesselado à maneira de um tabuleiro de xadrez. Vemos através da janela (quadrângulo) a construção do pavimento em perspectiva (**Figura. 2**), a partir do estabelecimento de um ponto cêntrico para o qual convergem as linhas ortogonais, como orientou Alberti:

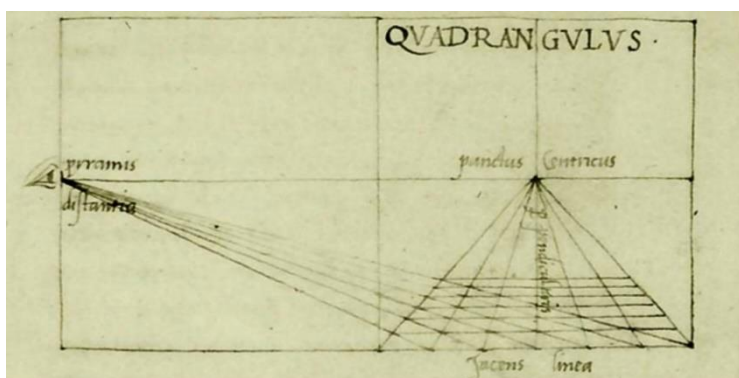
Colocado o ponto cêntrico, conforme disse, traço linhas retas a partir daí em direção a cada divisão feita na linha de base do quadrângulo. Essas linhas traçadas me mostram de que modo, quase até o infinito, cada quantidade transversal se vai alterando. (ALBERTI, 1999, p.95)

A individuação do ponto de observação alinha-se à altura do ponto cêntrico formando uma linha de horizonte na qual podemos distanciar mais ou menos o observador em relação ao plano que intersecciona a pirâmide visual. Da intersecção entre as linhas transversais convergentes e as linhas que se originam do observador em direção às divisões do quadro, partirão linhas perpendiculares que constituem as proporções das quantidades (encurtamentos das superfícies) dos ladrilhos visto em profundidade:

Chama-se perpendicular a linha reta que, cortando uma outra linha reta, faz junto a si, em ambos os lados, ângulos retos. Essa linha, perpendicular, onde for cortada por outra linha, me dará assim a sucessão de todas as quantidades transversais. Desse modo, encontro descritos todos os paralelos, isto é, os braços quadrados dos pavimento na pintura.

(ALBERTI, 1999, p.97)

Figura 2 – Construção da perspectiva segundo Alberti



Fonte: Della Pittura e Della Statua (Milano, 180, p.178) edição arquivo online:

<https://archive.org/stream/dellapitturaedel00albe#page/n177/mode/2up>

Sobre esse modelo abstrato elaborado por Alberti, a estrutura geométrica de pontos, linhas e planos que representam as grandezas expostas ao campo visual,

podemos dizer que suas referências conceituais possuíam bases em uma longa tradição de tratados e conceitos sobre óptica. Ainda na antiguidade grega, como divisou David Lindberg (1935-2015), a óptica foi tratada no contexto de uma tradição matemática dedicada exclusivamente a explanação geométrica da percepção do espaço.³ Na obra intitulada *Óptica* (300 a.C.), cuja autoria é atribuída ao geômetra pitagórico Euclides de Alexandria (325-265 a.C), existem sete influentes definições geométricas inicialmente postuladas pelo matemático, aqui estão traduzidas⁴:

1. Seja suposto que linhas retas traçadas a partir do olho atravessam uma distância de grande magnitude; 2. E que a figura contida pelos raios visuais é um cone, cujo; vértice encontra-se no olho e sua base nas extremidades daquilo que é visto; 3. E que aquilo sobre o qual os raios visuais incidem é visto e aquilo sobre o qual os raios visuais não incidem não é visto; 4. E que, a partir de um ângulo maior, aquilo que é visto aparece maior, a partir de um menor, menor, e a partir de ângulos de visão iguais, igual; 5. E que, a partir de raios visuais mais altos, aquilo que é visto aparece mais alto, a partir de <raios visuais> mais baixos, mais baixo; 6. E, similarmente, que, a partir de raios visuais mais à direita, aquilo que é visto aparece mais à direita, a partir de <raios visuais> mais à esquerda, mais à esquerda; 7. Enfim que, a partir de um maior número de ângulos, aquilo que é visto aparece mais distintamente.

3 Além desta concepção, considera outras categorias ópticas: da tradição médica, que concernia à fisiologia e ao tratamento do olho, ou da filosofia, tradição produtora de questões sobre epistemologia, psicologia e causalção física. (LINDBERG, 1976).

4 Segundo o próprio tradutor Guilherme Rodrigues Neto, O texto em português veio a partir de duas fontes: a partir do texto grego que consta na edição de I. L. Heiberg (1895), e a partir da tradução medievo latina conhecido como *Liber de Visu*, em texto estabelecido na edição crítica de W.R. Theisen (1979). Retiramos os termo originais em grego e latim inseridos pelo tradutor.

A partir destas premissas fundamentais, no mesmo tratado Euclides ainda deduziu 58 proposições que possibilitavam a aplicação da geometria aos fenômenos da visão. Especificamente, nessa óptica não há um tratamento matemático sobre os comportamentos luminosos em si, como ocorreu posteriormente nas demonstrações sobre a reflexão e refração, porém foram descritas as explicações sobre as condições de visibilidade, formação e variação das aparências de acordo com as relações angulares entre o olho e aquilo que é visto.

Por essas definições, é fato dado para Euclides que os raios visuais são linhas formativas de um cone que conecta e revela ao olho aquilo que pode ser visto, pois as aparências ou magnitudes são reveladas dentro dos limites dos raios incidentes, e ainda transformadas em grandeza e posição conforme o grau de divergência dos raios.

A óptica euclidiana tem sido descrita enquanto uma análise geométrica da visão, isto é, diferente das antigas doutrinas filosóficas pitagórico-platônicas, ou aristotélicas que buscaram explanações sobre as interações psicofísicas entre luz e olho; a perspectiva natural adotou uma prática geométrica redutiva que buscava deduzir sobre o aspecto (*aspectibus*) espacial descritivo, ou sobre a forma das coisas tal como aparecem aos olhos. No entanto, nas primeiras proposições de seu tratado matemático, Euclides considerou algumas definições sobre a função dos “raios visuais”, que seriam emitidos a partir do olho para encontrar os limites de seus objetos.

Sabemos que o aparelho ocular biológico, e mesmo a visão compreendida enquanto atividade sensória e perceptiva, realmente não ativam qualquer tipo de emissão ou lançam “raios visuais”. Porém, acontece que na antiguidade grega, desde a formação da escola pitagórica, acreditava-se que a presença e emissão de

um fogo com origem intraocular era necessária para que houvesse a percepção visual.

Num extenso estudo crítico sobre as diversas teorias da visão, o historiador David Lindberg apontou que o desenvolvimento da teoria sobre a extromissão (emissão de raios pelos olhos) alcançou sua plenitude quando descrita pelo filósofo Platão (427-347 a.C.). No diálogo *Timeu* (360 a.C.), e mesmo em outros textos sobre o mundo físico, Platão desenvolveu uma teoria dos olhos ativos emissivos, contudo para o filósofo o poder da visão seria liberado pelo processo de coalescência (*synergeō*), ou por uma espécie de integração mútua entre os raios oculares e a própria luz solar, assim como explana Lindberg:

Visual fire emanates from the eye and coalesces with its like, daylight, to form "a single homogeneous body" stretching from the eye to the visible object: this body is the instrument of the visual power for reaching into the space before the eye. The stress in this passage is not on the emission of an effluence from both the eye and the object of vision, but on the formation of a body, through the coalescence of visual rays and daylight, which serves as a material intermediary between the visible object and the eye. (LINDBERG, 1976, p. 5)⁵

Especula-se que de certo modo as teorias da extromissão tenham influenciado a óptica de Euclides, no sentido em que houve a implicação de um contexto físico

⁵ Tradução nossa: "Fogo visual emana do olho e coalesce com seu semelhante, a luz do dia, para formar um *único corpo homogêneo* que se estende do olho ao objeto visível: esse corpo é um poderoso instrumento visual para tatear o espaço disposto diante dos olhos. A ênfase nesta passagem não está na emissão de uma efluência a partir de ambos olho e objeto da visão, mas na formação de um corpo, através da coalescência entre os raios visuais e a luz diurna, que serve enquanto material intermediário entre o objeto visível e olho."

mínimo, espaço onde os os raios visuais seriam projeções vetoriais retilíneas, e também movimento energético pelo espaço. Entretanto, a apresentação euclidiana foi estritamente geométrica, e não tratou de qualquer explanação sobre a natureza física da luz; em termos práticos, os tais “raios visuais” serviam como linhas retas intervaladas e divergentes, componentes de um feixe cuja extremidade é uma posição geométrica, ponto equivalente ao olho.

A tradição da óptica geométrica perdurou e foi expandida principalmente por Claudius Ptolomeu (127-148 d.C.), o matemático e astrônomo egípcio que no tratado *Óptica* estendeu os conceitos euclidianos, além de explicar sobre os fenômenos da refração e reflexão. Ainda, a difusão do conhecimento grego no mundo Islâmico contribuiu para as transformações da teoria óptica, notadamente no século IX d.C, quando finalmente os estudiosos Muçulmanos traduziram para a língua Árabe diversos textos Helênicos sobre a matemática, filosofia e medicina.

Foi a teoria geral Islâmica sobre a visão que perpetuou a tradição pitagórica sobre os raios visuais, especialmente nos tratados produzidos pelo filósofo e matemático Al-Kindi (801-873 d.C.). Através da obra *De radiis stellarum*, Al-Kindi manifestou o conceito de que todas as coisas emitem raios em todas as direções, e que a radiação preenche todo o universo, conectando uma rede de fenômenos e efeitos que agem uns sobre os outros. A partir do pensamento de Al-Kindi, a óptica obteve uma significância central na ciência Islâmica, visto que em termos físicos e não exclusivamente matemáticos tratava das leis naturais da radiação e propagação de energia. Inúmeros outros tratados posteriores, principalmente aqueles escritos por Alhazen (956-1039 d.C.), estabeleceram conceitos e observações sobre a óptica fisiológica e física, noções científicas participantes ainda da formação intelectual escolástica na cristandade e que permaneceram válidas até a época atual. Exemplo

maior desta atualidade está nos estudos de Alhazen sobre os fenômenos oculares da pós imagem, que confirmaram o olho enquanto receptáculo da luz, cor e objetos visíveis.

De fato, ao contrário da teoria que admite a emissão dos raios visuais pelos olhos, Alhazen consolidou a teoria da intromissão onde a visão é que atua como objeto passivo dos fenômenos naturais, porém sem negar a concepção dos raios enquanto entidades imaginadas para os fins práticos da geometria óptica, como formulado no tratado *De Aspectibus* (ou o *Livro da Óptica*, elaborado entre 1011 e 1021 d.C.), cujas ênfases são aqui comentadas por Lindberg:

A posição de Alhazen é que os matemáticos, que estão preocupados com uma descrição matemática dos fenômenos em vez da natureza real das coisas, podem usar raios visuais de maneira adequada para representar as propriedades geométricas da visão. Na verdade, esses raios ou linhas são indispensáveis para compreender o processo visual, pois através deles é possível visualizar “a natureza do arranjo segundo o qual o olho é afetado pela forma [de luz e cor]”. No entanto, continua Alhazen, todos os matemáticos que postulam raios visuais “não usam nada em suas demonstrações, exceto linhas imaginárias, e eles as chamam de linhas radiais; e a crença daqueles que consideram as linhas radiais imaginárias é verdadeira, e a crença daqueles que supõem que algo [realmente] sai do olho é falsa.” Assim, os raios visuais (ou linhas radiais) são meras construções geométricas, úteis na demonstração das propriedades da visão. Eles podem servir como uma hipótese matemática, mas não têm realidade física. E, no entanto, se esses raios são imaginários, por que imaginá-los emanando do olho em vez de do objeto visível? A posição de Alhazen, sem dúvida, representa uma concessão, em primeiro lugar, à ótica geométrica tradicional praticada por Euclides, Ptolomeu e al-Kindi, que havia sido perseguida no âmbito da

teoria da extramissão e, em segundo lugar, à inteligibilidade natural de um centro de perspectiva de onde emanam raios para perceber as coisas visíveis (LINDBERG, 1976, p. 66, tradução nossa)

Competindo com a doutrina dos “raios visuais” emissivos, a teoria intromissiva da visão tornou-se uma alternativa viável tanto no campo da física quanto no da geometria. Seguindo mesmo alguns preceitos colocados inicialmente por Al-Kindi, foi nos sete livros do *De Aspectibus* que Alhazen substanciou o argumento de que no processo da visão ocorre uma espécie de análise puntiforme do mundo visível, isto é, fundamentou o conceito de que para cada ponto de radiação que afeta o olho (humor vítreo) existe um outro ponto correspondente no campo visual.

Alhazen estudou e definiu alguns princípios da anatomia ocular, e a partir dos mesmos pode unificar algumas propriedades ópticas que suportassem a teoria da visão intromissiva. Nos termos gerais desta integração teórica, visto que todos os raios refratados eram menos eficazes na transmissão de energia luminosa, ou cor, dentre todos os pontos irradiados no mundo, Alhazen admitia que apenas um conjunto específico de raios perpendiculares incidentes constituiriam o feixe visível, ou a pirâmide de raios cuja base seria o seu campo visual, e o centro do olho seu ápice.

A teoria Islâmica edificou a integração entre os aspectos físicos e fisiológicos da óptica, além de absorver todo o pensamento geométrico de Euclides e Ptolomeu. Na sequência, continuaremos a examinar a perspectiva de Alberti, considerando como essas possibilidades teóricas da óptica geométrica influenciara a emergência do método renascentista.

Retomando as instruções expostas em *De Pictura*, lembramos que Alberti propôs que a conexão entre o olho e os pontos das superfícies visíveis seria feita pela projeção de uma pirâmide visual composta por três classes de raios retilíneos: os extrínsecos, que formariam a superfície externa da pirâmide e comunicariam o tamanho e forma dos objetos; os raios médios, que preencheriam o interior da pirâmide, transportando valores cromáticos; e o central, mais forte, o príncipe dos raios através do qual os objetos seriam vistos claramente, o último a abandonar a coisa vista.

Aproximadamente quatro séculos separam a publicação do *De Pictura* e as escrituras dos tratados Islâmicos, e de fato Alberti não indicou qualquer referência às teorias da visão propostas por al-Kindi ou Alhazen. Porém, podemos especular sobre as notáveis equivalências entre seus conceitos geométricos e físicos, na análise puntiforme das superfícies, e principalmente sobre as potências dos raios: a qualidade de “príncipe dos raios” atribuída ao raio central por Alberti pode ser comparada à eficácia que Alhazen conferiu aos raios perpendiculares no transporte luminoso. A seguir, veremos como Alberti se apropriou desses conceitos⁶ para instaurar o método de composição visual cuja geometria veio transformar a arte ocidental.

1.2 PLANO E COMPOSIÇÃO

No *Segundo Livro* traça seu elogio histórico à pintura, realçando seu prestígio

6 Veremos mais adiante que os textos renascentistas sobre perspectiva derivaram muitos conceitos através dos tratados perspectivistas produzidos na Idade Média, e não diretamente da antiguidade. Sobre as influências da idade média sobre a perspectiva ver (RAYNAUD, 1998)

entre as artes, pois proporcionaria “glórias, riquezas e famas eternas aos que nela são mestres”.(ALBERTI, 1999, p.107). Além das exortações, nesta seção Alberti reafirma o caráter do plano pictórico enquanto superfície que espelha ou imita as imagens particulares que compõem a natureza; em termos instrutivos, a lição deste livro foi dividida por Alberti em três práticas necessárias para a elaboração do conjunto representativo das coisas vistas, que são a *Circunscrição*, *Composição* e *Recepção da luz*. Basicamente, o processo de Circunscrição (*circumscriptio*) consiste no delineamento das margens das figuras, no traçado suave dos limites lineares que separam as superfícies menores em acordo com o movimento implícito nas evoluções das formas. Para tanto, Alberti recomendou o uso de um véu fino (*velum*), tecido pouco fechado com fios mais grossos, um aparato chamado por ele de *intersecção*:

Coloco esse véu entre o olho e a coisa vista de modo que a pirâmide visual penetre pela tela do véu. É sem dúvida esse véu de não pequena utilidade. Primeiro, ele apresenta sempre a mesma superfície inalterada, em que, colocamos certos termos de referência, rapidamente se encontra o verdadeiro vértice da pirâmide, o que seria difícil sem intersecção. É impossível imitar uma coisa que não continua a manter uma mesma aparência. É por isso que é mais fácil retratar coisas pintadas do que esculpidas. Sabemos que, com a mudança da distância e da posição do centro, o que vemos nos parece muito alterado. Portanto, o véu nos será de grande utilidade porque, ao ver uma coisa, ela será sempre a mesma.

(ALBERTI, 1999, p.109)

É nesta passagem que constatamos mesmo a essência do método perspético, distinta no atravessamento luminoso da *janela estável*, e atualizada pelo observador

estático e monocular. Na Circunscrição, o “verdadeiro vértice da pirâmide” é o destino do “príncipe dos raios”, esse eixo cêntrico na periferia do qual todos os raios se espalham excentricamente para delinear o espaço unificado entre o contorno perene das coisas vistas. Alberti guia o pintor para a codificação da natureza visível estimulando a transposição dos limites das superfícies sobre “certos temas de referência”, ou seja, sobre seu sistema de paralelos já traçados no véu. A continuação da Circunscrição segue para o delineamento de áreas maiores, paredes, superfícies jacentes e circulares. A operação tem início no encontro das marcas dos fundamentos sobre o pavimento referencial, delineamento de suas posições nas latitudes e longitudes dos paralelos, observando-se a ordem da disposição das superfícies que, após determinadas suas alturas proporcionais, serão finalmente elevadas como paredes sobre o pavimento.

Seguindo em seu método, Alberti diz que “A grande obra do pintor é a *história*; os corpos são partes dessa história; os membros são partes desses corpos; as superfícies são partes dos membros.” (ALBERTI, 1999, p.112). A história representa tanto um fato assistido, quanto um tema conhecido, e deve ser construída (ornada) enquanto cena, totalidade visual que potencialmente “conquistará, pelo deleite e movimento de alma, a todos que a contemplem, doutos e indoutos”. (ALBERTI, 1999, p.119)

Na pintura albertiana, a Composição (*compositio*) foi este processo de ajuste hierárquico dos elementos visuais cujo intuito era a construção de um todo pictórico harmonioso. Dito de outra maneira, a tarefa maior do pintor seria compor todos os elementos (superfícies, membros, corpos) em relações adequadas ao teor da cena. Na extensa digressão sobre esse processo, Alberti elaborou sobre diversos modos compositivos que partem da modelagem dos corpos pelas superfícies homogêneas,

proporções anatomicamente adequadas dos membros, ajuste dos corpos às suas funções, variabilidade e quantidade justa de poses, adequação das afecções aos gestos corporais e até as alterações físicas dos elemento inanimados.

Após a Circunscrição e Composição, Alberti trata da Recepção da luz, e se refere especificamente ao uso do *branco e do preto* para a produção de *ilusões de relevo na pintura*. Neste caso, o tratado não detalha com precisão a produção da ilusão, porém enfatiza que a correta imitação da sombra e luz (claro-escuro) que requer cuidado na observação direta das superfícies na natureza; o relevo dos objetos pode ser produzido nesta modulação das aplicações do preto e branco em camadas de sobreposições entre os objetos e superfícies de fundo.

A importância da construção da ilusão aparece no início do *Terceiro Livro*, onde Alberti assim descreve o ofício do pintor :

(...) descrever com linhas e pintar com cores, em qualquer quadro ou parede que se lhe apresente, superfícies vistas de qualquer corpo, os quais, a uma certa distância e em uma certa posição do centro, parecem estar em relevo e ter muita semelhança com os corpos. (ALBERTI, 1999, p.137)

Em suma, é importante a compreensão de que Alberti criou um manual para a produção de uma arte que deveria ser aprendida gradualmente, a partir das linhas, superfícies e disposição harmônica dos corpos, ou seja, por meio de uma sequência hierárquica de tópicos que edificariam a retórica visual orientada pelos eventos, modelos idealizados e noção ética que figuram a *historia*. Conforme as recomendações de Alberti, conhecer os axiomas básicos da geometria era quesito essencial para qualquer aprendiz de pintor; sem dúvida um conselho justo, pois seria pelo artifício que a natureza deveria ser codificada para a “linguagem” cifrada da

óptica geométrica, traçando a ordem lógica dos fios (raios) sobre a grade de meridianos e paralelos - trama cartográfica que compõe o véu da intersecção.

O historiador Samuel Y. Edgerton) apontou que o uso do artifício da grade já era conhecido antes de Alberti, principalmente para a transferência de pequenos esboços para as escalas maiores das pinturas finais. Ainda, de acordo com Edgerton, de fato o véu quadriculado não tinha nada a ver com a construção da perspectiva *per se*; acontece que para realizar o delineamento, aplicar os contornos sobre a grade do tecido, mapeando corretamente as porções visuais do mundo que é observado através do véu, o artista já deveria ter aprendido os conceitos fundamentais da óptica geométrica expostos no *Livro Primeiro* do tratado. Pelos fundamentos, cada porção da grade comportaria um detalhe particular da imagem, sendo que todos os delineamentos estariam proporcionalmente relacionados entre si e com o todo de acordo com suas posições no sistema de coordenadas (EDGERTON 2009). O sistema de grade foi um instrumento auxiliar que serviu como aparato facilitador para os artistas que já realizavam estudos ou cópias de outras pinturas. Além disso, sobre o seu uso opcional no método perspéctico, o instrumento também automatizaria os vários arranjos e *transformações* geométricas necessárias para que o pintor pudesse concentrar-se apenas no fragmento local do seu registro, como aqui observado por Samuel Edgerton:

“Once the artist fixes the veil in front of the subject to be painted, he or she can concentrate on painting the frame details one by one in any order, always confident that the perspective distortion of each object in the virtual space of the square will be automatically integrated with all others.” (EDGERTON, 2009, p.128)⁷

7 Tradução nossa: “Uma vez que o artista fixa o véu em frente ao objeto a ser pintado, ele ou ela pode

Considerando o caráter estrutural do aparato, os fragmentos da pintura poderiam ser ordenados e unificados espacialmente por um todo, que por sua vez já foi idealizado com o auxílio da matemática euclidiana. De fato, Edgerton detalha que o modo compositivo proposto por Alberti poderia ser realizado em etapas diferentes nas quais, por exemplo, o artista começaria por pintar um tipo de “*antique event*” (EDGERTON, 2009, p.131) sobre o *pavimentum* já desenhado pela rede óptica, e posteriormente copiar qualquer outra paisagem com o auxílio do véu, ajustando os detalhes da mesma a essa grade de quadrados que servirá de fundo para a cena total já em perspectiva.

Nos manuscritos de Alberti, não há figura ilustrativa sobre o uso do véu que intersecciona as ligações entre observador e observado. Há um primeiro registro visual do *espectógrafo* (FIGURA 3), dispositivo projetado e nomeado por Leonardo da Vinci (1452-1519), e cuja estrutura de intersecção conserva semelhança com aquela descrita textualmente por Alberti; nos apontamentos teóricos do inventor, a perspectiva é a própria visada sobre do mundo através de um vidro muito transparente, superfície que interseccionaria a pirâmide visual de cada coisa disposta ao olho:

Perspective is nothing else than the seeing a place behind a sheet of glass, smooth and quite transparent, on the surface of which all the things may be marked that are behind this glass. The things approach the point of the eye in pyramids, and these

se concentrar em pintar os detalhes do quadro um a um em qualquer ordem, sempre confiante que a distorção de perspectiva de cada objeto no espaço virtual do quadrado será automaticamente integrada com todos os outros.”

pyramids are intersected on the glass plane. (RICHTER, 2008, p.115)⁸

Na literatura artística, o trabalho de Alberti é considerado o primeiro texto a sistematizar teoricamente a pintura pelo discurso da geometria e retórica. Nota-se que o tratado foi produzido há poucos anos antes que Johannes Gutenberg (1400-1468) iniciasse uma revolução informacional pelo processo de impressão por tipos móveis. Para além deste vínculo sincrônico entre a escrita artificial e arte da perspectiva artificial, o filósofo e teórico da área midiática, Friedrich Kittler (2016) verificou que emerge uma outra relação entre as mídias deste período, precisamente num fator comum que foi o processo de codificação eficiente que viabilizou a multiplicação automatizada sobre o papel:

McLuhan decretou que o conteúdo de uma mídia é sempre outra mídia. Os desenhos renascentistas que descrevem como construir uma *camera obscura* e até como ela deve ser instalada entre o pintor e o objeto vivo são arquivados e transmitidos em livros, sobre tudo livros didáticos. Pela primeira vez, mas não pela última, nos deparamos com uma aliança midiática: de um lado, o livro impresso; de outro, o desenho mais preciso graças à *camera obscura* ou à geometria em perspectiva. Ao reconhecermos isso, evidencia-se o mínimo múltiplo comum das duas mídias.

(KITTLER, 2016, p.86)

⁸ Tradução nossa: "Perspectiva nada mais é do que ver um lugar atrás de uma folha de vidro, liso e bastante transparente, em cuja superfície podem estar marcadas todas as coisas que estão atrás deste vidro. As coisas se aproximam do ponto do olho em pirâmides, e estas pirâmides são intersectadas no plano de vidro."

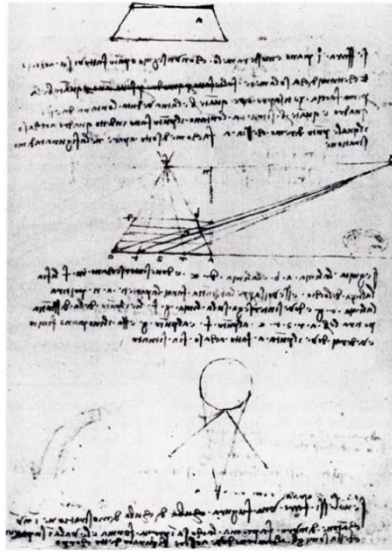
Figura 3 – Espectógrafo de Leonardo da Vinci – (1480-1485)



Fonte: Códice Atlanticus (f.5) – online: <https://www.ambrosiana.it/en/opere/atlantic-codex-codex-atlanticus-f-5-recto/>

Com relação à perspectiva, esta codificação informacional cristalizou-se por um processo de racionalização do olhar cuja marca inicial foi a própria consciência visual sobre o espaço. Para Ivins, este marco está no método descrito por Alberti quem primeiro individuou a noção de um ponto de vista óptico construído sob regras lógicas, servindo-se de uma “gramática” geométrica para estabilizar as relações visuais, métricas e verdadeiras entre as coisas do mundo (objetos tridimensionais), e as suas formas representadas na pintura (plano bidimensional).

Figura 4 - Leonardo da Vinci - costruzione legittima de Alberti (1492)



Fonte: Manuscrito A, Fol. 42r. Bibliothèque de l'Institut, Paris online:

http://www.webexhibits.org/arrowintheeye/i/elements15_small.jpg

O método de Alberti para o desenho preparatório do pavimento quadriculado em perspectiva era chamado pelos artistas renascentistas de *costruzione legittima*, e cujos passos são resumidos por Michael Kubovy (1986) em sete etapas, como a seguir: (1) Use a elevação para desenhar o horizonte; (2) Use o plano para determinar o ponto de fuga no horizonte; (3) Use o plano para marcar a frente do pavimento na base do quadro; (4) Conecte esses pontos ao ponto de fuga; (5) Transfira as posições dos ladrilhos a partir do plano para a elevaçã; (6) Conecte esses pontos ao centro de projeção em elevação; (7) Transfira as interseções dessas linhas com o plano da imagem na elevação. Mesmo que não tenha circulado em formato impresso até 1540, ano da primeira edição impressa na Basileia, o tratado *De Pictura* deixou um legado importante sobre a projeção perspéctica, conceitos e práticas implementadas desde

Leonardo da Vinci enquanto *costruzione legittima* (FIGURA 4), e difundidas no continente europeu pela tratadística arquitetônica, matemática ou militar.

1.3 VISUALIZAÇÃO DAS VISTAS TRANSFORMATIVAS

Seja pela codificação geométrica-óptica da propagação linear dos raios, ou pela pontuação central da vista que orienta a proporção e unifica a composição das coisas vistas no espaço sobre um plano de projeção, os principais tratados específicos sobre a perspectiva elaborados a partir do século XV foram influenciados, de uma forma ou de outra, pelo método construtivo descrito em *Da Pittura*. A exemplo, ainda no século XV, o primeiro tratado específico foi *De Prospectiva Pingendi*¹⁰, elaborado pelo artista toscano Piero della Francesca (1415-1592) em cerca de 1470. Este documento trouxe uma abordagem teórica e prática direcionada aos problemas ligados às formas geométricas, à perspectiva e ao desenho das proporções anatômicas (FIGURA 5).

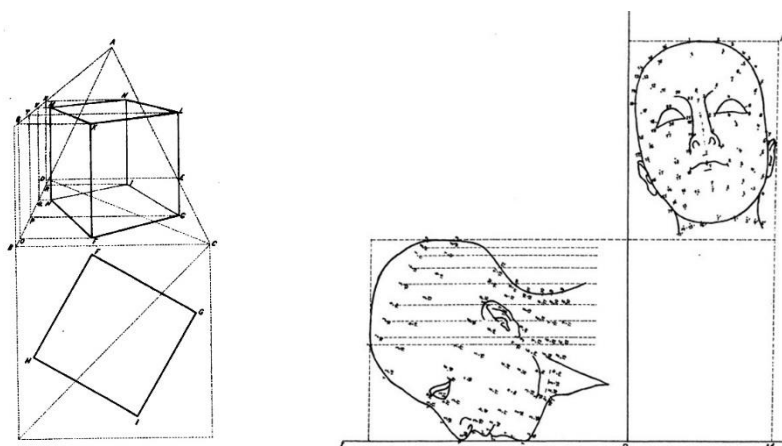
Distinto do tratado de Alberti¹¹, esse apresentou uma característica menos humanística e mais técnica em seu rigor de prova matemática ou geométrica. Sobre o conteúdo, o historiador e crítico da arte James Elkins sugeriu que a explanação matemática de Piero della Francesca a cerca da perspectiva linear poderia mesmo

10 Tradução - "Perspectiva na Pintura". Para acesso aos documentos do *De Prospectiva Pingendi*, ver online: <https://exhibits.museogalileo.it/deprospectivapingendi/prefaces.html>

11 O historiador Larry Witham (2014) sugere que talvez o artista toscano tenha se encontrado com Alberti por volta de 1440, e que ainda tenha utilizado o método composicional da janela e perspectiva para distribuir as figurações religiosas nos afrescos pintados em Rimini a partir de 1450.

completar uma lacuna deixada no *De Pictura*, quando Alberti evitou demonstrar os detalhes prolixos da prova geométrica (ELKINS,1987).

Figura 5 - Montagem com fragmentos de *De Prospectiva Pingendi* - Piero Della Francesca
Perspectiva de plano e elevação / Rotação e proporções - face e cabeça



fonte: <https://exhibits.museogalileo.it/deprospectivapingendi/index.html>

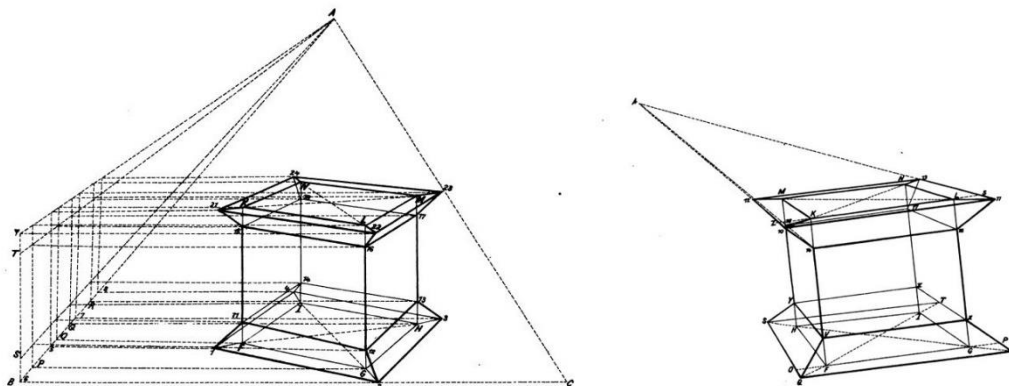
Distinguindo-se do tratado de Alberti¹², esse apresentou uma característica menos humanística e mais técnica em seu rigor de prova matemática ou geométrica. Sobre o conteúdo, o historiador e crítico da arte James Elkins sugeriu que a explanação matemática de Piero della Francesca a cerca da perspectiva linear poderia mesmo completar uma lacuna deixada no *De Pictura*, quando Alberti evitou demonstrar os detalhes prolixos da prova geométrica (ELKINS,1987). No fim do século

12 O historiador Larry Witham (2014) sugere que talvez o artista toscano tenha se encontrado com Alberti por volta de 1440, e que ainda tenha utilizado o método composicional da janela e perspectiva para distribuir as figurações religiosas nos afrescos pintados em Rimini a partir de 1450.

XV o termo *prospectiva* (*pro-spettare*), que significa o ato de ver adiante, assim como perspectiva (*per-spettare*) era relacionado ao estudo da construção artificial, que recriava a representação de uma certa ilusão de profundidade, e tridimensionalidade, e nem tanto conectado à psicofísica da visão natural. Uma das definições de Piero Della Francesca sobre a função do olho decorre da geometria euclidiana, isto é, o olho seria um ponto fixo que formaria um ângulo com as coisas, com suas quantidades e distâncias.

No *De Prospectiva Pingendi*, o artificioso estava nas representações que unicamente deduziam a visão aos processos mentais, e às abstrações geométricas que aqui contextualizamos enquanto visualizações diagramáticas das relações lineares e angulares mensuradas a partir do espaço prospectivo. No exercício que esquematiza os objetos submetidos às operações de transformações como a rotação e translação (FIGURA 6) certamente há aparência de comutação tridimensional entre as vistas; porém a diferença figural entre os sólidos decorreu do estudo que avançou em direção a um método proto projetivo de representação intrinsecamente geométrica e, portanto, o resultado produtivo destas perspectivas não foram resultantes de uma observação meramente empírica sobre a alteração perceptiva ou ocularidade de um olho movente. Na obra pictórica de Piero Della Francesca podemos identificar o rigor geométrico pelo delineamento dos volumes e a precisa construção perspéctica pela definição clara das relações espaciais. No quadro de *Flagellazione* (1439), por exemplo, utilizando o expediente da perspectiva na construção da trama do pavimento, o artista estabeleceu a contiguidade espacial entre o corte que expõe o interior arquitetônico da sala de flagelação, e o espaço exterior onde o trio de figuras anônimas compõem o plano mais próximo do observador (FIGURA 7).

Figura 6 - Montagem com fragmentos de *De Prospectiva Pingendi* - Piero Della Francesca Livro II -
Proposição 7 - Exemplo de rotação e translação - projeção de sólido tridimensional



Fonte: https://exhibits.museogalileo.it/deprospectivapingendi/proposition/Proposition7_n01.html#190

Podemos dizer que aqui existem diversos planos que são janelas abertas para outras janelas; o quadro que se abre para o trio de homens, colunas, salão, flagelação, porta e fundo do palácio. Com relação aos corpos, nesta pintura é evidente ao menos a escolha não acidental da cena enquanto temática cristã. Porém, Piero abstraiu e implementou sobre o plano pictórico uma visualização transformativa em termos geométricos, translações que organizaram as superfícies e elementos arquitetônicos que ele próprio havia conhecido nas ruínas romanas, distante de Jerusalém no tempo e no espaço.

Figura 7 - *Flagellazione* (Piero Della Francesca 1470) - óleo e têmpera sobre painel (58.4 cm x 81.5 cm) Galleria Nazionale delle Marche, Urbino



Fonte:

[https://it.wikipedia.org/wiki/Flagellazione_di_Cristo_\(Piero_della_Francesca\)#/media/File:Piero_flagellazione_11.jpg](https://it.wikipedia.org/wiki/Flagellazione_di_Cristo_(Piero_della_Francesca)#/media/File:Piero_flagellazione_11.jpg)

1.4 VISUALIZAÇÃO E RECONSTRUÇÃO

Uma experiência de análise geométrica realizada por Wittkower e Carter buscou extrair de *Flagellazione* algumas pistas visuais, ou informações espaciais que verificassem as correspondências proporcionais e métricas entre a bidimensionalidade da pintura e a tridimensionalidade da arquitetura real. Para tanto, pelo traçado de relações perspectivas, os autores puderam produzir uma visualização (**FIGURA 8**) que reconstrói o diagrama do plano (pavimento) e elevação (colunas), componentes projetivos do espaço arquitetônico; recordamos que em *De Prospectiva Pingendi*, Piero della Francesca partia destes elementos para deduzir a projeção dos volumes em perspectiva (WITTKOWER; CARTER, 1953).

A verificação desta visualização não é uma tarefa trivial e assume alguns princípios geométricos apriorísticos. Um resultado importante deste trabalho é a possibilidade de visualizarmos a reconstrução do padrão geométrico inscrito no mármore do pavimento cujo plano foi degradado pela inclinação na perspectiva pictórica. Wittkower observa que para Piero este padrão não era um desenho decorativo aplicado ao acaso, mas uma construção bem distinta, e adquirida pelo raciocínio matemático; de fato, o desenho tem origem nos estudos de Piero¹³ sobre um antigo problema que tratava do cálculo da área da circunferência pela inscrição na mesma de polígonos regulares. (FIGURA 9)

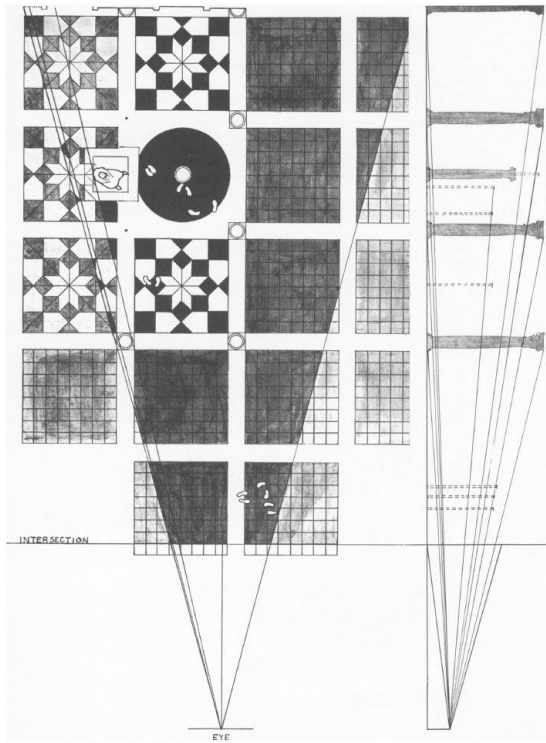
A pesquisa de Wittkower e Carter (1953) supõe uma unidade modular de medida¹⁴ que auxilia na reconstrução nas distâncias entre o olho do observador até o plano da imagem. Especificamente, na elaboração da visualização do plano e elevação, segundo Carter, foi preciso encontrar três dados importantes: o centro da visão (pelo qual passa a linha do horizonte); a distância do olho do artista medida perpendicularmente até o plano da cena; e a linha de intersecção entre o plano do chão com o plano da cena – que pode ser estimada também pelo raio que descende do olho até o centro de visão. (FIGURA 10)

Em *Flagellazione*, a cenografia privilegia o clássico, pela ordem ornamental expressa na coluna coríntia, nas superfícies marmóreas e no padrão poliedral do piso. Em suma, esse entrelaçamento exemplar entre arte e técnica não era incomum para o artista renascentista; como outros pintores vindouros, Piero Della Francesca enquanto matemático cultivou o geométrico atrelado ao ideal platônico, e como pintor abriu uma nova janela para a cenografia da antiguidade romana.

13 De quinque corporibus regularibus – plagiado por Luca Pacioli

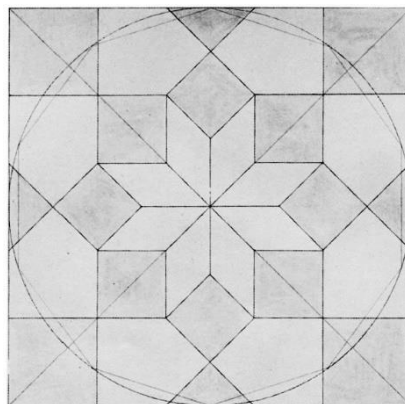
14 Ver proporção divina e valor

Figura 8 - Reconstrução do Pano e Elevação do quadro *Flagellazione* (Piero della Francesca)



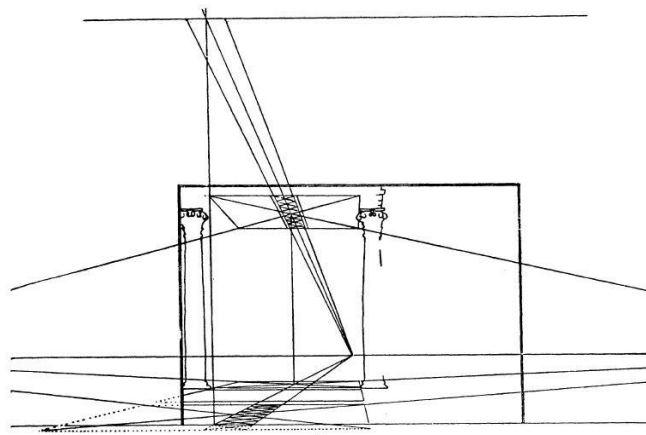
Fonte: (WITTKOWER; CARTER, 1953)

Figura 9 - Diagrama da Construção do Padrão de Piso na obra *Flagellazione* (Piero della Francesca)



Fonte: (WITTKOWER; CARTER, 1953)

Figura 10 - Diagrama demonstra dedução dos pontos de distância pelas linhas diagonais traçadas pelos quadrados planificados no pavimento e teto da sala na obra *Flagellazione* (Piero della Francesca)



Fonte: WITTKOWER; CARTER, 1953

O historiador da arte Martin Kemp aponta uma hipótese de que *De Prospectiva Pingendi* pode ter exercido uma certa influência sobre Leonardo da Vinci, particularmente em alguns poucos desenhos onde Leonardo aplicou o método da projeção paralela para a transformação da forma da cabeça humana (KEMP, 1995).

Há ainda muito que se especular sobre os personagens misteriosos que inauguram o plano mais próximo da cena: quem representariam? Existem algumas hipóteses históricas que aqui não há como expôr, porém as figuras não deixam de ser corpos que orientam a composição da *historia*. Resta-nos a impressão que os três homens apenas cumprem sua missão de ordenar seus lugares na paisagem geométrica, assim como sólidos inscritos nos planos que figuram três vistas sobre uma única face silenciosa.

1.5 PONTO DE VISTA APARELHADO

Martin Kemp relata indícios bem convincentes de que o tratado de Piero também foi de fato o fundamento teórico e prático para a redação dos mais influentes manuais educativos sobre geometria visual no século XVI, como o *Underweysung der Messung mit dem Zirkel und Richtscheit*¹⁵ (*Instruções para medições à régua e ao compasso*), escrito em 1525 pelo alemão Albrecht Dürer (1471-1528). Um destes indícios pode ser verificado na recitação das cinco condições da perspectiva que Dürer redigiu em seu manual, e que parafraseiam os conceitos básicos expostos há pouco mais de meio século em *De Prospectiva Pingendi*:

Perspectiva é uma palavra latina que significa ver através... Primeira é o olho que vê as coisas. Segunda o objeto que é visto. Terceira é a distância entre eles. Quarta é tudo que é visto diretamente através das linhas que são retas. Quinta é a intersecção entre o objeto e o agente da vista. (KEMP, 1995, p.203)¹⁶

A diferença entre o texto de Dürer e o de Piero é que no segundo as linhas da perspectiva partem dos contornos dos objetos e vão em direção aos olhos; e que também a intersecção entre o olho e o objeto visto é identificada com a palavra *termine*, que pode significar o lugar limite, plano onde se verificam as distâncias e as grandezas. O manual de Dürer foi elaborado em quatro livros que abordam elementos

15 A versão na língua alemã pode ser acessada em arquivo digital online em <https://archive.org/details/albrechtdrersun01peltgoog>

16 Tradução direta nossa a partir de Martin Kemp do original em alemão: "Item perspectiva ist ein latenisch wort, pedewtein durchsehung . . . Recht vrsach funff ding zum gesicht das erst ist das awg das do sieht das ander ist der gegen würff der gesehen wirt das trit ist dy weiten do zwischen das fird aiding sieht man durch gerad lini da sind ely kürzesten lini item das fünft ist dy teillung von ein ander der ding dy dur siehst. "

da geometria linear, bidimensional poligonal, elementos de arquitetura, engenharia e desenho de tipografia. No quarto livro há a abordagem sobre formas tridimensionais na construção de poliedros e dos chamados sólidos platônicos, que também interessaram a Leonardo da Vinci. Na finalização do manual, Dürer descreveu o estudo sobre a *perspectiva* (e de fato usa o termo em latim) e ainda exibiu gravuras que demonstravam alguns dispositivos *perspectógrafos*, os aparelhos que auxiliam o processo de organização e medida no desenho de projeção.

Na ilustração do primeiro aparato (FIGURA 11), Dürer mostra que o desenhista deve manusear o dispositivo com a mão esquerda, e desenhar sobre o vidro com a mão direita. O homem inclina a cabeça para alinhar seu olhar com o raio que emanaria do objeto (vaso), a luz que se materializa num fio de seda, parte do ponto de vista enquanto direção da mira¹⁷ que alinha a agulha (*spitzig*), argola ocular e parede onde está amarrada. Estabelecido o lugar do olhar, marca-se o ponto da intersecção da projeção no vidro ou *termine*. O segundo desenho demonstra um dispositivo similar ao *velum* descrito por Alberti (FIGURAS 12 e 13). O aparato é mais simples e libera o artista para uma postura corporal menos imobilizada, porém também solicita o uso de uma agulha que se interpõe entre o observador e a intersecção, funcionando como guia referencial para a centralização do olhar.¹⁸

17 Na obra *Mídias ópticas*, Friedrich Kittler (2016) faz uma associação entre a perspectiva e a mira. Kittler considera que em *Befestigungslehre* (Tratado sobre Forificação, 1527), Dürer abordou a perspectiva pela intenção balística. E ainda, diz Kittler que o propósito profundo da *camera obscura* “coincidia com o profundo propósito do tiro para derrubar o inimigo, que precisava estar na exata mira em perspectiva” (KITTLER, 2016, p.75)

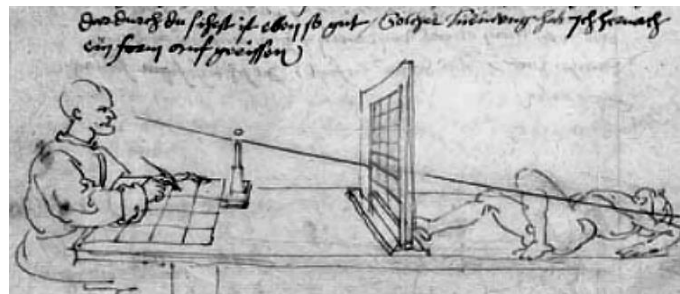
18 A versão final da imagem é uma xilogravura que demonstra a mesma cena, porém o modelo observado é uma mulher seminua. Para Noam Andrews (2008) as versões apresentam uma rede variada de relações entre os participantes que oscila entre o estudo objetivo sobre o corpo masculino (primeiro desenho) e uma situação mais lúgubre (além da objetificação do corpo

Figura 11 – Homem utilizando um dispositivo de perspectiva para desenhar um vaso (1538)



fonte: Albrecht Dürer personal *Underweysung der Messung* (ANDREWS, p.424, 2016)

Figura 12 – Desenho preliminar de homem utilizando uma grade de perspectiva (1538)



fonte: Albrecht Dürer personal *Underweysung der Messung* (ANDREWS, p.424, 2016)

Figura 13 – Reconstrução do *Velo* por Dürer



fonte: http://www.imss.fi.it/masaccio/04/appro/1_04.html

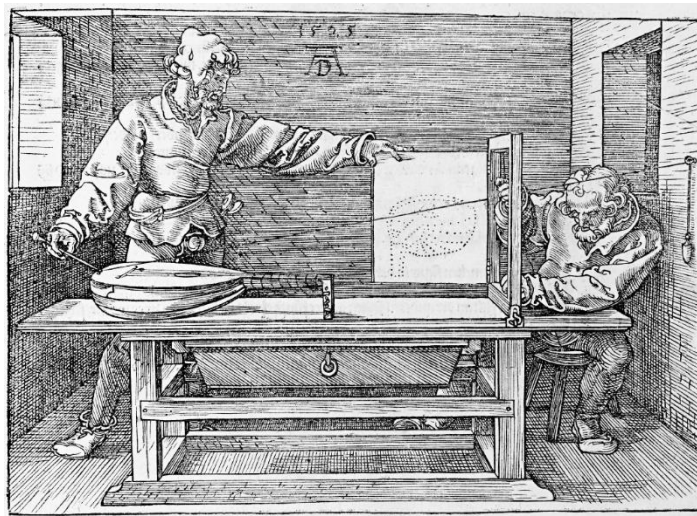
feminino) onde o observador espia por um buraco (peephole), visto que na segunda versão a a agulha está mais perto do olho do observador.

Dürer considerou seriamente o fato de que os raios luminosos saem das coisas e atingem os olhos que acabou criando sua própria versão de perspectógrafo no qual substituiu a “janela” por uma “porta”. A chamada “Porta de Dürer” foi esse aparato híbrido construído como mais um modelo mecânico da pirâmide visual e propagação da luz.

Quando a porta está aberta, a mira é representada por duas tiras perpendiculares entre si (uma horizontal e outra vertical) que podem ser movimentadas dentro da moldura do quadro aberto. (FIGURA 14)

O “raio de luz” é esticado, passando pelo quadro aberto e chegando até algum ponto do objeto. Para encontrar o ponto de intersecção do raio com o plano, basta deslocar a posição das tiras (como nas coordenadas da grade) até que o ponto de cruzamento (centro da mira) entre as duas passe justamente pela linha esticada que representa o raio.

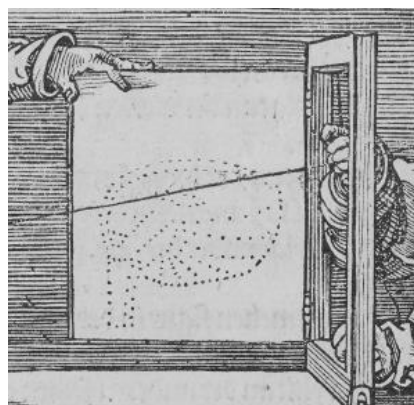
Figura 14 – Gravura sobre o perspectógrafo “Porta” – Homem desenhando um alaúde (1538)



fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Albrecht_D%C3%BCrer#/media/Ficheiro:358durer.jpg

Ajustadas as tiras, desliga-se o raio e fechamos a porta diante do quadro e ali teremos a mira para desenhar apenas um ponto sobre a janela. Digamos que as distâncias do objeto são projetadas pelos raios e transferidas sobre a janela enquanto estrutura pontilhada pelas intersecções (FIGURA 15). Posteriormente, o desenho marcado na superfície da (papel, tela) da porta poderá ser transferida para outro plano, ou ampliada. O processo de transferência é físico, e justamente por isso o olho humano aqui é eliminado, pois a visão é regulada por regras geométricas e mecânicas; isto quer dizer que posso tocar, sentir com as mãos o ponto terminal onde as tiras e a linha se encontram. Por outro lado, o dispositivo sempre necessitaria de dois operadores, como o assistente que deve mover uma extremidade da linha (raio visual) e pregá-la no contorno do objeto, e o artista que identificará as intersecções com o quadro, marcando-as mecanicamente na superfície.

Figura 15 – Gravura sobre o perspectórafo “Porta” – detalhes da estrutura de pontos que marcam a intersecção dos “raios” com o plano



Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Albrecht_D%C3%BCrer#/media/Ficheiro:358durer.jpg

O artista francês Edmond Couchot tem desenvolvido um trabalho de pesquisa teórica sobre as relações estéticas e cognitivas que ocorre entre a arte e a tecnologia desde a emergência da fotografia. Especificamente, sobre o período pré fotográfico, Couchot (2003) nos diz que foi a partir dos usos de dispositivos espectrógrafos como os de Alberti, Leonardo da Vinci ou Dürer é que surgiu um artista que encarna a associação contraditória entre dois sujeitos: um aparelhado¹⁹ (coletivo), e o outro criador (indivíduo).

Ao sujeito aparelhado, Couchot acrescenta uma característica de impessoalidade ou anonimato, pois ele constitui todos aqueles indivíduos que realizam e compartilham o trabalho maquínico onde, no caso do perspectógrafo, o “instaurador da imagem faz corpo com um aparelho – ótico e geométrico.” (Couchot, 2003, p.30). Já ao sujeito criador, segundo Couchot, cabe o trabalho de se rebelar contra a automatização através da diferenciação, individuação de uma singularidade.

Se daí voltarmos ao exemplo do artista renascentista, poderíamos dizer que o pintor é o sujeito aparelhado(), o nós coletivo que usufrui da mesma tecnologia, aquele que aprendeu a geometria, que usa o espectrógrafo, mas simultaneamente é o mesmo que deve ultrapassar os limites do acoplamento *corpo-aparelho, a favor* da instauração da imagem, ou da história que “movimenta a alma” como disse Alberti.

O perspectógrafo automatizou a aplicação das formalidades abstratas da lógica e geometria euclidiana, ponto, linha, plano, distâncias, ângulos; mas seria exagero em considerar o aparelho enquanto “máquina desenhista” que ao observar a natureza quer imitá-la sob certos códigos. O sujeito criador é aquele que antes

19 Subject-On

visualiza as potencialidades da máquina, deve saber decodificar seus efeitos mecânicos (das linhas que são raios, dos pontos que são sombras), e a partir deles ser também o sujeito da síntese que reconstrói e compartilha a imagem do espaço na superfície da pintura.

Sobre esta relação entre o dispositivo perspectivista e a questão da reconstrução do espaço, retomamos uma outra observação de Couchot (2003) que aponta para o estabelecimento da ligação biunívoca entre imagem e plano de projeção, isto é, existe aí na constituição do espaço homogêneo a condição da “reversibilidade do trajeto indo da coisa vista à imagem e da imagem à coisa vista.” (COUCHOT, 2003, p.30)

Entende-se que a construção da homogeneidade espacial reside nas condições invariantes deste espaço; isto quer dizer que num espaço considerado homogêneo, uma forma conserva suas relações idênticas se desenhada a partir de qualquer ponto ou direção. Já num espaço considerado heterogêneo, não seria possível essa relação biunívoca da qual nos fala Couchot; neste espaço, por exemplo, o comprimento do raio que vai do objeto ao plano de projeção poderia ser diferente daquele que vai do plano ao objeto.

Neste contexto do perspectivismo, Couchot também quer dizer que a presença geratriz do artista é condição necessária para que ocorra essa reversibilidade, ou mesmo a existência do trajeto, pois o quadro não é apenas a superfície de projeção da realidade, mas também é o lugar da “imagem imaginada” pelo pintor, projeção que parte do ponto de vista “central e radiante” (ibidem)

Couchot considera o contexto da perspectiva de maneira mais ampla, enquanto *dispositivo* que conecta diversas técnicas e relações entre imagem, objeto a representar, e o artista; também para este autor, esse dispositivo encontra a

eficácia destas relações reversíveis quando um sujeito observador experimenta o vértice da pirâmide visual, reencontrando a posição originária do autor e entrando em ressonância²⁰ com o sujeito instaurador da imagem. Enquanto modo condutor da experiência, a construção geométrica alinha retrospectivamente o observador (espectador) ao criador, compartilhando trânsito fenomênico entre indivíduo e coletivo, assim concluído por Couchot:

O ponto de vista funciona como um fator de intersubjetividade graças ao qual o observador e o pintor se reúnem, partilham o mesmo olhar, a mesma relação entre o real e a imagem, o mesmo espaço, homogêneo, contínuo e infinito, e o mesmo tempo – uma passagem organizada entre o passado e o futuro a partir do eixo do presente. Uma certa subjetividade própria ao pintor se difunde assim em direção ao observador, por obra dos automatismos perceptivos próprios aos sistemas de representação. (COUCHOT, 2003, p.31)

1.6 PERSPECTIVA E VARIAÇÕES ESCÓPICAS

Nessa revisão particular da óptica revela que as aproximações entre o olhar, potencial da visão, e a produção social e cultural da visualidade organizam-se em diferentes tipos de regimes escópicos. Porém, no campo da história geral da arte ocidental, apesar das diferenciações delimitadas pelos territórios das “subculturas visuais” apontadas por Martin Jay (1983), a perspectiva monocular é reconhecida por ter estabilizado a partir da modernidade um modo visual hegemônico o qual tem organizado e unificado a representação visual do espaço e das coisas que o habitam pelos axiomas racionais da óptica geométrica euclidiana,

20 Sobre a ressonância em Couchot – ver neurônio-espelho

regulações abstraídas através da transparente janela albertiana.

No campo da visualidade, podemos dizer que as leis físicas da óptica geométrica tornaram-se um modelo normativo para a visibilidade naturalista do espaço e para a teorização dos modos perspectivos de representação pictórica elaborados na renascença. Vimos que a partir do século XV, os tratados sobre a perspectiva linear e monocular, formalizaram a concepção e prática da figuração baseada em regras oriundas da geometria euclidiana.

Em sua linhagem óptica, o método perspectivo utilizado na pintura, por exemplo, buscava não a mera descrição espacial dos objetos sobre a superfície da tela, mas sim a representação simulativa de como a visão percebe o espaço, de como o “olho físico vê” (WERTHEIM,2001, p.80). A princípio, imaginava-se que esta busca pela imitação do próprio campo visual humano seria garantida pelo rigor geométrico, pela certeza matemática de que um espaço homogêneo seria idealmente representado de acordo com a realidade física observada.

Como vimos, o tratado de Alberti sobre a pintura não convoca um olho humano observante em seu esquema geométrico, mas sim um ponto geométrico, o *centro de projeção* de onde partem os raios luminosos convergentes (linhas) e que interceptam em pontos o plano de projeção, plano da imagem construída. Porém, sabemos que este ponto equivale ao suposto ponto de vista do artista que se posiciona diante da janela aberta, quadro transparente que através do qual o mundo é contemplado e organizado em seus limites.

Trabalhando no campo da história da arte e ciências, a cientista e curadora Margaret Wertheim articulou sobre as transformações operadas na representação pictórica do espaço produzida no período renascentista italiano, observando que a normalização e utilização crescente da perspectiva contribuiu para a formação de um

olhar que unificou a representação espacial da imagem e a localização concreta do próprio observador

Ao codificar a posição do *corpo observante*, a perspectiva vincula o espaço virtual da imagem e o espaço físico do espectador de uma maneira muito formal. A transição para a perspectiva marcou, portanto, uma transição não só na representação como também na *recepção* da imagem. Assim como o olho físico do corpo passou a preponderar sobre o 'olho interior' da alma como órgão artístico gerativo, assim também o olho físico tornou-se o principal órgão receptivo. Em contraste com a arte gótica, que visava diretamente a alma cristã, a perspectiva nos dá imagens especificamente para o olho." (WERTHEIM,2001, p.82)

Vale considerarmos que a referida arte gótica estava ancorada na concepção teocêntrica do universo, no pensamento imbuído pela espiritualidade interiorizante, na concepção aristotélica de um espaço quase imaterial, constituído apenas por superfícies contínuas. Por estas condições, as figurações pictóricas do período medieval não consideravam representar a profundidade tridimensional, visto a exclusão iconica dos volumes, e tão pouco organizar os elementos visuais, corpos, objetos e espaços vazios sob a orientação unitária designada por um ponto de vista particular.

Considerando a elaboração de Wertheim, cabe enfatizarmos o aspecto que destaca a transformação na dinâmica da recepção da imagem. Avançando para o período barroco, veremos adiante que na *quadratura* de Andrea Pozzo, por exemplo, o potencial ilusório do método perspectivo pode mobilizar o olhar e posição física do espectador a fim de incluí-lo em termos perceptivos no campo espacial da imagem.

Porém, nem sempre a convergência entre visão e obra estaria centralizada no plano pictórico, pois sendo de fato um ponto geométrico, a origem espacial da

projeção poderia ser deslocada virtualmente ²¹ pelo artista para fora dos limites do quadro ou plano de projeção.

Como apontou Michael Kubovy (1986), parte da robustez e potência óptica da perspectiva linear reside justamente no direcionamento psicofísico do observador que, de acordo com a origem do ponto de projeção intuído pelo artista, pode intuir inferências que deslocam a percepção espacial sobre sua própria localização física ou ponto de vista. Sobre esse efeito da descorporificação do olhar, separação simbólica entre a visão e corpo, Wertheim faz a alusão indireta ao que chamamos anteriormente de visualização interna, ou seja a atividade mental de um "olho virtual" apartado do olho físico, ponto de vista de um espectador que se eleva e se distancia do seu próprio corpo:

Precisamente esse processo de afastar o 'ponto de vista' do olho físico do corpo iria se revelar enormemente importante na evolução da concepção científica moderna de espaço. Essa fase posterior da perspectiva, ao criar um olho virtual que estava, de fato, livre para vagar pelo espaço 'independentemente', fornecia às pessoas uma forte experiência psicológica de um espaço físico extenso como uma coisa em si" (WERTHEIM, 2001, p.87)

A regulação das normas perspectivas permaneceram mesmo durante as transformações históricas da visualidade e dos modos de olhar regulados pelo método geométrico de Alberti que, resumidamente, definiu os procedimentos perspectivos ordenados na escolha e arranjo da cena, estabelecimento de um ponto

21 Dizemos virtualmente no sentido da óptica geométrica, que considera a imagem virtual enquanto pontos focais formados pelo prolongamento dos raios divergentes, fora do plano de projeção.

de vista e finalmente delimitação do perímetro (quadro) que abrange o plano que intersecta a pirâmide visual cujo ápice é o centro de projeção (olho).

Porém, na busca por uma conceituação flexível sobre a hegemonia da perspectiva na pintura ocidental, articula-se que por um período de quatrocentos anos diversos artistas manipularam o sistema perspectivo para estabelecer novas visualizações representativas desta virtualização óptica no campo da arte ocidental.

Por exemplo, isolando as ocorrências das ondas estilísticas e instáveis da produção pictórica pós renascentistas, o historiador norte americano Peter Galassi (1981) afirma que novas aplicações do sistema perspectivo afloraram sob a influência de concepções inovadoras, e de práticas que se adensaram principalmente em fases coerentes dos séculos XV, XVII e XIX.

Considerando a constância da perspectiva e suas variações nos termos dos procedimentos funcionais albertianos, diga-se, escolha de ponto de vista e enquadramento, Galassi analisa a visualidade de pinturas limítrofes produzidas entre os séculos XV e XIX, como é o caso específico das obras realizadas por Paolo Uccello (1397-1475), pintor renascentista e Florentino, e pelo impressionista francês Edgard Degas (1834-1917).

Retratando hábitos vivenciados pela realidade do passado aristocrático renascentista, o painel decorativo executado por Uccello (FIGURA 16) aborda a ritualística da caçada, evento encenado num raro contexto que situa seu espaço quase panorâmico envolvido pela paisagem atipicamente noturna. Não por acaso, a estratégia do escurecimento visual do plano de fundo busca imergir gradualmente os componentes pictóricos nas camadas de profundidade da própria floresta, e simultaneamente destacar as silhuetas próximas com o uso de cores brilhantes, assim como são figurados os caçadores, animais e focos luminosos das

folhagens.

Sobre *Caçada na floresta*, o historiador e curador Martin Kemp observa que nenhum quadro pintado no período entre 1400 e 1900 representa uma tentativa mais sustentada de subjugar uma cena natural para o tipo de ordenação pictórica normalmente reservado para assuntos ou configurações arquitetônicas; a consideração é parte de um relato descritivo de Kemp sobre o processo técnico de análise e tratamento para a conservação física da obra.

Figura 16 - “A caçada na floresta” (1465-70), têmpera e óleo sobre painél, (73.3 x 177 cm)



Fonte: AshmoleanMuseum Oxford (<https://www.ashmolean.org/hunt-forest>)

Sobre *Caçada na floresta*, o historiador e curador Martin Kemp observa que nenhum quadro pintado no período entre 1400 e 1900 representa uma tentativa mais sustentada de subjugar uma cena natural para o tipo de ordenação pictórica normalmente reservado para assuntos ou configurações arquitetônicas; tal consideração é parte de um relato descritivo sobre o processo técnico de análise e tratamento para a conservação física dessa obra.

Utilizando algumas evidências materiais, incisões e desenhos subjacentes, marcas visualizadas apenas por imagens resultantes de espectografias de infravermelho²², Kemp identifica que Uccello chegou a esboçar as linhas do esquema espacial preparatório, e que desenhou uma estrutura a qual foi possivelmente a base geométrica da perspectiva central que orientou os elementos dispostos na paisagem.

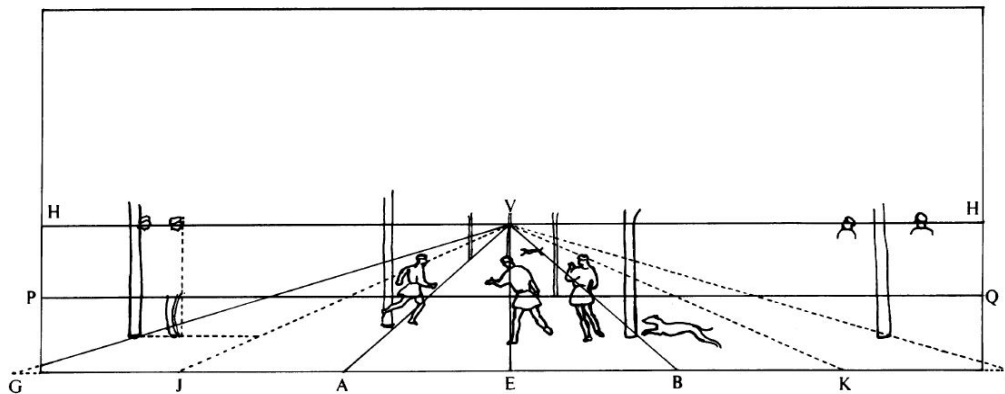
Observamos o diagrama da reconstrução elaborada por Kemp onde as linhas ortogonais convergem para o centro V (FIGURA 17), e as outras indicações significam: HH (linha do horizonte), PQ (horizonte intermediário), GV, AV, EV, BV (ortogonais discerníveis por reflectografia de infravermelho) e JV, KV, V (ortogonais inferidas por Kemp).

Segundo Kemp, os fragmentos de traços e marcas recuperados nos esboços forneceram uma base firme para a reconstrução de um *pavimento* (nos termos de Alberti) sobre o qual Uccello localizou e escalonou árvores, cavalos, homens e animais. Como demonstrado no segundo diagrama (FIGURA 18), os limites $ABCD$ podem cercar um, ou talvez dois ladrilhos (quadrados em perspectiva) do *pavimento*, e esta é um tipo de indeterminação que impede a conclusão sobre a disposição horizontal coerente dos chamados pontos de fuga.

No primeiro caso, conforme o diagrama, se os pontos fossem $X1$ e $X2$, a estrutura disporia um encurtamento da distância do campo de observação; de outra maneira, segundo Kemp, Uccello provavelmente optou pela extrapolação dos pontos ($Z1$ e $Z2$, localizados fora do quadro), definindo assim uma estrutura que comporta a ampliação do campo pictórico, e portanto decidindo pelo espaço aberto à inserção

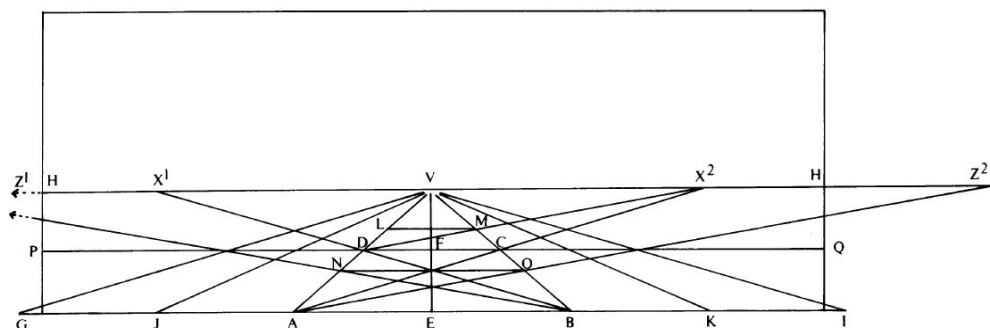
de ortogonais e horizontais que possam basear uma arquitetura expandida em profundidade.

Figura 17 – Diagrama perspéctico: linhas de convergência estruturais sobre a obra *Caçada na Floresta* de Paolo Uccello. (Martin Kemp)



Fonte: (KEMP et al, 1991)

Figura 18 – Diagrama perspéctico: estudo sobre prováveis pontos-distantes ($X1, X2$) ou ($Z1, Z2$) sobre a obra *Caçada na Floresta* de Paolo Uccello. (Martin Kemp)



Fonte: (KEMP et al, 1991)

Incluimos a hipótese de Martin Kemp na intenção de esclarecer as variações

normativas que impactaram a visualidade informada pela óptica geométrica; a respeito dessas variações, retornemos à análise de Galassi que coteja o uso da pirâmide visual praticado por Uccello e por Degas, exemplarmente na pintura *Campo de corrida* (FIGURA 19):

Degas of course composed his picture as carefully as Uccello, but his intuitive procedure was different. Ucello conceived of the visual pyramid as a static, neutral container, within which he organized the elements of his picture. In Degas's the visual pyramid plays an active, decisive role. We attribute the obstructions to the painter's viewpoints, and the asymmetry to the frame, which excludes as well as includes. Where Uccello's painting seems comprehensive, Degas's seems fragmentary, concentrating in a single visual aspect the vital spirit of the entire scene. Uccello worked from pieces to a whole: he synthesized. Degas worked from a whole to an aspect: he analyzed (GALASSI, 1981, p. 17)²³

Observando a polarização entre as perspectivas apartadas por séculos de tradição pictórica, Galassi propõe a hipótese de que o deslocamento da construção lógica renacentista abriu caminhos para a vigência de uma estratégia óptica mais seletiva. A transição entre visualidades também refletiu as mudanças de *status* das práticas formativas disseminada entre os artistas europeus no início do século XIX, como por exemplo na valorização dos esboços e estudos (*étude*) feito a partir da

23 Tradução nossa: "Degas, é claro, compôs sua imagem com tanto cuidado quanto Uccello, mas seu procedimento intuitivo era diferente. Uccello concebeu a pirâmide visual como um recipiente estático e neutro, dentro do qual organizou os elementos de sua imagem. A pirâmide visual de Degas protagoniza uma vista ativa e decisiva. Atribuímos as obstruções aos pontos de vista determinados pelo pintor, e a assimetria ao enquadramento, que tanto exclui quanto inclui. Aonde a pintura de Uccello parece abrangente, a de Degas parece fragmentária, concentrando o espírito vital de toda a cena em uma única vista. Uccello trabalhou dos fragmentos ao todo: ele sintetizou. Degas trabalhou do todo para uma visada: ele analisou."

observação direta do modelo ou da natureza. De fato, a crescente predileção por tais esboços também foi um sintoma de que os modos perceptivos e pictóricos deslocavam suas atenções mais para o registro das imperfeições da realidade concreta (natureza), e menos para as dramatizações históricas arranjadas sobre espaços compositivos idealizados.

Figura 19 – “O campo de corrida: Jockeys amadores próximos a uma carruagem” (1876-1887)

óleo sobre tela, (66x81 cm) – Musée D’Orsay



Fonte: <https://www.musee-orsay.fr/fr/oeuvres/le-champ-de-courses-jockeys-amateurs-pres-dune-voiture-1148>

Durante o desenrolar de séries históricas, as estruturas de enquadramento foram geradas por diversos processos criativos, que também consolidaram os métodos práticos e teóricos aplicados na modulação cromática, luminosa, e do artifício visual certificado pelas regras da geometria óptica. Enfim, a perenidade secular de um regime escópico, tal qual o perspectivismo, permaneceu regulando a

vigência das visualidades representativas no ocidente, graças a estabilização e hegemonização das bases epistemológicas racionalistas.

VISUALIZAÇÃO II : GEOMETRIAS DA ILUSÃO

2.1 ARTE VISUAL, IMITAÇÃO E COLUSÃO

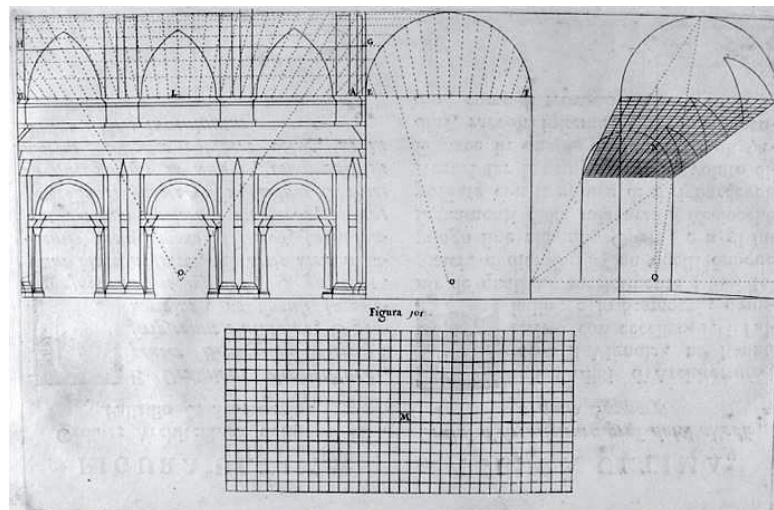
Enquanto visualização, a perspectiva instaurou um método ambivalente que tanto pode distanciar, pela objetivação de um ponto de fuga que impões suas próprias leis de simetria e frontalidade, por exemplo, ou aproximar pela subjetivação da vista, alinhando os termos pictóricos do centro de projeção ao posicionamento específico de um observador espacialmente determinado.

Um exemplo de radicalização pictórica, que explorou as potencialidades ilusórias existentes nas relações de alinhamento espacial entre observador e ponto de vista único, encontra-se nas obras de pintura monumental barroca, com a técnica conhecidas como *quadratura*²⁴ (FIGURA 20), praticada pelo jesuíta italiano, arquiteto, cenógrafo e pintor Andrea Pozzo (1642-1709), teorizada também em *Perspective Pictorum Architectorum* (1693-1700), que foi o manual didático publicado em dois volumes pelo jesuíta, enquanto resultado dos seus estudos sobre o método da *costruzione leggitima*, técnica que como vimos foi publicada por Piero della Francesca (1415-1492) no influente tratado *Prospettiva Pingendi* (1474-1482). No piso da igreja de Santo Inácio de Loyola (Roma) existe um disco de mármore, um ponto determinado (*punto stabile*) sobre o qual os fiéis e visitantes devem se

24 Como no diagrama extraído do tratado de Pozzo, a transferência da grade para a arquitetura (abóboda), segundo descrição de Pozzo, devia ser feita pelo método de sombras de uma rede projetada no teto, e o ponto de luz (velas) deveria ser perfeitamente ajustado no centro do prédio, no ponto O do diagrama. Provavelmente o ponto de projeção luminosa deve coincidir com o ponto de observação da *quadratura*.

posicionar para visualizar o teto da nave hemecilíndrica, e contemplar o espaço fictício que se abre expandido pela técnica e arte de Andrea Pozzo, (FIGURAS 21 e 22) no conjunto de pinturas da obra *Apotheose de Santo Inácio de Lyola* (1685).

Figura 20 – *Modus reticulationis faciendae in teftudinibus* - Andrea Pozzo (1693) Método de desenho da rede ou entrelaçamento na abóboda. A marca central é o ponto de onde a luz é projetada sobre uma rede suspensa para marcar a sombra no teto. Como nos aparatos de Alberti e Durer, o desenho perspéctico é feito com o auxílio do entrelaçamento da grade. O ponto também será o lugar exato de visualização.



Fonte: (POZZO,1693, p. 321)

A trinta metros de altura, a visualidade realística²⁵ de Pozzo considerou a incidência da luminosidade natural, e a geometria das superfícies arquitetônicas concretas, integrou seus volumes falsos e os cortes (*talhas*) espaciais para projetar as figuras pictóricas de modo anamórfico em escorço. A vista das colunas falsas que

25 Aqui, o termo “realística” refere-se à qualidade óptica da obra, isto é, categoriza suas propriedades visuais enquanto potencializadoras de um efeito de similitude relacionado à realidade enquanto fisicalidade espacial.

se prolongam até as nuvens é o efeito visual da *quadratura*, um tipo de pintura decorativa que através da perspectiva cria aberturas, expansões, fusões e continuidades arquitetônicas ilusórias; foi com esta técnica de perspectiva central que Pozzo “removeu” a superfície do teto para desvelar o infinito celestial, num plano pictórico de profundidades, que ampliou opticamente o campo de altura da abóboda.

Figura 21 e 22 – “Apoteose de Santo Inácio de Loyola”. *Afresco* pintado no teto da nave aparenta o espaço de com ilusão de uma arquitetura *tromp l’oeil* além da abertura celeste infinita.; detalhe de talhas falsas e figuras anamórficas. Andrea Pozzo (1685) – Roma



Fonte: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sant_ignazio_ceiling.jpg

A experiência de visualização do espaço fictício ocorre apenas na coincidência entre o ângulo da visão e o da projeção geométrica calculado para o efeito; uma vez que o visualizador se distancie do ponto exato de alinhamento central, a aparência ilusória se desmancha, pela inevitável percepção das distorções anamórficas que enviezam os corpos e arquitetura imitativa.

Situando a perspectiva óptica na confluência entre os campos da arte e percepção, o psicólogo Michael Kubovy (1940) analisou o contexto das arquiteturas ilusionísticas, assim como o das pinturas imitativas conhecidas como *tromp l'oeil*; principalmente na discussão sobre os processos artísticos de criação, o psicólogo entende que o termo “ilusão” não deve ser aplicado apenas no sentido da elaboração perceptual (KUBOVY, 1986).

No campo da arte visual, Kubovy sugere que o efeito ilusionístico (o termo “ilusão”) não se define enquanto um produto das “inferências inconscientes”²⁶(Kubovy, 1986, p.50), pois não resultam das elaborações mentais que, por exemplo, acomodam as dimensões aparentes dos objetos, de acordo com a qualidade das informações disponíveis no ambiente visível.²⁷

Para explicar o ilusório na arte, Kubovy recorre a uma tradição da teoria

26 Aqui Kubovy utiliza o conceito cunhado pelo cientista da psicofísica Helmholtz – “*unconscious judgments*” (HELMHOLTZ, 1995, p. 197) são processos mentais inferentes que não estão ligados ao pensamento lógico, mas sim derivados das percepções, que podem ocorrer certos tipos de ilusões. Kubovy diz que esse não esse não é o mesmo conceito utilizado para o caso das obras de arte ilusionísticas.

27 Um exemplo de acomodação perceptiva é o efeito conhecido como *Ilusão da Lua*, a situação na qual a lua nos parece maior quando está perto do horizonte, e menor quando perto do seu ponto mais alto (*zenith*). A ilusão ocorre, pois sempre inferimos que os objetos distantes são maiores, e para a nossa percepção o horizonte sempre está mais distante do que o céu (pois percebemos referencialmente o terreno que preenche o espaço de intervalo entre observador e lua quando na altura do horizonte).

filosófica que identifica a transparência enquanto estratégia característica da representação imitativa, assim como o filósofo Arthur Danto (1924-2013) identifica os ideais miméticos desde a antiguidade:

(...) The issue is not what in reality marks the difference between motif and representation, but how they strike the eye and seduce the mind. If illusion is to occur, the viewer cannot be conscious of any properties that really belong to the medium, for to the degree that we perceive that is is medium, illusion is effectively aborted. (...) I take the logical invisibility of the medium to be the chief feature of imitation theory. The succesful imitator does not merely reproduce the motif, he sublates the medium in which the reproduction occurs.²⁸ (DANTO, 1981, p. 151)

Arthur Danto retrocede ao espectógrafo de Da Vinci para delinear o mundo da *Arte da Transparência*, pois é sobre a invisibilidade do vidro que se visualiza a sobreposição ilusória entre representação e realidade; além da mímese sem fronteiras, onde conteúdo se confunde com o mundo.

Danto nos diz que simetricamente há também uma teoria sobre a *Arte da Opacidade*, isto é, sobre a evidência residual da matéria que não se evapora com o conteúdo, e que define a própria concepção da representação, apenas na encarnação dos compostos, no papel, tinta, tela, sons e movimentos (DANTO, 1981, p. 159)

Kubovy concorda com Danto quanto ao caráter reducionista e insuficientes de ambas teorias isoladas, contudo, o psicólogo se apropria dos conceitos contidos

28 Tradução nossa: "(...) A questão não é o que marca a diferença entre assunto e representação, mas de que maneira eles atingem o olhar e seduzem a mente. Se ocorrer uma ilusão, o espectador não pode estar cômscio de quaisquer propriedades que realmente pertençam ao meio, pois se chegamos ao ponto em que percebemos que aquilo é um meio, a ilusão é abortada efetivamente. (...) Eu considero a lógica invisibilidade do meio como a principal característica da teoria da imitação. O imitador de sucesso não se limita a reproduzir o motivo; ele sublima o meio em que ocorre a reprodução"

na teoria da imitação para classificar certos casos aberrantes de pinturas *tromp l'oeil*, que são representações onde há uma ênfase no conteúdo de imitação ilusionística.²⁹ Esse tipo de representação elabora uma imagem que momentaneamente pode iludir o olhar do espectador, pela exibição de falsos relevos, e objetos que aparentam se destacar tridimensionalmente sobre o plano pictórico.

(FIGURA 23)

Figura 23 – “Les Vestales” (1749) Jacob de Wit – Musée Ingres-Bourdelle
óleo sobre tela (160x178 cm)



Fonte: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mus%C3%A9e_Ingres-Bourdelle_-_Les_Vestales_1749_-_Jacob_de_Wit_-_Joconde06070000296.jpg

Diferente dessa ilusão que se desfaz tão logo examinamos a pintura com atenção e proximidade, os afrescos das quadraturas monumentais evocam um outro tipo de experiência visualizadora, ilusão que se faz à grande distância, e com o

29 Kubovy esquematizou uma classificação das imagens pictóricas *tromp l'oeil* em duas categorias: extrínsecas (sobreposição pictórica de elementos aparentemente estranhos à pintura); e intrínsecas (elementos pictóricos que não são percebidos enquanto pinturas, mas sim como texturas, relevos e enquadramentos falsos, por exemplo). Para as subdivisões dessas categorias, verificar em (KUBOVY, 1986, p. 52).

posicionamento do observador no foco central da projeção da imagem.

Na obra de Andrea Pozzo, por exemplo, o observador não é pego de surpresa por um truque efêmero, mas sabe antecipadamente que deve estar em certo ponto da nave da igreja, lugar onde as imagens distorcidas serão arranjadas corretamente, conforme o eixo do próprio olhar.

Para Kubovy, na contemplação da *Apoteose de Santo Inácio*, os visualizadores estão em *colusão mental* com o artista que projetou e desenhou a arquitetura ilusionística, pois sabem muito bem que estão experienciando uma ilusão. Kubovy sugere que o conceito de *colusão mental* é similar à ideia da suspensão da incredulidade³⁰, porém observando seus contextos:

The difference is one of degree: Willing suspension of disbelief refers to a cognitive operation, a voluntary adoption of a certain aesthetic attitude; by mental collusion with the artist, I mean an operation much closer to the roots of perception, more on the order of a suggestion than frame of mind. ³¹ (KUBOVY, 1986, p. 57)

Em termos perceptivos, a colusão proposta por Kubovy pode ser

30 O psicólogo faz referência ao conceito cunhado pelo poeta e crítico inglês Samuel Taylor Coleridge (1772-1835); a frase “suspensão voluntária da incredulidade” (*willing suspension of disbelief for the moment, which constitutes poetic faith*) está na *Bibliografia Literária* (1817), peça literária onde Coleridge sugere aos leitores das obras de caráter sobrenatural que, num ato de fé poética, suspendam a descrença sobre a narrativa. Atualmente o conceito é utilizado além da literatura romântica, e diz sobre a experiência dos espectadores quando relacionada às limitações físicas dos meios, ou às estruturas narrativas de fantasia.

31 Tradução nossa: “A diferença está na gradação: Suspensão voluntária da incredulidade refere-se à uma operação cognitiva, uma adoção voluntária de uma certa atitude estética; por colusão mental com o artista, eu quero significar uma operação mais perto das raízes da percepção, mais na ordem de uma sugestão do que um estado mental.”

entendida como uma espécie de contrato entre a sugestão do artista e a compreensão visual e voluntária do público. Especificamente, sobre obra de Pozzo, observamos que a centralidade sugerida pelo dispositivo perspéctico trabalhou à favor de um contexto religioso, e que os processos da visualização também foram acionados pela relação intrínseca entre imagem alegórica e narrativa da Contrarreforma católica, ciclo percepto-cognitivo que reforçou a credulidade entendida como fé cristã.

2.2 VISUALIZAÇÃO E ILUSÃO

Assim como Kubovy enfatizou a função perceptiva do visualizador, o historiador Ernst Gombrich (1909-2001) também entendeu que uma teoria psicológica da pintura localiza a interação entre o artista e observador, mostrando exatamente como o “contexto da ação cria a condição de ilusão” (GOMBRICH, 1995, p.216), e instiga a participação do observador na leitura da imagem, pela própria interpretação provida na percepção do material simbólico.³²

Para Gombrich, existem diversas condições de ilusão que despertam as faculdades imitativas inatas às mentes dos observadores; por exemplo, nas pinturas difusas ou inacabadas, nas composições por manchas e vazios, nas oclusões dos planos espaciais e nos padrões de repetições sequenciais, em todas essas instanciações visuais existem tipos de arranjos lacunares que movimentam o mecanismo de projeção do observador.

32 Sobre a “percepção do material simbólico”, E. H. Gombrich faz referência indireta aos termos presentes nos escritos do filósofo e psicólogo estadunidense William James (1842-1910).

A projeção do observador sobre a “tela”³³ incompleta, conforme sugeriu Gombrich, consiste no preenchimento imaginativo feito pelo visualizador, que a partir de um reconhecimento dado na “classificação perceptual” (GOMBRICH, 1995, p. 194) da imagem, resulta na suplementação mental sobre as parcelas invisíveis, escondidas ou inacabadas da representação.

No campo dos estudos da arte, Gombrich foi um dos que afirmou a importância da aplicação da psicologia perceptual na investigação da ilusão. A exemplo desse engajamento, Gombrich enfatizou as potencialidades do ponto-de-vista perspéctico, justamente com a exemplificação de uma demonstração realizada pelo oftalmologista e psicólogo perceptual Adelbert Ames Jr (1880-1955).

Na demonstração³⁴ da cadeira, Ames arranhou um dispositivo (FIGURA 24) com três vigias do tipo *peep-show*³⁵ através das quais os observadores visualizavam três objetos que apresentavam a aparência de uma cadeira tubular. Porém, se observados por outro ângulo de vista, pela parte de trás do dispositivo, apenas um dos objetos assume a aparência normal de uma cadeira (FIGURA 25). A

33 Gombrich diz que o observador deve receber uma área “vazia” ou “mal definida” (GOMBRICH, 1995, p. 218) sobre a qual vai projetar sua imagem. Entendemos que a “tela” é uma categoria de incompletude, ausência percebida a partir da qual, e sobre a qual ocorre a projeção mental.

34 Em suas investigações sobre a imagem binocular, e fotografias estereoscópicas, em 1926 Adelbert Ames descobriu e diagnosticou a *Aniseikonia*, que é uma anomalia visual pela qual as duas imagens das retinas variam em tamanho e forma, e são incapazes de serem fundidas pelo cérebro. A descoberta estimulou Ames a se aprofundar no campo da psicologia da percepção visual, e a realizar uma série de 22 demonstrações laboratoriais, que hoje são conhecidas como “As demonstrações de Ames em Percepção”. (BEHRENS, 1987)

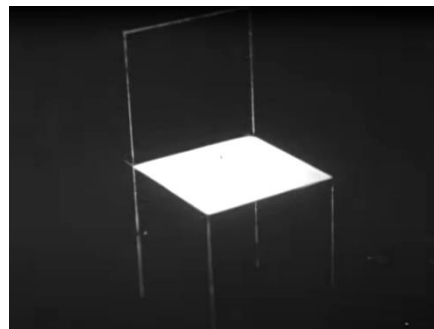
35 A palavra *peep* quer dizer “espiar”; o *peep-show* deriva aqui de vários tipos de entretenimentos que mostram imagens (fotografias, slides, filmes) através de um dispositivo, geralmente uma caixa ou camara iluminada internamente, cuja visualização é feita externamente por um orifício ou lupa. Há relato que ainda no século XV Leon Alberti possuía um tipo de caixa – ver em (EDGERTON, 2009)

maioria das demonstrações de Ames utilizaram o recurso da anamorfose, uma espécie de imagem distorcida e alongada, e cuja correção perceptiva ocorre quando visualizada por um ângulo oblíquo. Nessa demonstração, o objeto distorcido verticalmente (FIGURA 26) só aparenta ser uma cadeira correta quando observado de uma posição específica, através de um dos visores. Já a terceira visualização da cadeira, ocorre apenas pela visada oblíqua de uma série de arames estendidos (FIGURA 27) à frente de um pano no qual se pintou um paralelogramo que corresponde ao assento da cadeira ilusória.

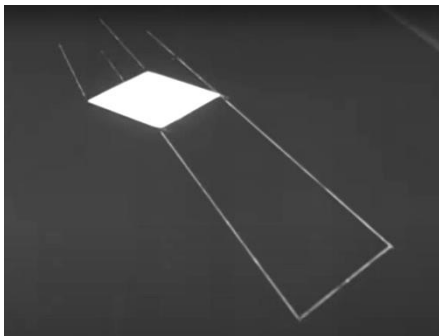
A visualização da cadeira, como o que ocorre em outras demonstrações, atesta a necessidade de colaboração do observador na interpretação das imagens em perspectiva. Enquanto ação classificatória de esquemas visuais, muitos dos quais dependentes de nossa experiência perceptiva, entendemos que a visualização encontra ressonância na própria ilusão, arranjo que nos guia à interpretação projetiva sobre um padrão. Sobre essa relação na demonstração de Ames, concluiu Gombrich:

É importante estabelecer a essa altura, e com perfeita clareza, em que consiste a ilusão. Consiste, creio eu, na convicção de que há uma única maneira de interpretar o padrão visual que temos diante nós. Somos cegos para todas as outras configurações possíveis porque, literalmente 'não podemos imaginar' aqueles objetos improváveis. Eles não têm nome nem lugar no universo da nossa experiência. (GOMBRICH, 1995, p.262)

Figuras 24 e 25 – Demonstração da *Cadeira de Ames*: homem observa três visores e identifica o formato normal da cadeira em todos.



Figuras 26 e 27 – Demonstração da *Cadeira de Ames*: visualizações perpendiculares aos planos das imagens (no visor as imagens são visualizadas apenas obliquamente)



O reconhecimento das várias formas possíveis, resgate dos padrões oriundos de nossa própria experiência e memória, nos faz distinguir a cadeira de um punhado de arames, sob determinado ponto de vista. Essa é a diferença que faz com que a perspectiva não seja considerada apenas uma convenção simbólica ou científica; Gombrich rebateu essa concepção convencionalista, reafirmand as potencialidades perceptivas da perspectiva enquanto método válido de construir imagens destinadas

a criar ilusões.

A princípio, Gombrich admitiu que todos os quadros apelam para a imaginação visual, e que solicitam colaborações interpretativas, visto que não podem representar mais do que seus protótipos esquemáticos. Veremos a seguir que os contextos perspéticos variam nas intensidades de solicitação projetiva, conforme as configurações dos dispositivos de visualização e de seus arranjos ópticos e espaciais.

2.3 PERCEPÇÃO E PROFUNDIDADE ESPACIAL

Como vimos na obra de Andrea Pozzo, e mesmo na demonstração de Ames, a perspectiva artificial, quando reconhecida corretamente, oferece pistas visuais coerentes sobre as propriedades aparentes das coisas distribuídas no espaço tridimensional, tais como suas dimensões e distâncias relativas. No campo de estudos sobre a percepção, a aparência da profundidade espacial (*spatial depth*) é um outro componente que podemos associar ao problema da ilusão nas imagens perspéticas.

Na óptica fisiológica, sabemos que a percepção direta do mundo tem início nas imagens projetadas bidimensionalmente sobre nossas retinas. Porém, existe um processo em nosso sistema visual capaz de perceber a tridimensionalidade enquanto relações quantitativas de profundidade (VISHWANATH; HIBBARD, 2013)

A chamada disparidade binocular ocorre pelo fato de que os olhos são lateralmente separados e portanto enxergam o mundo por dois pontos de vistas levemente diferentes. Essa diferença posicional entre as duas projeções retinianas, que são imagens geradas a partir de um dado ponto no espaço, configura uma

disparidade que pode ser inferida pelo sistema enquanto pista informacional sobre a relativa profundidade espacial do observado.

Desde a antiga óptica ptolomaica, passando pelo tratado *De Aspectibus* de Alhazen, a ciência tem investigado a visão binocular, e questionado sobre a fusão entre as duas vistas em uma só imagem (FIGURA 28); principalmente, essas indagações e conhecimentos foram difundidos na era moderna pelo acesso aos tratados sobre *perspectiva*³⁶ dos filósofos escolásticos Roger Bacon (1214-1294), Witelo (1230-1280) e John Pecham (1230-1292).

Especificamente, sobre a formação da imagem única, o historiador Dominique Raynaud (1961) observa que no tratado *Perspectiva communis*, Pecham fez uma distinção entre imagem mental, a qual é resultante da combinação das sensações no ponto do *chiasma*³⁷, e os estímulos sensoriais recebidos pelos dois olhos:

Like his predecessors, Pecham distinguished between external quasi-images and the internal image resulting from their fusion, and this had immediate consequences in the area of visual representation. A scene viewed in perspective is an *external* image and is therefore subject to the principles of binocular vision and the composition of *quasi-images*.³⁸

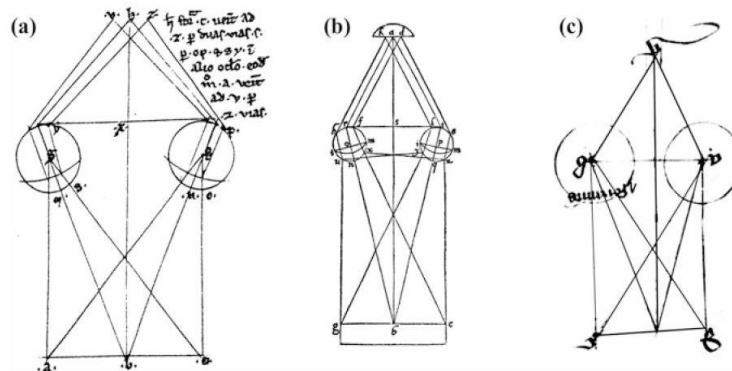
(RAYNAUD, p. 149, 2016)

36 Observa-se que na Idade Média, a *perspectiva* era entendida e ensinada enquanto uma ciência tripartite, que compreendia o estudo dos raios diretos (*optica*), raios refletidos (*catoptrica*), e raios refratados (*dioptrica*). Além disso, Raynaud enfatiza que todos os tratados medievais de *perspectiva* especulavam sobre o problema da visão binocular, ou como as imagens separadas e recebidas pelos dois olhos viriam a ser fundidas. (RAYNAUD, p. 9, 2016)

37 O chiasma é a intersecção cruzada (em forma de x) dos nervos ópticos, que está localizada na porção inferior do hipotálamo.

38 Tradução nossa: “Como seus predecessores, Pecham distinguiu as quasi-imagens externas das imagens internas que resultam da fusão entre as primeiras, e isso teve consequências imediatas da área da representação visual. Uma cena vista em perspectiva é uma imagem externa e portanto está sujeita aos princípios da visão binocular e da composição das quasi-imagens.”

Figuras 28 – O legado do tratado *De aspectibus* (Alhazen) – diagramas sobre a binocularidade descritas nos tratados de (a) Alhazen; (b) Witelo, *Perspectiva*; (c) John Pecham, *Perspectiva communis*.



Fonte: (RAYNAUD, 2016)

Contrário aos textos da Idade Média, que geralmente pensava a *perspectiva natural* em termos da visão binocular, os estudos Renascentistas adotaram o postulado da visão monocular. Vimos que na óptica geométrica aplicada à arte, desde Alberti, Leonardo da Vinci e Piero Della Francesca, a *perspectiva linear* sempre foi construída pela utilização de um olho apenas e, como aponta Raynaud, deveria ser vista apenas por um olho.

A utilização dos princípios e propriedades da visão binocular na representação visual ocorreu somente há pouco mais de quatro séculos após a experimentação monocular planejada pelo arquiteto Filippo Brunelleschi (1377-1446); veremos no próximo capítulo detalhes sobre a invenção do estereoscópio, instrumento óptico inventado capaz de produzir artificialmente a estereopsia visual, a partir de imagens bidimensionais.

Por definição, o termo estereopsia (*stereopsis*) está relacionado à percepção

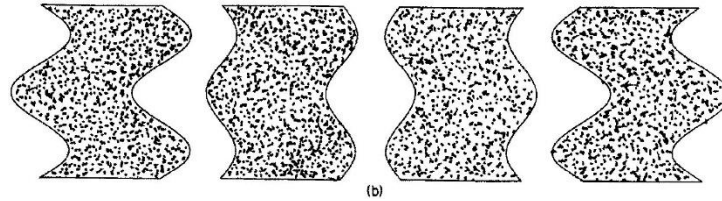
das estruturas tridimensionais sólidas, e representa um atributo visual qualitativo referente à vivacidade da profundidade percebida (VISHWANATH; HIBBARD, p. 1673, 2013). A disparidade da imagem retínica localizada na visão binocular³⁹ certamente causa a impressão da estereopsia; além desse fator, a psicologia experimental tem demonstrado que níveis de estereopsia podem ser obtidos na visão monocular, seja de um observador em movimento, ou sobre um objeto móvel.

Sobre o primeiro caso, o psicólogo Hans Wallach (1904-1998) demonstrou que indivíduos com visão monocular (sensibilizado em apenas uma retina) podem perceber formas tridimensionais genuínas na observação direta de projeções (sombras) de objetos e estruturas em movimento de rotação, efeito que denominou *profundidade cinética*⁴⁰ (WALLACH; O'CONNEL, 1953). Numa outra experimentação, os psicólogos Brian Rogers e Maureen Graham utilizaram a técnica de pontos randômicos cinéticos (FIGURA 29) para averiguar a sensibilidade absoluta do sistema visual relativa à profundidade gerada por paralaxe de movimento, e bem como as similaridades entre a estereopsia por disparidade e a monocular, quando estimulada pela observação do movimento aparente (ROGERS; GRAHAM. 1981).

39 Na estereopsia, o sistema visual necessita de células binoculares que são maxmente responsivas aos inputs dos campos receptivos deslocados de suas correspondências. - cada célula desse tipo responde aos estímulos com disparidades de acordo com certa magnitude e sinal (HOWARD; ROGERS, 2012)

40 Do original: *The kinect depth effect*

Figuras 29 – Padrões cinéticos de corrugações senoidas gerados para a percepção de profundidade em paralaxe de movimento



Fonte: (ROGERS; GRAHAM. 1981)

Os relatos sobre a estereopsia monocular com (AMES, 1925; GIBSON, 1978; HAGEN, 1978; HOCHBERG, 1962; KUBOVY, 1986; EBY e BRAUSTEIN, 1995), por exemplo, fundaram uma controversa área de pesquisa que investiga a percepção da tridimensionalidade em imagens estáticas e não estereoscópicas. As explicações mais convencionais sobre a estereopsia monocular são baseadas nas coerências e conflitos entre os valores especificados por cada atributo indicativo de profundidade na representação.

Existem vários fatores interagentes que estimulam a inferência espacial, e consequente impressão de profundidade, quando na observação direta de objetos tridimensionais; na visão binocular, a relação de correspondência entre partes das imagens monoculares dissimilares, suplementada pelo senso de convergência muscular dos olhos, permanece como fator importante para a percepção da posição relativa de objetos observados à distância curta. No caso da observação de imagens, as informações binoculares sobre a proximidade, superfície e limites geométricos planares (quadro), podem contradizer as marcações sobre tridimensionalidade que existem na própria imagem, produzindo um conflito que acaba por anular a percepção das relações de profundidade que possam existir no conteúdo da representação.

Para que haja um acréscimo de estereopsia na observação de imagens individuais, Adelbert Ames sugeriu que deve-se remover os “fatores subjetivos de profundidade”⁴¹ conflitante, e operacionalizar o estímulo dos “fatores objetivos”, que são as marcações visuais próprias da representação como escala, perspectiva, sombras. Segundo Ames, o acréscimo da estereopsia monocular, e a amenização da disparidade binocular, pode ser acionado por diversas estratégias isoladas, ou conjuntas, tais como : observação da figura utilizando apenas um dos olhos; observando a imagem a grandes distâncias; observando através de um orifício com 2mm de diâmetro (tipo *peep-hole*); alterando opticamente a convergência ou acomodação dos olhos; alterando a percepção da distância entre observador e imagem, pela observação da imagem refletida num espelho (AMES, 1925).

Algumas dessas estratégias apontadas pelo psicólogo já eram questionadas na prática artística da visualização , desde a Renascença; como indagou Leonardo Da Tratado de Pintura, Leonardo da Vinci observou sobre a proprie

Por que uma imagem vista por ambos os olhos não produz o efeito de relevo, como o relevo real produz quando visto por ambos os olhos; e por que uma imagem vista com um olho produziria o mesmo efeito de relevo que o relevo real produz nas mesmas condições de luz e sombra?
(TRATADO - VER

Sobre a geração de estereopsia com o auxílio de dispositivo *peep-hole*, vimos que mesmo Ames preparou sua demonstração óptica utilizando uma caixa-de-espial, conjugando a distorção anamórfica, inclinação do plano pictórico e estereopsia monocular. No campo da arte, veremos que esse tipo de visualização

41 Ames considera os fatores subjetivos aqueles referentes às sensações impressões retínicas monoculares (acomodação, difusão, foco e acentuação radial ou tangencial) , e principalmente binoculares (convergência e disparidade). (AMES, p.146, 1925)

encontrou sua representação na pintura holandesa do século XVII, especialmente na arte popular conhecida como “perspectifkas” (ALPERS,1983, p.62), gabinetes de perspectiva que foram produzidos a partir de 1650, por um período aproximado de vinte e cinco anos. Um dos poucos gabinetes remanescentes foi criado pelo artista holandês Samuel Dirksz van Hoogstraten (1627-1678), um notório aluno de Rembrandt (1606-1669), e também conhecido por suas obras detalhistas do tipo *tromp l'oeil*. Especificamente, a obra é constituída de uma caixa de madeira (FIGURA 30), que possui uma das paredes em papel translúcido, e ainda dois orifícios em lados opostos; o interior da caixa é pintado um cenário que representa os comodos de uma casa, paredes, janelas, portas, piso, teto, além da figuração de objetos e habitantes. O interior do gabinete é iluminado pela parede translúcida, sendo que desta forma os visualizadores podem espiar o ambiente através dos orifícios. O detalhe importante é que as representações pintadas nos planos internos da caixa foram executadas de tal forma distorcidas e contínuas (FIGURAS 31 e 32), que aos serem observadas através dos pontos de vista precisamente posicionados, aparentam uma correção geométrica, e impressão de profundidade.

Figuras 30 – Dispositivo de madeira, pintura têmpera sobre madeira (58x88x60.5 cm)
The National Gallery (Londres)



Fonte: <https://www.nationalgallery.org.uk/>

Figuras 31 – “Vista para o interior de uma casa holandesa” (Samuel Dirksz van Hoogstraten,1660) Visualizadores observam o gabinete de perspectivade. Na parte frontal há uma iluminação direta do ambiente interno; nas laterais existem dois orifícios que direcionam a visualização correta da distorção perspéctica.



Figuras 32 – “Vista para o interior de uma casa holandesa” (Samuel Dirksz van Hoogstraten,1660) Vista interna com perspectiva corrigida; vista com perspectiva sem correção, como a vassoura, nota-se que partes de alguns objetos foram pintadas no plano do piso, e outras partes continuam nos planos das paredes.



Fonte: <http://art-now-and-then.blogspot.com/2017/04/the-dutch-peep-show.html>

Michael Kubovy observa que no dispositivo *peep-hole* ocorre a conjunção de dois fatores fortalecedores do aspecto de profundidade. Primeiro, de acordo com a redução do diâmetro do orifício, há o acréscimo proporcional da *profundidade de campo*, configuração que evita a acomodação⁴² focal do olho sobre as superfícies das pinturas internas, além de produzir um espaço opticamente ampliado⁴³. O segundo fator está relacionado à redução das informações que denunciam a planaridade das pinturas, pois a limitação do campo visual para o monocular remove da vista vários elementos conflitantes, tais como os planos externos próximos ao observador, objetos ao redor, a moldura da imagem, e até mesmo a presença visual (mesmo que desfocada) do nariz do próprio observador (KUBOVY, p. 36, 1995)

Num estudo empírico sobre a visão binocular, Vishwanath e Hibbard analisaram as características qualitativas associadas à estereopsia para demonstrar que as mesmas podem ocorrer na observação monocular das imagens bidimensionais. Para tanto, realizaram uma avaliação estatística sobre os relatos fornecidos por grupo de indivíduos, que sob condição experimental controlada,

42 Sobre a relação entre reflexo de acomodação ocular e a percepção de profundidade ver (HELMHOLTZ, 1925).

43 A redução do orifício (*pinhole*) na caixa assemelha-se ao recurso utilizado na câmera escura (camera obscura), dispositivo já utilizado desde a Antiguidade para a observação de eclipses (ALPERS, 1983) e (EDGERTON, 2009). Na *caixa peep-hole*, o orifício corresponde à regulação do *foco* (mínimo círculo de confusão luminosa), assim como na íris do olho, ou diafragma das lentes fotográficas. No aparato, quanto menor a abertura do orifício, maior será o *campo de profundidade* (*depth of field*), que é a distância compreendida entre o ponto mais próximo em foco até o mais distante objeto em foco (mais nítido) (KUBOVY, p. 36, 1995). Para o sistema visual dos vertebrados, o orifício funciona como uma íris (pupila) artificial, pois regulando constantemente a nitidez dos objetos, o aparato também minimiza os esforços reflexos dos músculos ciliares responsáveis pela *acomodação* focal (modificação geométrica do cristalino, lente interna ao olho e responsável pela focalização).

observaram objetos tridimensionais e fotografias em tela de LCD. Basicamente, as descrições verbais sobre a impressão dos aspectos qualitativos observados, monocular e binocular, respondiam aos parâmetros previamente estipulados tais como aspectos realísticos, definição e clareza da profundidade, tridimensionalidade, distância e separação entre objetos, planaridade (quando vista binocularmente), cor, luminância, textura e materialidade, entre outros.

Segundo o resultado do estudo (VISHWANATH; HIBBARD, 2013), na observação monocular através de um orifício ocorreu um acréscimo comparativo considerável da impressão de profundidade. Assim como na obra de Hoogstraten, a observação monocular no experimento removeu as principais pistas indicativas da presença da superfície da imagem, e dessa maneira apenas o ato reflexo de acomodação ocular, e sua relação com a distância percebida, pode explicar o efeito de profundidade na imagem, como deduzem os pesquisadores:

In the absence of a visible picture surface, it is plausible that the brain attributes the accommodation response to the pictorial objects and assigns any associated distance information to them, thereby allowing absolute depth values to be derived and generating an impression of stereopsis. (VISHWANATH; HIBBARD, p. 1683, 2013)

Ainda sobre esse experimento, há uma constatação importante de que o fator de escala, dado pela acomodação visual, eleva a estereopsia justamente por que situa as distâncias absolutas em relação ao olho do observador – e não relativas ao contexto da imagem, conferindo uma situação de espacialidade e localização egocêntrica necessária para a estimativa de valores de profundidade; finalmente, os autores sugerem que na situação da visão binocular convencional, a alta estereopsia esteja ligada ao mesmo fator independente determinado pelo escalonamento das

distâncias, porém controlado com maior acuidade pela convergência binocular (VISHWANATH; HIBBARD, p. 1684, 2013).

A profundidade espacial é uma condição importantes para o sistema de representação barroca, principalmente na arte da arquitetura ilusionística, que são cenários projetados para serem contemplados enquanto infinitudes ópticas. Na obra de Andrea Pozzo, existe igualmente um acentuado efeito de profundidade que de fato emerge da considerável distância entre o observador e plano pictórico:

One way to reduce the noticeability of the surface of a picture is to have the spectator view the picture from a long distance away. If the picture is so large as to enable the espectador to view the picture from afar, stereoscopic vision, which can under some conditions diminish the experience of depth by supplying us with information regarding the flatness of the picture plane, is ineffectual because of the distance. ⁴⁴(KUBOVY, p.32, 1995)

Na igreja de Santo Ignácio, os afrescos de Pozzo se espalham a cerca de 30 metros acima do piso, e para o fiel postado no lugar exato de visualização, a imagem do firmamento abre-se sobre a arquitetura que é apenas pintura, cenografia que preenche todo o campo que o olho centralizado é capaz de enxergar. Como observou Kubovy, a totalidade e distância da imagem cancela as condições para a disparidade binocular, e desta maneira a impressão de profundidade emana do reconhecimento perceptual de pistas diversas como a conjunção perspéctica, contrastes de valores cromáticos, sombreamentos, e uma certa aura de convencimento alegórico.

44 Tradução nossa: "Uma maneira de reduzir a visibilidade da superfície de uma imagem é fazer com que o espectador veja a imagem de uma longa distância. Se a imagem é tão grande a ponto de permitir ao espectador vê-la de longe, a visão estereoscópica, que pode em algumas condições diminuir a experiência de profundidade aos nos fornecer informações sobre a planaridade do plano pictórico, é ineficaz por causa da distância"

Gombrich já observou que a ilusão barroca aplicada sobre tetos e arquiteturas exerce um grande poder de convencimento, desde que seus ideais são enraizados na credulidade de quem observa, e ainda mais na realidade que transubstancia a imagem plana no espaço tridimensional:

Tomam-se todos os cuidados para tornar indistinta a transição entre o que é solidamente construído e o que é pintado e plano, e continuamos a interpretar uma coisa em termos da outra (GOMBRICH, p. 276, 1995).

2.4 VISUALIZAÇÃO E IMERSÃO

Espaço em expansão convulsiva, movimentos circulares numa espiral vertical que alinha e conecta o espectador terreno ao ponto de fuga no firmamento perspectivo. Esses são os elementos da cenografia barroca, que em conjunção com a matemática geométrica arranjaram um dispositivo visual imersivo que mobiliza o olhar corporificado.

Para o historiador Oliver Grau existem certos tipos de mídias, e espaços ilusionistas, que intervêm em nosso sistema perceptivo de uma maneira mais ou menos totalizante, isto é, promovem níveis de imersão que reduzem ou anulam a distância crítica entre a consciência sensorial do observador e o estatuto artificial do meio. Em certo sentido, a qualidade da imersão está relacionada ao envolvimento hermético do observador pela imagem (visual, aural) e outras condições sensoriais diversas.

Oliver Grau entende que nos dispositivos tecnológicos imersivos mais avançados, como é o caso dos óculos de Realidade Virtual, ocorre a condição extrema de imersão, pois nesses aparelhos há uma ampla abrangência no campo

visual que “oferecem ao observador, em particular através da sua totalidade, a opção de se fundir com a mídia da imagem, a qual afeta as impressões e a consciência sensorial” (GRAU, 2005,p. 31)

No caso das pinturas que simplesmente provocam truques de ilusão visual (como vimos no *tromp l'oeil*), ou nos espaços imagéticos das mídias diversas, por exemplo, Grau observa que ocorre uma exclusão da condição imersiva, pois há uma diferença sensorial e física perceptível entre o espaço ocupado pelo observador, e o próprio espaço evidenciado pela estrutura midiática a qual pertence.

Ainda para Grau, os panoramas pertencem a uma categoria de espaço imagético cujo o efeito de ilusão é construído intencionalmente pela aplicação do conhecimento psicológico, fisiológico e tecnológico; de fato, a ocorrência histórica desses espaços foi relativizada por Grau que analisou suas propriedades sob os paradigmas da ilusão e imersão, desde a pintura barroca até às imagens e interações computacionais do século XXI. Por definição geral, o panorama é uma pintura de paisagem feita em larga escala, que dispõe um campo de visão circular em 360 graus, e montada sob condições especiais num espaço *cilíndrico* de exposição; veremos adiante que a estrutura física e conceituações sobre a mediação panorâmica tem se modificado desde o século XVIII.

O primeiro relato histórico aponta para o ano de 1787, quando o pintor inglês Robert Barker (1739-1806) criou uma larga vista pictórica panorâmica horizontal, representada em perspectiva. Stephen Oettermann observa que Barker planejou a recriar a vista sobre toda a cidade, e para tanto dividiu o horizonte em setores iguais, desenhando cada pedaço da paisagem em folha separada. Para que a perspectiva e topografia dos esboços combinassem perfeitamente, o artista elaborou uma espécie de janela albertina giratória, e em cada giro poderia fazer um desenho por vez até

que o ciclo completasse um ângulo de 360 graus, e finalmente as folhas seriam coladas na superfície de um cilindro (OTTERMANN,1997).

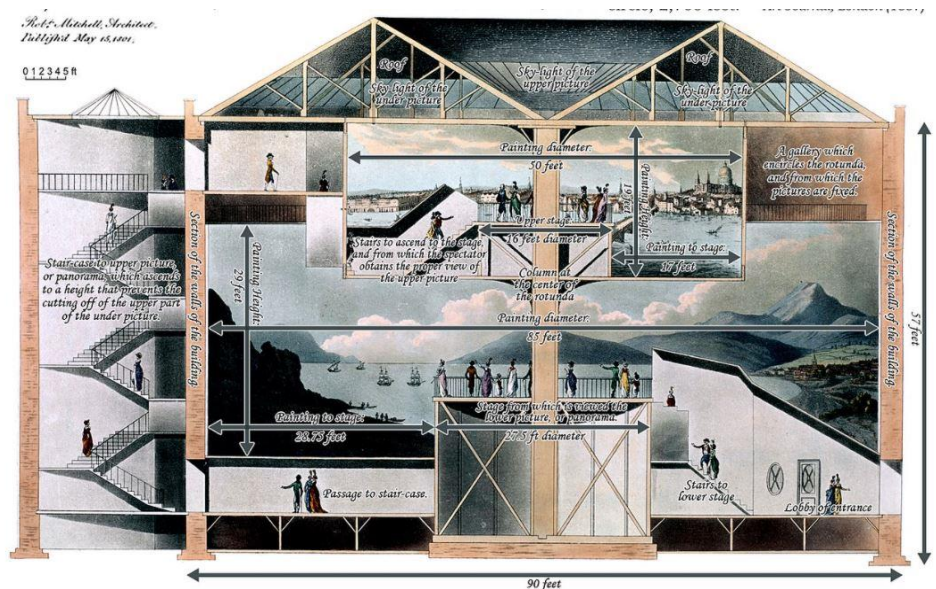
Robert Barker foi um pioneiro ao inaugurar em 1793 a primeira rotunda (prédio circular) especificamente para a exibição de grandes panoramas. Com o projeto do arquiteto Robert Mitchell, e construído em Londres (Leicester Square) (FIGURA 33) o edifício era estruturado em torno de um pilar central, e de uma câmara de observação que possuía cerca de 27 metros de diâmetro, 17 metros de altura e suportava uma pintura com uma área de superfície próxima a 3000 m².

Barker explorou os aspectos arquitetônicos e cenográficos da rotunda, no intuito de dirigir a experiência psicofísica dos visitantes. A começar pela entrada do prédio, corredor e escadas mal iluminadas, os espectadores experimentavam a desorientação espacial até alcançarem a principal plataforma de observação, onde se deparavam com uma paisagem brilhante que os circundava, a própria pintura iluminada pela luz da clarabóia. Segundo a posição da plataforma, a melhor distância para se observar a cena seria de 9 metros, pois a partir daí o observador não poderia perceber a curvatura da pintura, ou a textura e detalhes indesejáveis de serem observados. A preocupação com as deformações ópticas (perspéticas), e com a interferência visual que aparenta os detalhes materiais na superfície do meio, demonstrava que a calibragem destes fatores influenciavam na eficácia do ilusório, como vimos anteriormente no caso da *quadratura*, e no gabinete de perspectiva.

Por razões práticas, para esconder as estruturas de sustentação da gigantesca tela, os limites superiores e inferiores da pintura eram mascarados com faixas de tecido preto, delimitações visuais que causavam a sensação do ver “através da janela luminosa”, transferência da vista do observador que estaria postado num local distante, talvez no topo de uma colina.

A concepção do projeto patenteado por Barker é que todos os espectadores observassem a paisagem de um modo particular, isto é, como se realmente estivesse posicionado num local vantajado, sem interrupções ou obstáculos para a vista. De qualquer maneira, diante do panorama nenhum espectador postado na plataforma deveria conquistar um ponto de vista privilegiado, um *punto stabile* de observação alinhada como corria na perspectiva barroca e cônica.

Figura 33 – Corte da arquitetura da *Rotunda* em Leicester Square – plataformas de visualização panorâmica; corte inferior, imagens maiores com vistas para as montanhas de Edinburgo, e acima, imagens e vistas menores de Londres a partir do rio Tâmsa. Pinturas de Robert Baker e arquitetura de Robet Mitchell. Gravura, água tinta (1801)



Fonte: <https://www.bl.uk/picturing-places/articles/the-spectacle-of-the-panorama>

Enquanto vista expansiva sem limites, o panorama tornou-se parte de uma estrutura que liberava a movimentação e redirecionamento do olhar dos observadores, instalando os mesmos no interior da pintura, produzindo “a sensação

de estar de fato na paisagem real”. (GRAU, 2003, p.87) O panorama buscava na pintura em grande escala a produção de uma estrutura sinóptica de visualização topográfica unificada pelo horizonte (FIGURA 34) o limite ilusório e circundante que estendia a vista ao infinito instigava a observação e navegação simultâneas, estimulando o sistema sensório-motor do espectador para constituir um modo de visão corporificada, como aponta a pesquisa de Petra Watson:

Within panorama structure and space the horizon is the central element guiding synoptic seeing. The pictorial image of panorama space is not one brought about through fractures or divisions; the horizon is a connective point corresponding spatially in physical terms and social. The horizon, although a point of pictorial separation between the city environment and the sky above, contributes navigational attributes and therefore leads to mapped space. The horizon provides for the eye to move through designated space giving a very specific agency of embodied visibility, which lead to certain provisions for legibility.⁴⁵ (WATSON, 1990, p.3)

Figura 34 - Vista panorâmica de Londres (a partir do topo do Albion Mills) Henry Aston Baker e Robert Baker.



Fonte: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Robert_Barker_\(pintor\)](https://pt.wikipedia.org/wiki/Robert_Barker_(pintor))

45 Tradução nossa: No espaço e estrutura do panorama o horizonte é o elemento central a guiar a vista sinóptica. A imagem pictorial do espaço do panorama não é aquela sobre falhas e divisões, o horizonte é o ponto conectivo tanto em termos espaciais quanto sociais. O horizonte embora um ponto de separação pictorial entre o ambiente urbano e o céu acima, fornece atributos navegacionais e portanto guia no espaço mapeado. O horizonte possibilita ao olho mover-se pelo espaço projetado e fornece um agenciamento muito específico da visibilidade incorporada, o que leva a certas disposições para a legibilidade.”

Justamente esta condição simultânea de estar na imagem e navegar no espaço é que leva o artista e pesquisador a concluir que na tensão existente entre o controle e a liberdade do observador, que ora se deixa levar pela ilusão imersiva, ora se distancia por sua própria autonomia corporal, instaura-se a experiência de uma imagem dupla, constituída pela hibridização relacional entre corpo e pintura (PARENTE, 1999).

Na conceituação do panorama, retoma-se o tipo de ilusionismo que reforça a impressão de que as superfícies bidimensionais são tridimensionais. Neste caso, Grau aponta que a busca da mímese (imitação nos termos platônicos) aqui está relacionada à construção de um ilusionismo específico onde o imaginário reveste-se de uma aparência de real, pelo efeito sinérgico entre precisão de detalhes, iluminação, perspectiva e cores. Os panoramas pertencem a um tipo de dispositivo que conceitua a ilusão a partir da representação, e na relação espacializada da experiência sensorial e imaginária do observador com o lugar que o circunda, como define Grau:

Nos espaços da ilusão, o observador em movimento é acometido por uma impressão ilusória de espaço ao focalizar os objetos que se movem em sua direção ou para longe dele. A profundidade de um espaço fechado, no entanto, é vivenciada, ou pressuposta, apenas na imaginação. (GRAU, 2003, p.34)

A função primeira da imagem panorâmica é mobilizar as relações entre observador e observado, considerando um modelo de visualização centrípta; cercado pela imagem cilíndrica, ao espectador resta a dominação da vista e rastreamento do conhecimento disposto em qualquer direção do espaço ilusório.

VISUALIZAÇÃO III: TRANSPLANO E ARTE VOLUMÉTRICA

3.1 IMAGENS TÉCNICAS E O PLANOCENTRISMO

Na modernidade, a delimitação entre os diferentes tipos de ópticas traçou as áreas do conhecimento que buscaram tanto o desvelamento dos mecanismos da percepção visual, quanto a definição de modelos e aparatos que lidariam com a fisicalidade e a dinâmica energética a luz propriamente dita.

De um modo geral, situada no campo das ciências, a óptica fisiológica investiga as operações da visão, as quais também podem ser objetos de estudo para outras áreas como a psicologia e neurociências. Já o ramo da óptica geométrica estuda a luz enquanto feixes de raios que se propagam de forma retilínea, e que são projetados independentes entre si; a adoção de tal concepção viabilizou através do cálculo e da geometria a abstração de modelos algébricos e diagramáticos que habilitam a descrição dos fenômenos da refração e reflexão, ou seja, do domínio conceitual e prático sobre as interações entre a luz, superfícies, lentes e materiais transparentes.

Como veremos mais adiante, certos tipos de aparelhos como a camera fotográfica incorporam em seus programas funcionais (*softwares*) os princípios informacionais, conceituais e codificações oriundas da óptica geométrica, a começar pela aplicação do cálculo matemático envolvida no projeto das lentes, até outros responsáveis pelas regulações fotométricas. O processo de automação realizado pelos aparelhos é responsável pela a produção das chamadas imagens técnicas (tecno-imagens), conforme uma definição possível dada pelo filósofo e crítico das mídias Vilém Flusser (1920-1991), principalmente em seu ensaio *Filosofia da caixa preta* (FLUSSER, 1985), .

De certo modo, isolada a importância dos conhecimentos sobre as propriedades das superfícies fotosensíveis, diz-se que a impressão de realidade causada pela imagem fotográfica está associada aos efeitos perspectivísticos organizados pela centralização do eixo óptico das objetivas. Assim observou Arlindo Machado (1949-1920), o teórico e crítico das mídias:

Todo o mecanismo óptico da câmera fotográfica – que nasce aí – foi reclamado exatamente para resolver o problema da obtenção automática de perspectiva artificialis, razão pela qual a fotografia é indissociável da ideologia dessa técnica projetiva. Ao incorporar nos seus procedimentos ópticos esse código perspectivístico particular, o aparelho fotográfico buscava justamente perpetuar a impressão de ‘realidade’ que está a ele associado. A câmera fotográfica é, antes de tudo, um aparelho que visa produzir a perspectiva renascentista e não visa isto por acaso: toda a nossa tradição cultural logrou identificar essa construção perspectivística com o efeito de ‘real’ e por isso a fotografia faz basear o seu ilusionismo homológico na ideologia que está cristalizada nessa técnica.” (MACHADO, 2015, p.66)

Entre os múltiplos modos de visualização espacial, tais como a perspectiva angular, inversa, ou axonométrica, prevaleceu o conceito geométrico baseado na visão ciclópica monocular e projeção convergente dos raios luminosos; considera-se que a aplicação de tal modelo que legitimou aparência naturalística da visualidade ramificou-se pelas artes visuais, e estrategicamente nos aparelhos base constituintes de certas mídias ópticas, como observou Friedrich Kittler (1943-2011):

“From the camera obscura to the television camera, all these media have simply taken the ancient law of reflection and the modern law of refraction and poured them into hardware. Reflection and linear perspective, refraction and aerial perspective are the two mechanisms that have indoctrinated the Western mode of perception, all counterattacks of modern art notwithstanding. What once could be accomplished in the visual arts only manually, or, in the case of Vermeer and his camera obscura, only semi-automatically, has now been taken over by fully automatic technical media.”⁴⁶ (KITTLER, 2001, p. 34-35)

Se considerarmos essas observações sobre as relações entre a óptica geométrica e a constituição das imagens técnicas e seus aparelhos, observamos duas abordagens correlacionadas: de um modo, Arlindo Machado enfatiza pontualmente a noção ideológica e do efeito “real”, e da continuação da tradição perspectivista (ponto de vista, projeção e plano); já Kittler aborda a base dos aparelhos retomando as determinações epistêmicas e materiais da catóptrica (reflexão e espelhos) e dióptrica (refração e lentes) sobre a formação da visualidade imaginada pela mídia técnica.

Jens Schröter, historiador e cientista pesquisador na área de sistemas midiáticos, observa que a fotografia não produz imagens cujos aspectos perspectivos são herdados diretamente da pintura; acontece que o projeto e arranjo das lentes

⁴⁶ “Da camera obscura à camera de televisão, todas essas mídias simplesmente tomaram a antiga lei da reflexão e a moderna lei da refração e as destilaram no *hardware*. Reflexão e perspectiva linear, refração e perspectiva aérea são os dois mecanismos que tem doutrinado o modo ocidental de percepção, apesar de todos os contra-ataques disparados pela arte moderna. O que antes poderia ser realizado nas artes visuais apenas manualmente, ou, no caso de Vermeer e sua camera obscura, apenas de forma semi automática, agora é feito de modo completamente automático pela mídia técnica”

componentes dos aparelhos fotográficos estão baseado no mesmo modelo matemático descritivo do comportamento da luz (raios retilíneos) que informou a perspectiva linear renascentista:

“Lens optics, then, are a different *materialization* of geometrical optics rather than a *continuation* of the linear perspective as used in Renaissance images. The series of geometrical optics is *transmedial* field of knowledge that can be materialized in different materialities of media in slightly altered but sufficiently similar to form in order to be compared to each other.”⁴⁷ (SCHRÖTER, p.28, 2014)

Schröter utiliza o termo “*transmedial*” para identificar o discurso ou modelo que considera a intermedialidade ⁴⁸ pelo aspecto das correspondências e similaridades formais que ocorrem entre as mídias, e não pelas diferenças delimitadas conforme as estruturas específicas de cada meio. (SCHRÖTER, 2011)

Por exemplo, enquanto campo de conhecimento, a óptica geométrica não constitui a estrutura primordial que descreve a especificidade de um meio, porém

⁴⁷ “Portanto, a óptica das lentes é uma diferente materialização da óptica geométrica, em vez de ser uma *continuação* da perspectiva linear utilizada nas imagens da Renascença. A série das ópticas geométricas é um campo *transmedial* do conhecimento que pode ser materializado em diferentes materialidades de mídias cujas formas são ligeiramente alteradas, mas suficientemente semelhantes para serem comparadas entre si.”

⁴⁸ A intermedialidade analisada pelo autor deriva o conceito de que as mídias não existem desconectadas entre si. Além da *intermedialidade formal* (ou *transmedial*), Schröter indica três outros modelos: *intermedialidade sintética*, que reflete o discurso de conotações políticas sobre pela fusão entre diferentes mídias cujas raízes estão no conceito wagneriano da Obra de Arte Total – *Gesamkunstwerk*; *intermedialidade transformacional*, que representa o modelo centrado sobre a representação de um meio através de um outro meio e *intermedialidade ontológica*, que considera que uma mídia sempre existe em relação a outra mídia, isto é, entende que não existe mídia isolada, pois as relações intermediais prevalecem ubiquamente. (SCHRÖTER, 2011)

é um saber estruturante cuja lógica operativa é materializada na fotografia, cinema, vídeo, enfim nos aparelhos e mídias que similarmente a utilizam a projeção geométrica de um objeto sobre suas superfícies fotosensíveis específicas.

O procedimento objetivo da óptica geométrica é a projeção (no sentido perspéctico) de objetos tridimensionais distribuídos no espaço sobre um plano bidimensional. Como codificado por Alberti, a pintura utiliza esse procedimento ao visualizar a intersecção da pirâmide visual enquanto imagem formalizada por linhas e cores.

Uma proposição elaborada por Schröter é de que a dominância da perspectiva linear nos meios imagéticos tecnológicos e tradicionais resultaram numa associação implícita e quase automática entre os conceitos de “plano” e “imagem”; mesmo ainda que as construções perspectivas não demande necessariamente a presença de um “plano”, como ocorre nas projeções desenhadas sobre as superfícies arquitetônicas curvas, abóbadas, e grandes panoramas, como vimos no capítulo anterior.

Para Schröter, enquanto consequência histórica, um tipo de *planocentrismo* permeia todas as discussões sobre o uso do termo “imagem”, e o termo pode ser entendido similar ao “logocentrismo”⁴⁹, conceito utilizado pelo filósofo Jacques Derrida (1930-2004) ao criticar a estrutura binária, oposição gerada pela filosofia ocidental, cujo estado de polarização expõe a centralidade do *logos* (argumento verdadeiro) na valoração ontológica do discurso (voz) sobre a escrita (traço):

⁴⁹ A crítica ao pensamento e ocidental e ao logocentrismo foi desenvolvida em: DERRIDA, Jacques. Gramatologia. São Paulo: Editora Perspectiva, 2011.

"It is, according to Derrida, typical for western logocentric metaphysics of presence to privilege voice over writing, i.e. presence over temporalization and spatialization. In a similar way planocentrism privileges the plane that supposedly is readily comprehensible 'as single glance', i.e. as a presence within the awareness of an observer who is present him- or herself. In contrast to this, space can never be perceived in one swoop so that human observers are consistently thrown back onto their irreducible corporeality and perspectivity." 50 (SCHRÖTER, p.35, 2014)

Historicamente, a partir da era moderna, o *planocentrismo* tem sido o eixo orientador dos discursos que cristalizaram a concepção de "imagem" no ocidente, não por acaso, pois o plano é a origem e fim da tradição perspéctica que se perpetuou de modo *transmedial* pelas representações tradicionais e tecnológicas. Na comparação feita por Schröter, a ubiquidade e transcendentalidade do plano equivale à valoração presencial da voz, porém na imagem ele representa a tradução verdadeira daquilo que foi visualizado (visto ou imaginado), isto é, autoriza a verdade racional tratada pela óptica que privilegia a produção estável e contínua da visualidade planar naturalista.

Em sua crítica ao *logocentrismo*, Derrida identifica nos primeiros textos filosóficos do ocidente um contraste binário que denuncia o rebaixamento do

50 "De acordo com Derrida, é típico da metafísica logocêntrica ocidental da presença privilegiar a voz sobre a escrita, ou seja, presença sobre temporalização e espacialização. De forma semelhante, o planocentrismo privilegia o plano que supostamente é prontamente compreensível numa 'única visada', enquanto presença percebida dentro do campo de consciência do observador ele próprio presente. Em contraste, o espaço nunca pode ser percebido de uma só vez, de modo que os observadores humanos são consistentemente rebatidos para o interior de suas irreduzíveis corporealidades e perspsectividades."

estatuto significativo da escrita e bem como a valorização da fonética enquanto transmissão direta do verdadeiro significado. Por exemplo, em *Fedro*, um dos mais importantes diálogos filosóficos deixados por Platão, há uma discussão em que Sócrates elogia a arte do discurso pronunciado, enquanto tece uma crítica à retórica cuja mediação escrita pode induzir memórias, conclusões ou interpretações não verdadeiras. Destacamos o trecho final desta passagem:

“SÓCRATES: — (...) Os melhores discursos escritos são os que servem para acordar as lembranças dos conhecedores; só as palavras pronunciadas com o fim de instruir, e que de fato se gravam na alma sobre sobre o que é justo, belo e bom, somente nelas se encontra uma força eficaz, perfeita e digna de empregarmos nelas os nossos esforços; somente tais discursos merecem ser chamados filhos legítimos do orador, gerados por ele próprio quando esse orador possui um gênio inventivo, e quando nas almas de outras pessoas eles engendram descendentes e irmãos que sejam dignos da família. Quanto aos outros discursos, podemos desprezá-los.” (PLATÃO, 1985, p. 182)

Podemos especular que a própria *Doutrina das Ideias* de Platão aglutina um elo metafísico que liga a voz e o plano enquanto centralidades discursivas na cultura, filosofia e teologia ocidental; qui recorreremos à histórica influência do neoplatonismo na produção intelectual e simbólica da Florença renascentista, seja pela eleição da forma inteligível e verdadeira dada pela geometria, ou pela decifração e transmissão do *logos* divino pelas vias do conhecimento científico.

Em seus termos comparativos Schröter indica que assimetria entre as oposições voz/escrita e plano/espaco reside no contraste discursivo que polariza as

possibilidades fenomenológicas. Na problematização da imagem, ocorre a que o plano perspectivo aparenta esse modo consistente de instruir e fornecer acesso direto ao mundo tal qual a pronúncia do orador, a imagem supostamente oferece conhecimento imediato, transparente e totalizante sobre o espaço; já as estruturas físicas tridimensionais dificilmente se apresentam instantaneamente como um todo, visto que suas aparências são apreendidas apenas na duração do tempo que é dispendido reposicionamento espacial contínuo do corpo e olhar.

Lembremos que para Alberti o plano da imagem perspectiva é a *janela aberta* e transparente através da qual o espectador passa a ser sujeito alinhado e pertencente ao contínuo o espaço representado. Assim como a qualidade espacializante da escrita sofre um apagamento, quando substituída pela imediatez da voz, a planaridade presentifica-se pela abolição contraditória da sua própria intervenção pictórica, isto é, pelo prolongamento por vezes ilusório (*tromp l'oeil*) da vista e do espaço para um lado de lá da imagem que é apenas superfície.

Jay David Bolter e David Grusin, autores e pesquisadores na área das novas mídias tecnológicas, entendem que no processo de mediação existe uma certa lógica que tende a suprir o desejo de imediaticidade (*immediacy*), buscando viabilizar o acesso transparente e direto à representação pelas vias do apagamento dos traços e materialidades que indicam a presença do próprio meio (*medium*):

“At least since the Renaissance, it has been a defining feature of Western visual (and for that matter verbal) representation. To understand immediacy in computer graphics, it is important to keep in mind the ways in which painting, photography, film, and television have sought to satisfy this same desire. These earlier media sought immediacy through the interplay of the

aesthetic value of transparency with techniques of linear perspective, erasure, and automaticity. all of which are strategies also at work in digital technology.”⁵¹ (BOLTER e GRUSIN, 2000, p. 24)

Na discussão sobre a função da computação gráfica enquanto componente dos meios visuais imersivos, como é o caso da então emergente “Realidade Virtual”, os autores percorrem uma genealogia da mediação transparente a partir da óptica geométrica, conhecimento que de fato garantiu também a continuidade da imediaticidade, desde os meios da pintura, fotografia, cinema até a simulação computacional que perpetua a credibilidade na quantificação correta das relações espaciais.

O discurso *planocentrico* sustenta a coincidência entre imagem e plano, principalmente pelas mídias ópticas que reverberam a lógica dualística da ausência e presença. Não por acaso, Bolter e Grusin identificam na automaticidade da camera obscura, fotografia, cinema e televisão enquanto estratégia que conduz a transparência do meio pela reprodução automática da perspectiva, e principalmente quando aparentemente “ (...) removed the artist as an agent who stood between the viewer and the reality of the image.”⁵² (BOLTER e GRUSIN, 2000, p. 26)

Na produção da imagem, a remoção do artista significa expor a imanência do plano enquanto realidade mesma, seja pela remoção do traço (pincelada, marca),

⁵¹ “Pelo menos desde a Renascença, tem sido uma característica definidora da representação visual (e também verbal). Para compreender a imediaticidade na computação gráfica, é importante ter em mente as maneiras pelas quais a pintura, a fotografia, o cinema e a televisão têm procurado satisfazer esse mesmo desejo. Essas mídias anteriores buscavam a imediaticidade por meio da interação do valor estético da transparência com as técnicas da perspectiva linear, apagamento e automaticidade, todas as quais são estratégias em funcionamento na tecnologia digital.”

⁵²“(...) removeu o artista como um agente que se interpôs entre o espectador e a realidade da imagem.”

3.2 AS IMAGENS TRANSPLANARES

A predominância do *planocentrismo* nos discursos e teorias sobre a imagem é o fundo teórico sobre o qual problematiza-se a ausência de outros estudos históricos sobre as mídias ópticas que abordem o que Schröter denomina de *transplano tecnológico (transplane)*. O autor identifica que a partir do século XIX houve a emergência de vários tipos de imagem tecnologicamente diferentes, pois provinham mais informações sobre o espaço ou estruturas espaciais dos objetos do que as imagens fotográficas (analógicas ou digitais) poderiam prover pela projeção perspectiva.

No século XX, as informações espaciais registradas por dispositivos e técnicas como o estereoscópio, fotogrametria, imagens lenticulares, holografia, volumetria e outros sub-tipos híbridos desempenharam maior relevância na produção de imagens transplanares operacionais utilizadas no reconhecimento aéreo militar, engenharia industrial, ciências naturais e medicina.

Para além das imagens planares como a pintura, fotografia ou cinema, Schröter considera positivamente que há a categoria da *imagem espacial*, e que o termo deve ser usado para referenciar as estruturas tridimensionais físicas, como é o caso dos relevos, escultura, arquitetura e instalação. Porém, Schröter ainda aponta que a produção das chamadas *imagens 3D* (em três-dimensões) abriu um campo intermediário raramente abordado pelos estudos das mídias visuais, e que exatamente problematiza a oposição estrita entre *imagem* e *espaço*:

Isn't it the point of stereoscopy, holography and certain of computer graphics to be talked about vaguely 3D — thereby suggesting or signaling the repression of plane

two-dimensionality and thus encouraging a strong orientation to three-dimensional space? 3D images seem to represent a disturbing phenomenon on the border between the planar image and space. 53 (SCHRÖTER, 2014, p.37 -38)

Para explicar a comparação entre a *imagem espacial* e a superficialidade do plano pictórico, Schröter recorre às potencialidades ópticas do espelho que produz (reflete) um tipo de imagem 3D quasi-natural, pois conforme o movimento do observador, a imagem espelho⁵⁴ libera diversas vistas do objeto refletido. Enquanto suporte transplanar, o espelho e sua imagem contem toda a informação espacial disponível, pois refletem (quase) completamente a luz proveniente das laterais dos objetos frontais.

De acordo com a categorização de Schröter, apesar de não possuírem uma materialidade que ocupa as três dimensões do espaço, as imagens transplanares (3D) pertencem ao grupo das imagens espaciais, pois podem registrar, transportar ou levar a dedução de informações acerca de um determinado espaço ou objeto tridimensional¹⁸. As imagens tridimensionais não renunciam completamente ao uso do plano, mas quebram o regime do planocentrismo da óptica geométrica ao reconfigurar o plano, pela sua repetição diferencial possibilitada por cada dispositivo gerador: duplicação do plano na estereoscopia; na folha holográfica como meio de

53 “Seria o caso da estereoscopia, holografia e certos gráficos computacionais serem referenciados vagamente por 3D – dessa maneira sugerindo ou sinalizando a repressão da bidimensionalidade do plano e portanto encorajando uma forte orientação ao espaço tridimensional? As imagens 3D parecem representar um fenômeno perturbador situado na fronteira entre a imagem planar e o espaço”

54 Antes mesmo da escultura, Schröter considera a imagem refletida pelo espelho enquanto a primeira imagem tridimensional.

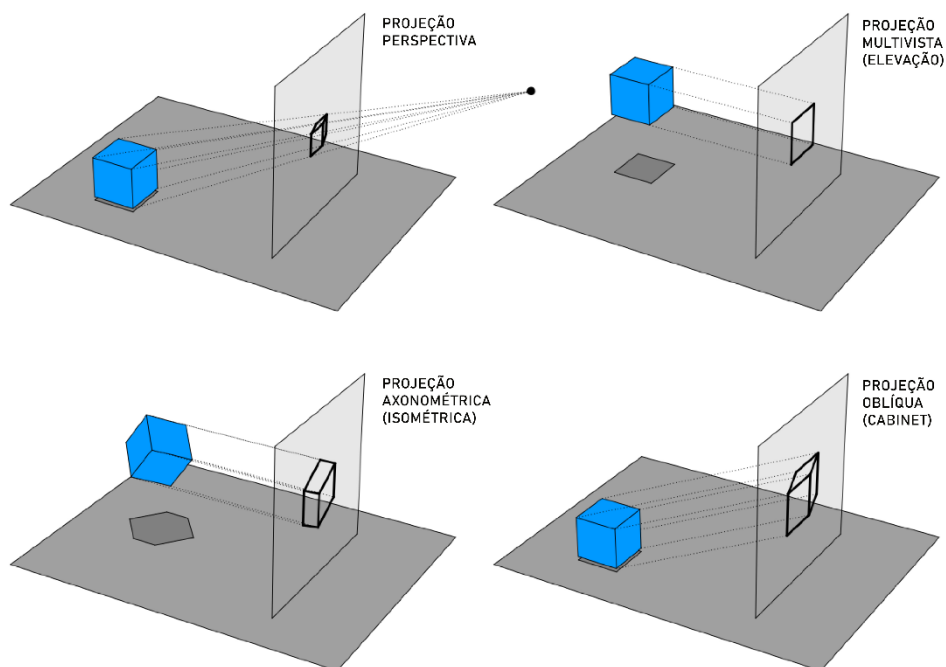
passagem para as ondas; no espaço virtual que se faz acessível nos monitores dos computadores e na rotação do plano na volumetria.

Um das teses de Schröter é de que na modernidade a projeção perspectiva começa a conflitar com outros modos de projeção, pois de fato não oferece as informações métricas verdadeiras (no sentido geométrico) para certas necessidades industriais emergentes. Neste contexto, as limitações da perspectiva linear estão ligadas às suas propriedades ópticas que impedem uma relação isomórfica entre objeto e representação, isto é, as projeções perspectivas lineares não armazenam todas as informações sobre a forma espacial.

No campo da arquitetura, por exemplo, as chamadas *projeções paralelas* foram adotadas, pois são mais eficazes em reter informações sobre as relações entre comprimentos e ângulos espaciais (Fig.35). Como veremos mais adiante, apenas a série da *óptica virtual* computacional é capaz de automatizar graficamente as projeções paralelas, visto que as mídias ópticas são baseadas na convergência e divergência dos raios luminosos, e portanto produzem imagens sujeitas a distorções perspectivas 55

55 Devido às grandes distâncias entre o plano da câmera e a cena registrada, na fotografia aérea, ou nas imagens registradas por satélites, podemos obter resultados próximos à projeção ortogonal (paralela). Porém, geralmente ainda existe a necessidade de correção de pequenas discrepâncias perspectivas. A técnica da *ortofotografia* pode ser utilizada para a normalização destas imagens, desde que hajam outras informações sobre a elevação do terreno. Inicialmente tal mapeamento era realizado pelo intermédio das imagens transplanares (estereofotografia), e atualmente modelos digitais são usados para a ortoretificações geolocalizadas. Nas plataformas como Google Maps ou Google Earth podemos visualizar imagens ortofotográficas e utilizar interfaces interativas para extrair informações corretas sobre as distâncias geoespaciais. Para um aprofundamento sobre o processo da ortofotografia e computação espacial, ver *Ortophotos* (Cyrill Stachniss): <https://www.youtube.com/watch?v=xoOJeogQvUA>

Figura 35 - Projeções paralelas



Fonte: SCHRÖTER (2014)

3.3 SÉRIES ÓPTICAS TRANSPLANARES

O processo da foto escultura não constitui propriamente uma imagem transplanar, e a rigor é uma tentativa de reverter a projeção do objeto tridimensional no plano. Porém, os diferentes métodos de criação de foto esculturas possibilitam a reconstrução das informações espaciais a partir de imagens planares bidimensionais.

O método inicialmente patenteado em 1860 pelo artista francês François Willème (1830-1905), utiliza a multiplicação dos planos para extrair amostras visuais que servirão de guia para a composição da escultura. Segundo a descrição de Eduard

Kuchinka em *Die Photoplastik* (KUCHINKA, 1926 apud SCHRÖTER, 2014, numa primeira etapa, uma sala circular era preparada de forma que uma pessoa (ou qualquer objeto) pudesse ser posicionada no centro do espaço e ser fotografada por 24 cameras simultaneamente (Fig.36)

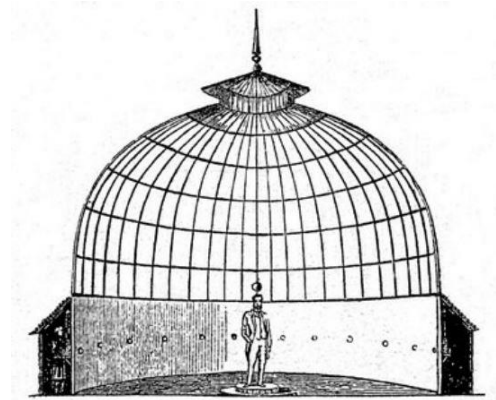
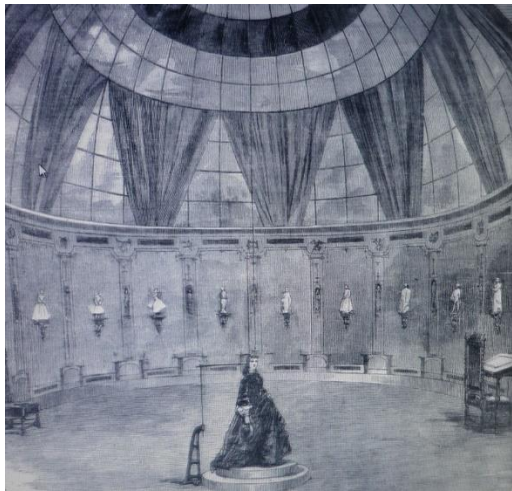
Figura 36 - Duas fotos do Rei da Espanha para realizar uma escultura 1895



Fonte: https://en.wikipedia.org/wiki/File:Roi_d%27Espagne_1865_Will%C3%A8me_RUQ.jpg

O arranjo circular de um corredor externo permitiria que as cameras circundassem o espaço da sala, e que suas objetivas pudessem apontar para o centro da plataforma, formando uma série de diferentes pontos de vista. Em Rotunda Esúdio de François Willèm (Fig. 37) – a modelo é posicionado no centro do espaço e alinhado a um prumo pendente do teto. Nas aberturas da parede, ao redor, estão distribuídas as cameras fotográficas.

Figura 37 - Rotunda Esúdio de François Willèm



Fonte: https://en.wikipedia.org/wiki/File:Rotonde_Will%C3%A8me.JPG

Numa segunda etapa, as imagens dos filmes negativos eram projetadas ampliadas com uma lanterna mágica, individualmente sobre uma tela branca, e a partir da projeção transferidas através de um pantógrafo para um cilindro de argila. Os contornos das figuras (silhuetas) deveriam ser transferidos sequencialmente em angulações de 90 graus, e sendo que a massa de argila deveria ser rotacionada sobre uma base cujas marcações angulares também correspondiam às mesmas dispostas na sala sob o modelo (Figs. 38a e 38b).

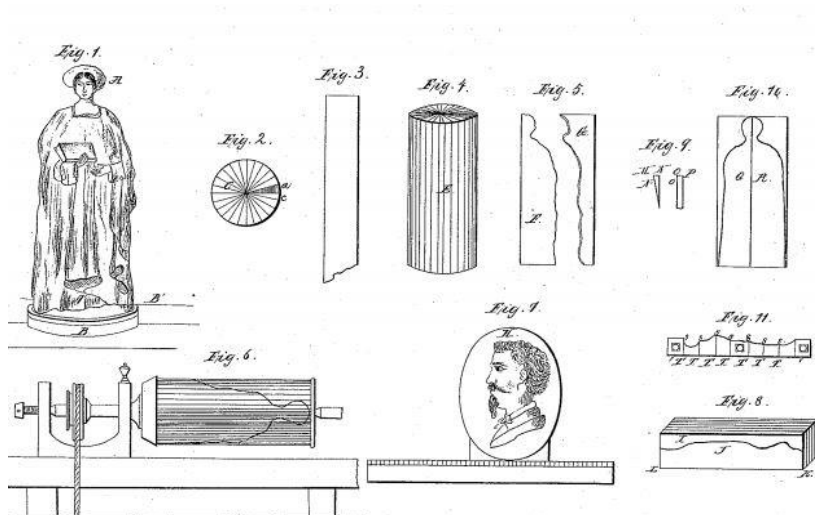
Na fase final, as projeções eram novamente utilizadas individualmente, porém serviriam de guias para que escultores e modeladores intervissem no acabamento de detalhes finos e dobras das vestimentas.

Figura 38a - Processo de Fotoescultura – transferência da projeção para a argila



Fonte: Art Journal 16 p.144

Figura 38b - Processo de Fotoescultura – transferência da projeção para a argila



Fonte: Art Journal 16 p.144

Figura 39 – Produção de foto escultura não finalizada



Fonte: <https://onthisdateinphotography.com/2017/05/27/may-27/>

Neste primeiro exemplo de foto escultura (fig. 39), apresenta-se um processo de reconstrução da forma a partir da multiplicação dos planos, operação que inicialmente fragmentou a tridimensionalidade numa série diferencial de pontos de vista (perspectivas).

Como vimos no tópico sobre a categorização das séries ópticas, Schröter entende que a *virtualização* corresponde à dissociação entre forma (informação) e matéria, e no caso da computação está diretamente relacionada à separação entre lógica (processo computacional) e memória física de armazenamento.

Por essa via conceitual, ainda que o método de Willème não utiliza formalizações matemáticas, Jens Schröter considera a foto escultura (processo e resultado) como manifestação inicial da série das ópticas virtuais:

“Even though this may sound somewhat startling at first — photo sculpture is an *early manifestation of the series of virtual optics*. Fragmenting the whole into parts, reconstructing these parts and subsequently touching up the sculpture clearly reminds us of today’s frequently used methods of digitizing signals, reconstructing them and minimizing those glitches that occur during the process of reconstruction (‘aliasing’). Digitizing or the digital are far from being identical with the binary system operative today in computers, even though nowadays the two are often considered one and the same. Initially, digital only means that a discrete code is being used (defined in this way, the alphabet is digital), or that a signal is being changed into discrete sample values.”⁵⁶ (SCHRÖTER, 2014, p. 108)

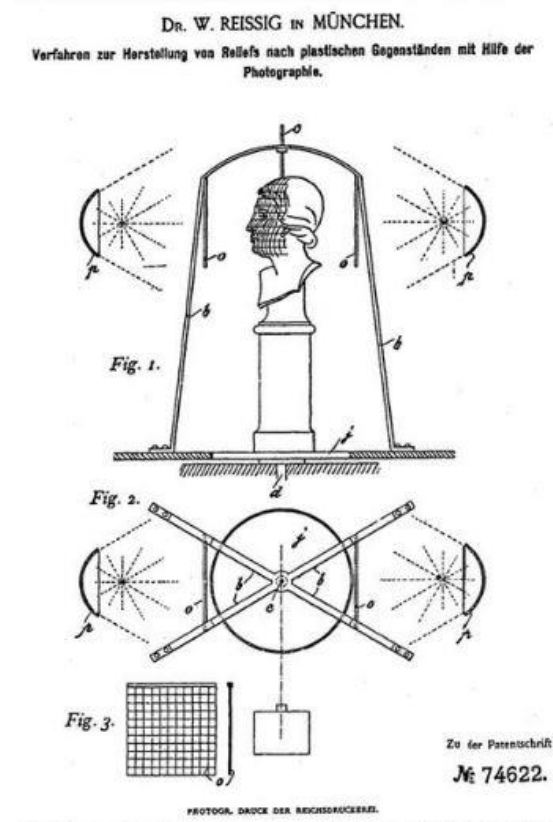
Assim como Friedrich Kittler utilizou a quantização informacional de Claude Shannon para analisar o desenvolvimento das mídias ópticas, aqui Schröter coloca em prática o enquadramento *virtual* das séries ópticas por viés teórico semelhante; identificando a simetria operacional que ocorre entre os processos de digitalização computacionais, tomadas fotográficas, e reconstrução da materialidade espacial, Schröter centraliza a questão da amostragem, codificação e transporte das informações entre os meios — desvinculação entre forma e matéria, independente do binarismo computacional.

⁵⁶“Mesmo que possa parecer surpreendente à primeira vista — a foto escultura é uma das primeiras manifestações da série das ópticas virtuais. Fragmentar o todo em partes, reconstruir essas partes e, subsequentemente, retocar a escultura claramente nos lembra dos métodos atuais de digitalização de sinais, reconstruindo-os e minimizando as falhas que ocorrem durante o processo de reconstrução (‘aliasing’). Digitalização ou o digital estão longe de ser idênticos ao sistema binário que hoje opera nos computadores, embora os dois sejam muitas vezes considerados a mesma coisa. Inicialmente, o digital significa apenas que se utiliza um código discreto (definido dessa forma, o alfabeto é digital), ou que um sinal está sendo alterado para valores de amostra discretos.”

Patenteado por W. Reissig em 1890, um outro método buscou evitar o processo mecânico de reprodução e acabamento manual da escultura. Segundo a descrição de Reissig (REISSIG 1893 apud SCHRÖTER 2014), um busto ou pessoa era atingido por um padrão luminoso (grade de linhas paralelas) o qual formaria contornos ou linhas sobre a superfície (fig.40).

A grade projetada e suas distorções servia apenas como guia para um segundo processo manual de coloração que cobria o busto com uma distribuição de zonas de tons, de acordo com o padrão das linhas e relevo da própria peça. Posteriormente, o busto sombreado era fotografado frontalmente, e a imagem plana seria reprojetaada sobre uma emulsão fotográfica especial (dicromato de potássio) que expandia relevos de acordo com a intensidade da luz refletida. Em suma, este método utilizava um sistema óptico fotográfico e químico para automatizar o processo de transferência e gravação apenas de relevos, e não esculturas completas em termos tridimensionais.

Figura 40 – Desenho mostrando o método da patente de W. Reissig



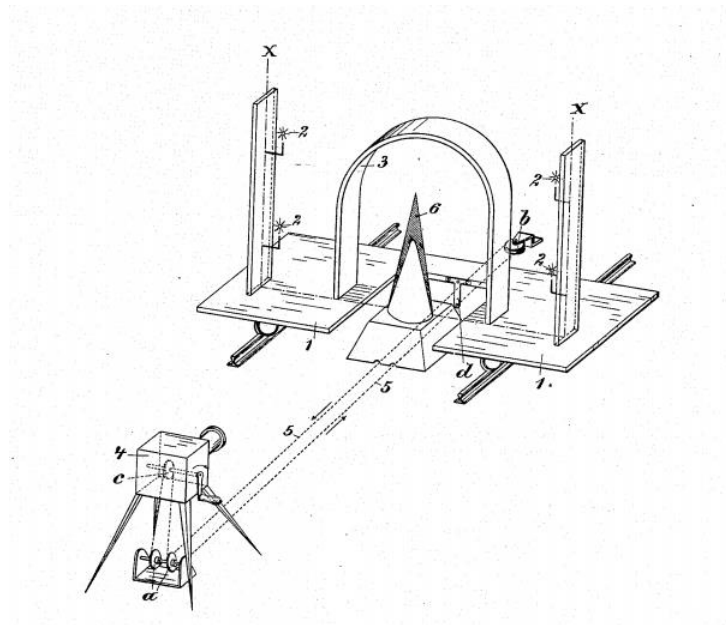
Fonte: SCHRÖTER 2014

O *Dispositivo de fotoescultura para a reprodução de formas corporais por meios fotográficos* foi um dispositivo patenteado em 1898 pelo alemão Willy A. C. Selke e que também utilizava o processo fotográfico e fragmentação por secções luminosas ⁵⁷. A diferença neste processo é que as imagens eram registros cinematográficos do movimento de um perfil luminoso que “escaneava” o relevo do motivo tridimensional (corpo ou objeto). A produção do relevo era realizada pela ampliação das imagens que eram recortadas em papelões espessos, e coladas

⁵⁷ Uma demonstração de processo similar desenvolvido no século XX (1939) pode ser visualizado em: https://www.youtube.com/watch?v=jS_rcwG9mxU

umas sobre as outras para a obtenção de um relevo com bordas escalonadas gradualmente (Figs. 41 e 22).

Figura 41 - Diagramas - recorte dos perfis sobre a argila - patente registrada por François Willeme



Fonte: <https://patentimages.storage.googleapis.com/75/72/43/ee85c788a2a1f5/US43822.pdf>

Figura 42 - Diagrama - dispositivo de Willy Selke - descrito em patente (1898)



Fonte: <https://patents.google.com/patent/US675417A/en?inventor=Willy+Alfred+Carl+Selke>

Nestes processos do século XIX, a extração e acúmulo de contornos lineares (bidimensionais) definiam uma estrutura tridimensional (escultura) pelo empilhamento em camadas de múltiplas secções planares. No mesmo período, o uso do traço como instrumento de visualização científica, metereológica, geográfica e principalmente estatística, demandava novas formas de atravessamento do plano da perspectiva, buscando a visualização dos entrelaçamentos complexos, variáveis distribuídas e os acréscimos da dimensão temporal.

De forma inversa a foto escultura, por exemplo, e com o objetivo de registrar as camadas do relevo no plano bidimensional, o mapa topográfico de contornos organizava e representava desde o século 18 a estratificação de superfícies pela representação gráfica de contornos lineares fechados.

VISUALIZAÇÃO IV: ESPAÇOS TRANSPLANARES DO MOVIMENTO

4.1 VISUALIZAÇÕES INTERSTICIAIS

Antes de pensar unicamente sobre a forma tecnológica propriamente dita, nas últimas décadas nossa produção artística tem refletido sobre uma relação triádica entre corpo, memória e espaço⁵⁸. A presença do corpo encenado, a apropriação dos espaços arquitetônicos e a memória que se constrói enquanto rememoração e passagem das imagens, são todos elementos nucleares que relacionamos em nossos trabalhos, por diversos suportes, desde desenho, fotografia, audiovisual, instalações e interfaces digitais.

Neste capítulo, descreveremos brevemente alguns projetos específicos sobre visualização digital artística, que realizamos entre os anos 2005 a 2013. Observamos que apesar dos seus processos terem sido finalizados antes mesmo da proposição desta tese, ainda assim estabeleceremos algumas conexões conceituais com as poéticas analisadas especialmente no capítulo 2, e ainda apontaremos como suas práticas foram bases tecnológicas referenciais para o desenvolvimento de algumas das obras e plataformas *work in progress* que serão discutidas no próximo capítulo.

4.2 CORES MOTORES

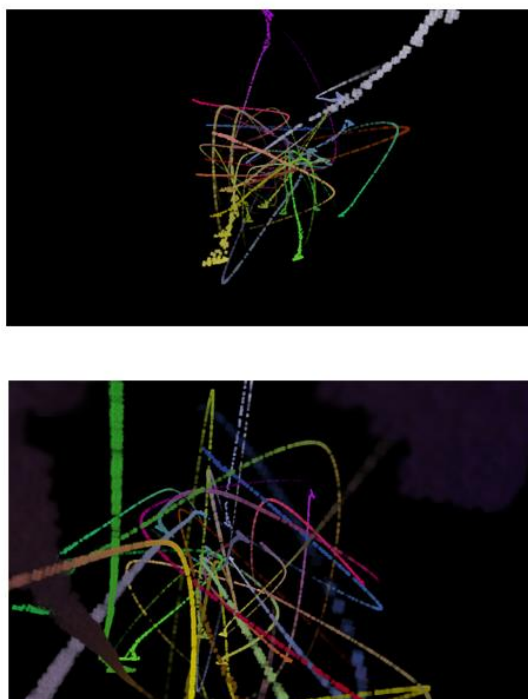
No trabalho *Cores Motores*, projeto apresentado exclusivamente no

⁵⁸ Os temas foram explorados principalmente nas instalações *Párbola*, *Elipse*, e na interface digital *Hipérbole*, desenvolvida como projeto de mestrado na ECA -USP.

Festival Internacional de Linguagem Eletrônica (FILE -2005)⁵⁹, elaboramos um dispositivo híbrido óptico computacional através do qual imagens do tráfego urbano eram capturadas, recodificadas e transmitidas em “tempo real” para serem visualizadas na forma de fluxos cinéticos de partículas multicoloridas (Fig. 43). A motivação conceitual de *Cores Motores* estava relacionada ao uso da visualização enquanto modo alegórico de reconstrução artificial do visível, e como estratégia de mediação capaz de evidenciar as transações informacionais invisíveis e distribuídas pelos dispositivos urbanos de vigilância.

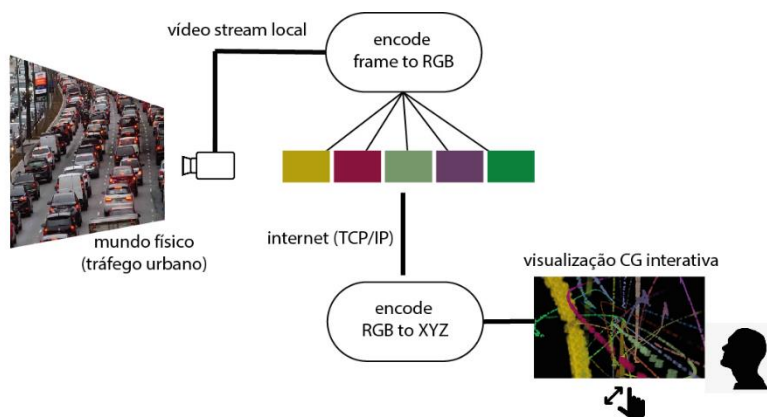
O arranjo tecnológico de nosso dispositivo (Fig. 44) contava com dois pontos conectados por rede internet. No primeiro ponto, havia um software que produzimos para extrair e transmitir sequências contínuas de códigos de cor RGB, a partir dos frames de streaming capturados ao vivo pela camera.

Figura 43 - Screenshots Cores Motores



59 Para consulta sobre as obras do FILE-2005, ver <https://file.org.br/book/hipermedia/?lang=pt>

Figura 44 - Diagrama dispositivo Cores Motores



Fonte: imagem do próprio autor

No segundo ponto, um outro software recebia os códigos de cor, e traçava um objeto interativo e dinâmico de visualização, composto por tramas e fluxos de partículas tridimensionais. No local de exposição, o interator poderia visualizar e manipular o modelo transplanar com transformações de rotação e escala, contando com recursos para modificar os pontos de vista sobre o objeto dinâmico, mas no entanto sem ter acesso a qualquer informação sobre as imagens ópticas, que eram as reais matrizes geradoras da visualização em andamento.

Sobre *Cores Motores*, encontramos aqui *a posteriori* outro aspecto de sua poética que engaja o sensório, mesmo que por mediação, e o transduz em código, eletricidade, e novamente em luminosidade que convida para a próxima experiência sensório motora. O visualizar tecnológico propõe o investimento do corpo presente, daquele que interage, manipula e vasculha o espaço abstrato tridimensional, guiado pelas traços de cores moventes, que por fim são caminhos sem origem visível.

4.3 MOBIMESH

O software artístico de visualização intitulado *Mobimesh* foi elaborado como nossa parcela colaborativa no projeto *Inmobility*,⁶⁰ conjunto de obras que tem sido desenvolvido pela artista e pesquisadora brasileira Luisa Paraguai. Na concepção conceitual do seu projeto, Luisa tem proposto formas de apropriação perceptiva sobre a paisagem, e os requisitos de *Mobimesh* foram baseados na sua própria experiência de trafegar pela cidade, levando também em consideração a sobreposição das camadas informacionais advindas das tecnologias móveis; o espaço híbrido é contemplado por ela na crítica sobre as mídias ocultas e na produção de imagens técnicas, dados de GPS ou streaming de audiovisuais emergentes que circulam pelas redes distribuídas.

Neste contexto de pesquisa, projetamos e implementamos na linguagem Java uma interface (Fig. 45) que apresentava dois formatos de visualização inter-relacionadas: o formato superior apresentava o agenciamento algorítmico do software sobre imagens extraídas de um conjunto fotográfico produzidos por nós, enquanto o quadro inferior operava a construção de grafos em triangulações. Atualmente há um registro online⁶¹ que exemplifica os eventos mediados pela interface.

Mobimesh foi projetado enquanto software artístico executável em

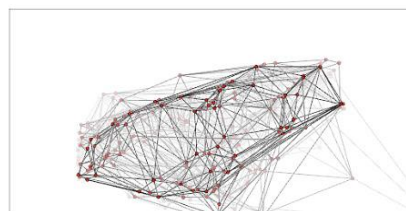
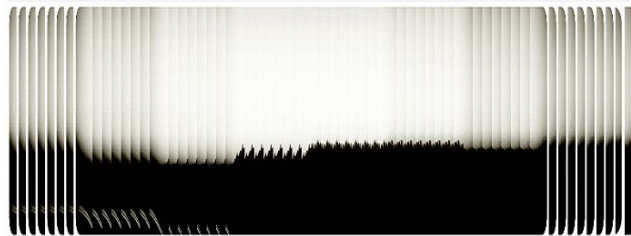
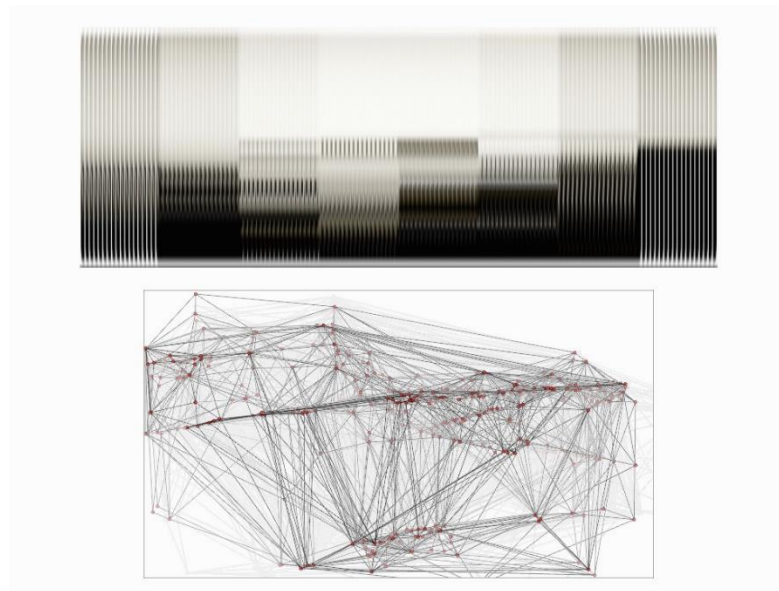
⁶⁰ A versão *Inmobility: mobimesh* foi apresentada publicamente no Festival Internacional de Linguagem Eletrônica (São Paulo,). Para descrição ver: <https://file.org.br/artist/luisa-paraguai-paulo-costa/?lang=pt>

⁶¹ Um vídeo registro sobre o agenciamento da plataforma pode ser acessado em: <https://vimeo.com/59322129>

diversas plataformas. A principal fonte de dados deste trabalho foram imagens apropriadas em “tempo real”, a partir da captura (RTMP *sniffing*) dos *streamings* de vídeo gerados por câmeras privadas (a maioria acessíveis no portal online G1) responsáveis pelo monitoramento do tráfego urbano em várias cidades do país.

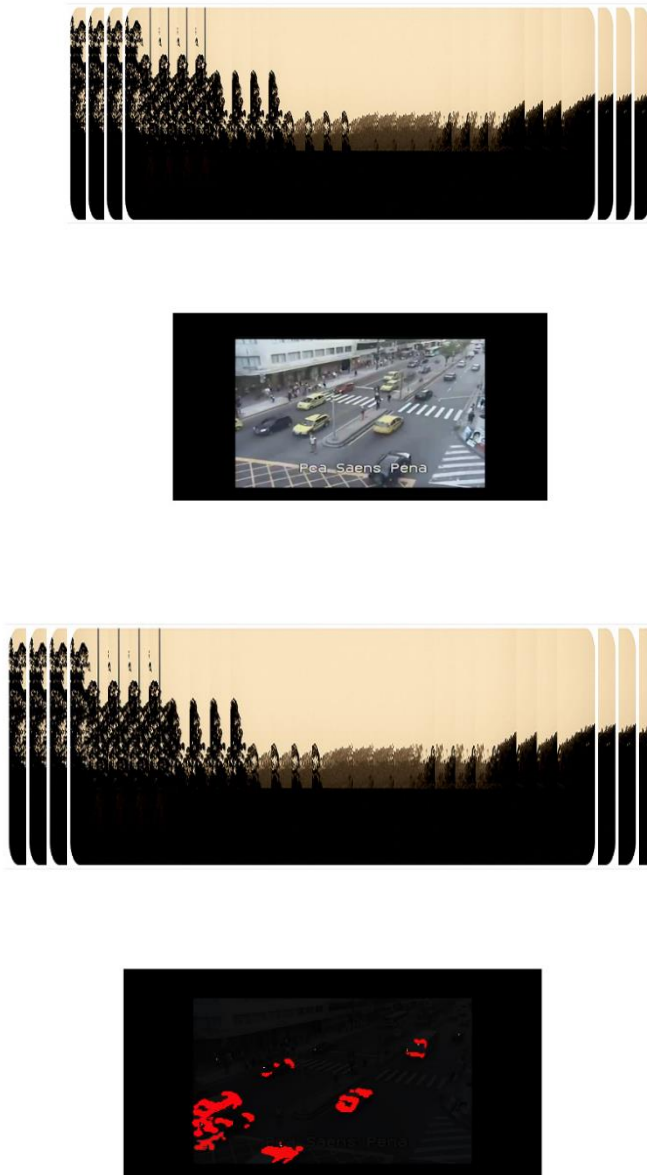
Utilizamos um algoritmo de visão computacional para processar e analisar o fluxo óptico (*optical flow*) existente entre os *frames* dos vídeos, pois necessitamos obter dados sobre a posição e velocidade dos carros visualizados numa escala correspondente ao quadro bidimensional das imagens. A implementação do software permitiu a segmentação visual de contornos (*blobs*) - Fig.46 e consequente rastreamento (*tracking*) dos deslocamentos dos veículos, dentro do limite referencial dados pelos pixels contidos em cada frame de vídeo analisado.

Figura 45 - Corte de imagens e diagrama dinâmico



Fonte: imagens do próprio autor

Figura 46 - Imagem de câmera de vigilância e destaque em vermelho: a segmentação dos carros em movimento



Fonte: Imagens do próprio autor

A partir do rastreamento espaço temporal das imagens, tínhamos que a identificação de cada veículo em movimento possibilitou a plotagem dinâmica de suas posições, e a renderização de linhas componentes de um diagrama, uma estrutura

móvel que nos permitia visualizar as intensificações dos fluxos e relações espaciais em constante metamorfose.

Os eventos exibidos no primeiro quadro da interface também estavam relacionados às intensidades dos fluxos, pois as informações sobre quantidade e velocidade dos veículos foram utilizadas por um outro algoritmo, que foi implementado para segmentar e replicar fatias verticais da imagem; neste caso, as espessuras dimensionais e incidências das repetições nas imagens também formavam uma estrutura diagramática cujas relações espaciais intrínsecas significavam as dimensões temporais dos deslocamentos veiculares conectados numa única malha (*mesh*).

No projeto Mobimesh, fundada na relação sinérgica entre duas visualizações distintas, a simultaneidade de eventos amparava a formação icônica complexa, diagrama que significava estados metamórficos do fluxo urbano, e de suas aparências mediadas pelo dispositivo óptico, telemático e algorítmico. Sem dúvida, aqui podemos dizer que a visualização do movimento relacional estava no centro da poética, mas ainda houve mais no resgate não autorizado das imagens técnicas, na imaginação algorítmica que desenhava derivas, no agenciamento geométrico da visibilidade que nos revelava paisagens sempre novas, e sempre efêmeras.

4.4 PERLINMESH

Neste e próximo tópico, abordaremos dois projetos de visualização, ambos produzidos com suporte tecnológico composto por algoritmos computacionais, e o sensor RGB-D *Microsoft Kinect*, dispositivo para rastreamento biométrico e

profundidade espacial.

Como vimos no capítulo anterior, o sensor do tipo RGB-D é a combinação entre câmera convencional (RGB) e sensor de profundidade (*depth sensor*), que é capaz de fornecer medidas sobre distâncias espaciais para cada pixel de imagem capturada; no trabalho intitulado *Perlin Mesh*, utilizamos o *Kinect* que é um sistema RGB-D de baixo custo, equipamento capaz de adquirir dados transplanares, e produzir mapas informacionais sobre a profundidade espacial (*depth map*) da cena.

O projeto *Perlin Mesh* foi nossa primeira experimentação em visualização transplanar na qual capturamos aspectos tridimensionais de uma encenação performática (Fig.47). Enquanto registro do processo, observamos que os dados capturados não configuravam exatamente um modelo tridimensional computacional – de fato, o que tratamos foi uma lista de valores, números que representam o brilho de cada pixel (unidade de imagem digital) presente nos mapas de profundidade.

Nossos modelos tridimensionais foram reconstruídos a partir dos mapas de profundidade, pela utilização de software customizado que convertia as correspondências entre os valores dos pixels ($x, y, \textit{luminosidade}$) em vetores espaciais ($x, y, \textit{profundidade}$). Em resumo, as informações transplanares geométricas foram extraídas a partir das informações de sensoriamento fornecida pelo equipamento.⁶²

⁶² O acesso aos dados de sensoriamento também estão vinculados a uma biblioteca de software que faz interfaceamento entre os streams despachados pelo dispositivo e os drivers da plataforma de desenvolvimento. Nesse projeto utilizamos o framework OpenNI que foi descontinuado após a empresa desenvolvedora (Primesense) ter sido comprada pela Apple em 2013. Atualmente existem alternativas de bibliotecas open-source para acesso aos dispositivos Kinect V1 e V2, além dos SDKs desenvolvidos pela própria Microsoft.

Figura 47 - Perlindraw - Visualização do modelo tridimensional reconstruído a partir do mapa de profundidade - depth map - capturado pelo sensor Kinect. Em vermelho: malha de triângulos (mesh) e vértices (pont cloud) elementos construtivos do modelo.



Fonte: imagem do próprio autor

Na denominação *PerlinMesh*, fizemos referência ao algoritmo conhecido como *Perlin Noise*,⁶³ o qual utilizamos na implementação das funções que traçavam linhas entre os vértices da malha (*mesh*); sabendo que o algoritmo geraria espécies

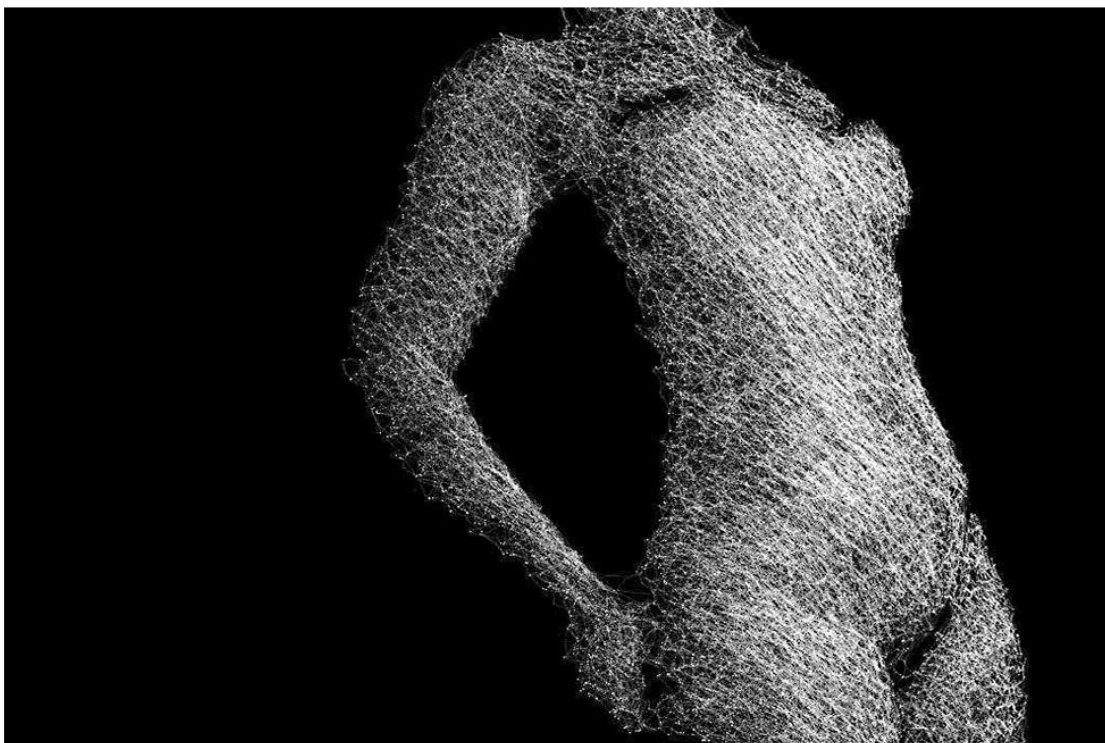
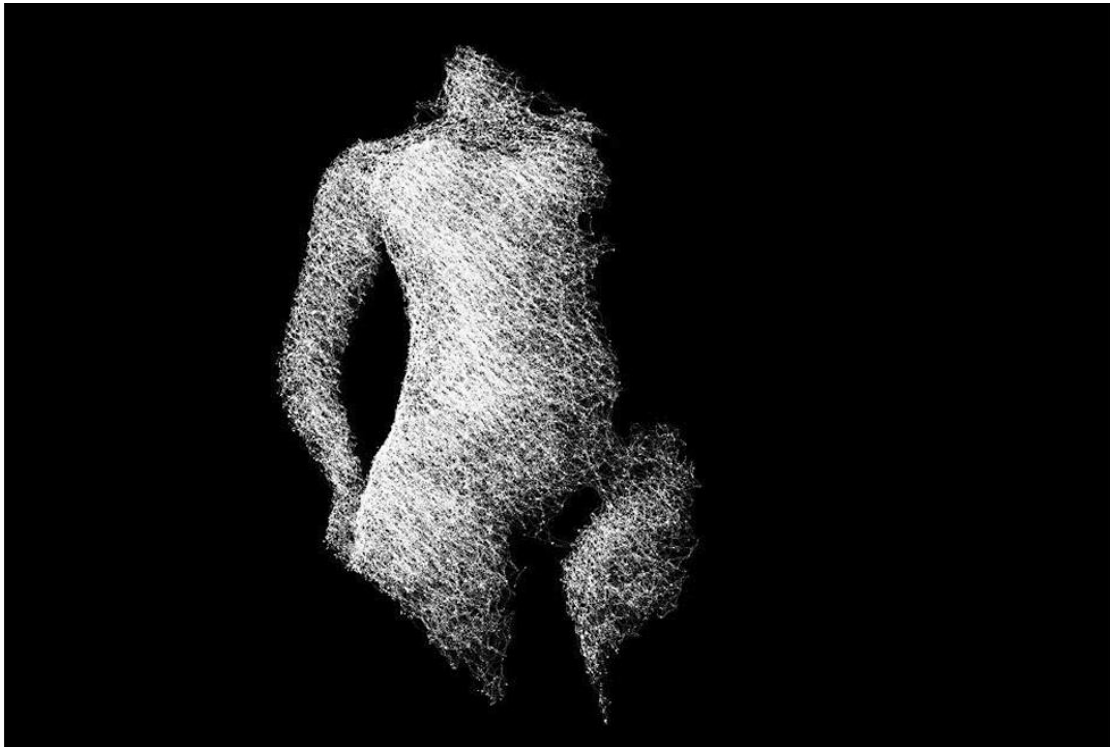
⁶³ O algoritmo foi criado em 1983 pelo matemático e cientista da computação Kenneth H. Perlin.

de valores aleatórios, porém harmônicos (Figura 48), inserimos suas funcionalidades para a produção de uma trama que não fosse desenhada por linhas retas, e que portanto aparentasse textura e organicidade.

Nossa prática artística, mesmo antes das produções digitais, tem experimentado com a criação de imagens híbridas, investigando processos que inserem o desenho, traço e gesto nas superfícies das imagens técnicas.⁶⁴ Contando com a possibilidade da visualização transplanar digital, em *PerlinMesh* conservamos essa investigação sobre a poética do traço, buscando a diferença experimental no rastro da linha algorítmica, no movimento que reconstruiu a teia do corpo, liberando as vistas sobre a superfície tênue, visualizando o ruído sem volume aparente e emerso do espaço-vetor.

⁶⁴ A descrição sobre alguns trabalhos publicados em suportes analógicos e ópticos como fotografia, vídeo e cinema pode ser acessada em <http://www.navax.net.br>

Figura 48 - Perlindraw: exemplos de visualização da malha redesenhada por código gerativo



Fonte: imagem do próprio autor

4.5 KINOGEOM

No projeto *Kinogeom*, exploramos as capacidades biométricas do sensor *Kinect* para investigar a produção e a visualização transplanar digital de um espaço geométrico diagramado estruturalmente sobre o corpo movente.

Sabemos que durante o século XX muitas pesquisas e obras emergiram dos encontros entre as artes do corpo e as tecnologias de multimídias e computacionais; situando nosso trabalho neste contexto, apontaremos adiante algumas estratégias de possibilidades atualizadas neste campo de criação.

Inicialmente, observamos que as estratégias situadas na ebulição das vanguardas modernas tem sido apontadas como singularidades importantes no tema das relações entre geometrismo e performance corporal. Por exemplo, o performer e pesquisador Steve Dixon (1956) sugere que o trabalho do designer e coreógrafo Oskar Schlemmer (1888-1943), docente da escola Bauhaus desde 1923, foi pioneiro nas artes que integraram corpo e espacialização geométrica:

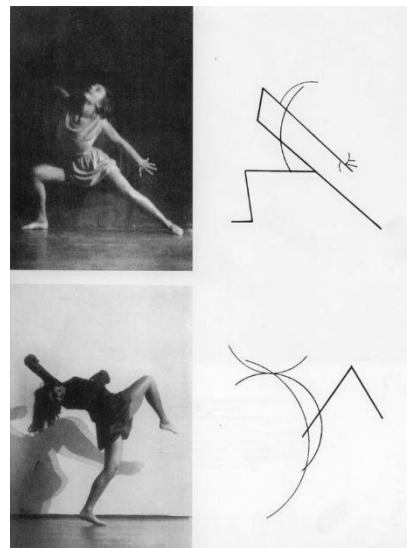
“Schlemmer’s radical reorientation of the topography of the body in space, and its reduction to two-dimensional planes equates with the reconfiguration of the dancing body within digital environment and cyberspace.” ⁶⁵
(DIXON, 2007, p.39)

As formas e figurinos (Fig. 49) utilizados por Schlemmer em seu *Balé Triádico* (*Triadisches Ballet*, 1922) realmente resumem um espaço euclidiano, ou

⁶⁵ Tradução nossa: “A reorientação radical da topografia do corpo no espaço de Schlemmer, e sua redução a planos bidimensionais equivalem à reconfiguração do corpo que dança dentro do ambiente digital e ciberespaço.”

kandinskyano, composto por ponto, linha e plano; Dixon especula ainda que a bidimensionalidade do espaço reorientado por Schlemmer, a redução da “topografia” do corpo ao plano, equivale à reconfiguração do corpo quando dentro do ambiente digital.

Figura 49- Figurinos criados para o *Triadisches Ballet* de Oskar Schlemmer (esquerda) e Diagramas de Wassily Kandinsky sobre fotografias da dançarina Gret Palluca (direito)



Fonte: https://www.wikiwand.com/pt/Bale_Triadico_de_Bauhaus

Fonte: <http://thephilosophersmeme.com/2017/12/04/kandinsky-and-loss/>

Entendemos que o comentário de Dixon não intencionou uma problematização do espaço digital enquanto redutor de possibilidades, ao contrário, pensamos que ao dizer “reconfiguração” Dixon aponta para modos de expansão que hibridizam o corpo à topografia do espaço unidimensional LEGRADY iano.

Podemos especular que a vista frontal e planar do real *Balé Triádico* pode ter proporcionado aos seus espectadores uma experiência óptica equivalente à

observação de um quadro cujos elementos geométricos abstratos estariam em movimento; e de fato, no contexto da escola Bauhaus mesmo foi que o pintor e professor alemão Wassily Kandinsky (1866-1944) apontou para as possibilidades estéticas de uma “dança-arte do futuro” ⁶⁶, e inspirado pela dança vigorosa e oscilante de Gret Palluca (1902,-993) criou diagramas lineares em diagonais para analisar e visualizar o corpo em movimento.⁶⁷ (FUNKENSTEIN, 2007)

Por outro lado, para além do modo bidimensional, e para contradizer Dixon, concluímos que é possível que essa mesma experiência óptica tenha sido mais intensa, se visualizarmos com os olhos de quem se desloca no espaço, observando as translações, rotações, e volumes dos figurinos em movimento.⁶⁸

Após a metade do século XX, a tecnologia digital definiu os métodos interativos de visualização analítica, principalmente com a emergência das plataformas hipermídia na década de 1990, e com as novas possibilidades de conjugar composições híbridas compostas por imagens rasterizadas e gráficos computacionais.

Relacionada às artes performativas, uma das produções digitais marcantes do período foi *Improvisation Technologies: A tool for the Analytical Dance Eye*, CD-ROM hipermdiótico publicado pelo ZKM (Centro Karlsruhe de Arte e Mídia)

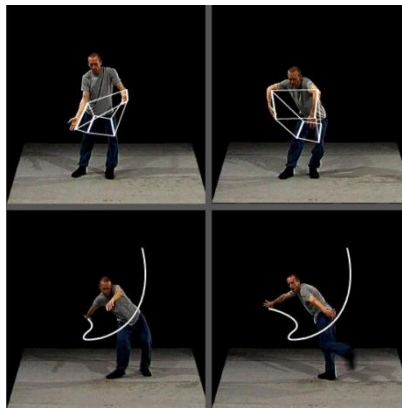
⁶⁶ Do original “*der tanz der Zukunft*”, mencionado por Kandinsky na obra “Do espiritual na arte”. (HUXLEY, 2017)

⁶⁷ Susan Funkenstein observou que apesar de ter utilizado apenas quatro fotos de Gret Palluca para a elaboração do artigo “Curva na dança”, Kandinsky já conhecia as coreografias da dançarina, e as linhas diagonais encaminhavam a visualização da oscilação entre orientações verticais e horizontais, relações entre estados quentes e frios, segunda a teoria de caráter relacional binário de Kandinsky. (FUNKENSTEIN, 2007, p. 396)

⁶⁸ Para a proposta de visualização do Balé Triádico, experimentar em:
<https://www.youtube.com/watch?v=Z3M21tYbQQM>

em 1999, e com autoria do coreógrafo e educador estadunidense William Forsythe (1949). Pedagógica em sua essência, a obra apresentava uma série de 60 vídeos que utilizavam animações computacionais e formas geométricas para auxiliar na visualização e explicação dos princípios teóricos, vocabulário coreográfico e técnicas de improvisação elaboradas por Forsythe (Fig. 50).

Figura 50- Cenas dos vídeos produzidos pelo coreógrafo William Forsythe para o CD-ROM *Improvisation Technologies*



Fonte: https://www.williamforsythe.com/filmspaces.html?&no_cache=1&detail=1&uid=42

Durante os anos 90, uma terceira e importante contribuição para o campo da visualização na dança emergiu das experimentações em computação gráfica, e coreografia, principalmente nos trabalhos de dançarinos como Merce Cunningham (1919-2009) e Bill T. Jones (1952), que foram pioneiros no uso do sistema de rastreamento (*tracking*) e captura de movimentos, em parceria com os artistas Paul Kaiser (1937) Shelley Eshkar (1970), fundadores da empresa *Riverbed Media*.

Na emergência da dança digital, as ferramentas digitais utilizadas na captura partiam de um conjunto de múltiplas vistas, onde uma dezena de cameras instaladas no estúdio⁶⁹ registravam exclusivamente os sinais luminosos refletidos

⁶⁹ Realizadas em fevereiro de 1999, enquanto etapas preparatórias para a obra BIPED, as

por marcadores fixados nas juntas e partes do corpo dos dançarinos; no processo, a captura e visualização da dança digital ocorriam simultaneamente.

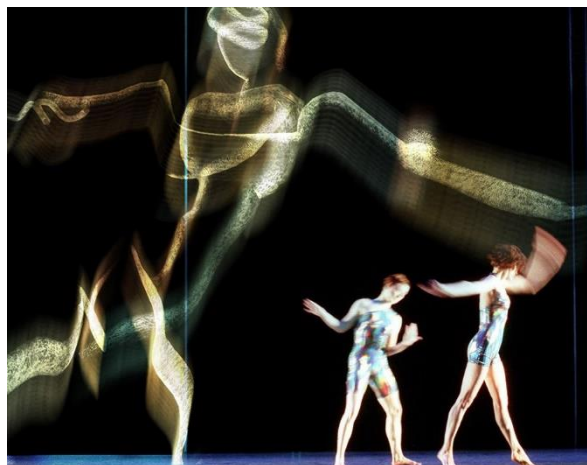
Nos sistemas passivos de rastreamento, há um arranjo especial onde as câmeras registram apenas o brilho refletido pelos marcadores revestidos com material retroflexivo. Em tempo real, os sinais luminosos são processados computacionalmente para o cálculo e coordenadas no espaço tridimensional, considerando a multiplicidade de posições cartesianas e quantidades fotométricas dos marcadores.

Nas peças de dança digital *BIPED*,⁷⁰ coreografada por Merce Cunningham em 1999, e *Ghostcatching*, executada por Bill T. Jones no mesmo ano, os artistas Kaiser e Eshkar utilizaram esses dados de captura para animarem e desenharem bailarinos virtuais tridimensionais, personagens cujas qualidades visuais fugiam das estruturas geométricas euclidianas, pois aparentavam ser desenhadas à mão (Fig.51).

sessões de captura computacional dos movimentos coreografados por Cunningham utilizaram um array de 10 câmeras, e foram realizadas em Nova Iorque, pelo *Modern Uprising Motion Caption Studios*. (ABOUAF, 1999)

70 Como aponta Steve Dixon, o nome da peça foi apropriado a partir do software *Biped* criado por Michael Girard e Susan Amkraut. Demonstrado inicialmente no SIGGRAPH (1995), prestigiado congresso científico sobre computação gráfica, *Biped* foi um software de animação computacional de personagens cuja característica principal foi a possibilidade de simulação de ações e reações físicas e naturais entre membros dos esqueletos corporais (cinemática inversa) e objetos. Cunningham de fato utilizou o software *Biped* para a animação dos bailarinos virtuais, que na apresentação inaugural de 1999 foram ampliados e projetados sobre a dança realizada simultaneamente por bailarinos vivos.(DIXON, 1997). Uma apresentação atualizada da obra BIPED pode ser vista em: https://www.youtube.com/watch?v=o9BiF_6gt40

Figura 51 - Cenas do espetáculo BIPED de Merce Cunningham com projeções das animações realizadas pela Riverbed Media



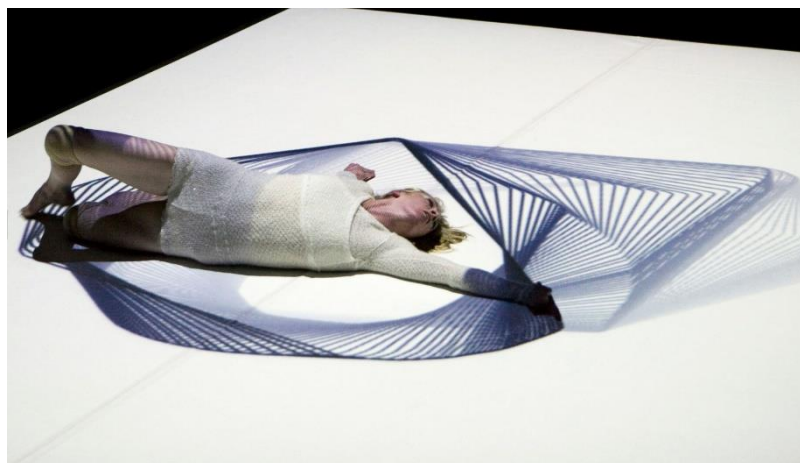
Fonte: http://www.wikidanca.net/wiki/index.php/Merce_Cunningham

Nas últimas décadas, as tecnologias de captura de movimento foram amplamente aperfeiçoadas por diversos fatores como o aumento da capacidade computacional de processamento gráfico, velocidade na transferência e armazenamento de dados, novos tipos de sensoriamento, e implementação de aplicações no campo da Visão Computacional e Inteligência Artificial.

Se por um lado, o estado tecnológico avançado abriu possibilidades importantes para a grande indústria da publicidade e do cinema “mainstream”, por outro, o barateamento do custo de certos equipamentos, e a produção de plataformas ou bibliotecas de softwares não comerciais favoreceram a produção independente e criação experimental em artemídia .

Foi no meio da arte independente, que diversos coletivos pertencentes ao campo da dança e performance interativa, tais como *Troika Ranch* (EUA), *Dumb Type* (Japão) e *Chunky Move* (Austrália) desenvolveram seus próprios equipamentos de sensoriamento e softwares customizados para o processamento de imagem (Fig. 52).

Figura 52 - Cena do espetáculo Glow (2006) , do grupo Chunky Move



Fonte: <https://cmarchive.net/list-of-works/glow>

Revisando esse contexto tecnocultural, retomaremos algumas considerações sobre *Kinogeom*, observando inicialmente que desenvolvemos esse software como dispositivo integrante de *Corpo Cinesis*⁷¹, um projeto de dança e performance audiovisual ao vivo concebido e dirigido pelo artista e pesquisador pela ECA/USP, Dr. Almir Almas, e apresentado no *Performa Paço*, evento realizado no Paço das Artes da USP (São Paulo) em 2013.

Segundo o diretor, em entrevista realizada pela pesquisadora Paloma Oliveira, a chave principal deste trabalho residia num dispositivo estético-poético configurado

71 O trabalho intitulado “Corpo Cinesis” foi apresentado no Paço das Artes da cidade de São Paulo (Brasil) durante o seminário internacional “Arranjos Experimentais” | Cultura Numérica Audiovisual” – “Performa Paço” – evento coordenado pela professora Patrícia Moran, pelo LAICA (Laboratório de Investigação e Crítica Audiovisual), do Programa de Pós-graduação em Meios e Processos Audiovisuais e pelo Departamento de Cinema, Rádio e Televisão da Escola de Comunicação e Artes da Universidade de São Paulo. A equipe dirigida por Almir Almas contou com a presença de Roger Bacoom (trilha), Rogério Borovik (VJ), Paulo Costa (programação), Emile Sugai (Butoh), Ana Rosa (still), grupo de capoeira Ceaca: Mestre Griot AlcidesLima, Mestre Dorival Santos, Rodrigo Martins Pança, Fábio Rocha Soneca, Sílvia Gonsales e Valter de Souza.

enquanto mistura entre matrizes culturais da África, Japão e Brasil; sendo assim, o espetáculo foi uma espécie de diálogo que trazia elementos da dança, do jogo do brincar, corpo em movimento e interação entre o corpo da Capoeira e o corpo do Butoh.

A proposta de Almir Almas para *Corpo Cinesis* foi apresentar um diálogo corporal entre dois dançarinos, sendo que ao vivo estavam os mestres capoeiristas, que jogavam com os os movimentos a dançarina de butoh, artista ausente fisicamente, e presente apenas na projeção do audiovisual que havia sido registrado em outro momento . Além disso, numa segunda tela de projeção, surgiam também o resultado das performances ao vivo dos Vjs (Almir Almas e Rogério Borovik) que faziam as mixagens de imagens gravadas e capturadas no local, além do músico (Roger Bacon) que produzia a trilha em tempo real.

Considerando suas características cinéticas, o aspecto interativo do trabalho foi sugerido pelo diretor:

Nesta obra coloco também o desafio de estabelecer um diálogo entre os corpos que dançam e o registro que deles se faz e se inscreve na tela. Nesse sentido, propus experimentar interfaces de captação de movimentos e sua inscrição na tela. O registro de movimentos (através de interfaces de sensores e programação computacional) geram em tempo real gráfico abstratos que dialogam com a essência do movimento dos performers capoeiristas, em seu diálogo com a dançarina de Butoh. (ALMAS, 2016, p. 171)

Nossa participação em *Corpo Cinesis* foi justamente o projeto e implementação de dispositivo para a geração desses gráficos abstratos mencionados pelo diretor. Para tanto, como observamos anteriormente, utilizamos

o sensor *Kinect* como ferramenta de captura de movimentos e geração de visualizações gráficas; a seguir descreveremos suas funcionalidades e modos de aplicação nessa performance.

Kinect foi lançado no mercado de jogos digitais, juntamente com o console XBOX, inaugurando a inserção das tecnologias de reconhecimento de movimentos e voz no campo do entretenimento doméstico. Vimos no capítulo anterior sobre as diferentes tecnologias de sensoriamento espacial presentes nas três versões do sensor, e especificamente neste tópico veremos algumas propriedades técnicas do dispositivo referentes à captura de movimento.

O conjunto de hardware e software do *Kinect* compõem um sistema de interação pertencente à categoria das Interfaces Naturais, ⁷² ou tipos de interfaceamentos e controles invisíveis, que proporcionam uma relação transparente de interação física e aprendizagem entre usuário e dispositivo. No caso da interação com os jogos, o dispositivo embarcava um software de visão computacional, o qual segmentava (Fig. 53) as imagens para destacar as siluetas de até seis jogadores, e ainda identificá-los⁷³ segundo a estimativa de uma estrutura de esqueleto previamente definida.

72 O conceito inicial deste tipo de interface conhecido como NUI (Natural User Interface) foi introduzido na década de 1990 pelo cientista Steve Mann (1962), que já trabalha com interfaces vestíveis (wearable).

73 A implementação da identificação do esqueleto e gestos de calibragem foi realizada pela equipe da Microsoft Research. Com o auxílio de algoritmos de aprendizado de máquina, a equipe treinou um software de classificação (*decision tree classifier*), utilizando o *input* de milhares de imagens de pessoas executando movimentos cotidianos, acrobacias e mesmo de registros adquiridas pelos sistemas de motion capture na indústria de Hollywood. (WEBB; ASHLEY, 2012, ,p.7)

Figura 53 – Resultado da segmentação do corpo pelos algoritmos de visão computacional presentes no Kinect e OpenNI framework



As obras cinéticas que mencionamos neste tópico serviram de referência inicial para o nosso projeto, principalmente na adoção de elementos geométricos para representar a estrutura corporal no espaço; a referência estética direta e mais forte veio da obra notória intitulada *Nú descendo a escada (Nu descendant un escalier n° 2)*, pintura cubo-futurista finalizada em 1912 pelo artista francês Marcel Duchamp (1887-1968). Em termos visuais, da pintura extraímos referências para a elaboração de uma paleta de cores equivalentes às reproduções analisadas, e bem como a espacialidade decomposta em repetições de figuras geométricas sobrepostas, e linhas de prolongamentos contínuos (Fig. 54)

Figura 54 – “Nú descendo a escada” (Marcel Duchamp),1912
Óleo sobre tela, 147x89.2 cm



Fonte: <https://www.wikiart.org/pt/marcel-duchamp/nu-descendo-uma-escada-no-2-1912>

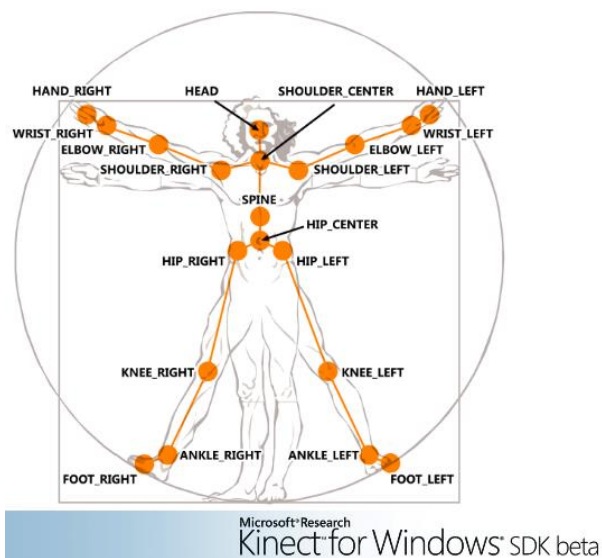
Para além da aparência, referenciamos o quadro também por sua linhagem analítica, por seu aspecto decompositivo e residual, que ao nosso ver visualiza as camadas de uma memória que é a própria experiência do movimento que dura no espaço, duração essa bergsoniana, e tão bem interpretada pelo filósofo Gilles Deleuze (1925-1995):

A duração pura apresenta-nos uma sucessão puramente interna, sem exterioridade; o espaço apresenta-nos uma exterioridade sem sucessão (com efeito, a memória do passado, a lembrança do que se passou no espaço já implicaria um espírito que dura). Produz-se entre os dois uma mistura, na qual o espaço introduz a forma de suas distinções extrínsecas ou de seus “cortes” homogêneos e descontínuos, ao passo que a duração leva a essa mistura sua sucessão interna, heterogênea e contínua. Desse modo, somos capazes de ‘conservar’ os estados instantâneos do espaço e de justapô-los em uma espécie

de 'espaço auxiliar'; mas também introduzimos distinções extrínsecas em nossa duração, decompomo-la em partes exteriores e alinhamos em uma espécie de tempo homogêneo. (DELEUZE, 1999, p. 31)

Na época da produção de nosso projeto *Kinogem*, utilizamos a interface alternativa de software presente na biblioteca gratuita de programação denominada *SimpleOpenNI*, através das funcionalidades dispostas pela biblioteca, tivemos acesso aos parâmetros que expunham os valores numéricos referentes à posição de cada junta pertencente ao corpo virtual, conforme a estrutura modelada pelo sistema *Kinect* (Fig. 55).

Figura 55 - Mapa do esqueleto configurado por juntas (*joints*) e membros (*limbs*) pelo sensor Kinect



Por exemplo, pela programação capturamos as coordenadas dos joelhos, ombros, mãos, pés, e a partir desses valores geramos as visualizações gráficas relacionadas às dimensões corporais e movimentos dos capoeiristas. Em nosso projeto, implementamos um software para captura de dados e desenho gerativo de linhas, triângulo e esferas tridimensionais.

Realizado no ambiente de programação *Processing*⁷⁴, o código a seguir demonstra como nos apropriamos das informações geradas pelo sensor para desenhar linha e forma (shape) triangular, a partir das coordenadas tridimensionais que distribuem espacialmente as posições das juntas.

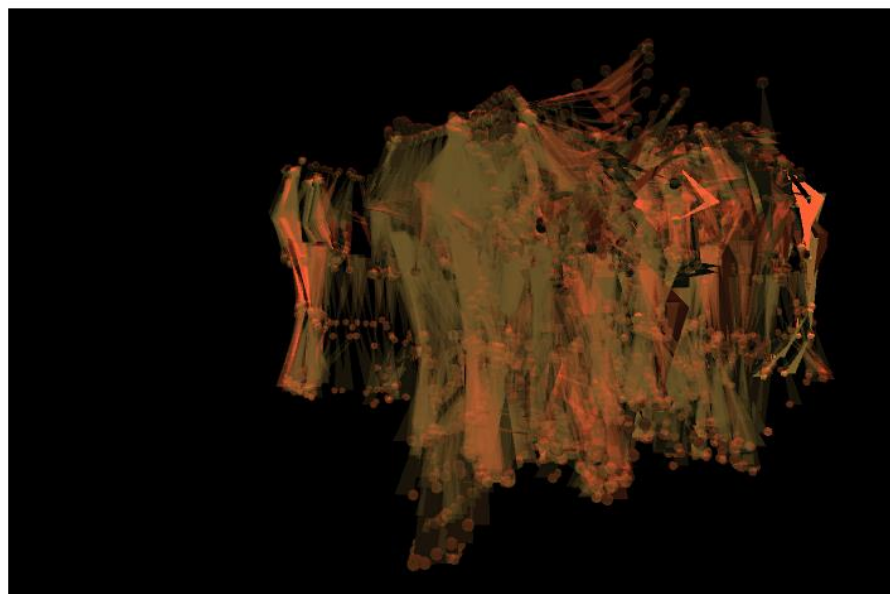
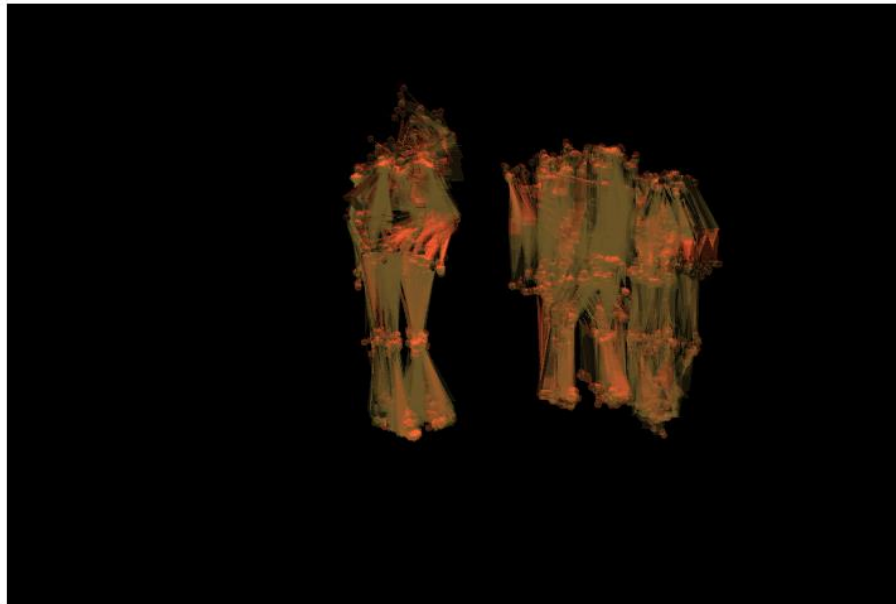
```
drawTriangle(userList[i],SimpleOpenNI.SKEL_RIGHT_HAND,  
SimpleOpenNI.SKEL_RIGHT_ELBOW,1);  
  
void drawTriangle(int userId,int jointType1,int jointType2, int jointSide) {  
...  
...  
beginShape(TRIANGLES);  
    vertex (jointPos1.x,jointPos1.y,jointPos1.z);  
    vertex (jointPos2.x,jointPos2.y,jointPos2.z);  
    vertex (jointPos2.x+(jointSide*70),jointPos2.y,jointPos2.z);  
endShape();
```

⁷⁴ O *Processing* é um framework de programação criativa baseado na linguagem Java, que foi criado pelos artistas e cientistas Ben Fry e Casey Reas. Utilizamos o Processing em conjunto com outras bibliotecas para a criação de aplicações interativas, como foi o caso de *Kinogeom*, *Perlindraw* e *Mobimesh*. Para acesso à documentação e referências de código, ver: <http://www.processing.org>

```
pushMatrix();  
  
translate(jointPos1.x,jointPos1.y,jointPos1.z);  
  
sphere(20);  
  
popMatrix();
```

No código exemplo, criamos e utilizamos a função `drawTriangle` para desenhar um triângulo na posição equivalente ao antebraço do dançarino, pois conectamos os vértices situados em duas juntas especificadas como parâmetros, que são mão direita (`SKEL_RIGHT_HAND`) e cotovelo direito (`SKEL_RIGHT_ELBOW`); portanto, cada triângulo desenhado formará partes do corpo, e são compostos geometricamente pelas posições vertex (x,y,z) de duplas de juntas (`jointPos1, jointPos2`) - Fig. 56

Figura 56 – Screenshots das visualizações geradas pelo software Kinogeom



Fonte: acervo Dr. Almir Almas

Na apresentação ao vivo de *Corpo Cinesis* (Fig. 57), o software *Kinogeom* foi executado em dispositivo composto por sensor *Kinect* acoplado a um computador,

o qual enviava os gráficos gerados para uma central de mixagem⁷⁵ em tempo real. Em suma, as visualizações gráficas sobre a dança digital, que realizamos via sensoriamento e programação gerativa, colaborou enquanto uma espécie de *ready-made* duchampiano, mensageiro do movimento essencial, parte da reconfiguração própria de uma “lógica do remix” (MELLO, 2008 , p. 157)

Figura 57 - Registros da performance Corpo Cinesis (com imagens das visualizações no primeiro plano)



Fonte: Acervo Dr. Almir Almas

75 A ação de captura de movimentos do software *Kinogeam* pode ser acessada em: <https://vimeo.com/610234110>

VISUALIZAÇÃO V: TRANSPLANO E A PERFORMANCE NA REALIDADE AUMENTADA

5.1 CORPO ARTIFÍCIO: MOTIVAÇÕES E CONTEXTOS

No início de seu extenso estudo sobre as relações entre o digital e performance, Steve Dixon aponta que tem ocorrido um ofuscamento nas avaliações críticas sobre os relacionamentos entre arte e tecnologia, visto que muitas práticas artísticas e teorias “tecno-posmodernas” são equivocadas ao privilegiarem a ideia sobre as infinitas possibilidades, concepção que já vem encapsulada nos discurso e estética da “tecnologia pela tecnologia”. Por outro lado, evitando os pólos pós modernos concebidos sobre o “tudo já foi feito” e o “tudo pode ser feito”, Dixon ainda considera que certas práticas e sistemas podem ser considerados genuinamente novos. (DIXON,)

De fato, junto ao desenvolvimento das Novas Mídias, nas últimas três décadas presenciamos a emergência das práticas, ideias e obras singulares, que criaram novos vocabulários, estéticas e discursos aglutinados em torno dos campos do ciberespaço, telepresença, bancos de dados, computação vestível, dispositivos móveis, geolocalização, biocibernética, robótica, inteligência artificial e tantas outras áreas de pesquisa em arte e tecnologia.

Para além das questões tecnológicas, nossa motivação geral para este trabalho específico surgiu do nosso questionamento sobre como se estabeleceriam as condições poéticas da visualização transplanar no campo da Realidade Aumentada; visto também que no próprio direcionamento da pesquisa teórica, e nos

nossos trabalhos práticos artísticos mais recentes, indagamos especificamente se essa forma aumentada de visualização transplanar poderia ampliar a abrangência do campo poético e conceitual que informa a performance digital.

O projeto Corpo ARTifício não surgiu tão somente como resposta às essas indagações, mas também foi influenciado por diversos encontros entre pesquisadores, e por práticas desenvolvidas pelo grupo de pesquisa Labartemídia (Laboratório de Arte, Mídia e Tecnologias Digitais) na ECA-USP⁷⁶.

Dentre essas práticas, queremos destacar as investigações iniciais do grupo no campo da Realidade Estendida, e especialmente na inserção do audiovisual imersivo⁷⁷. Foi no período inicial desta pesquisa que o grupo roteirizou, produziu, dirigiu, gravou, programou e sonorizou coletivamente o projeto Beco 360°, que foi finalizado e publicado online em 2018 (Fig. 58)

O vídeo Beco foi projetado enquanto um projeto de vídeo, e cujo conteúdo audiovisual pode ser visualizado de forma esférica (em 360 graus), visto que a narrativa espalhada em torno do centro de uma localidade urbana, beco onde a ação descreve uma continuidade cíclica de personagens que se revezam, enquanto a geografia imersiva é delimitada pelos os muros são grafitados e apagados.

A realização desse projeto coletivo promoveu uma ampla troca de aprendizados e pesquisas, principalmente nas práticas que envolviam a roteirização,

⁷⁶ Formado desde 2016, o LABARTEMÍDIA é um grupo de pesquisa e inovação em artes audiovisuais ligado ao Departamento de Cinema Rádio e Televisão e ao Programa de Pós-Graduação em Meios e Processos Audiovisuais da Escola de Comunicação e Artes ECA-USP da Universidade de São Paulo. É certificado pelo CNPq e pela ECA-USP. Para projetos, integrantes e pesquisas, acessar em: <https://sites.usp.br/labartemidia/sobre-nos/>

⁷⁷ O vídeo BECO 360° não foi produzido exclusivamente para visualização em óculos de Realidade Virtual, informações completas e visualização em: <https://www.youtube.com/watch?v=oA82Yqb6bYE>

direção e fotografia para a captura de imagens em 360 graus , pós produção de efeitos e fusão de cenários virtuais, e finalmente técnicas de sonorização espacializada.

Figura 58 - Visualização do video Beco 360°



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=oA82Yqb6bYE>

Antes dessa produção, já estávamos pesquisando questões sobre a participação da volumetria digital no campo do audiovisual expandido por sensores, e as conseqüentes realizações de Realidade Virtual ue começaram a emergir em torno de 2015; foi a partir da produção do Beco 360° , que direcionamos um aprofundamento teórico sobre as questões da espacialização na visualização, multiplicidade de pontos de vistas sobre a cena, e outras plataformas que admitem a imagem transplanar, como são aquelas pertencentes ao campo da Realidade Aumentada (RA).

Antes de nos aprofundar acerca das definições e tecnologias que definem a RA, queremos relatar também sobre as colaborações do grupo Labartemídia nos dimensionamentos conceituais e práticos, encontros que originaram o trabalho

sobre o qual estamos prestes a discutir, isto é, sobre o projeto Corpo ARTifício⁷⁸.

Corpo ARTifício (Fig. 59) emergiu pela colaboração da performer e pesquisadora Dra. Carolina Dias de Almeida Berger e do músico pesquisador Ms. João Paulo Silva Monnazzi, ambos integrantes do LabArteMídia (ECA/USP). Carolina Berger possui uma vasta experiência no campo da performance digital⁷⁹ e tem realizado pesquisa no campo da presença poética e performatividade; João Monnazzi tem pesquisado manipulação musical em sistemas interativos e performances coreográficas.

As aproximações de nossas pesquisas ocorreram pelas afinidades poéticas que envolviam práticas artísticas afins; como nós, João Monnazzi já havia trabalhado com o sensor *Kinect* em sua dissertação de mestrado, investigando questões sobre a performance, assim como Carolina Berger, que já havia trabalhado com diversos artistas e tecnologias de sensoriamento e audiovisual ao vivo.

Os interesses de ambos confluíram com nossa pesquisa, e lidar com as tecnologias de Realidade Aumentada tornou-se um desafio e campo comum de integração entre nossas poéticas, pesquisas e experiências artísticas. O projeto Corpo ARTifício ocupou seis meses de nosso tempo de pesquisa e trabalho prático, sendo apresentado publicamente no evento X-Reality ⁸⁰ (2019), como instalação

78 O projeto Corpo Artifício foi apresentado num contexto instalativo, enquanto integrante da edição 2019 do X-REALITY, evento produzido e organizado pelo LabArteMídia em parceria com o Rain Dance Film Festival e financiamento CAPES e PAEP. Para documentação audiovisual do projeto instalativo, acessar: <https://vimeo.com/manage/videos/346053264>

79 Para obras e performances de Carolina Berger, acessar: <http://carolinaberger.com.br/>

80 O X-Reality foi realizado nas dependências da EBAC (Escola Britânica de Artes Criativas & Tecnologia) em São Paulo, e na Escola de Comunicações e Artes da USP. Sobre os trabalhos, workshops e debates apresentados no evento, acessar: <https://sites.usp.br/labartemidia/x-reality-2019/>

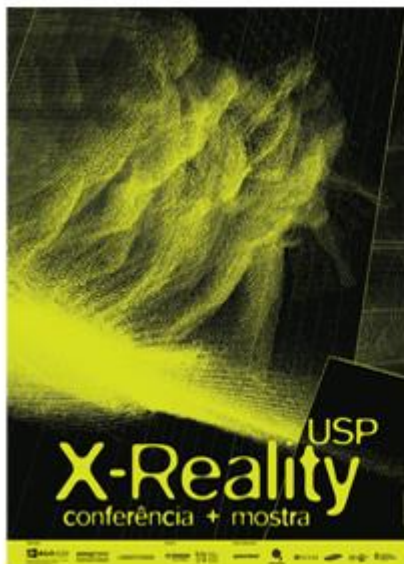
audiovisual (Fig. 60), e performance visualizável por dispositivo espacial de Realidade Aumentada.

Finalmente, seguindo a estratégia crítica sugerida por Dixon, escapando dos exageros característicos do tecno fetiche, seguiremos discutindo sobre o processo poético de Corpo ARtifício, aprofundando as relações colaborativas que caracterizam os trabalhos e pesquisas na intersecção entre arte e tecnologia.

Figura 59 - Direita: cena da instalação audiovisual Corpo Artifício com trilha de Jom Monnazzi

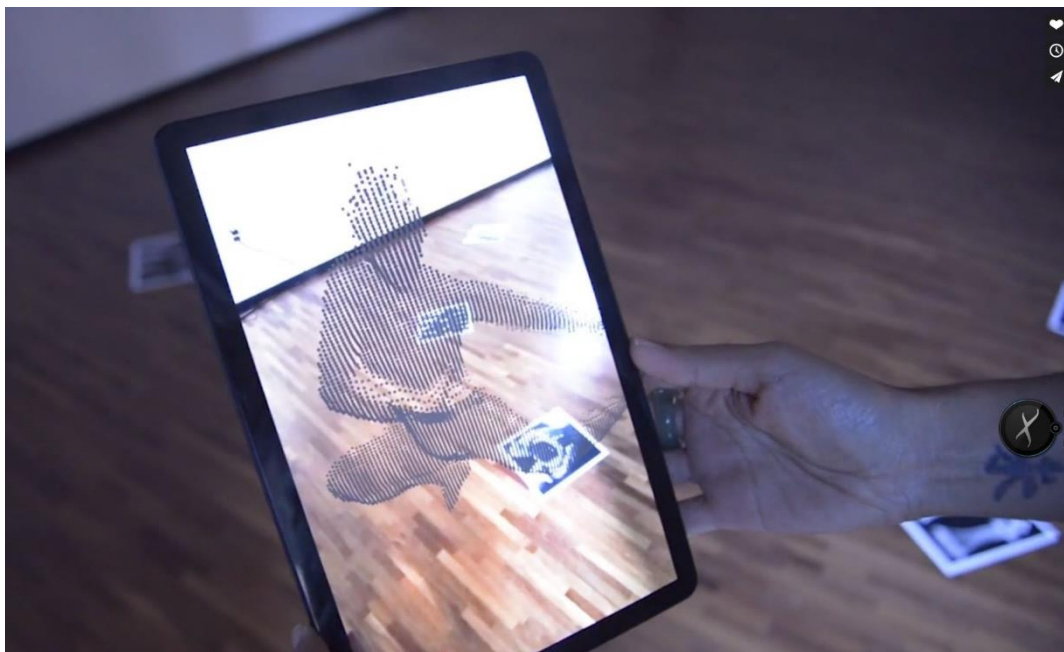
<https://vimeo.com/348076610>

Figura 59 - Esquerda: cartaz do evento X-Reality



Fonte: Acervo do autor

Figura 60 - Registro da visualização em Realidade Aumentada na instalação
Corpo Artificio <https://vimeo.com/user3338963>



Fonte: Imagem do próprio autor

5.2 CORPO E PRESENÇA NA ESPIRAL

Em *Corpo ARTifício*, a produção do espaço transplanar surgiu como primeira etapa de produção, decorrente das ideias de Carolina Berger sobre a proposta poética fundada na recuperação da presença no âmbito da performance digital. Neste sentido, questões sobre o dimensionamento da interação pública foram importante para determinarmos quais seriam os conteúdos das visualizações, e como seriam as relações entre o espaço físico e as visualizações transplanares.

Sobre os conteúdos, Berger sugeriu a encenação do corpo, seus movimentos relacionado aos usos das tecnologias propriamente ditas. Segundo a artista, esse conceito foi um desdobramento de sua pesquisa anterior denominada *#DigitalSelfPresenceLab*, e deste conceito articulou o teor principal do *Corpo*

Artifício:

A mensagem a passar é: cada artefato que usamos em nossas ações são objetos técnicos com significado, mecânica e regras de uso que mudam nosso estado de presença. traduzir períodos históricos de revoluções tecnológicas ao estudo do movimento e do gesto forma a linha narrativa da experiência desta performance em realidade aumentada. (BERGER, 2020, p. 53)

Do tratamento histórico, Berger pensa numa espiral temática e alegórica pela qual estariam distribuídas as relações entre gestos e artefatos tecnológicos (Fig. 61), segundo uma sequência rítmica e simbólica sugerida: rito (lento), guerra (dinâmico), geometria(rápido), laboral (repetitivo), digital (repetitivo).

A partir dessas definições dos gestos, iniciamos os estudos preparatórios para a captura volumétrica dos movimentos, de modo similar ao que fizemos no projeto *Perlindraw*. Neste trabalho específico, optamos pela utilização da segunda versão do sensor *Kinect One (V2)*, devido a algumas diferenças vantajosas relacionadas aos seus métodos de sensoriamento e resolução de imagens.

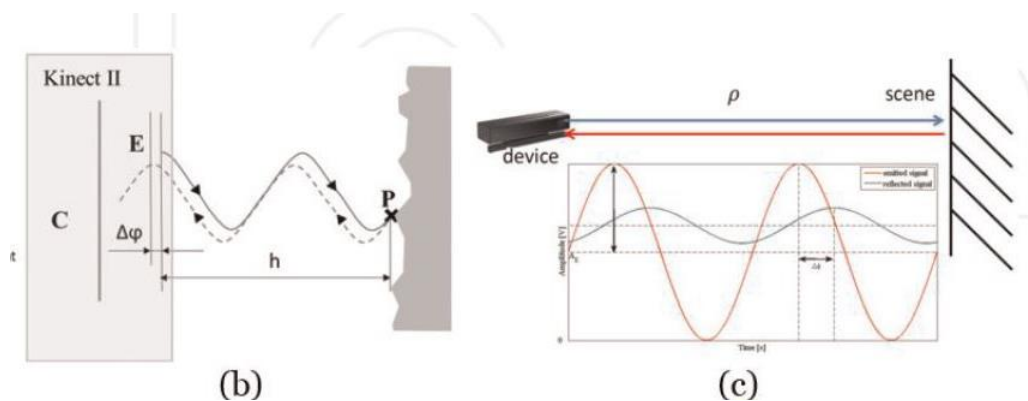
Figura 61 - Espiral conceitual criada por Carolina Berger para o projeto Corpo ARTifício



Fonte: Carolina Berger (2019)

Essa segunda versão *Kinect One* utiliza um sistema de sensoriamento conhecido como ToF (Time-of-Fly) pelo qual o sensor estima as distâncias dos obstáculos pelo cálculo do tempo intervalar iniciado na emissão de um pulso de raio IR (infravermelho) pelo sensor, e terminado na leitura do pulso refletido pelo obstáculo qualquer (Fig. 62).

Figura 62 - Modelo de sensoriamento TofF (Kinect V2) (B) e C - emissão de sinal e reflexão



Fonte: OUMA, 2021

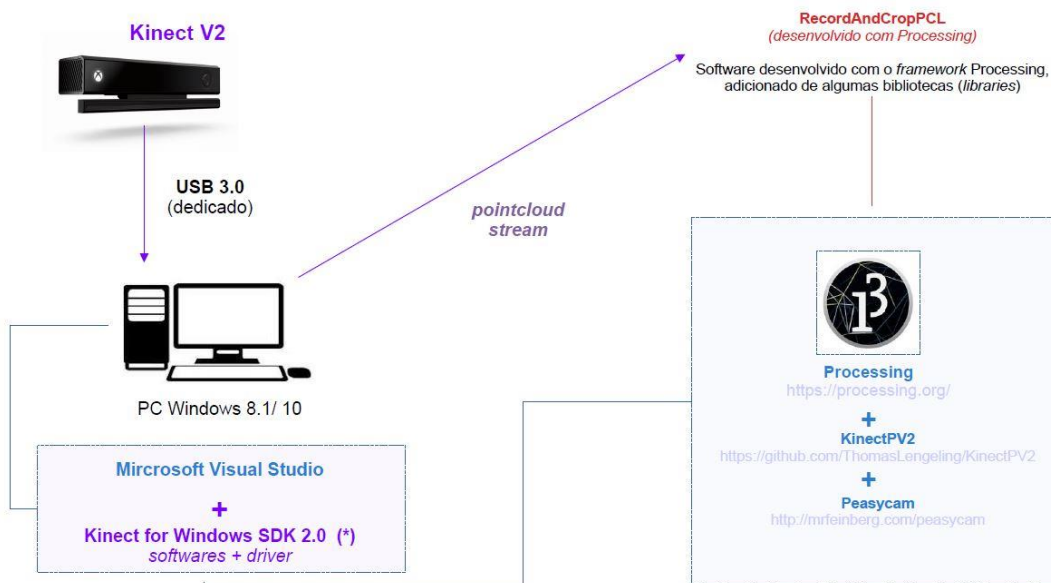
Nesta versão do Kinect, o uso do sistemas ToF oferece uma completa estabilidade no sensoriamento de profundidade, visto que está menos sujeito às interferências luminosas, e ainda suporta uma frequência de captura que vai até 160 quadros por segundo (fps). Para o processo de captura volumétrica, implementamos um software⁸¹ customizado para capturar os dados sobre a profundidade, e exportá-

⁸¹ Assim como os outros trabalhos, implementamos o software *RecordAndCropPCL* com o auxílio da plataforma Processing, utilizando ainda a biblioteca KinectPV2 para acesso aos streams do sensor. Para uso da biblioteca, acessar: <https://github.com/ThomasLengeling/KinectPV2>

los em arquivos definidor de geometria 3D, e no caso optamos pelo formato aberto OBJ (Fig. 63).

O processo de captura foi realizado no estúdio do CTR (ECA-USP) – Fig.64- seguindo os elementos desenhados sobre a espiral, que descreviam ordem de movimentos coreografados e encenados por Carolina Berger.

Figura 63 - Arranjo de hardware e software para captura volumétrica em Corpo Artificio



Fonte: imagens do autor

Figura 64 - Cenas do estúdio: performance de Carolina Berger / Software de captura volumétrica



Fonte: imagem por Kit Menezes (2018)

No capítulo anterior, vimos como os métodos de visualização espacial tem sido relacionado à coreografia e movimento corporal, desde o futurismo até trabalhos mais recentes ligado às obras interativas. Para *Corpo ARTifício*, Carolina Berger desenhou especialmente uma geometria que limitava o espaço da performance, segundo alguns conceitos iniciais sobre a *Kinesfera* criados por Rudolf Laban (1879-1958), como descreveu Berger:

Neste estudo, a geometria hexagonal foi utilizada para manter o corpo da performer nos limites de captura volumétrica da imagem que é vertical e delimitada pelas proporções do espaço identificado no raio de leitura do sensor. Quanto à expressividade da corporalidade sintética e do espaço de interação do público, a fluência das simbologias corporais levou em conta movimentos em espiral e os ritmos pensados para cada objeto virtual.

Cada imagem tem um tempo delimitado para a exposição de todo o movimento. (BERGER, 2020, p.56)

Em duas sessões consecutivas, capturamos conjuntos de movimentos (Fig. 65), que foram armazenados enquanto sequências de arquivos em formato obj, conteúdos que nada mais são do que listas numéricas que descrevem coordenadas de vetores (v) dispostos em suas coordenadas (x,y,z), como em :

v -0.63726467 0.50867075 0.85800004

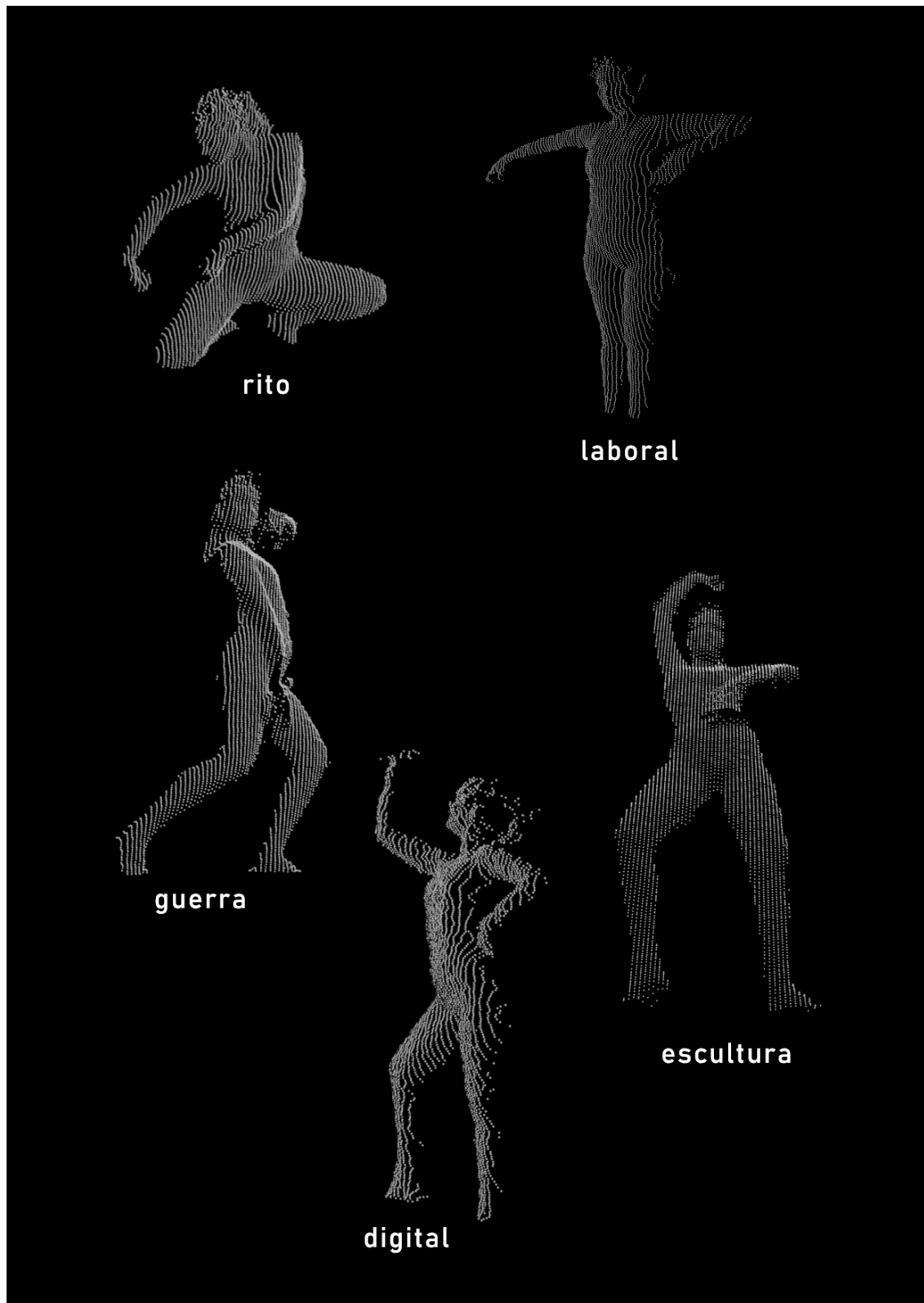
v -0.6236333 0.49976847 0.84400004

v -0.6005699 0.48320636 0.81700003

v -0.64500797 0.5210395 0.882

Assim como nos cinemas, a captura realizada pelo sensor ainda segue a estratégia analítica da decomposição temporal, porém sua geometria é a do ponto e não mais a do quadro. As superfícies de reflexão estão em movimento, e as suas codificações são fluxos lineares; tratamos aqui das visualizações possíveis que ultrapassam o plano, pois oscilam num continuum que se prolonga entre o volume, plano, e ponto zerodimensional.

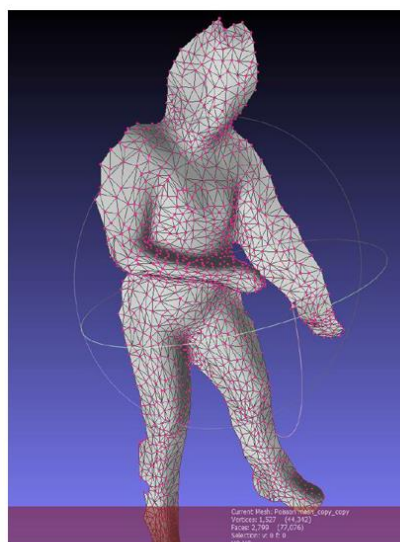
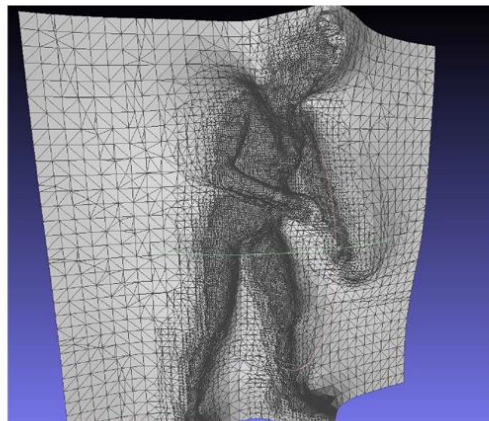
Figura 65 - - Quadro de categorias de movimentos - frames de capturas volumétrica



Fonte: Imagem do próprio autor

Após a captura de dados e armazenamento dos vetores, tratamos os modelos em lote, reduzindo o número de vértices e experimentando com diversos algoritmos para a reconstrução de malhas (mesh) – Fig. 66. Ao fim dessa primeira etapa, a pesquisa tomou um direcionamento mais técnico para investigar quais seriam nossos futuros limites tecnológicos. A seguir, examinaremos algumas definições sobre a Realidade Aumentada (RA) e como poderemos relacioná-las aos conceitos à visualização transplana.

Figura 66 – Processo pós captura: geração de malha e redução de vértices no ambiente do software Meshlab



Fonte: imagens do próprio autor

5.3 REALIDADE AUMENTADA E VISUALIZAÇÃO

Definições sobre os termos “real” ou “virtual” são problemáticas, pois circulam por um amplo espectro que se expande nos estudos sobre as mídias, filosofia ou semiótica. De fato, o mesmo acontece com as abordagens sobre a “visualização”.

Para uma contextualização introdutória, delimitaremos a abrangência destes termos recorrendo a definição sobre as Realidades Mistas (*Mixed Reality*), porém, devemos fazer uma breve distinção entre as principais características tecnológicas de seus componentes, que são a Realidade Aumentada (*Augmented Reality*) e a Realidade Virtual (*Virtual Reality*).

Durante a década de 1990, a visão comum sobre os ambientes tecnológicos baseados na Realidade Virtual (VR) descrevia a condição de um observador participativo (usuário) imerso num universo digital totalmente sintético o qual poderia simular as características físicas e visuais do mundo real, ou mesmo num universo ficcional cujas mecânicas simulativas não respeitassem as leis físicas do mundo concreto. Neste período, os métodos de visualização na VR requeriam uma série de tecnologias emergentes como os óculos visualizadores (*Headed Mounted Displays*) ou ambientes imersivos compostos por projeções de gráficos tridimensionais, visores estereoscópicos e por dispositivos de interação analógica-digital.

No mesmo período, o desenvolvimento da Realidade Aumentada (AR) estava vinculada ao campo da aviação militar, pois suas tecnologias de visualização eram necessárias para a focalização atenta do espaço real acrescido de outras informações visuais geradas por meios computacionais.

Basicamente, na AR a visualização é feita através de óculos ou displays os quais permitem a adição interativa e suplementar de elementos virtuais sobre a

percepção do entorno físico. Neste tipo de junção, existe a necessidade técnica do alinhamento geométrico simultâneo entre a orientação e posição espacial das informações sintetizadas (modelos tridimensionais, anotações, gráficos) e a disposição volumétrica do espaço real visualizado em tempo real pelo observador.

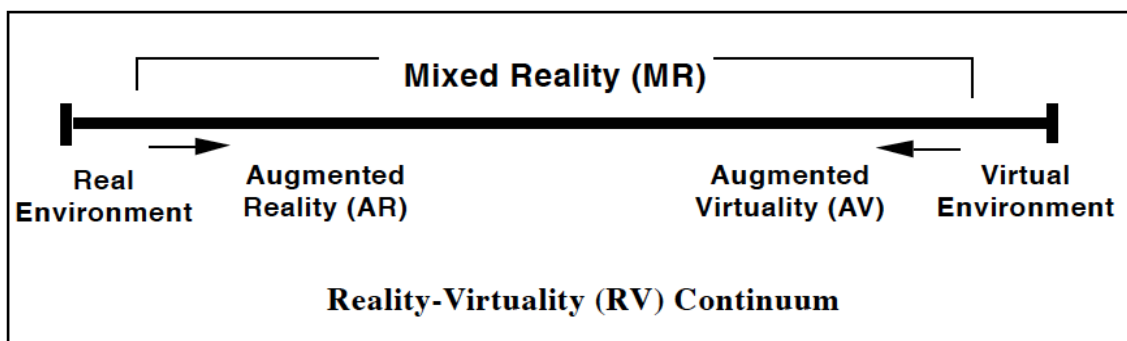
Em termos gerais, a distinção entre os dois tipos de “realidades” está relacionada às categorias de dispositivos visualizadores e suas funções específicas.

Na VR, por exemplo, os visualizadores (HMDs) promovem a sensação de imersão completa no espaço virtual, visto que não permitem a observação do espaço real externo, mas promovem a percepção visual em profundidade pela disposição binocular dos displays e imagens estereoscópicas. Além da imersão, o sentido de “presença” é a qualidade que define a experiência do observador que interage na VR, pois alguns dispositivos permitem o agenciamento sensorial o qual sincroniza a perspectiva espacial e manipulação das representações virtuais em relação aos movimentos do observador.

Na Realidade Aumentada, existem duas categorias de dispositivos para visualização. A primeira classe de *display* geralmente consiste num óculos que habilita a observação direta do entorno físico (*see-through*), possibilitando a extensão máxima de presença (agenciamento) e um grau ótimo de percepção do espaço real. A *augmentação* (*augmentation*) destes displays ocorre na sobreposição óptica de gráficos computacionais sobre a vista do usuário que observa as cenas do mundo real. Considerada uma categoria não-imersiva, a segunda classe é baseada em monitores ou telas nas quais as imagens de computação são sobrepostas de forma analógica (projeção) ou digital (composição) sobre outras imagens armazenadas ou capturadas a partir do mundo real (fotografia ou vídeo).

A partir da década de 1990, Paul Milgram e Fumio Kishino publicaram uma série de artigos que questionaram a aparente antítese existente entre a AR e VR. Para esses pesquisadores, as categorias dos diferentes tipos de dispositivos (*displays*) desenvolvidos naquele período poderiam ser convenientemente dispostas sobre um *continuum* determinado entre os “ambientes reais” e “ambientes virtuais” (Fig. 67)

Figura 67 – Modelo do continuum Realidade-Virtualidade



Fonte: Paul Milgram e Fumio Kishino ,1994

O prolongamento do “real” define qualquer ambiente que consista apenas em objetos reais, incluindo qualquer cena do mundo físico que seja observada diretamente por uma pessoa, mediada por uma janela, tela ou monitor de vídeo. Já o prolongamento do “virtual” consiste apenas em objetos virtuais, isto é, simulações computacionais gráficas apresentadas em monitores ou de forma imersiva.

Considerando este *continuum*, os autores definiram os ambientes de Realidade Mista como:

Dentro desta estrutura, torna-se prática a definição de uma Realidade Mista (MR) genérica na qual os objetos dos mundos reais e virtuais são apresentados juntos dentro de um único display, isto é, em qualquer local entre os extremos do *continuum* (RV). (MILGRAM & KISHINO , p.283, 1994)

Qualquer ponto selecionado dentro do *continuum* entre a realidade e virtualidade, conforme proposto, possui gradações relativas aos substratos observados. Nos pontos mais próximos da AR, teremos menos adição de objetos computacionais sobre a realidade observada. Algum outro ponto selecionado perto da Virtualidade Aumentada (*Augmented Virtuality*), teremos um ambiente predominantemente virtual (computacional), porém enriquecidos por algum tipo de informação extraída do real.

Observamos que o diagrama apresentado por Milgram e Kishino (1994), define esta gradação (MR) na transição entre *Realidade Aumentada* e *Virtualidade Aumentada*, estratégia que elimina a antítesemencionada anteriormente. Na taxonomia proposta pelos autores, as diferenças entre as classes de displays na Realidade Mista são derivadas das suas configurações técnicas e ambientes observados.

Por exemplo, na Realidade Mista definida pelo *continuum*, podemos tanto utilizar monitores, HMD (VR) ou HMD (*see through*). A combinação destes dispositivos com os tipos de conteúdos visualizados como vídeo, computação gráfica ou objetos do mundo real, determinarão a predominância e mistura de seus substratos; aos substratos de predominância computacional podemos ter o acréscimo de vistas de objetos reais ou scaneados.

A consideração sobre as características das Realidades Mistas ocorreu num período durante o qual os dispositivos de visualização começavam a ser incorporados como ferramentas de pesquisa em diversas áreas como a medicina, engenharia, arquitetura e indústria. Porém devemos observar que a invenção da mediação computacional teve início na década de 1960 com as pesquisas de Ivan Sutherland (1938) sobre os gráficos vetoriais e HMD. Ainda durante as décadas de

1970 e 1980 o pesquisador canadense Steven Mann aperfeiçoou uma série de dispositivos HMDs que ampliavam a percepção visual através da vídeo-observação e associação de computadores vestíveis.

Apesar de terem se passado quase 50 anos desde que Sutherland inventou o primeiro sistema completo de Realidade Virtual (“Espada de Damocles”), a iniciar deste período até os dias de hoje observamos um amplo desenvolvimento tecnológico e teórico sobre as integrações entre o “real” e o “virtual”.

No campo exclusivo da Realidade Aumentada existe atualmente pelo menos uma dezena de dispositivos que pertencem a esta classe (*headsets see-through*), sendo que alguns são destinados para aplicações profissionais como o *Microsoft Hololens*.

No paradigma descrito anteriormente sobre o *continuum* da Realidade Mista, dispositivos como o *Hololens* (Microsoft) permitem a visualização simultânea de imagens tridimensionais (*hologramas*) sobrepostas e ajustadas geometricamente aos planos da realidade externa. Este recurso ocorre graças a um conjunto de câmeras e processadores embarcadas no dispositivo que escaneam o espaço observado, gerando uma geometria consistente capaz de acomodar os gráficos computacionais e imagens dos objetos físicos. Além disso, assim como ocorre no *Kinect* (Microsoft), o sistema efetua o reconhecimento de movimentos, gestos e voz dos usuários, promovendo a interação natural entre o corpo, dispositivo e ambiente.

Neste momento, é possível que o uso de dispositivos móveis ainda seja uma alternativa menos custosa para a produção e consumo de produtos no campo da Realidade Aumentada. De fato, o caráter ubíquo das redes torna-se uma vantagem quando existe a necessidade de transações de informações locativas, isto é, quando o entorno ou espaço físico frequentado pelo usuário em trânsito constitui o

substrato “real” da Realidade Mista.

Novamente ressaltamos que os smartphones agregam uma série de sensores, processadores, microfone e câmeras. Potencialmente, estes dispositivos podem “perceber” a orientação espacial de seus usuários e gerar gráficos bi ou tridimensionais que se sobrepõem contextualmente às imagens observadas pelas câmeras, ou aos conteúdos de vídeos armazenados.

A exemplo destas possibilidades, entre outras, existe um tipo de aplicação recorrente que insere os dispositivos móveis (*smartphones, tablets*) no campo da Realidade Aumentada utilizando a câmera do próprio aparelho para o escaneamento óptico de *tags* gráficas (*QR Code*), ou mesmo de fragmentados visuais estruturados (*rosto, paisagem, figuras*).

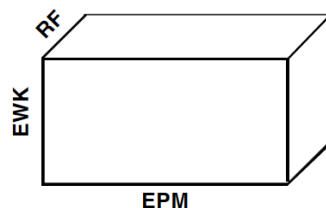
As informações extraídas dessas leituras servem como parâmetros de orientação espacial para a “mistura” entre gráficos estáticos ou dinâmicos (substrato virtual) e as imagens processadas (substrato real).

Tanto nos headsets, quanto através das telas (*janelas*) dos aparelhos móveis, a visualização das informações gráficas suplementares, ou das imagens imersivas (panorâmicas e tridimensionais), requer uma outra dimensão de análise no *continuum*.

A distinção suficiente entre a Realidade Aumentada (AR) e a Virtualidade Aumentada (AV) não pode ser definida apenas pelas classificações dos *displays*, e por esse motivo a conformação do *continuum* requer uma outra taxonomia “na qual o ambiente principal, ou substrato, de diferentes sistemas AR/AV podem ser distinguidos em termos de um hiperespaço multidimensional (mínimo) “ (MILGRAM & KISHINO, 1994, p.287) Basicamente, segundo os autores, o hiperespaço possui três propriedades importantes mais evidentes: *Reality* (se os ambientes são

primariamente virtuais ou reais), *Immersion* (se o observador estará imerso ou não em algum desses ambientes separadamente) e *Directness* (se os objetos do universo primário são vistos de forma direta ou por intermédio de algum processo de síntese eletrônica). Sob a perspectiva de um “hiperespaço multidimensional” , os autores revisam as Realidades Mistas além do *continuum* RV, ampliando o modelo analítico em três dimensões (Figura 68), descritas brevemente a seguir.

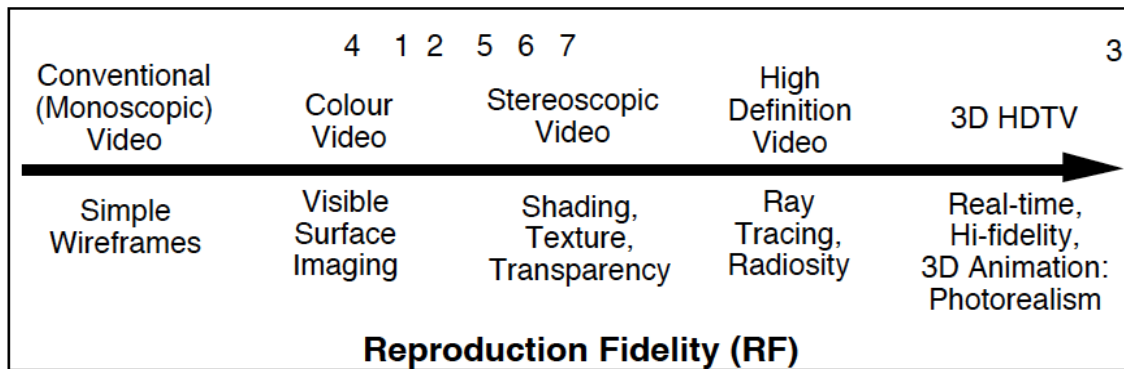
Figura 68 - Hiperespaço dimensional



Fonte: Paul Milgram e Fumio Kishino, 1994

A primeira dimensão, *Reproduction Fidelity* (RF) lida com a qualidade da imagem dispostas pelos objetos e está diretamente comprometida com o nível de realismo nas Realidades Mistas (Fig. 69). Segundo a disposição dos autores sobre este continuum, existe uma gradação na fidelidade de reprodução dos objetos de acordo com a definição das mídias (reais) ou fotorealismo dos gráficos computacionais (virtuais). Lembramos que este modelo foi apresentado na década de 1990, portanto, atualizando para os meios atuais, a fidelidade máxima (*ultimate display*) atingida seria equivalente a uma resolução 3D 4K (4096 x 2160 pixels) no nível do consumo médio.

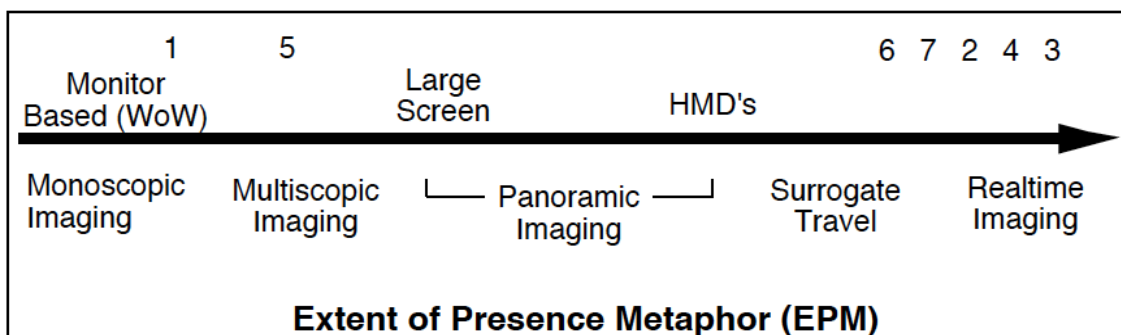
Figura 69 – Gradação RF



Fonte: Paul Milgram e Fumio Kishino , 1994

Referindo-se aos sentidos de imersão e presença na MR, o eixo denominado *Extent of Presence Metaphor* (EPM) descreve a gradação que parte de uma referência exocentrica (observação externa do universo mediada por janelas) e se expande até uma referência egocentrica ideal na qual as sensações do observador não seriam diferentes daqueles que observam a realidade não mediada (Fig. 70).

Figura 70 – Gradação EPM

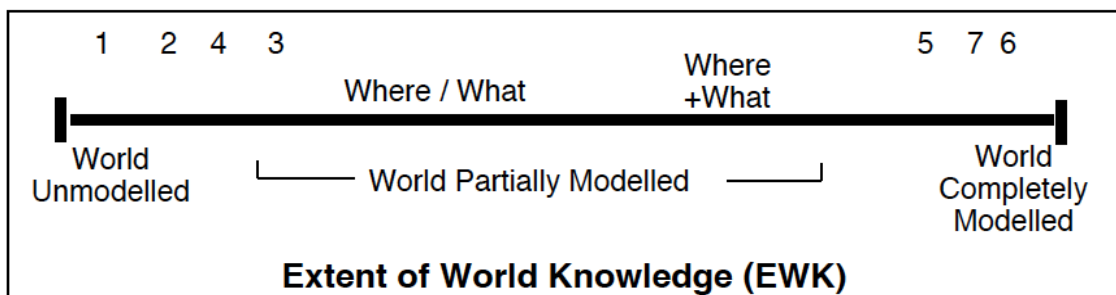


Fonte: Paul Migram e Fumio Kishino ,1994

A primeira dimensão denominada *Extent of World Knowledge* (EWK), busca de descrever o quanto realmente sabemos sobre os o objetos e o mundo nos quais

os mesmos estão inseridos (Fig. 71) Neste outro tipo de continuum, uma extremidade representa os dados não estruturados (imagens escaneadas, vídeos ou observadas de forma direta), e o outro pólo representa um universo completamente modelado por vias computacionais, definindo as informações necessárias para a visualização. No caso desta extremidade, o conhecimento (knowledge) sobre cada objeto representado, sua localização e ponto de vista do observador, são relevantes para que haja algum tipo de interação entre os objetos e observador participante. A prática que requer o conhecimento sobre “o que” constitui um objeto, e “onde” ele está localizado, torna-se especialmente importante nos sistemas de Realidade Aumentada nos quais existe uma condição de posicionamento, dimensionamento e orientação dos objetos virtuais tridimensionais em relação aos objetos físicos da realidade.

Figura 71 – Gradação EWK



Fonte: Paul Migram e Fumio Kishino , 1994

Resumidamente, o modelo proposto apresenta uma taxonomia para a classificação qualitativa da mistura entre os mundos reais e virtuais, dimensionando as relações entre a realidade, virtualidade, imersão e presença pela representação ortogonal dos eixos. Salvo algumas considerações, consideramos que este modelo continua válido na análise das tecnologias de MR atuais.

Com relação a qualidade de reprodução, a maioria dos *headsets* de VR mencionados anteriormente permitem a exibição de imagens em alta definição (4K), e a qualidade dos seus objetos virtuais se aproxima do fotorealismo, visto que o processamento gráfico é executado em um computador externo ao dispositivo. Já nos *headsets* de AR, como é o caso do *HoloLens*, ou dos dispositivos móveis, existe uma variação entre as capacidades de amostragens e tipos de processamento gráfico embarcados.

Quanto às qualidades imersivas e presenciais, todos os *headsets* de AR e VR são destinados a estabelecer uma referência egocêntrica. Isto quer dizer que o observador tem a sensação de estar “dentro” do universo real ou virtual, e não como alguém que observa a mistura dos elementos através de uma janela, como ocorre na visualização em monitores, projeções e telas dos dispositivos móveis⁸².

A definição de imagens, realismo e imersão são questão amplamente debatidas no campo de estudos sobre os meios audiovisuais. Ao nosso ver, essas dimensões (RF e EPM) apontam para categorias que também podem classificar as Realidades Mistas em direção à padronização (*standards*) das suas técnicas, e certamente que esta normalização deve ocorrer em acordo com a massificação dos seus dispositivos específicos.

Retomando a dimensão EWK definida por (MILGRAM & KISHINO, 1994), observamos que o teor dos substratos (reais ou virtuais) não são definidos por descrições semânticas, mas por suas estruturas materiais. Por exemplo, segundo os

⁸² Existe ainda uma alternativa que associa os smartphones a um óculos de visualização binocular (*Google Day Dream, Cardboard* e centenas de similares customizáveis). Neste caso, existem aplicações que exploram visualizações de vídeos panorâmicos e jogos; porém, como observamos, essas aplicações estão subordinadas aos fatores técnicos limitados que reduzem a experiência imersiva e a extensão do sentido presencial.

autores, as imagens de vídeo não oferecem informações suficientes para o conhecimento sobre a posição dos conteúdos representados, enquanto os objetos simulados são perfeitamente manipuláveis pelo observador. Acontece que esta classificação foi realizada na década de 1990, e hoje sabemos que os algoritmos de visão computacional podem extrair informações suficientes a partir de imagens capturadas por meios ópticos.

Os atuais dispositivos móveis, por exemplo, são capazes de processar em tempo real as imagens capturadas por suas cameras, e como resultado podem estimar uma geometria do espaço físico, e servindo como interface de visualização que localiza de forma coerente as movimentações e ponto de vista do usuário no ambiente. (TORI; HOUSNELL, 2018). Avançaremos para observar como o processo de criação de Corpo Artíficio inserem esses tipos de dispositivos e suas propriedades algorítmicas para elaborar uma poética que integra público, contexto da performance seus e elementos virtuais.

5.4 CORPO ARTIFÍCIO E A REALIDADE AUMENTADA

A relação dialógica, corporificada e espacial entre público e obra foi um conceito chave que também norteou a poética de CorpoARTíficio. Desde o princípio, o projeto tomou ênfase em suas tendências espacializantes, visto que nossa pesquisa foi encaminhada para questões ligadas às das experimentações transplanares; há também questões levantadas por Carolina Berger sobre a presença enquanto consciência do público na obra, mesmo na proposta da estrutura em espiral, como aqui observou:

É nesta interação de construção da imagem-síntese no espaço que a

performance une objeto virtual e público. O movimento corporal do público torna-se movimento da obra. E é por seu movimento de construção da imagem-síntese que cada indivíduo performa um aspecto próprio à linguagem da realidade aumentada: a surpresa e o “desvendar” necessários para a realidade sintética coexistir como objeto estético no espaço real (BERGER, 2020, p. 53).

Considerando as orientações poéticas que sugeriam o público presente na percepção intensiva da exploração do espaço, planejamos a elaboração da obra pelo método instalativo onde os únicos elementos físicos foram os marcadores visuais pontos (portais) de contato entre público e elementos virtuais.

O pesquisador Romero Tori aponta para a classificação de alguns tipos de RA, de acordo com seus métodos de rastreamento; em nosso projeto utilizamos um sistema de RA baseado em visão, que de acordo com Tori é o mais utilizado quando utilizamos “recursos de processamento de imagem para fazer o rastreamento dos objetos virtuais”. (TORI;HOUSNELL, 2018, , p. 43)

Uma segunda classificação diz respeito à direção de visualização , e assim Tori descreve a Visada Direta:

No contexto da tarefa de saída, a RA pode ser classificada pelo critério da forma com que o usuário vê o mundo. Quando o usuário vê o mundo apontando os olhos diretamente para as posições reais com cena óptica ou por vídeo, a RA é de visada direta (imersiva). (TORI; HOUSNELL, 2018, p. 45)

Portanto, consideramos que o projeto Corpo ARTifício utilizou recursos de RA imersiva, e cujo método de rastreamento foi baseado em visão, ou por processamento óptico de marcadores; a seguir, aprofundaremos estas duas

propriedades.

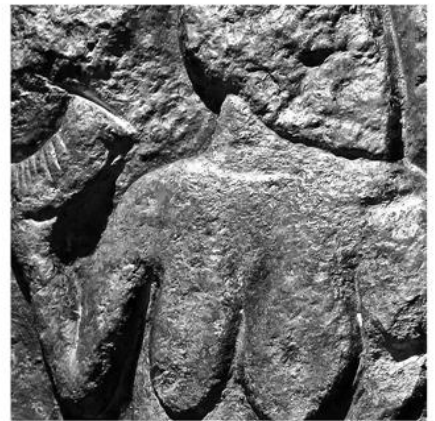
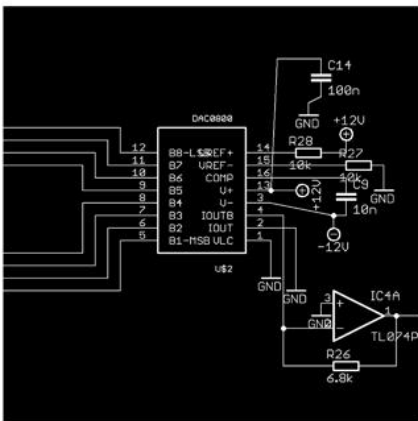
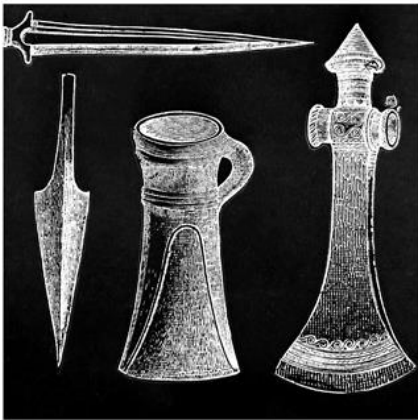
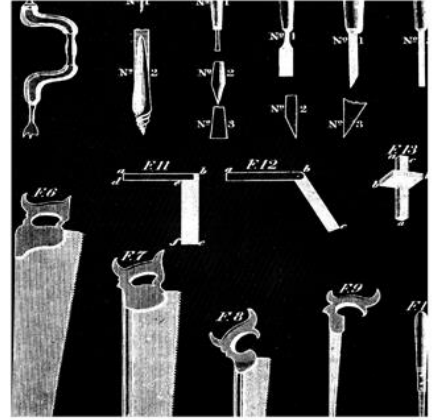
A espiral projetada por Berger nos serviu como cartografia para a distribuição dos marcadores pelo piso do espaço físico instalativo (Fig.72). Os marcadores foram imagens em preto e branco, com margens brancas, e impressas em folhas quadradas de papel couche fosco. Fizemos o design dos marcadores de acordo com as temáticas aqui discutidas, sendo que a visualização mediada por camera de cada marcador disparava uma animação tridimensional equivalente, no caso, aos movimentos capturados por nós, e descritos por Berger: rito, geometria (escultura), guerra, laboral e digital (Fig. 73).

Figura 72 - Distribuição dos marcadores



Fonte: imagens do próprio autor

Figura 73 - Marcadores utilizados na instalação Corpo ARTifício



Fonte: Imagem do próprio autor

Na situação da instalação, o público pode experimentar um tipo singular de visualização direta e imersiva: munidos de tablets preparadas com o nosso software de RA, os visualizadores podiam se deslocar livremente pelo espaço e ao apontarem a camera para alguns dos marcadores, presenciariam a imagem transplanar da performer, imagem em movimento e cuja geometria estava coerentemente ancorada no espaço físico.

Em termos de obras em RA, consideramos que a obra foi única em termos imersivos; apesar de não implementar modos de interação dialógica, entre modelo e público, a experiência proporcionou um senso de presença pela mobilização do sensorio motor; existiu a possibilidade do público circular e visualizar em seis níveis de liberdade, numa escala dimensional humana, e assim liberando a intuição para experimentar a essência do movimento da performer ⁸³, e o movimento do visualizador também se diversificou para além dos pontos de vistas, mas sim enquanto gradações que equivaleriam aos níveis proxêmicos de comunicação.

Na sequência, abordaremos algumas soluções técnicas que foram indispensáveis para a conclusão da obra, além de desvendarem novas aberturas para outros trabalhos, como veremos no tópico sobre *working in progress*.

⁸³ Os registros das experiências no local da exposição, bem como a demonstração do sistema *in loco* pode ser acessado em: <https://vimeo.com/346053264>

5.5 TÉCNICAS DA REALIDADE AUMENTADA PARA A VISUALIZAÇÃO DO CORPO ARTIFÍCIO

Para a finalização do projeto, resolvemos elaborar um aplicativo que pudesse ser executado em dispositivos móveis equipados com o sistema Android; a escolha do sistema operacional também foi influenciada pela disponibilidade de *frameworks* de RA que pudessem suportar nossos direcionamentos poéticos, e acabamos por optar pela plataforma *Google ARcore*.

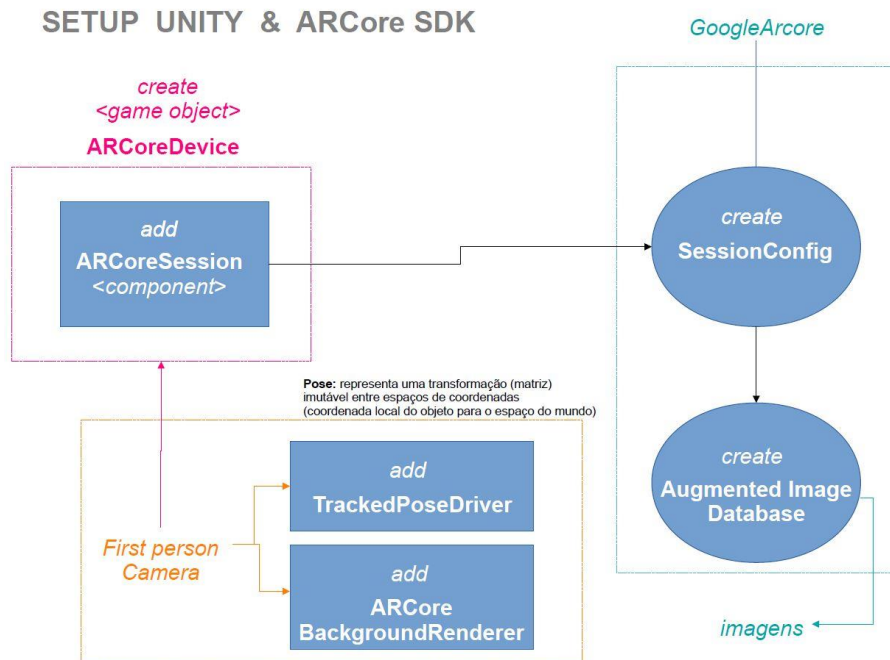
O acesso às funcionalidades do ARcore foi feito através de uma versão (*API*) desenvolvida para o ambiente de programação do *Unity*, que é uma plataforma para a produção de jogos digitais, aplicações interativas e produções em Realidade Virtual e Aumentada. Na integração das plataformas, utilizamos alguns scripts de programação necessários para alinhar a camera virtual da aplicação com o ponto de vista do visualizador, isto, é com a posição e transformação da camera do dispositivo no espaço; o script também serve para indexar, ou associar cada animação tridimensional ao rastreamento de seu marcador respectivo, processo conhecido como *tracking* (Fig. 74).

Os scripts de programação foram organizados em três finalidades: um Visualizador, que mantém referências e mantém uma animação ativa; Controlador, faz a identificação das imagens (*trackables*) e cria uma ancora (*spatial anchor*) para cada visualizador; e Sequenciador, que realiza a exibição dos modelos quadro-a-quadro.

A utilização de uma plataforma adequada de Realidade Aumentada foi importante para as características do nosso projeto. No caso do Arcore, suas funcionalidades oferecerem uma robustez na ancoragem dos elementos virtuais no espaço físico; e a identificação e posicionamento coerente e constante da âncora

espacial , mesmo com variações de iluminação no local físico da exposição.

Figura 74 - Diagrama de configuração de elemento Arcore no ambiente Unity

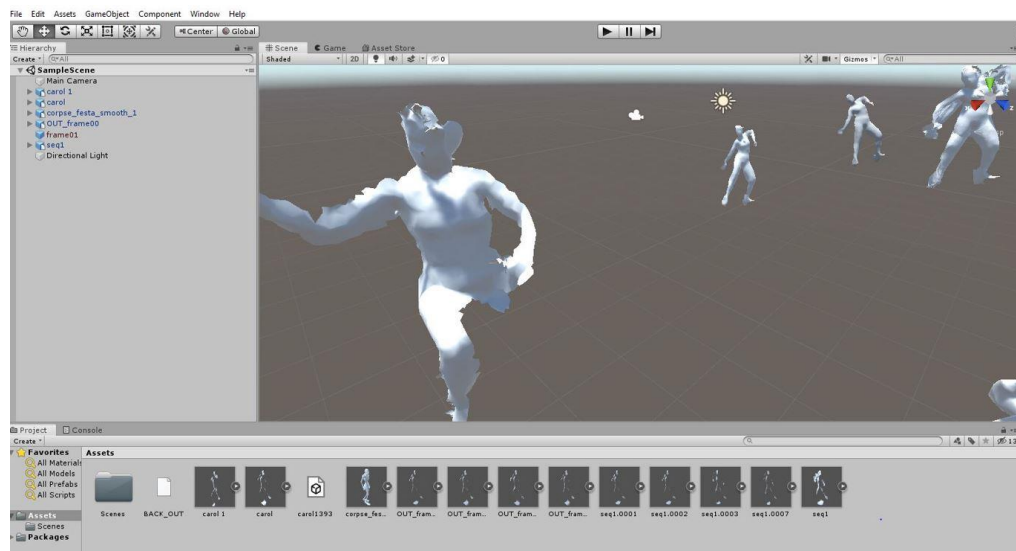


A utilização da plataforma Unity foi decisiva para a publicação da aplicação em dispositivos móveis. O maior desafio deste trabalho foi encontrar um equilíbrio entre a qualidade de exibição dos movimentos e a performance ótima no dispositivo; neste caso, a plataforma facilitou também ao armazenamento de centenas de modelos, visto que estávamos trabalhando com animações.

As séries de modelos animados, capturados a partir das sessões com o Kinect, foram convertidas num formato de arquivo mais compacto (pcl) , que no ambiente *Unity* pode ser visualizado graças á programação de um shader, código

de programação que pode transformar a aparência dos vértices (pontos) ou malhas. A compactação dos arquivos foi importante, pois devemos lembrar que todos modelos seriam transferidos (ou embutidos) para o dispositivo do público visualizador (Fig. 75)

Figura 75- Visualização de modelos na interface do ambiente Unity



Fonte: imagem do próprio autor

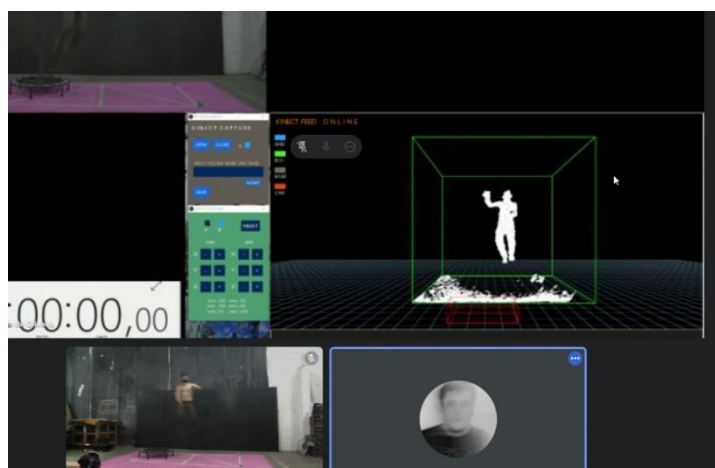
5.6 VISUALIZAÇÕES EM PROGRESSÃO

No período de finalização deste trabalho, há um outro projeto em andamento no qual estamos desenvolvendo duas interfaces que também utilizam os recursos do sensor Kinect V2. De fato, são duas ferramentas que executam a captura, visualização e edição volumétrica.

A ferramenta de edição oferece recurso de carregamento de arquivos locais, e conta com uma timeline para corte temporal, além de um espaço cúbico para edição volumétrica, como a adição ou remoção de vértices (Fig. 76)

A ferramenta de captura estabelece o mesmo espaço de edição e visualização, porém ativa o sensor de profundidade para a captura dos pontos, e posterior exportação no formato sequencial de arquivos obj (Fig. 77)

Figura 76 - Interface de sistema de captura por Kinect V2

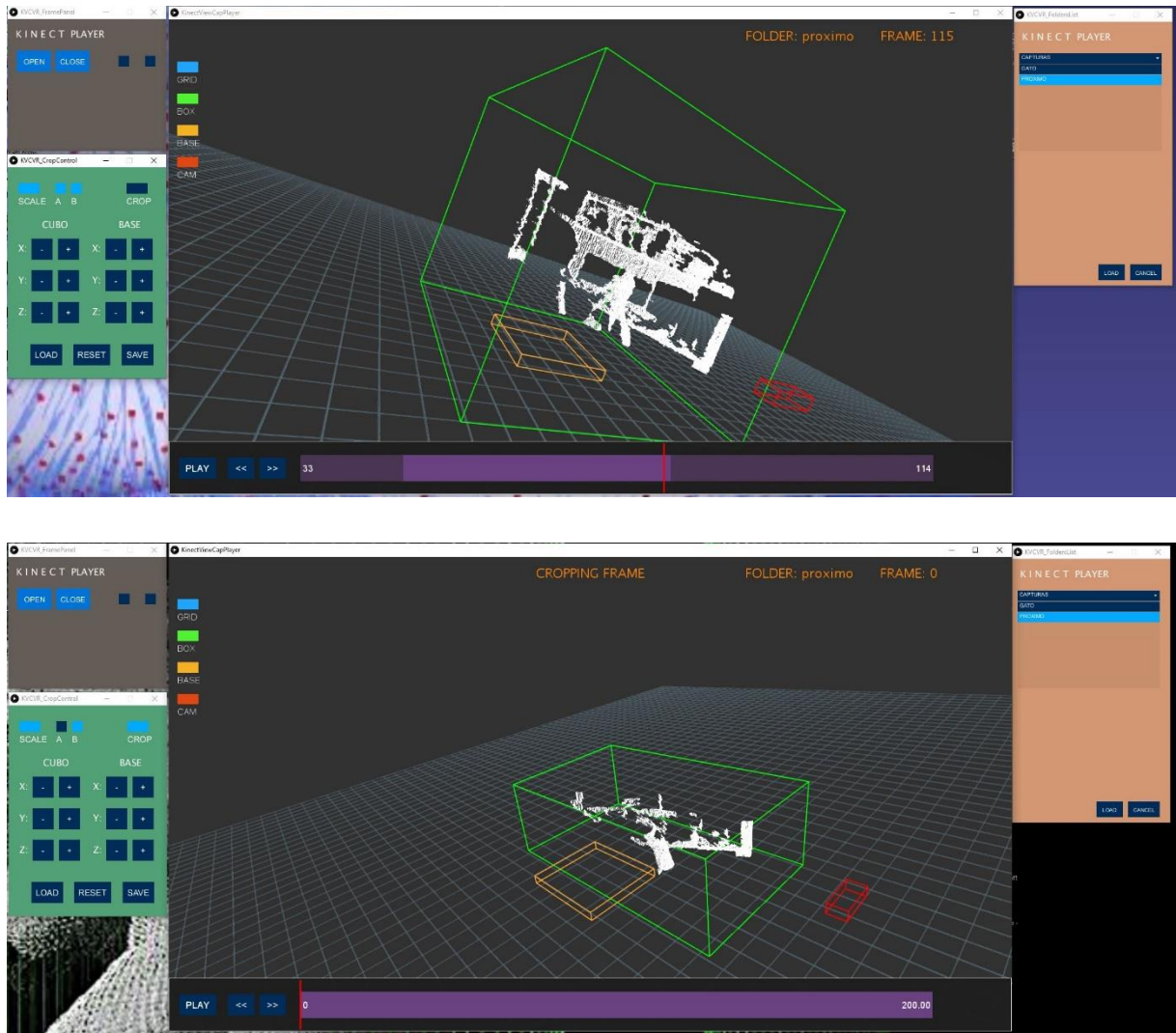


Fonte: imagem do próprio autor

As capturas realizadas com essas ferramentas são parte do projeto *Virtual Ritual*,⁸⁴ um vídeo imersivo composto por cenários gerados por fotogrametrias, e personagens volumétricos, capturados por sensor e camera.

⁸⁴ O projeto Virtual Ritual (Carolina Berger) é realizado com recursos da Lei nº 14.017/2020"; - no município de Santa Maria - RS - com apoio da Secretaria de Município da Cultura de Santa Maria

Figura 77 - Estados da interface de edição volumétrica



Fonte: imagem do próprio autor

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABOUAF, Jeffrey. Biped: a dance with virtual and company dancers, part 1. IEEE Multimedia, v. 6, n. 3, p. 4-7, Jul. 1999. Disponível em:

<https://www.computer.org/csdl/magazine/mu/1999/03/u3004/13rRUyuvRtU>

Acesso em: 20 dez 2020.

ALBERTI, Leon Battista. Da Pintura. Campinas: Editora da Unicamp, 1999.

ALMAS, Almir. Entrevista com Almir Almas e convidados. *In* Patrícia Moran (org.). Cinemas transversais. São Paulo: Iluminuras, 2016, pp. 167-179.

ALPERS, Svetlana. The art of describing: dutch art in the seventeenth century. Chicago: The University of Chicago Press, 1983.

AMES, A. The illusion of depth from single pictures. Journal of the optical society of America, v. 10, n. 2, p. 137-148, 1925. Disponível em: <https://www.osapublishing.org/josa/abstract.cfm?URI=josa-10-2-137>

Acesso em: 25 set 2019

ANDREWS, Noam. Albrecht Durer's personal Underweysung der Messung, Word & Image, v. 32, n. 4, p. 409-429, Nov. 2016. Disponível em

<https://core.ac.uk/download/pdf/153396748.pdf>

Acesso em: 20 out 2020.

BEHRENS, R. Roy. The life and unusual ideas of Adelbert Ames, Jr. Leonardo, v. 20, n. 3, p. 273-279, 1987. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/1578173>

Acesso em: 13 nov 2020.

BERGER, Carolina Dias de Almeida. O #Digitalself Corpo Artificio: uma metaperformance em realidade aumentada. Revista Farol, v. 16, n. 22, p.48-58, Out. 2020. Disponível em:

<https://periodicos.ufes.br/farol/article/view/31278>

DOI: <https://doi.org/10.47456/rf.v1i22.31278>. Acesso em: 10 jan 2021.

COUCHOT, Edmond. A tecnologia na arte: da fotografia a realidade virtual. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2003.

DANTO, Arthur C. The transfiguration of the Commonplace: a philosophy of art. Cambridge: Harvard University Press, 1981.

DELEUZE, Gilles. Bergsonismo. São Paulo: Editora 34, 2012.

DELLA FRANCESCA, P. De prospectiva pingendi. edizione critica a cura di G.Nicco-Fasola. Firenze: Casa Editrice Le Lettere, 2005.

DIXON, Steve. Digital performance: a history of new media in theater, dance, performance art, and installation. London: The MIT Press, 2007.

EDGERTON, Samuel Y. The mirror, the window and the telescope: how renaissance linear perspective changed our vision of the universe. London: Cornell University Press, 2009.

ELKINS, James. Piero Della Francesca and the Renaissance Proof of Linear Perspective. The Art Bulletin, v. 69, no. 2, p. 220-230, 1987. Disponível em <https://www.jstor.org/stable/3051019>. Acesso em: 30 ago.2020.

FLUSSER, Vilém. Filosofia da caixa preta: ensaios para uma futura filosofia da fotografia. São Paulo: HUCITEC, 1985.

FUNKENSTEIN, Susan Laikin. Engendering abstraction: Wassily Kandinsky, Gret Palluca, and "Dande Curves". Modernism/modernity, v. 14, n. 3, p. 389-406, set. 2007. Disponível em: <https://muse.jhu.edu/article/222301> Acesso em: 15 jan 2021.

GIBSON, J. James. The ecological approach to visual perception of pictures. Leonardo, v. 11, n. 3, p. 227-235, 1978. Disponível em: <https://muse.jhu.edu/article/599064/summary> Acesso em: 23 jun 2019

GOMBRICH, E. H. Arte e ilusão: um estudo da psicologia da representação pictórica. São Paulo: Martins Fontes, 1995.

GRAU, Oliver. Arte Virtual: da ilusão à imersão. São Paulo: Editora Unesp, 2003.

HAGEN, A. Margaret; GLICK, Rochelle; MORSE, Barbara. Role of two dimensional surface characteristics in pictorial depth perception. Perceptual and motor skills, v. 46, n. 3, p. 875-881, 1978. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.2466/pms.1978.46.3.875>

Acesso em: 20 ago 2019

HELMHOLTZ, Hermann von. Treatise on physiological optics: the perceptions of vision volume III. Menasha: The optical society of America, 1925.

HELMHOLTZ, Hermann von; CAHAN, David (ed.) Science and culture: popular and philosophical essays. Chicago: The University of Chicago Press, 1995.

HOCHBERG, Julian. The psychophysics of pictorial perception. Audiovisual communication review, v. 10, p. 22-54, 1962. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/BF02765240>

Acesso em: 10 set 2019

HOWARD, P. Ian; ROGERS, J. Brian (eds.). Perceiving in Depth. New York: Oxford University Press, 2012.

IVINS, William M. Jr. On the rationalization of sight: with an examination of three renaissance texts on perspective. New York: The Metropolitan Museum of Art, 1938.

JAY, Martin. Scopic regimes of modernity. In: FOSTER, Hal (ed.). Vision and Visuality. Seattle: Bay Press, 1988. p. 3-27.

KEMP, Martin. Piero and the Idiots: The Early Fortuna of His Theories of Perspective. Studies in the History of Art, v. 48, p. 198-211, 1995. Disponível em <http://www.jstor.org/stable/42621952> Acesso em: 20 out 2020.

KUBOVY, Michael. The Psychology of perspective and renaissance art. Cambridge: Cambridge University Press, 1986.

KITTLER, Friedrich. Mídias ópticas: curso em Berlim, 1999. Rio de Janeiro: Contraponto, 2016.

LINDBERG, David C. Theories of vision from Al-Kindi to Kepler. Chicago: The University of Chicago Press, 1976.

MACHADO, Arlindo. A ilusão especular: uma teoria da fotografia. São Paulo: Gustavo Gili, 2015.

MILGRAM, Paul; KISHINO, Fumio. A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. IEICE Trans. Information Systems, vol. E77-D, no. 12., 1994.

EBY, W. David; BRAUNSTEIN, L. Myron. The perceptual flattening of three-dimensional scenes enclosed

by a frame. Perception, v. 24, p. 981-993, 1995. Disponível em: <https://doi.org/10.1068%2Fp240981> Acesso em: 25 set 2019.

OUMA, Yashon Ombado. On the use of Low-Cost RGB-D Sensors for Autonomous Pothole Detection with Spatial Fuzzy c-Means Segmentation. Geographic Information Systems in Geospatial Intelligence. 2021. Disponível em: <https://www.intechopen.com/chapters/68823> Acesso em: 08 mar 2021.

OETTERMANN, Stephan. The panorama history of a mass medium. New York: Zone Books, 1997.

PANOFSKY, Erwin. Perspective as symbolic form. New York: Zone Books, 1991.

PLATÃO. Diálogos: menon-banquete-fedro. Trad. Jorge Paleikat. Rio de Janeiro: Ediouro, 1985 [Coleção Clássicos de Bolso]

POZZO, Andrea. Perspectiva pictorum et architectorum. Roma: Typis Joannis Komarek, 1693. Disponível em: https://archive.org/details/gri_33125008639367/page/n5/mode/2up Acesso em: 15 ou. 2019

RAYNAUD, Dominique. Studies on binocular vision: optics, vision and perspective from the thirteen to the seventeenth centuries. Cham: Springer, 2016.

RICHTER, A. Irma. Leonardo da Vinci: Notebooks. Oxford: Oxford University Press, 2008.

ROGERS, B.; GRAHAM, M. Similarities between motion parallax and stereopsis in human depth perception. Vision research, v. 22, n. 2, p. 261-270, 1982. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0042-6989\(82\)90126-2](https://doi.org/10.1016/0042-6989(82)90126-2) Acesso em: 3 out. 2019.

SCHRÖTER, Jens. Discourses and Models of Intermediality. Comparative Literature and Culture, v. 13, n. 3, 2011. Disponível em <https://docs.lib.purdue.edu/clcweb/vol13/iss3/3/> Acesso em: 18 set. 2020.

SCHRÖTER, Jens. 3D: history, theory and aesthetics of the transplane image. New York: Bloomsbury, 2014.

TORI, Romero; HOUNSELL, Marcelo da Silva (org.). Introdução a realidade virtual e aumentada. Porto Alegre: Editora SBC, 2018.

VISHWANATH, Dhanraj; HIBBARD, B. Paul. Seeing in 3D with just one eye: stereopsis without binocular. *Psychological Science*, v. 24, n. 9, 2013. Disponível em:

<https://doi.org/10.1177%2F0956797613477867>

Acesso em: 25 out. 2019.

WALLACH, Hans.; O'CONNELL, D. N. The kinectic depth effect. *Journal of experimental psychology*, v. 45, n. 4, p. 205-217, 1953. Disponível em:

<https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.211.4183&rep=rep1&type=pdf>

Acesso: 4 dez. 2019.

WATSON, Petra. Picturing the modern city as panorama. 2007. 320 p. Tese de doutorado. Faculty of Arts and Social Sciences. Simon Fraser University. Canada, 2007. Disponível em: <http://summit.sfu.ca/item/9154> . Acesso em: 15 abr. 2020.

WEBB, Jarrett; ASHLEY, James. *Beginning Kinect Programming with the Microsoft Kinect SDK*. New York: Apress, 2012.

WERTHEIM, Margaret. *Uma história do espaço de Dante à Internet*. Rio de Janeiro: JorgeZahar Editor, 2001.

WITTKOWER, R.; CARTER, B. The Perspective of Piero Della Francesca's 'Flagellation'. *Journal of the Warburg and Courtauld Institutes*, v. 16, n. 3, p. 292-302, 1953. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/750368>.

Acesso em: 30 ago 2020.

WHEATSTONE, Charles. Contributions to physiology of vision, part I: On some remarkable, and hitherto unobserved, phenomena of binocular vision. *Philosophical Transaction of the Royal Society of London*. v. 128, p. 371-394, 1838. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/pdf/108203.pdf>

Acesso em: 3 dez. 2019.