



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE COMUNICAÇÃO E EXPRESSÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN

Manoel de Souza Reis

**Contribuições do Design e da prototipagem rápida para a percepção da pintura  
neoplasticista pelo público cego**

FLORIANÓPOLIS

2022

Manoel de Souza Reis

**Contribuições do Design e da prototipagem rápida para a percepção da pintura  
neoplasticista pelo público cego**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Design da Universidade Federal de Santa  
Catarina para a obtenção do título de Mestre em Design

Orientador: Prof. Dr. Gilson Braviano

FLORIANÓPOLIS

2022

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Reis, Manoel  
Contribuições do Design e da prototipagem rápida para a  
percepção da pintura neoplasticista pelo público cego /  
Manoel Reis ; orientador, Gilson Braviano, 2023.  
129 p.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa  
Catarina, Centro de Comunicação e Expressão, Programa de Pós  
Graduação em Design, Florianópolis, 2023.

Inclui referências.

1. Design. 2. Design Inclusivo. 3. Arte abstrata. 4.  
Deficiente visual. 5. Prototipagem rápida. I. Braviano,  
Gilson. II. Universidade Federal de Santa Catarina.  
Programa de Pós-Graduação em Design. III. Título.

Manoel de Souza Reis

**Contribuições do Design e da prototipagem rápida para a percepção da pintura  
neoplasticista pelo público cego**

O presente trabalho em nível de mestrado foi avaliado e aprovado por banca  
examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof. Gilson Braviano, Dr.

Instituição UFSC

Profª. Berenice Santos Gonçalves, Dra.

Instituição UFSC

Prof. Marcelo Gitirana Gomes Ferreira, Dr.

Instituição UDESC

Certificamos que esta é a **versão original e final** do trabalho de conclusão que foi  
julgado adequado para obtenção do título de mestre em Design.

---

Coordenação do Programa de Pós-Graduação

---

Prof. Dr. Gilson Braviano

Orientador

Florianópolis, 2022.

Este trabalho é dedicado à minha família e amigos.

## AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 88887.498096/2020-00. Agradeço a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) que garantiu uma bolsa de 1 ano para auxiliar no desenvolvimento da minha dissertação.

Também agradeço e dedico essa dissertação para as seguintes pessoas:

Meu orientador, Gilson Braviano, que me guiou e auxiliou em cada passo que dei dessa dissertação.

Agradeço a meu pai, Almir Francisco Reis, que sempre me incentivou nesse caminho e me ajudou em muitas horas.

Agradeço a minha mãe, Rosinete de Souza Reis, que me ajudou e permitiu que a realização de meus estudos fosse muito mais tranquila e confortável.

Agradeço a meu irmão, Vicente de Souza Reis, que sempre acreditou na realização dessa dissertação.

Agradeço a minha namorada Yasmin, que também me incentivou muito a realizar essa dissertação.

Agradeço a Maristela Sartorato Pauli Bianchi e todos outros membros da ACIC. Observar a empolgação de vocês ao falar sobre meu trabalho trouxe mais energia e motivação para realiza-lo.

Agradeço a meus amigos, Eric, Enrico, Caio, Thiago, Carlo, Jhonatas, Jussara, José, Beatriz, Luiz, Vitor e Marcos.

Agradeço ao meu gato Lou que me deu companhia em todas noites que passei desenvolvendo essa dissertação.

Por fim, agradeço a todos professores que tive durante a vida, que me estimularam a seguir o caminho científico.

## RESUMO

Essa pesquisa se enquadra na área do Design Inclusivo, que visa, através do desenvolvimento de produtos e serviços, incluir pessoas de todas capacidades, buscando a igualdade. Assim, o presente estudo objetivou gerar recomendações relativas ao uso do design no processo de prototipagem rápida em impressão 3D FDM voltada à adaptação de pinturas neoplasticistas à percepção de cegos. A fim de operacionalizar esse objetivo, um referencial teórico foi explorado, envolvendo os temas Design Inclusivo, Cegueira, Arte neoplasticista, Prototipagem Rápida e Simulação da Cor com Texturas. Duas revisões sistemáticas foram desenvolvidas, uma identificando trabalhos que buscaram trazer o público deficiente visual para museus no Brasil e outra detectando pesquisas que exploravam técnicas de prototipagem rápida para desenvolver modelos táteis de pinturas. Uma etapa dos procedimentos metodológicos contemplou um momento de coleta de dados, onde pessoas cegas experimentaram modelos desenvolvidos por prototipagem rápida. Esses modelos táteis foram duas obras de pintores icônicos neoplasticistas, Piet Mondrian e Theo van Doesburg. Após exportar as pinturas para o programa de modelagem 3D Solidworks, cada uma recebeu um tratamento diferente para concepção de sua volumetria, uma delas, o modelo desenvolvido a partir da pintura de Mondrian apresentou apenas um nível de altura e seus elementos foram divididos por linhas em alto relevo. Já o modelo desenvolvido com a pintura de van Doesburg foi produzido a partir de uma volumetria onde seus elementos foram separados por diferentes alturas, e, para isso, as cores foram ranqueadas, da mais clara para a mais escura, implicando na altura das partes integrantes da obra tátil. Junto à volumetria, diferentes texturas, uma para cada cor, foram realizadas para serem inseridas nas superfícies dos elementos. Três tipos de tecnologia foram consideradas para a materialização: a Usinagem CNC, a Impressão 3D SLA e a Impressão 3D FDM. Optou-se pela Impressão FDM por causa do seu custo, da grande gama de polímeros que podem ser utilizados e pela grande área que essa impressão consegue trabalhar. Em maio de 2022, os modelos foram levados à ACIC – Associação Catarinense para Integração do Cego – e 12 pessoas os experimentaram individualmente. Os dados obtidos durante a interação foram analisados e observou-se que, mesmo que alguns participantes não se sentissem à vontade para realizar comentários sobre sensações que as obras lhes traziam, todos conseguiram realizar leituras dos modelos como um todo, definindo a preferência do modelo de acordo com o senso individual de fruição. Com a realização desse trabalho, um passo fundamental para explorar novas formas de trazer pinturas abstratas para as pessoas cegas foi constituído, ampliando as possibilidades de inclusão desse público.

**Palavras-chave:** Design Inclusivo. Arte abstrata. Deficiente visual. Prototipagem rápida.

## ABSTRACT

This research fits into the area of Inclusive Design, which aims, through the development of products and services, to include people of all abilities, seeking equality. Thus, the present study aimed to generate recommendations regarding the use of design in the process of rapid prototyping in 3D FDM printing aimed at adapting neoplasticist paintings to the perception of the blind. In order to operationalize this objective, a theoretical framework was explored, involving the themes "Inclusive Design, Blindness, Neoplastic Art, Rapid Prototyping and Color Simulation with Textures". Two systematic reviews were developed, one identifying works that sought to bring the visually impaired public to museums in Brazil and the other detecting research that explored rapid prototyping techniques to develop tactile models of paintings. Planned methodological procedures included a moment of data collection, where blind people experimented models developed by rapid prototyping. These tactile models were versions of two works by the iconic Neoplasticist painters, Piet Mondrian and Theo van Doesburg. After exporting the paintings to the Solidworks 3D modeling program, each one received a different treatment to design its volumetry, one of them, the model developed from Mondrian's painting, presented only one level of height and its elements were divided by lines in high relief. The model developed with the van Doesburg painting, on the other hand, was produced from a volumetry where its elements were separated by different heights, and, for that, the colors were ranked, from the lightest to the darkest, implying the height of the integral parts of the tactile work. Along with the volumetry, different textures (one for each color) were created to be inserted into the surfaces of the elements. Three types of technology were quoted for materialization: CNC Machining, SLA 3D Printing and FDM 3D Printing. FDM printing was chosen because of its cost, the wide range of polymers that can be used and the large area that this printing can work. In May 2022, the models were taken to ACIC – Associação Catarinense para Integração do Cego – and 12 people tried them individually. The data obtained during the interaction were analyzed and it was observed that, even if some participants did not feel comfortable making comments about the sensations that the works brought them, all were able to read the models as a whole, defining the preference of the model, according to the individual's fruition sense. With the completion of this work, a fundamental step towards exploring new ways of bringing abstract paintings to blind people was constituted, expanding the possibilities of this public's inclusion.

**Keywords:** Design Inclusive. Abstract art. Visually impaired. Rapid prototyping.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Pintura em Relevo no Museu do Prado .....	17
Figura 2 - Processo tradicional de Confecção de Modelo Tátil.....	21
Figura 3 – Pirâmide do Usuário .....	26
Figura 4 – Cubo do Design Inclusivo.....	27
Figura 5 – Contraposição de dissonância, XVI de Theo van Doesburg de 1925 .....	30
Figura 6– Família de Bart van der Leck de 1921.....	30
Figura 7 – Inter-relação de volumes de George Vantongerloo de 1919 .....	31
Figura 8 – Composição em vermelho, amarelo, azul de Piet Mondrian em 1927 .....	32
Figura 9 – Poltrona vermelho, azul de Gerrit Thomas Rietveld de 1917.....	33
Figura 10 – Etapas do processo aditivo .....	35
Figura 11 – Texturas Visuais ressignificando figuras de áreas similares.....	37
Figura 12 – Material para ensino de formas geométricas.....	38
Figura 13 – Cartela com cinco cores com textura.....	39
Figura 14 – Sistema Feelipa.....	41
Figura 15 – Sistema Minardi .....	42
Figura 16 – Sistema Vankrinkelveldt.....	43
Figura 17 – Sistema Baklanov .....	44
Figura 18 – Sistema Anczurowski .....	45
Figura 19 – Método para revisão sistemática da literatura.....	46
Figura 20 – Modelo tátil de “Anunciação” de Beato Angelico desenvolvido por fresagem CNC .....	51
Figura 21 – “Cura do aleijado e levantamento de Tabatha de Masolino da Panicale” impressa em 3D .....	52
Figura 22 – Modelo em contorno tátil (a), padrão de textura (b), baixo relevo em camadas planas (c) e baixo relevo (d).....	53
Figura 23 – Usuários experimentando os modelos desenvolvidos .....	54
Figura 24 – Modelo desenvolvido por fresagem CNC.....	55
Figura 25 – Composição de Mondrian, de 1921 .....	59
Figura 26 – Composição do losango com vermelho, cinza, azul, amarelo e preto, de Mondrian, de 1924.....	59
Figura 27 – Trafalgar Square, de Mondrian, de 1939 .....	60
Figura 28 – Tableau I, Mondrian de 1921 .....	60

Figura 29 – Composição Descentralizada de Theo van Doesburg, de 1924 .....	61
Figura 30 – Contra-Composição com Dissonâncias XVI, de Theo van Doesburg, de 1925.....	61
Figura 31 – Composição II, violeta índigo derivada do triângulo equilátero, de Georges Vantongerloo, de 1921 .....	62
Figura 32 – Composição Neoplástica número 5, de Cesar Domela, de 1924 .....	62
Figura 33 – Composição em preto e branco .....	65
Figura 34 – Recurso “Imagem de esboço” para o modelo da obra de Mondrian .....	66
Figura 35 – Volume do modelo da pintura de Mondrian .....	66
Figura 36 – Recurso “Imagem de esboço” para o modelo da obra de Theo van Doesburg .....	67
Figura 37 – Volume do modelo da pintura de Theo van Doesburg ao lado da pintura em Preto e Branco .....	68
Figura 38 – Textura para cor preta.....	69
Figura 39 – Textura para cor cinza.....	70
Figura 40 – Textura para cor vermelha .....	70
Figura 41 – Textura para cor amarela .....	71
Figura 42– Textura para cor azul .....	71
Figura 43 – Modelos 2.5D digitais ao lado de suas pinturas (Tableau I e Composição Descentralizada) .....	72
Figura 44 – Modelos de Mondrian e de van Doesburg, respectivamente. ....	74
Figura 45 – Etapas da Experimentação .....	75
Figura 46 – Experimentação do público.....	81
Figura 47 - Broadway Boogie-Woogie, de 1943 .....	85
Figura 48 – Comparação das texturas para o azul e o amarelo, respectivamente.....	89
Figura 49 – Comparação das texturas preto e cinza, respectivamente .....	93
Figura 50 – Textura usada para a cor vermelha, com destaque para os pontos que podem gerar a percepção dos quadrados que integram a parte superior da letra G em Braille.	94

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Texturas propostas para simular cores em diferentes pesquisas.....	40
Quadro 2 – Característica dos entrevistados, por grupo.....	80
Quadro 3 – Conhecimentos e observações sobre arte e pintura.....	82
Quadro 4 – Comentários efetuados sobre a percepção do modelo, antes da contextualização .....	84
Quadro 5 – Comentários e sensações sobre o modelo Mondrian .....	87
Quadro 6 – Comentários e sensações sobre o modelo van Doesburg.....	88
Quadro 7 – Comentários sobre a textura representando a cor branca.....	91
Quadro 8 – Comentários sobre a textura representando o cinza.....	92
Quadro 9 – Comentários sobre a textura usada para representar a cor preta.....	93
Quadro 10 – Comentários sobre a textura usada para representar a cor vermelha ....	95
Quadro 11 – Comentários sobre a textura representando o azul.....	96
Quadro 12 – Comentários sobre a textura referente ao amarelo .....	97
Quadro 13 – Síntese das respostas dos entrevistados em relação às texturas usadas pra representar cores .....	98
Quadro 14 – Comentários sobre o modelo preferido e motivos da escolha .....	101

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

2D Duas Dimensões

2.5D Duas Dimensões e meia

3D Três Dimensões

ABS Acrilonitrila Butadieno Estireno

ACIC Associação Catarinense para Integração do Cego

CAD Computer-Aided Design ou Projeto Assistido por Computador

CAM *Computer-Aided Manufacturing* ou Manufatura Assistida por Computador

CNC Controle Numérico Computadorizado

EVA Espuma Vinílica Acetinada

FDM *Fused Deposition Modeling* ou Modelagem de Deposição Fusionada

MDF *Medium Density Fiberboard* ou Fibras de Média Densidade

OMS Organização Mundial da Saúde

SLA *StereoLithography Aparatus* ou Aparelho de Estereolitografia

SLS *Selective Laser Sintering* ou Sinterização Seletiva de Laser

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
1.1	JUSTIFICATIVA .....	20
1.2	OBJETIVOS.....	22
<b>1.2.1</b>	<b>Objetivo Geral .....</b>	<b>22</b>
<b>1.2.2</b>	<b>Objetivos Específicos .....</b>	<b>22</b>
1.3	ADERÊNCIA AO PROGRAMA E À LINHA DE MÍDIA .....	23
1.4	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA .....	23
1.5	DELIMITAÇÃO DA PESQUISA.....	23
1.6	ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	24
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>25</b>
2.1	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	25
<b>2.1.1</b>	<b>DESIGN INCLUSIVO.....</b>	<b>25</b>
<b>2.1.2</b>	<b>CEGUEIRA .....</b>	<b>27</b>
<b>2.1.3</b>	<b>ARTE NEOPLASTICISTA.....</b>	<b>29</b>
<b>2.1.4</b>	<b>PROTOTIPAGEM RÁPIDA .....</b>	<b>33</b>
<b>2.1.5</b>	<b>SIMULAÇÃO DA COR COM TEXTURAS .....</b>	<b>36</b>
2.2	REVISÃO SISTEMÁTICA .....	45
<b>2.2.1</b>	<b>TRABALHOS QUE BUSCAM TRAZER O PÚBLICO COM DEFICIÊNCIA VISUAL A MUSEUS NO BRASIL .....</b>	<b>47</b>
<b>2.2.2</b>	<b>REVISÃO DE TÉCNICAS DE PROTOTIPAGEM PARA DESENVOLVER MODELOS TÁTEIS DE PINTURAS.....</b>	<b>49</b>
2.3	CONSIDERAÇÕES FINAIS E REFLEXÕES DO CAPÍTULO .....	56
<b>3</b>	<b>PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....</b>	<b>58</b>
3.1	DESENVOLVIMENTO DO MODELO TÁTIL .....	58
<b>3.1.1</b>	<b>ESCOLHA DAS PINTURAS .....</b>	<b>58</b>
<b>3.1.2</b>	<b>DESENVOLVIMENTO DIGITAL DO MODELO 3D.....</b>	<b>64</b>
<b>3.1.3</b>	<b>MATERIALIZAÇÃO DIGITAL .....</b>	<b>72</b>

3.2	EXPERIMENTAÇÃO .....	74
<b>4</b>	<b>Coleta e análise de dados .....</b>	<b>78</b>
4.1	DESCRIÇÃO DO EXPERIMENTO.....	78
4.1.1	TESTE PILOTO .....	78
4.1.2	DESCRIÇÃO DA AMOSTRA E DO AMBIENTE.....	79
4.2	ANÁLISE DE DADOS .....	82
4.2.1	ANÁLISE DA PERCEPÇÃO GERAL DAS PINTURAS REPRESENTADAS NOS MODELOS.....	83
4.2.2	ANÁLISE DAS TEXTURAS APRESENTADAS PELOS MODELOS .....	88
4.2.3	ANÁLISE DO MODELO PREFERIDO PELO PÚBLICO .....	100
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>103</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>109</b>
	<b>APÊNDICE A: TERMO DE ANUÊNCIA INSTITUCIONAL.....</b>	<b>114</b>
	<b>APÊNDICE B: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO .....</b>	<b>115</b>
	<b>APÊNDICE C: TERMO ASSENTIMENTO DO MENOR .....</b>	<b>118</b>
	<b>APÊNDICE D: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA PAIS OU RESPONSÁVEIS .....</b>	<b>121</b>
	<b>APÊNDICE E: GUIA DO EXPERIMENTO.....</b>	<b>124</b>



## 1 INTRODUÇÃO

“A deficiência faz parte da condição humana. Quase todas as pessoas terão uma deficiência temporária ou permanente em algum momento de suas vidas, e aqueles que sobreviverem ao envelhecimento enfrentarão dificuldades cada vez maiores com a funcionalidade de seus corpos” (World Health Organization, 2012, p.3).

É dentro desse escopo que a presente pesquisa visa contribuir para que tenhamos uma sociedade mais justa e inclusiva. Ainda, conforme indicado pela Organização Mundial da Saúde – OMS –, em 2012, o tratamento de pessoas com deficiência tem se alterado, indo de uma perspectiva individual e médica – que apresentava resoluções segregacionistas, tais como a criação de locais de abrigo e escolas especiais – para tratamentos que buscam a inclusão social. Neste caso, as soluções da medicina abriram espaço para abordagens interativas, as quais consideram que as pessoas se tornam mais incapacitadas devido a fatores ambientais e sociais. Esta abordagem tem sido defendida há algumas décadas, e Sasaki (1997) indica que os esforços projetuais agora devem ser focalizados a adaptar a sociedade às pessoas.

Em resposta a essa forma de tratar pessoas com deficiência, o Design, há algum tempo, começou a atuar em novas áreas. Abordagens com o foco no usuário têm surgido, como o Design para Experiência, o Design Universal, o Design Participativo e o Design Inclusivo, sempre com um “compromisso ético com a sociedade e a interdisciplinaridade” (Cardoso, 2016, p.31) e buscando um mundo mais inclusivo para pessoas com deficiência.

Entre as diversas deficiências existentes, tem-se a deficiência visual. Usualmente, são utilizadas duas escalas oftalmológicas para definir seus níveis: a acuidade visual, que avalia a capacidade de reconhecer objetos em determinada distância; e o campo visual, que observa a amplitude de área que a visão alcança. A partir dessas variáveis, a função visual pode ser categorizada em quatro níveis: normal, deficiência moderada, deficiência grave ou cegueira.

A quantidade de pessoas com cegueira tem crescido com o passar do tempo. Ottaiano et al (2019) apontam que a primeira estimativa global, realizada em 1972, indicou a existência de 10 a 15 milhões de pessoas cegas no mundo. Já em 2020, as projeções apontam para 75 milhões de cegos, crescimento que é atribuído a três fatores: aumento da população mundial; aumento da expectativa de vida, expandindo a população idosa; e redução da prevalência específica de idade, indicando que mais pessoas que não são idosas têm ficado com essa incapacidade.

Ottaiano et al (2019) colocam que, a partir de estimativas da OMS, em 2019, aproximadamente 0,75% da população Brasileira é composta por pessoas cegas, algo em torno

de um milhão e meio de pessoas. O grande número de pessoas com deficiência no Brasil, incluindo essa estimativa da OMS para cegos, estimulou o Senado Federal a desenvolver o Estatuto da Pessoa com Deficiência (Senado Federal, 2019), que é destinado a assegurar e promover o exercício das liberdades fundamentais por pessoas com deficiência, visando a sua inclusão social e cidadania. O Estatuto traz, também, diversos artigos a fim de garantir essa inclusão. Porém, mesmo com essa lei, muitas iniciativas ainda devem ser tomadas para incluir pessoas com cegueira.

Em paralelo a esse contexto, segundo as Diretrizes do Governo Federal para a educação básica em artes (Ministério da Educação e do Desporto, 1998), o conhecimento das artes, em todas suas linguagens, tem a função de melhorar a compreensão do mundo para seus apreciadores e estudiosos e também trazer entendimento de como essas pessoas podem se manifestar expressivamente, estimulando a criatividade. No caso dos cegos, há acesso a algumas dessas linguagens – como a música, a literatura e até a escultura –, porém, existem dificuldades na interação com aquelas focadas na interação visual, como a pintura. Visando dirimir estas dificuldades, diversas iniciativas para incluir o cego na fruição das artes visuais têm sido experimentadas nas últimas décadas.

Nesse sentido, Valente (2010, p.60) diz que:

Nas últimas décadas, além do acesso a documentos escritos, têm-se considerado igualmente importante possibilitar aos cegos o acesso a imagens ilustrativas, pedagógicas e artísticas. Vê-se, desta forma, um acréscimo de propostas de adaptação tátil de conteúdos visuais figurativos e pictóricos para este público.

Se voltarmos um pouco no tempo, para o período em que surgiu a arte contemporânea, trazendo novas formas de sentir a arte, percebemos que já havia alguma preocupação com a fruição artística por cegos. Kastrup (2015) indica que no século XIX, na Inglaterra, surge a *Blindart*, movimento que tem como objetivo mostrar que a falta de visão não impede pessoas de fazerem e apreciarem a arte, desenvolvendo diversas exposições com pinturas, esculturas e instalações para o público experimentar uma arte diferente da visiocêntrica.

Mesmo com as diferentes experimentações de sentir a arte, exploradas por artistas contemporâneos, a pintura, na maioria dos casos, ainda é apreciada somente pela visão, privando os cegos da sua fruição. Assim, o ensino artístico e os museus de arte têm dificuldade em apresentar pinturas de diferentes movimentos e estilos para esse público.

Apesar disso, instituições museológicas têm desenvolvido iniciativas para trazer a inclusão de cegos, desenvolvendo áudio-guias. Essa ferramenta apresenta áudios gravados em

fontes fixos no local em que a obra artística está exposta, trazendo informações e a descrição sobre ela.

Outras formas de promover a inclusão do deficiente visual nos espaços artísticos podem considerar aquilo que ocorre em outros espaços: descrições em Braille; sistemas de localização, como o piso tátil (relevos no chão que auxiliam o deslocamento do cego); mapas táteis (mapas que o cego pode acessar trazendo informações em relevos e em Braille); e a assistência humana.

Apesar desse apanhado de possibilidades, com potencial para permitir que os cegos conheçam a obra, obtendo informações e se locomovendo no espaço, não ocorre uma exploração estética da obra e, assim, há uma fragilidade no sentido de não permitir que o sujeito tire suas próprias conclusões a partir do seu contato com o objeto artístico propriamente dito.

Para possibilitar, de fato, a fruição e a exploração estética, pode-se usar o sentido tátil do cego, visto que esse é “o principal meio que as pessoas cegas usam para aprender sobre seu ambiente” (Volpe et al, 2014, p.90). Dessa forma, uma prática que também tem sido desenvolvida, abordada por Romani e Henno (2017), em espaços como o Museu Paulista, Museo di Castelvechio e Museo Tattile Anteros, é a criação de modelos táteis que reproduzem tridimensionalmente pinturas. A Figura 1 ilustra a fruição de uma pintura em relevo, no Museu do Prado. A produção dessas obras, porém, é lenta e cara, por incluir a necessidade do trabalho de um profissional especializado.

Figura 1 - Pintura em Relevo no Museu do Prado



Fonte: <https://turismoadaptado.com.br/pinturas-em-relevo/>

Acesso em: 28/04/2020

Atualmente, a inovação tecnológica digital tem evoluído. Segundo Medeiros (2016), dentro das indústrias, na área de projeto de produto, essa transformação se deve, principalmente, à ascensão nos setores da tecnologia da informação e da computação, que desenvolvem cada vez mais hardwares e softwares. Desta maneira computadores passam a executar tarefas que, dificilmente, seres humanos realizariam com precisão e rapidez. Segundo Medeiros (2016), com a evolução da ferramenta CAD (Computer-Aided Design ou Projeto Assistido por Computador, em português), em 1990, o projeto pode contar com um processo de virtualização. Os projetos, que antes eram trabalhados em duas dimensões, passam a ser desenvolvidos digitalmente em modelos geométricos 3D. Os dados desses modelos desenvolvidos digitalmente, e com novas tecnologias de prototipagem rápida, podem ser transformados em modelos físicos que, conforme afirma Medeiros (2016), não são somente criados de forma digital, mas também produzidos com suporte nesse meio.

Seguindo essa evolução projetual, os modelos táteis de pinturas também têm sido trabalhados em programas de modelagem 3D. Esses modelos, que simulam relevos, podem ser realizados por prototipagem rápida de maneira mais ágil que de modo artesanal. Esse método traz grandes vantagens em comparação à forma anterior: a redução no custo e maior velocidade no desenvolvimento dos modelos, permitindo, também, uma ampliação na escala de produção dos modelos táteis.

Dentre as três formas de materialização digital usadas para desenvolver modelos táteis – a usinagem CNC (Controle Numérico Computadorizado), a impressão 3D SLA (*StereoLithography Apparatus*) e a impressão 3D FDM (*Fused Deposition Modeling*), esta última oferece o menor custo, além da possibilidade de escolha do polímero utilizado e da possibilidade de trabalhar com grandes dimensões, o que a coloca como a tecnologia que receberá um olhar especial nesta pesquisa.

Algumas experimentações de modelos por prototipagem rápida têm sido realizadas com pinturas clássicas, como nos casos de Governi et al (2014), Volpe et al (2014) e Furfèri (2014a), que desenvolveram modelos táteis de pinturas do Renascimento italiano, usando técnicas de criação semiautomáticas em softwares de computador. Outro exemplo é o trabalho de Ansaldi (2021), que a partir da prototipagem rápida e modelagem 3D buscou “traduzir” a pintura “A festa de Herodes” de Benozzo Gozzoli desenvolvendo uma forma tridimensional tátil.

Porém, como Almeida et al (2010) já apontavam, as representações em alto-relevo, simulando o caráter visual, apresentam alguns problemas para serem compreendidas. Cegos

natos, por exemplo, têm dificuldade para entender por que, em uma pintura, uma pessoa pode ser maior que uma árvore, pois não têm familiaridade com fenômenos visuais como a perspectiva. Dessa forma, as pinturas clássicas reproduzidas em 3D podem trazer problemas na compreensão do público com cegueira congênita. Almeida et al (2010, p.89) explicam “o principal problema das reproduções em alto-relevo talvez seja o fato de que, apesar de replicarem os quadros numa forma tangível, elas mantêm, apesar disso, sua forma visual.”

Então, por possuírem aspectos relacionados à visão, como montanhas e árvores, seguindo regras de perspectiva, as pinturas em alto relevo podem trazer ambiguidades em seu entendimento. Mas é possível que, ao explorar o desenvolvimento tátil de pinturas abstratas, as quais se focam em aspectos, ligados a sensações e emoções, exista um resultado diferente.

As obras neoplasticistas, por exemplo, que são caracterizadas por trazerem formas geométricas, cores puras e linhas, buscando transmitir equilíbrio e harmonia para seus observadores, podem ser um interessante eixo para se explorar, visto que não trazem elementos literais da visão, como a perspectiva. Percebendo essa possibilidade, o recorte deste estudo se foca na percepção, por cegos, de pinturas neoplasticistas, a partir da sua reprodução por processos de prototipagem rápida.

A escolha do neoplasticismo se deve, também, às suas características que, em um primeiro olhar, aparentam ser adequadas à reprodução digital das obras. Seus elementos compositivos são retângulos e linhas, e as cores utilizadas (vermelho, amarelo, azul, preto branco e cinza) são poucas, então, a partir de uma imagem, os retângulos e linhas podem ser facilmente destacados e, depois, extrudados para trazer relevos, as texturas poderiam ser exploradas, objetivando representar as cores puras.

Além disso, nenhum dos trabalhos analisados na revisão sistemática apresentou a tentativa de trazer pinturas abstratas para deficientes visuais através do desenvolvimento de um modelo tátil, indicando que há um espaço para ser investigado.

A temática de trabalhar a apreciação pinturas por cegos está inserida no Design Inclusivo, que busca, no desenvolvimento de produtos serviços, a não discriminação e a inclusão social, permitindo o foco nas capacidades de todo tipo de pessoas, com deficiências ou sem.

Dessa forma, a presente dissertação buscará responder à seguinte **questão**: Como o uso da prototipagem rápida, associada ao design, pode contribuir na percepção de pinturas por cegos?

## 1.1 JUSTIFICATIVA

O ensino de arte e a fruição artística em museus têm buscado, cada vez mais, iniciativas para trazer seu conteúdo para diferentes públicos. Porém, um desafio é colocado quando o público que tem deficiência visual busca explorar obras normalmente contempladas a partir da visão, como no caso da pintura.

O desenvolvimento deste estudo se dá pela consciência social e empatia que surgem ao observar as exclusões que uma sociedade não adaptada causa nas pessoas com deficiências.

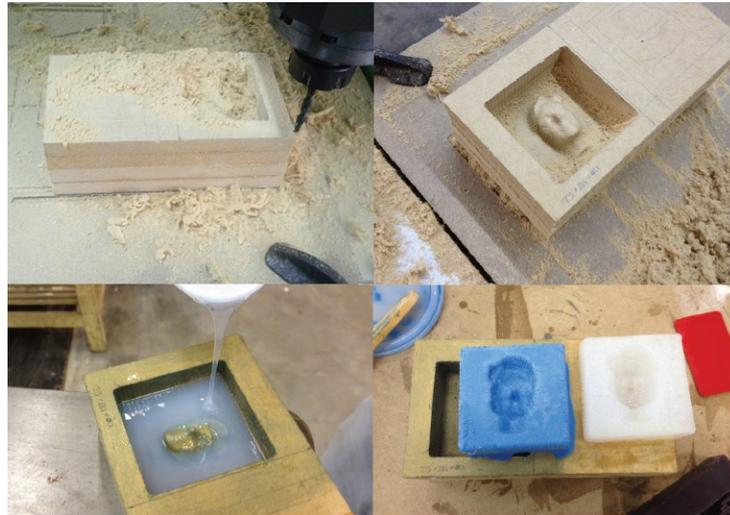
O estatuto da pessoa com deficiência (Senado Federal, 2019), no seu artigo 42, trata do direito do acesso à cultura, esporte e turismo para as pessoas com deficiência, sendo que, em seu inciso I, garante o acesso a bens culturais em formato acessível para esse público. Além disso, os artigos 27 e 28 garantem o direito à educação de pessoas com deficiências e estimulam o desenvolvimento de tecnologias assistivas.

Porém, segundo Medeiros e Mattos (2018), mesmo com essas garantias, o ensino público de artes sofre de carência de material didático para suas atividades, e os cursos não conseguem acompanhar a realidade existente nas salas de aula e têm dificuldade para atender à grande diversidade de público com diferentes deficiências.

Além da sala de aula, instituições museológicas têm buscado novas formas de adaptar suas obras com o intuito de torna-las inclusivas, ampliando seu público visitante. Um exemplo disso é o museu do Prado na Espanha, que selecionou algumas de suas obras e adicionou volume, conforme se apresentou na Figura 1 da seção anterior.

Um processo comumente utilizado, indicado por Romani e Henno (2017), é a réplica em relevo, normalmente concebida em métodos artesanais. O processo começa com o desenvolvimento de uma matriz de argila ou de madeira esculpida por um artesão, e, depois, é gerado um molde de silicone em negativo, que possibilita a reprodução do modelo tátil em diferentes materiais, como gesso ou resina acrílica (Figura 2).

Figura 2 - Processo tradicional de Confecção de Modelo Tátil



Fonte: Romani e Heno (2017, p.143)

Todavia, a reprodução tradicional de pinturas, esculpindo-as em uma versão tátil, tem alto custo, como indicado por Romani e Heno (2017), inviabilizando a produção em escala. A tecnologia digital tem avançado nas últimas décadas, e áreas de projetos se transformam à medida que evoluem constantemente em termos de hardware e software. Dentro dessa ótica, Medeiros (2016, p.25) diz que

Com a evolução tecnológica, a atividade passa de desenho para a realização dos projetos em três dimensões (3D) utilizando modelos geométricos digitais para a produção de modelos físicos, tanto na produção de protótipos como em peças finais.

Dessa forma, alinhadas às atividades de projeto utilizando programas digitais, técnicas de prototipagem rápida têm surgido para permitir que projetos não sejam somente criados digitalmente, mas produzidos também, como apresentado por Medeiros (2016), por prototipagem rápida<sup>1</sup> ou por fabricação digital<sup>2</sup>.

As dificuldades colocadas pelo modo tradicional usado para transformar pinturas em modelos táteis, indicadas por Romani e Heno (2017), trazem uma oportunidade para o Design. Com o uso de programas digitais e prototipagem rápida, os processos de tradução tátil dessas

<sup>1</sup> Conjunto de tecnologias que, a partir de fontes de dados gerados em sistemas de projeto auxiliado por computador, fabrica objetos físicos.

<sup>2</sup> Efetuada por equipamentos que utilizam o sistema de controle numérico computadorizado (CNC), como cortadoras a laser e impressoras tridimensionais.

pinturas se tornam mais rápidos e baratos, permitindo uma ampliação do acervo tátil de museus e a produção de diferentes obras a serem utilizadas no ensino das artes.

Porém, deve ser pensado também que a reprodução de modelos táteis de pinturas figurativas tem apresentado alguns problemas. Como indicado por Almeida et al (2010, p.90), o alto relevo em pinturas “não apresenta maiores ambiguidades perceptivas para o espectador que a explora com a visão. Para o observador tátil, no entanto, a lista de possíveis confusões é longa”.

Essas confusões acontecem porque a pintura apresenta elementos reais representados pela visão, como a perspectiva. Porém, um cego nato não possui vivência para compreender esses conceitos, o que causa muita ambiguidade e dificuldade em traduzir essas pinturas para esse público específico. A pintura abstrata, por não estar ligada diretamente com aspectos figurativos visuais, como a perspectiva, é um interessante objeto a ser estudado.

A presente pesquisa leva em conta as buscas, nas últimas décadas, de instituições de cultura que querem trazer a pintura para o público cego; o tempo e custo atual do desenvolvimento desses modelos, a partir de trabalhos artesanais; as tendências de digitalização de projetos; e a evolução dos processos de prototipagem rápida. Justifica-se, a partir desses elementos, o estudo sobre como desenvolver modelos táteis tridimensionais de pinturas, a partir de tecnologias de prototipagem rápida que possam propiciar um ganho na escala de produção dessas obras, considerando, também, a redução de custos e a rapidez no processo.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo Geral

Gerar recomendações relativas ao uso do design no processo de prototipagem rápida em impressão 3D FDM voltada à adaptação de pinturas neoplasticistas à percepção de cegos.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

Para atingir o objetivo geral, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- Avaliar como relevos digitais impressos em 3D podem auxiliar na percepção de elementos e harmonias pictóricas para pessoas com cegueira;

- Selecionar, dentre diferentes tipos de prototipagem rápida, algum de baixo custo e que possa reproduzir pinturas do movimento neoplasticista com potencial para gerar entendimento de cegos em relação às obras; e
- Descobrir em que medida texturas permitem simular a percepção de cores para deficientes visuais.

### 1.3 ADERÊNCIA AO PROGRAMA E À LINHA DE MÍDIA

Essa pesquisa tem aderência ao programa de Pós-Graduação em Design da UFSC, na linha de pesquisa de Mídia, com ênfase em Tecnologia, pois apresenta estudos da área do Design com o intuito de utilizar tecnologias digitais contemporâneas para incluir cegos no processo de apreciação de pinturas.

O objetivo de apresentar a apreciação estética da pintura para o cego busca tornar mais acessível uma mídia que esse público não consegue usufruir no seu formato original. Nesse sentido, a pesquisa se serve de fontes do Design Inclusivo, que trazem instrumentos de pesquisa para identificar melhor as necessidades do público estudado. A ênfase tecnológica é evidenciada com a utilização de processos de materialização digital na produção de produtos.

### 1.4 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Este estudo tem caráter exploratório e visa produzir e sintetizar conhecimento, conceitos e ideias de como traduzir uma pintura de estilo neoplasticista para um modelo tátil, servindo-se da prototipagem rápida. Trata-se, portanto, de uma pesquisa aplicada, que busca obter resultados práticos, os quais venham a servir como alternativas para o enfrentamento do problema de exclusão do cego no ensino artístico e na fruição de pinturas. Esta pesquisa tem carácter qualitativo, contando com amostra reduzida de participantes e interpretação dos dados baseada no olhar subjetivo do pesquisador.

### 1.5 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa se limita a estudar o momento de fruição tátil do cego em representações tridimensionais de pinturas neoplasticistas. As análises têm o intuito de gerar princípios de design que permitam uma boa representação das obras, a partir do modelo digital.

Nesse contexto, o estudo busca especificamente a tradução de pinturas abstratas do estilo neoplasticista para modelos táteis. Os indivíduos que avaliarão as propostas serão deficientes visuais classificados apenas na categoria ‘com cegueira’.

## 1.6 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Este primeiro capítulo da dissertação apresenta a introdução da pesquisa, justificativa, objetivos, aderência ao programa e à linha de mídia, a delimitação do estudo e a estrutura final do documento.

O segundo capítulo é responsável pelo referencial teórico da pesquisa, e se divide em duas partes. A primeira delas traz uma revisão bibliográfica assistemática sobre: o Design Inclusivo e seu foco quanto à inserção de públicos excluídos, no desenvolvimento de projetos e processos; definições a respeito de pessoas cegas; elementos da pintura neoplasticista, cuja finalidade é identificar potenciais a serem explorados no momento de reprodução tridimensional das obras; prototipagem rápida, com o intuito de identificar elementos de apoio à decisão de qual técnica utilizar para modelos tridimensionais de pinturas neoplasticistas; e obras que trazem o conceito de cor para cegos, através de textura. A segunda parte deste capítulo conta com duas revisões sistemáticas realizadas. Uma delas se concentra em trabalhos que buscaram incluir deficientes visuais em museus no Brasil, e a outra visa identificar técnicas de prototipagem rápida para desenvolvimento de modelos táteis.

O terceiro capítulo descreve as metodologias adotadas em cada etapa da pesquisa. Nele, estão descritos os procedimentos adotados para o desenvolvimento do modelo digital e sua prototipagem, bem como os detalhamentos do experimento planejado para coletar informações dos cegos quanto a sua fruição das obras que foram reproduzidas via prototipagem.

O quarto capítulo apresenta e discute os resultados deste estudo, deixando-se para o Capítulo 5 a conclusão da pesquisa e a sugestão de novos trabalhos.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo apresenta as duas revisões desenvolvidas para embasar o estudo: a bibliográfica e a sistemática, a partir das quais o design inclusivo se apresenta como elemento de apoio ao desafio de possibilitar a fruição de pinturas por pessoas cegas. Uma visita ao movimento neoplasticista e suas obras, bem como possíveis formas adaptar as imagens a modelos que possam ser tateados, é realizada. Nesse sentido, também é feito um apanhado das possibilidades que a prototipagem 3D oferece para o desenvolvimento de peças tateáveis de obras neoplasticistas. Além disso, pesquisas sistemáticas são abordadas, buscando observar como as pinturas estão sendo apresentadas para o público cego em museus.

### 2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste tópico, objetiva-se apontar diversos elementos que embasam a presente pesquisa, quanto ao Design Inclusivo, cegueira, arte neoplasticista, prototipagem rápida e simulação de cores usando texturas.

#### 2.1.1 DESIGN INCLUSIVO

A inclusão é um tema debatido em grupos projetuais de design desde 1960 quando, segundo Romani e Henno (2017), o termo “desenho acessível” surgiu. Nessa época era estudada a adaptação de espaços e produtos existentes, para permitir que pessoas com deficiência também os utilizassem.

Em 1985 Ron Mace, da Universidade da Carolina do Norte, nos Estados Unidos da América, expande o termo “desenho acessível”, na medida em que se começa a discutir o papel social do designer no desenvolvimento de produtos e espaços originais abrangentes para todo tipo de público, independentemente de qualquer deficiência. Surge, assim, o Design Universal, que propõe sete princípios a serem seguidos:

- Equitativo: Produto que permite o acesso e o manejo por diferentes pessoas;
- Flexível: Algo pensado para ser adaptável para diferentes públicos;
- Intuitivo: Objeto, ambiente ou serviço simples e espontâneo para o público;
- Perceptível: Se as informações trazidas são compreensíveis ou não;
- Tolerância ao Erro: Previsto para minimizar consequências dos erros ao usar produtos;
- Mínimo Esforço: Previsto para minimizar o esforço dos usuários; e

- Dimensão e Espaço: Espaços desenvolvidos pensando em ter dimensões apropriadas para manipulação do objeto ou serviço.

Outro olhar, que tem como foco principal o público com deficiência, é aquele do Design Inclusivo que, no desenvolvimento de projetos, deixa um pouco a generalização de lado e busca desenvolver soluções em produtos e serviços pensando principalmente um público específico.

Além de considerar limitações físicas e sensoriais, o Design Inclusivo, segundo Romani e Heno (2017), pode ser estendido para questões de cultura, gênero e renda. Pereira (2009) indica, como objetivo desse espectro do design, a contribuição para que não haja discriminação social e para que todos tenham um acesso igual às oportunidades disponíveis. Para o mesmo autor, o desafio do Design Inclusivo é desenvolver alguma coisa pensando num público específico, mas que possa ser utilizada por todos. Dessa forma, o presente estudo está inserido no Design Inclusivo, pois tem como alvo principal o público cego, impossibilitado de fruir da arte pictórica.

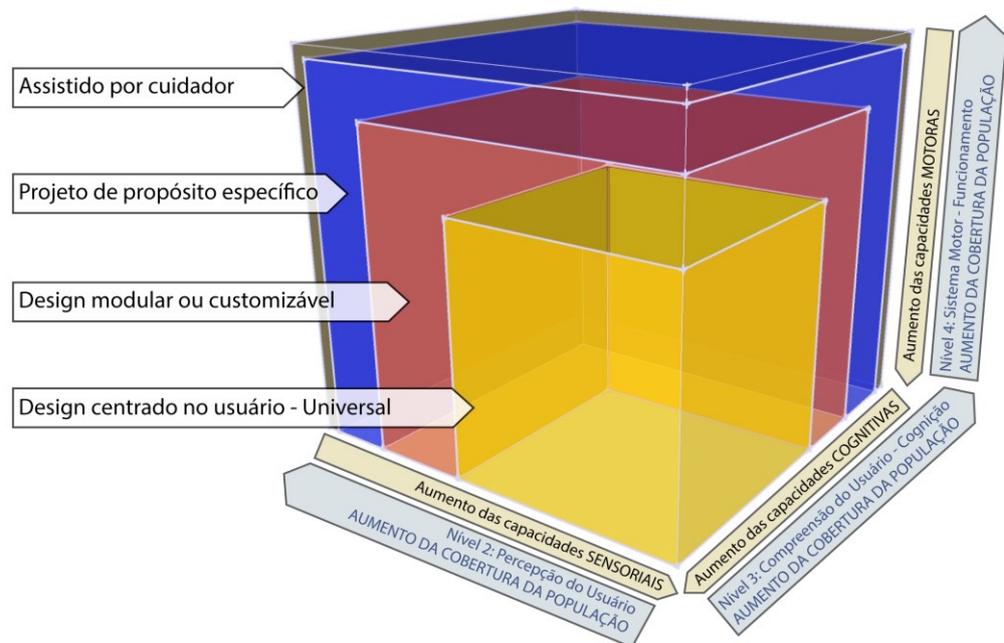
Dentro do design, existem metodologias e ferramentas que buscam otimizar o desenvolvimento de produtos. Cardoso (2016) apresenta a pirâmide do usuário (Figura 3), uma ferramenta que reflete a ampla gama de habilidades dos diferentes usuários do produto a ser desenvolvido, com pessoas sem deficiência ocupando a base da pirâmide, pessoas com mobilidade ou força reduzida no meio, e na ponta pessoas com deficiência severa.

Figura 3 – Pirâmide do Usuário



Outra metodologia apresentada também por Cardoso (2016) é o Cubo do Design Inclusivo (Figura 4). Esse modelo gráfico foi desenvolvido inspirado na Pirâmide do Usuário e relaciona os níveis de capacidade, perfil do público e abordagem mais adequada de design.

Figura 4 – Cubo do Design Inclusivo



Fonte: Keates et al (2000, apud Cardoso, 2016, p.124)

Ao observar esse modelo gráfico, o designer pode apontar em que nível o seu trabalho está inserido. Essa dissertação busca uma apreciação estética de obras pictóricas com uma menor assistência do cuidador, trazendo mais independência do público cego, inserindo-o na gama de público que entende a obra sem grandes assistências. Dessa forma, é objetivado que o trabalho passe do nível azul (assistido por cuidador) para o vermelho (projeto de propósito específico).

### 2.1.2 CEGUEIRA

Em 2020, a Organização Mundial da Saúde (OMS) aponta que existam 75 milhões de pessoas cegas no mundo. No Brasil há 1,5 milhão de cegos, aproximadamente 0,75% de sua população (Ottaiano et al, 2019).

Diversos autores efetuam definições descritivas do que vem a ser a cegueira. Para um deles, Pereira (2009), a deficiência visual é uma alteração permanente nos olhos ou nas vias de condução do impulso visual, que causa uma diminuição parcial ou total das capacidades de visão.

Segundo Sena (2009), a deficiência visual é uma categoria que contém pessoas cegas e com visão reduzida. Já para Ottaiano et al (2019), ela apresenta quatro níveis de função visual, seguindo a Classificação Internacional de Doenças: visão normal; deficiência visual moderada; deficiência visual grave e cegueira. Essa classificação leva em conta duas escalas oftalmológicas para avaliar a acuidade visual (o quanto uma pessoa consegue reconhecer determinado objeto a distância) e o campo visual (a amplitude da área que a visão alcança). Segundo Ottaiano et al (2019, p.10), utilizando as escalas oftalmológicas, cegos são:

não apenas as pessoas que apresentam incapacidade total para ver, mas também todas aquelas nas quais o prejuízo da visão se encontram em níveis incapacitantes para o exercício de tarefas rotineiras.

Segundo Cardoso (2016), existe uma subcategorização que divide a cegueira em: congênita (pessoas que têm a cegueira desde o nascimento); precoce (cegos que adquiriram a deficiência entre o primeiro ao terceiro ano de vida) e adquirida (quando a pessoa se torna cega após os três primeiros anos de vida).

Pereira (2009) indica cinco razões que podem causar a cegueira: a luz não chegar na retina, os raios de luz não se concentrarem sobre a retina, a retina não conseguir perceber a luz, os impulsos nervosos da retina terem falha de transmissão ou o cérebro não poder interpretar a informação enviada pelo olho. Segundo Sena (2009), as principais causas de cegueira, no mundo, são: Catarata, uma doença indolor que causa uma diminuição progressiva da visão; Retinopatia Diabética, quando o aumento de níveis de açúcar no sangue altera vasos sanguíneos no interior do olho, que acabam vazando líquidos e reduzindo a visão; Glaucoma, uma doença que aumenta a pressão intraocular, podendo ser congênita (tendo origem antes do nascimento) ou adquirida de outras doenças; Tracoma, doença que tem origem bacteriana e é altamente contagiosa, podendo provocar cegueira irreversível se não for tratada a tempo; e Degeneração macular, o esgotamento da mácula do olho, normalmente relacionada com o envelhecimento.

O Brasil, com um grande número de cegos, necessita cada vez mais de iniciativas de inclusão para que esse público possa usufruir plenamente suas condições de vida. Esforços devem ser tomados para adaptar a sociedade às pessoas com cegueira, buscando a inclusão deles em todos aspectos, inclusive a cultura e a educação.

Os estímulos visuais da pintura são um exemplo de cultura que os cegos não têm acesso. Dessa forma, iniciativas têm sido tomadas. Museus como a Pinacoteca do Estado de São Paulo já trazem réplicas de suas pinturas com volumes, permitindo o toque. Além disso áudios-guias e estímulos olfativos têm sido utilizados para promover a inclusão desse público. Porém não foram observadas obras de pintura abstrata sendo traduzidas para esse público. Dentro da seção 2.2. Revisão Sistemática são abordados trabalhos que estudam e exploram maneiras de trazer o cego para os ambientes museológicos. Na subseção 2.2.2 Revisão de Técnicas de Prototipagem para Desenvolver Modelos Táteis de Pintura é trabalhado mais especificamente obras que estudaram a prototipagem rápida para desenvolver modelos táteis de pintura para cegos.

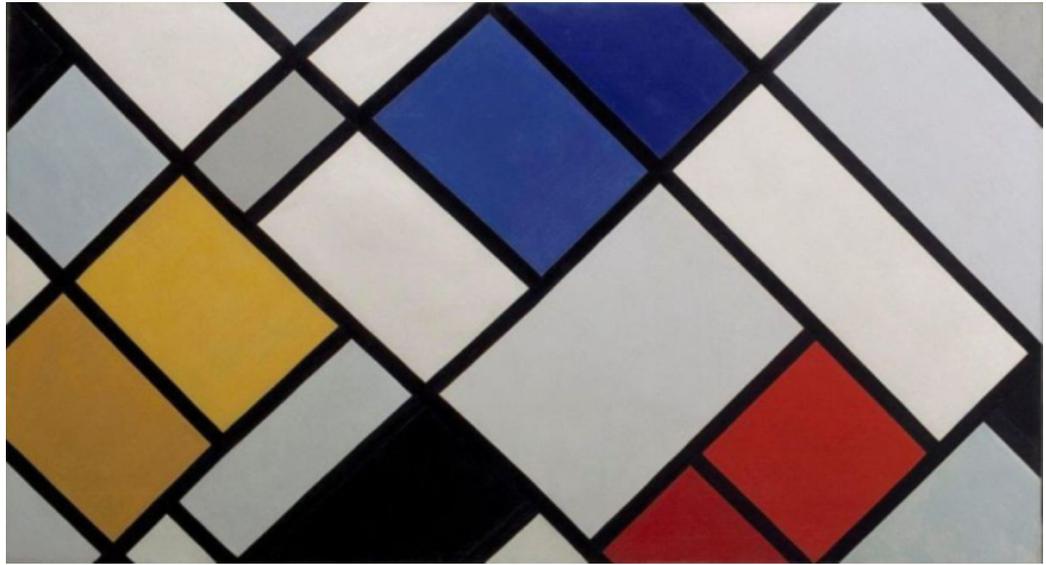
### 2.1.3 ARTE NEOPLASTICISTA

O Neoplasticismo é um estilo artístico de abstracionismo geométrico, fundado em 1917 por Piet Mondrian (1872–1944) e Theo van Doesburg (1883–1931) e difundido pela revista *De Stijl*. Essa arte, segundo Farthing (2011), incorporava teorias dos escritos filosóficos de socialistas utópicos e seguia a tendência da época em uma arte não representativa. A revista *De Stijl* buscava agrupar artistas, designers e arquitetos que compactuavam com esta modalidade estética.

Farthing (2011) ressalta que na pintura, o estilo se limitava às três cores primárias, junto do preto, do branco e do cinza, e possuía como elementos de composição as linhas horizontais, verticais e superfícies retangulares. Junto desses elementos, os artistas buscavam equilíbrio e harmonia em suas obras, sem a necessidade da simetria, outrora imprescindível na arte clássica.

Theo van Doesburg, um dos principais artistas desse estilo, era pintor, escritor, tipógrafo, arquiteto e designer. Junto com Mondrian, ele fundou o estilo neoplasticista, sendo, segundo Farthing (2011), o principal teórico desse movimento. Mondrian e van Doesburg se influenciavam em suas obras abstratas, porém criaram uma rixa temporária quando van Doesburg começou a inserir linhas diagonais em suas pinturas, conforme exemplifica a Figura 5.

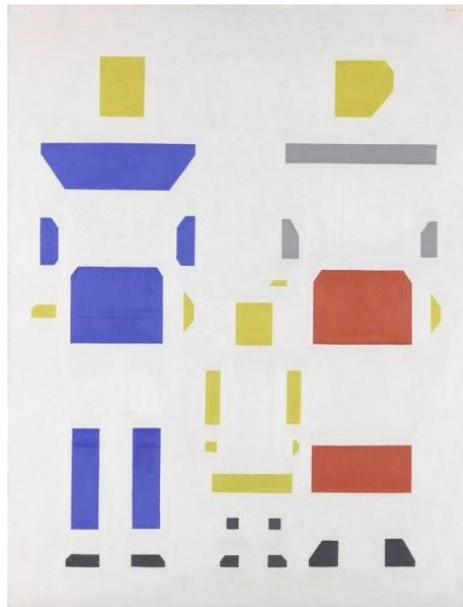
Figura 5 – Contraposição de dissonância, XVI de Theo van Doesburg de 1925



Fonte: Farthing (2011, p.408)

Bart van der Leek (1876–1958) foi um pintor e escultor holandês que utilizou o estilo neoplasticista também em obras de arquitetura, móveis e no design de interiores. Segundo Gardardinetti (2013), van der Leek aderiu às cores e formas geométricas que o estilo propunha, porém não abandonou a pintura figurativa em algumas de suas obras (como aquela da Figura 6).

Figura 6– Família de Bart van der Leek de 1921



Fonte: <https://krollermuller.nl/>  
Acesso em: 11 de Maio de 2020

Além desses já citados, destaca-se, também, Georges Vantongerloo (1886–1965), pintor, escultor e arquiteto, que acreditava que a arte poderia ser expressa na geometria e nas ciências exatas. A partir de suas habilidades como escultor e arquiteto, trouxe versões tridimensionais do neoplasticismo em esculturas (Figura 7).

Figura 7 – Inter-relação de volumes de George Vantongerloo de 1919



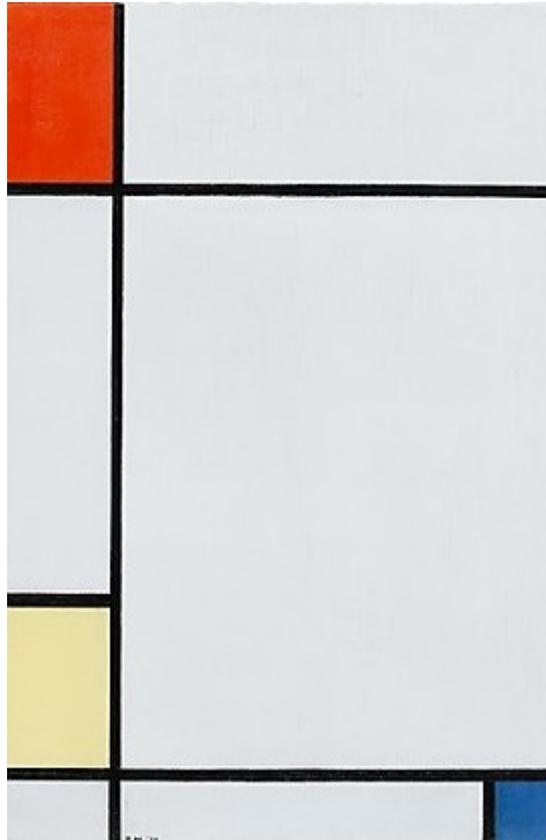
Fonte: <https://www.tate.org.uk/>

Acesso em: 11 de maio de 2020

Mondrian, já citado, é considerado por Argan (1998) o artista que talvez mais tenha contribuído para a arte e arquitetura da abstração concreta. O pintor, como indicado por Oleques (2018), acreditava que a arte não deveria se limitar à reprodução da natureza, mas trazer uma experiência transcendental com a pureza da harmonia. Dessa forma, o artista fazia contraponto às linhas orgânicas da natureza com cores puras e formas geométricas.

Mondrian, como Argan (1998) indica, possuía algumas regras para fazer com que sua pintura, exemplificada na Figura 8, tivesse o rigor da ciência. Para isso, ele subdividia as telas em coordenadas verticais e horizontais, resolvendo em métrica tudo aquilo que a natureza apresenta como altura e largura.

Figura 8 – Composição em vermelho, amarelo, azul de Piet Mondrian em 1927



Fonte: Argan (1998, p.411)

As diferentes cores na arte de Mondrian, trazendo profundidade à obra, mudam a valorização da área em que estão presentes, trazendo mais leveza ou peso. Retângulos com diferentes áreas podem ser igualados pelos diferentes tons utilizados. A harmonia que Mondrian idealizava surge quando todos os valores do sistema representado pela tela se anulam, parecendo, como explicitado por Argan (1998), uma operação matemática. O uso das linhas pretas em suas pinturas tinha a função de separar as cores para que não se tocassem, evitando que uma influenciasse a outra.

Além da pintura, o Neoplasticismo influenciou as áreas da Arquitetura, Design e Moda. O design do arquiteto Gerrit Thomas Rietveld (1888–1964) é um exemplo da aplicação do estilo em produtos. Em 1917, ele desenvolve a “Poltrona vermelho, azul” (Figura 9), que trazia a simplicidade na construção, com volumes retos, e buscava a produção em massa. Como o movimento neoplasticista, sua cadeira trazia apenas as cores puras. O designer e arquiteto buscava em seus móveis não apenas o conforto físico, mas também o conforto do espírito.

Figura 9 – Poltrona vermelho, azul de Gerrit Thomas Rietveld de 1917



Fonte: <https://www.moma.org/>

Acesso em: 11 de maio de 2020

Observando as características do estilo, descritas nessa subseção, pode-se prospectar possíveis soluções para as traduções táteis de suas pinturas. Os retângulos e as cores das obras buscavam “brincar” com o equilíbrio, transmitindo profundidade, já as linhas pretas tinham a função de separar esses elementos para que não se misturassem. No momento de propor maneiras de desenvolver um modelo tátil de uma pintura do movimento, essas características parecem ser elementos a seres explorados e testados.

#### **2.1.4 PROTOTIPAGEM RÁPIDA**

Com a evolução dos hardwares e softwares, a tecnologia digital tem avançado nos últimos anos. Medeiros (2016) discute que, em 1990, o design começou a se virtualizar pelo advento das ferramentas CAD, primeiramente trabalhando exclusivamente em duas dimensões e, depois, evoluindo para três. Junto ao desenvolvimento do projeto digital 3D, surgem programas CAM (*Computer-Aided Manufacturing* ou manufatura assistida por computador) que buscam, a partir de operações como torneamento, eletroerosão e fresamento, desenvolver protótipos e, até mesmo, produtos finais. Segundo Medeiros (2016), o conjunto de tecnologias que fabrica objetos físicos diretamente a partir de dados desenvolvidos em projetos CAD se chama prototipagem rápida, uma tecnologia que faz a materialização da modelagem digital.

Para a materialização digital, existem alguns métodos automatizados. Esses métodos possuem diferentes possibilidades e limitações em sua aplicação, exigindo que o projetista tome

cuidado na decisão de qual deles escolher. Segundo Medeiros (2016), existem três tipos de dimensão na produção automatizada: duas dimensões (2D), duas dimensões e meia (2.5D) e três dimensões (3D).

Na produção automatizada, exemplos de sistemas 2D são as cortadoras de vinil, instrumentos que cortam apenas objetos de espessura fina, como o papel; e as cortadoras a laser, que cortam objetos com uma espessura um pouco maior, como MDF ou acrílico.

Processos de materialização digital de 2.5D são capazes de cortar figuras planas e produzir relevos, mas não conseguem desenvolver modelos tridimensionais complexos. Normalmente, esse tipo de processo trabalha com uma fresa de controle numérico de um único eixo.

A materialização digital de objetos tridimensionais complexos é chamada de 3D. Esse método pode ser realizado por fresas, parecidas com aquelas para 2.5D, porém com três, quatro ou cinco eixos. Como indicado por Pupo (2008), outro processo que se inclui na forma de materialização digital 3D é a impressão 3D. Pupo (2008) ainda apresenta três formas de produção automatizada: subtrativa formativa e aditiva.

A produção subtrativa explora o desbaste de materiais, com finalidade de atingir determinada forma. As principais soluções para esse tipo de tecnologia são as fresas e os sistemas de corte. Medeiros (2016, p.79) explica que:

“Uma grande vantagem na utilização destas técnicas é que uma variedade de materiais pode ser utilizada em sua forma natural, como é o caso da madeira e do poliuretano”

As fresas trabalham com os desbastes de materiais, se movendo automaticamente em até cinco diferentes eixos. Também podem ter auxílio de um sistema de rotação que reduz a necessidade de deslocamento da peça e permite o desenvolvimento de peças mais complexas.

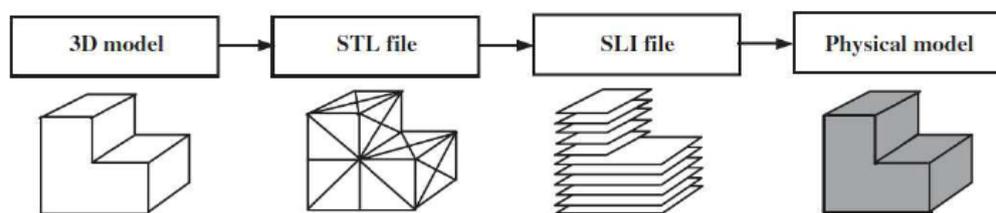
A forma subtrativa de sistemas de corte tem como característica movimentos bidimensionais com intuito de cortar o material. As cortadoras a laser, a jato d'água e plasma são exemplos dessa tecnologia. A espessura e o tipo do material que o projetista busca cortar dita qual tecnologia será usada. Normalmente, essas cortadoras funcionam nas seguintes etapas: primeiro, são gerados desenhos 2D em algum programa CAD, de todos componentes do objeto que se busca fazer; depois, os componentes são separados em quais serão cortados e quais somente serão vincados; então, respeitando o tamanho compatível da máquina, os componentes são diagramados; a máquina é ajustada de acordo com qual a espessura e material utilizado; a

máquina executa a tarefa de cortar e vincar peças; e, por fim, os projetistas, manualmente, montam os componentes.

A produção automatizada de materialização digital formativa explora a conformação do material até a forma buscada. Esse sistema trabalha com moldes adaptáveis, a fim de conformar o objeto a determinada forma. Pupo (2008) apresenta como exemplo dessa forma de materialização digital os moldes de placas de vidro que buscam curvaturas especiais. Esses moldes possuem um sistema de pinos que altera suas alturas a partir das informações que o modelo 3D digital traz e, dessa forma, após ajustados, os pinos se tornam um molde. Então, a placa de vidro é colocada no molde e levada ao forno, atingindo a forma desejada, sem desbaste ou adição de material.

A materialização digital aditiva consiste na adição de material em camadas até que o objeto seja concebido. As impressoras 3D são os exemplos mais comuns que utilizam esse método. O software para desenvolver esse método divide o objeto digital em fatias horizontais e, então, essas fatias são impressas uma sobre a outra, resultando num modelo físico. Medeiros (2016) indica que a vantagem desse processo é a fabricação de um modelo, mesmo que complexo, em uma única etapa. O processo para o desenvolvimento de uma materialização aditiva inclui algumas fases, como indica a Figura 10. Primeiro, é desenvolvido um modelo digital 3D, utilizando um sistema CAD; depois, este é convertido para um formato STL (formato padrão de sólidos digitais) e um software específico produz cortes horizontais no modelo e gera um novo arquivo em formato SLI. Esse novo formato será lido pela máquina de prototipagem rápida, que produzirá o modelo físico.

Figura 10 – Etapas do processo aditivo



Fonte: Medeiros (2016, p.81)

Medeiros (2016) aponta os sistemas aditivos mais comuns de prototipagem, que utilizam diferentes materiais:

- SLA (*StereoLithography Aparatus*): Uma tecnologia de impressão 3D que aplica resina termofixa líquida fotossensível e utiliza raios laser ultravioleta para gerar um polímero.

- SLS (*Selective Laser Sintering*): Parecido com o outro processo, mas, no lugar de uma resina líquida, é utilizado pó de resina termofixa fotossensível, cerâmica ou pó de algum metal.
- FDM (*Fused Deposition Modeling*): Outra forma de impressão 3D que utiliza termoplásticos, como Acrilonitrila Butadieno Estireno (ABS), poliéster, Ácido Poliácido Lático, entre outros. O plástico é fundido e aplicado em uma camada, e, depois de esfriado e solidificado, é aplicada outra camada acima, até o modelo ser gerado.

Sobre a decisão de qual processo escolher, Canciglieri J. et al (2015) indica que a seleção da melhor tecnologia geralmente está ligada ao tempo disponível para desenvolvimento do protótipo e ao custo de seu desenvolvimento. Além desses critérios, Medeiros (2016) indica, como características a serem consideradas, o acabamento superficial do protótipo e suas dimensões.

Para definir qual tecnologia de prototipagem rápida utilizar, Canciglieri J. et al (2015) propõe que o projetista descreva as características e geometria do produto. Para isso, deve-se levar em conta: propósito do modelo desenvolvido (um protótipo para testes necessita de tecnologias diferentes das utilizadas por um que será somente avaliado esteticamente); material (cada máquina trabalha com determinados materiais); dimensão (cada equipamento tem um volume máximo que consegue trabalhar); custos (identificar quanto custará o objeto utilizando diferentes tecnologias); tempo (observar quanto tempo será necessário para desenvolver o protótipo em cada equipamento); detalhamento (avaliar se a tecnologia pode materializar a geometria projetada com precisão) e acabamento superficial (esse aspecto pode não ser muito interessante para um protótipo funcional, porém para um modelo estético é de alta relevância).

### **2.1.5 SIMULAÇÃO DA COR COM TEXTURAS**

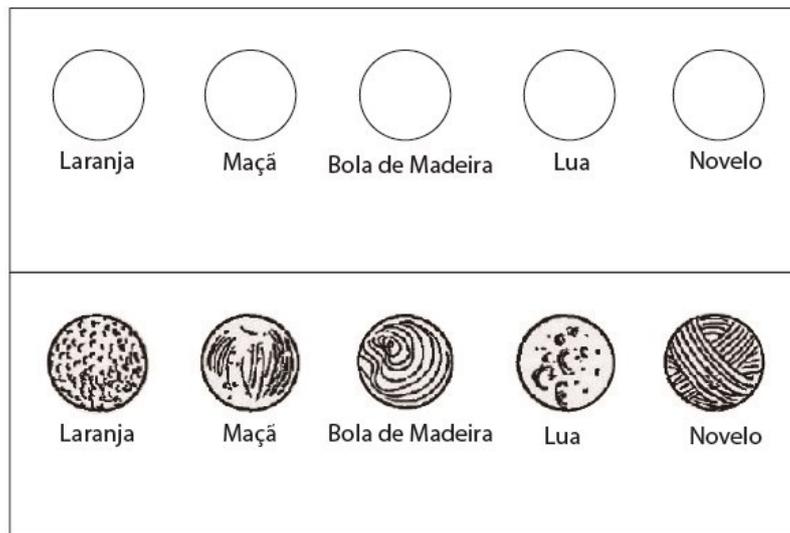
O tato é um sentido que combina diferentes sensores de diversas sensações, como o calor, o frio a dor e a pressão. Algumas partes do corpo possuem mais sensibilidade tátil que outras e, segundo Sena (2009), os dedos da mão são uma das zonas mais sensíveis à pressão, tornando-os ferramentas essenciais para explorar diferentes texturas.

Sem a visão, o portador de cegueira utiliza bastante o tato dos dedos para conhecer o mundo. É através desse sentido que o cego lê, se descobre. Por isso, ele é um sentido estimulado em pessoas com essa deficiência. Como indicado por Sena (2009), os centros de apoio aos deficientes visuais dispõem de instrumentos para estimular o sentido tátil em vários níveis.

Observando o grande potencial do tato para pessoas cegas, alguns pesquisadores buscaram associar cores com texturas, e verificar como isso impacta em pessoas com cegueira congênita ou adquirida.

Munari e Santana (1968) apresentam a textura (visual) como forma de sensibilizar superfícies, como indicado na Figura 11. A aplicação de uma textura (tátil), transformada em pequenos relevos tridimensionais podem ser uma forma de transmitir as cores em suas superfícies para deficientes visuais.

Figura 11 – Texturas Visuais ressignificando figuras de áreas similares



Fonte: Adaptação da figura de Munari e Santana (1968, p.11)

Nesse contexto, a pesquisa de Nunes e Okita (2019) buscou trazer um ensino de artes (principalmente na pintura e desenho) mais inclusivo para deficientes visuais, com o uso de novos materiais pedagógicos. Dessa forma, foi desenvolvida uma pesquisa de abordagem qualitativa, no Centro de Atendimento Especializado para o Deficiente Visual, situado na cidade de Ponta Grossa, que contou com três participantes: um com cegueira congênita, um com adquirida e uma pessoa com baixa visão.

A primeira etapa da pesquisa de Nunes e Okita (2019) foi detectar o conhecimento e ensinar individualmente os elementos geométricos para os pesquisados. Sendo assim, foi desenvolvido um material pedagógico com suporte em MDF, com 33cm x 33cm e espessura de 1,5 cm, composto por cinco sólidos geométricos (Figura 12).

Figura 12 – Material para ensino de formas geométricas



Fonte: Nunes e Okita (2019, p.104)

A segunda etapa da pesquisa foi propiciar o reconhecimento da cor por textura. Na busca de transformar a percepção visual em percepção tátil, agregando textura, os pesquisadores trouxeram uma cartela com cinco cores para cada um dos alunos (Figura 13). Essa cartela foi pintada por tintas em EVA (espuma vinílica acetinada) nas cores vermelha, amarela, azul, branca e preta. Cada cor foi misturada a algum elemento que trouxe textura. Para a cor vermelha, conhecida por ser uma cor quente, foi usada uma textura de serragem peneirada; a cor amarela foi representada por texturas de sementes de linhaça, por possuir um formato diferenciado e não incomodar a mão; para o azul, pequenas pedras de aquário foram utilizadas, por ser considerada uma cor fria; o branco foi representado por uma textura simplesmente lisa; e, para simular preto, areia de construção peneirada foi agregada, desenvolvendo uma textura uniforme e muito rugosa. Nunes e Okita (2019) buscaram, depois, apresentar o cinza como a mistura do preto e do branco, trazendo uma textura lisa com uma pequena aplicação da areia de construção.

Figura 13 – Cartela com cinco cores com textura



Fonte: Nunes e Okita (2019, p.112)

Nessa experiência, o pesquisado com baixa visão teve mais facilidade para memorizar as diferentes texturas, porém a pessoa com cegueira congênita, ao associar as texturas com temperatura, começou a ter facilidade em distinguir as cores.

Após o desenvolvimento da segunda etapa, os pesquisadores observaram e estimularam os deficientes visuais a pintarem. Segundo Nunes e Okita (2019), os professores da associação onde o experimento foi realizado consideraram significativo o material usado para a inclusão dos deficientes visuais em suas aulas de desenho e pintura.

Outra pesquisa, conduzida por Bustos et al (2004), objetivou analisar a percepção de deficientes visuais (principalmente cegos) em relação à associação entre cores e texturas. Esse estudo foi realizado na Associação de Pais e Amigos dos Deficientes Visuais, em Caxias do Sul, onde foram selecionadas quatro pessoas, duas com cegueira congênita e duas com cegueira adquirida, para identificar suas associações entre cor e textura.

Bustos et al (2004) forneceram diferentes texturas naturais e sintéticas, e solicitaram aos usuários a cor que melhor se relaciona com cada uma. Como resultado, o branco foi unanimemente relacionado com a textura do algodão e o verde com a textura de folhas. Metade dos entrevistados associou a textura de flores com a cor amarela, a textura da fita de cetim à cor vermelha, e o galho com espinhos do pinheiro com a cor preta. No momento da aplicação dessa pesquisa, um dos entrevistados utilizou o olfato para opinar na cor, o que nos mostra que a relação olfativa também é possível. Bustos et al (2004) indicam uma relação direta entre texturas pontiagudas e rugosas com cores escuras, como o marrom e o preto; e texturas lisas polidas e macias com o amarelo, o rosa e o branco.

Essas duas pesquisas trazem interessantes resultados da associação de cores com texturas, para deficientes visuais, e instigam mais pesquisadores a estudarem essas relações. Observando a cor como um elemento importante das pinturas neoplasticistas, o Quadro 1 foi desenvolvido para estruturar como se deu a relação entre esse elemento e texturas, nas obras Nunes e Okita (2019) e Bustos et al (2004), levando em conta as seis cores utilizadas no movimento neoplasticista, com o intuito de ser consultada no momento de desenvolvimento digital das texturas do modelo tátil.

Quadro 1 – Texturas propostas para simular cores em diferentes pesquisas

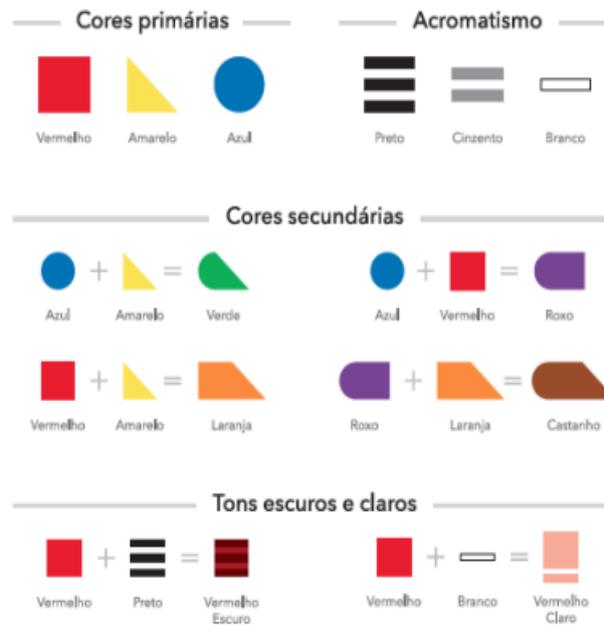
Cor	Textura proposta por Nunes e Okita (2019)	Textura sugerida por Bustos et al (2004)
Branco	Lisa	Lisa e macia
Preto	Areia de construção	Pontiaguda e rugosa como galhos com espinhos
Cinza	Areia de construção em menor quantidade	Não informado
Amarelo	Sementes	Liso como pétalas de flores
Vermelho	Serragem	Ranhurada como a fita de cetim
Azul	Pequenas pedras	Não Informado

Fonte: Autor

Outra maneira de abordar a cor através da textura é estudada em Oliveira et al (2017). Nesse artigo foi realizada uma revisão sistemática buscando identificar os diferentes sistemas de cores para deficientes visuais. Dentro desse estudo, indentificou-se cinco sistemas distintos (Feelipa, Minardi, Vankrinkelveldt, Baklanov e Anczurowski) que serão apresentados a seguir.

O Feelipa (Figura 14) é um sistema desenvolvido para ajudar os deficientes visuais, seja totalmente cego, com visão subnormal, cego ou outras incapacidade e limitações relacionadas aos olhos, “consistindo de um processo de compreensão e reconhecimento de cores por meio da associação simples de formas geométricas universais” (Oliveira et al, 2017, p.5).

Figura 14 – Sistema Feelipa



Fonte: Oliveira et al (2017, p.5)

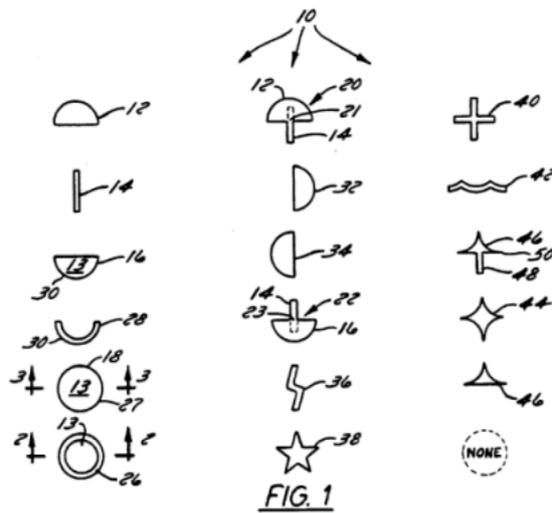
As principais características desse sistema são: memorização fácil e o reconhecimento sem esforço de suas formas que são agregadas de acordo com raciocínio lógico e estão sempre representadas em alto relevo, permitindo o reconhecimento tátil.

Esse sistema funciona da seguinte forma:

- 1- Possui três formas geométricas básicas (círculo, quadrado e retângulo) que representam cores primárias (azul, vermelho e amarelo);
- 2- Com a combinação das três formas geométricas formam as cores secundárias, apresentando três novas formas geométricas (pela junção) e um relevo que apresenta preenchimento total da forma;
- 3- Para cores claras, um relevo é formado pela figura referente à cor mais uma linha logo abaixo da forma geométrica (que representa a cor branca);
- 4- Para cores escuras, um relevo é formado pela figura referente à cor mais três linhas em cima da forma geométrica (que representa a cor preta);
- 5- Três formas geométricas representam cores acromáticas, são elas: preto, branco e cinza.

O sistema Minardi (Figura 15) traz símbolos táteis em uma superfície em alto relevo com intuito da pessoa identificar a cor com o toque.

Figura 15 – Sistema Minardi



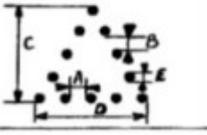
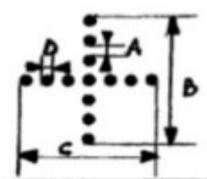
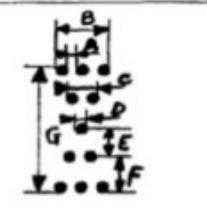
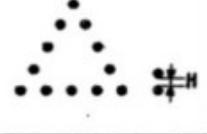
Fonte: Oliveira et al (2017, p.5)

Esse sistema utiliza:

- 1- Três formas geométricas que representam cores primárias e que o relevo apresenta preenchimento total da forma;
- 2- Combinação das três formas geométricas primárias para apresentar cores secundárias;
- 3- Cores claras formadas pela figura referente à cor, porém, o seu relevo apresenta apenas o preenchimento do contorno;
- 4- Oito formas geométricas que representam cores que o autor apresenta como complexas, são elas: marrom, magenta, prata, ouro, bronze, cor de água “water color”, preto e cinza.

Vankrinkelveldt (Figura 16) é um sistema de cor que aplica uma forma geométrica (escolhida a partir de um conjunto de forma, cada um se associando a uma única cor) em uma superfície, permitindo a percepção tátil da cor associada com a forma.

Figura 16 – Sistema Vankrinkelveldt

Couleurs	Forme correspondante	Couleurs	Forme correspondante
Jaune		Argent	
Jaune clair		Or	
Jaune foncé			

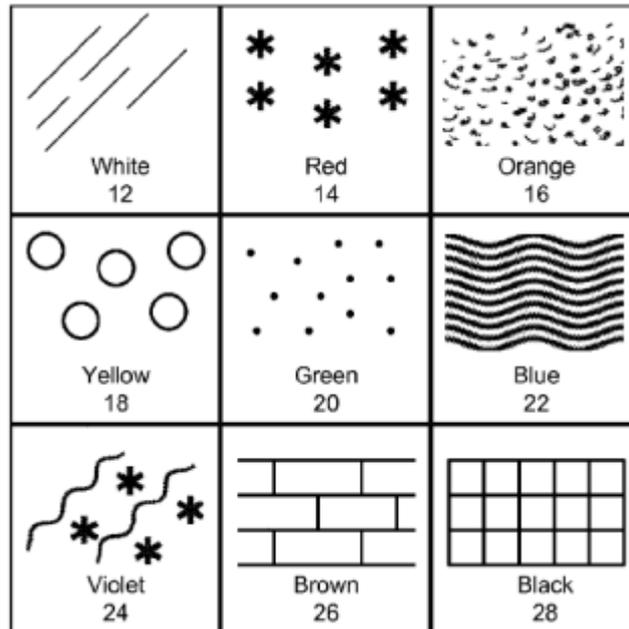
Fonte: Oliveira et al (2017, p.6)

Para isso o sistema apresenta:

- 1- Várias formas geométricas, cada uma associada a uma cor predeterminada a fim de permitir uma percepção tátil da cor associada a referida forma;
- 2- Formas geométricas que se formam por pontos em relevo, da mesma forma que a escrita em Braille, somente as cores pretas e brancas apresentam relevo em toda a sua forma;
- 3- Solução para cores claras, apresentando um ponto alinhado ao ponto base na lateral direita da figura geométrica;
- 4- Solução para cores escuras, apresentando dois pontos, um em cima do outro, alinhados ao ponto base na lateral direita da figura geométrica.

O sistema Baklanov (Figura 17) utiliza etiquetas com relevos e decalques para indicar ao público a cor do objeto. Esse sistema permite a inclusão de diversos adesivos.

Figura 17 – Sistema Baklanov



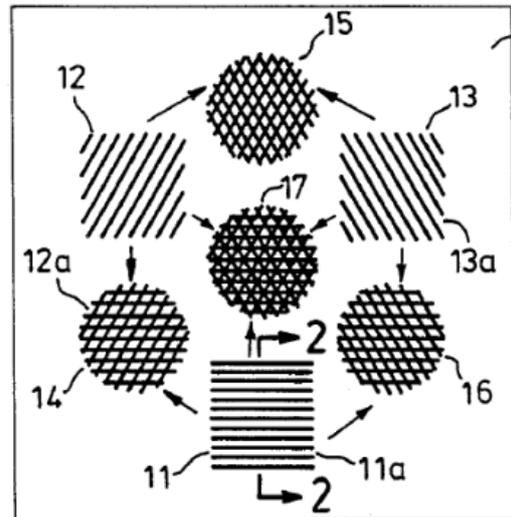
Fonte: Oliveira et al (2017, p.6)

Esse sistema funciona da seguinte forma:

- 1- Para o mapeamento de cores, é indicado que a textura se pareça com o objeto a que está identificando. A cor laranja deve ser representada a uma textura similar a de uma laranja;
- 2- Nove cores são definidas (representadas na Figura 17). Para o branco uma textura lisa com relevo de linhas. O vermelho é representado por pequenos asteriscos. O laranja, utiliza uma textura similar a fruta laranja. O amarelo apresenta círculos em decalque. O verde tem uma textura semelhante a pele de pepino. No azul, linhas onduladas e o com espaçamentos. O violeta possui linhas onduladas intercaladas com pequenos asteriscos. O marrom tem uma textura similar a uma parede com tijolos e por fim, para o preto, linhas na horizontal e vertical;
- 3- A textura pode se apresentar de forma positiva (com relevo para cima) ou de forma negativa (com rebaixamento).

Anczurowski (Figura 18) é o último sistema estudado. Esse sistema apresenta texturas em relevo de linhas para representar cores.

Figura 18 – Sistema Anczurowski



Fonte: Oliveira et al (2017, p.6)

Para isso esse sistema:

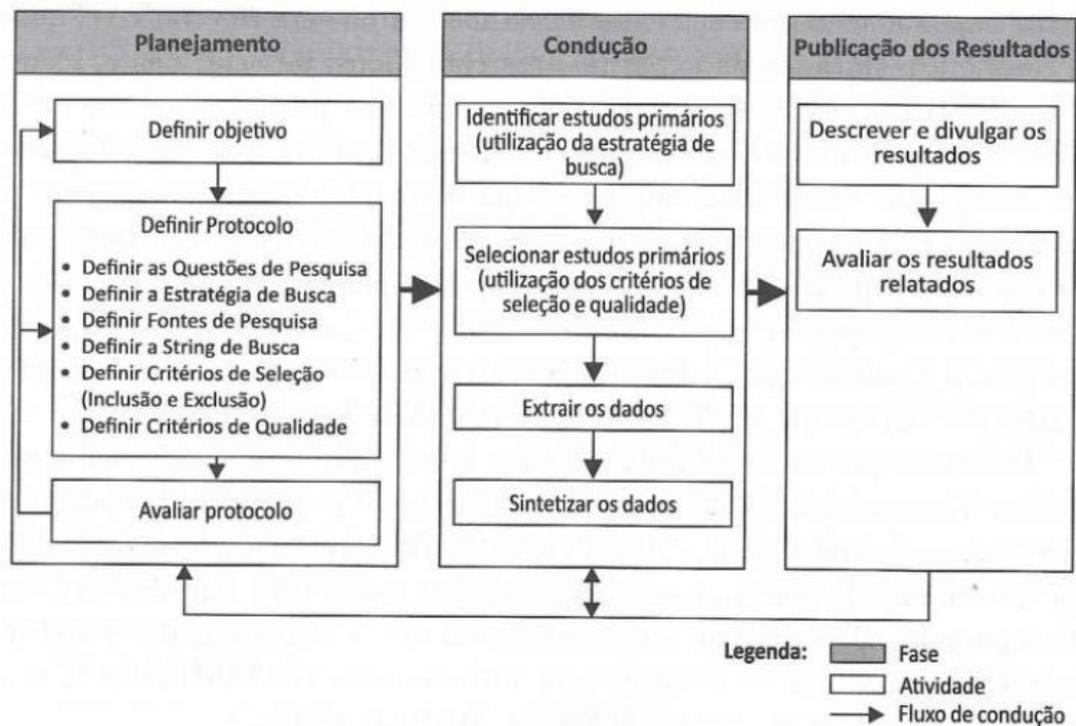
- 1- Representa cada cor primária (ciano, magenta e amarelo) por um conjunto de linhas paralelas, cada cor orientada em ângulos diferentes;
- 2- Sendo assim, os ângulos  $0^\circ$  representando a cor magenta,  $60^\circ$  representando a cor ciano e  $120^\circ$  representando a cor amarela. As outras cores são formadas pela combinação destas linhas, como exemplo ciano e magenta ( $0^\circ$  e  $60^\circ$ ) formam a cor roxa.;
- 3- A sobreposição das três cores representa a cor preta.

Os diferentes sistemas aqui estudados irão servir de base para, no capítulo 3 nortear o desenvolvimento dos modelos táteis das pinturas neoplasticistas, apresentando texturas que podem simular as cores utilizadas pelo movimento.

## 2.2 REVISÃO SISTEMÁTICA

Esta seção, dedicada à revisão sistemática, busca apresentar aquilo que Felizardo (2017), aponta como objetivo desse tipo de revisão: identificar, sumarizar, avaliar, interpretar estudos de relevância para esta pesquisa. Diferentemente da revisão não sistemática, apresentada na seção 2.1, aqui se utilizam metodologias de busca (Figura 19), seleção e análise detalhadas, seguindo protocolos. Para executar uma revisão sistemática, três etapas devem ser realizadas: o planejamento, a condução e, pôr fim, a publicação dos resultados.

Figura 19 – Método para revisão sistemática da literatura



Fonte: Felizardo (2017, p.6)

Na etapa de planejamento, é criado um protocolo que define o problema da sua pesquisa, os objetivos, a *string* de busca, critérios de inclusão e exclusão das obras, assim como o método e as ferramentas que serão usadas.

A condução consiste em buscas, utilizando o que foi definido na primeira etapa (estratégia e aplicação dos critérios de escolha das referências). Depois, os dados das referências selecionadas são extraídos e sintetizados.

A publicação dos resultados consiste na escrita e divulgação daquilo que foi apontado na revisão sistemática realizada.

A presente dissertação desenvolveu duas revisões sistemáticas. A primeira delas buscou identificar trabalhos no Brasil, de designers que intencionaram incluir o deficiente visual como público em museus. A segunda objetivou identificar projetos de criação de modelos táteis de pinturas, com intuito de incluir o cego na apreciação dessa arte.

## 2.2.1 TRABALHOS QUE BUSCAM TRAZER O PÚBLICO COM DEFICIÊNCIA VISUAL A MUSEUS NO BRASIL

Esta revisão teve caráter exploratório e buscou identificar trabalhos de design que intencionam incluir o deficiente visual como público de museus no Brasil. A fim de alcançar esse objetivo, foi desenvolvido um protocolo que definiu estratégias de busca, inclusão e exclusão das obras e de extração de seus dados.

A partir disso, um termo de busca, envolvendo Design e Museologia, foi aplicado em quatro bases de dados: Teses e Dissertações da CAPES, Scopus, Web of Science e Google Acadêmico. Em um único dia foram realizadas buscas nessas bases, que resultaram em 350 obras, que foram transformadas no formato bibtex e exportadas para o programa START, que permitiu o gerenciamento dos trabalhos.

Utilizando o sistema START, três filtros foram realizados, buscando excluir artigos pouco ligados ao tema de estudo. Para isso, foram levados em conta os seguintes critérios de exclusão: pesquisas sem abordar o design relacionado à inclusão de deficientes visuais em museus; artigos, teses e dissertações que não permitissem seu acesso através do Portal de Periódicos da CAPES, de forma gratuita; e trabalhos de idioma diferente do português, espanhol e inglês.

A primeira parte do filtro excluiu trabalhos a partir da leitura do título e das palavras chave dos artigos, e resultou na exclusão de 321 obras. Restando 29 artigos, a segunda filtragem foi desenvolvida com a leitura dos resumos, quando 14 trabalhos foram descartados por não estarem no escopo da pesquisa. O último filtro buscou os pdfs completos das 15 referências restantes e, a partir da leitura das obras na íntegra, mais 10 foram excluídas. Dessa maneira, o portfólio final foi estabelecido e contou com 5 trabalhos, os quais são apresentados a seguir:

1. Cardoso (2016): Aplicando conceitos sobre design da experiência, design emocional, museologia e fabricação digital, o autor propôs requisitos de projeto com a finalidade de desenvolver modelos táteis e sonoros para o público deficiente visual fruir objetos culturais em museus. Para isso, desenvolveu uma abordagem de pesquisa qualitativa aplicada;
2. Hayashi (2017): É um artigo que traz informações sobre normas e soluções para acessibilidade em museus, e introduz uma discussão sobre novas oportunidades de investigação explorando os preceitos do Design Universal;
3. Mora (2012): Tendo por temática o Design Inclusivo, essa dissertação propõe, por meio de desenvolvimento de produtos e serviços, melhorar as experiências do público cego em museus. O trabalho utiliza uma metodologia fenomenológica;
4. Ribeiro (2014): Analisou a acessibilidade de quatro ambientes culturais, avaliando o espaço e o acervo através de conceitos do Design Universal;

5. Saraiva (2018): Criou modelos 3D táteis para o Museu do Instituto de Higiene e Medicina Tropical, com o intuito de serem interpretados por usuários cegos, em conjunto com áudio descrição e Braille.

Os trabalhos selecionados tiveram seus dados extraídos, observando aspectos gerais e aspectos específicos da pesquisa. Os aspectos gerais extraídos foram: tipo de referência; região de origem; instituição; objetivo e área da pesquisa. Os aspectos de pesquisa foram: técnicas de coleta de dados; etapas em que ocorreram contatos com deficientes visuais; tecnologias usadas para auxiliar a acessibilidade dos cegos em museus; e, para finalizar, técnicas de design utilizadas.

Após a extração de dados dos aspectos gerais, foi observado que dois dos trabalhos eram artigos publicados em congresso, dois eram dissertações de mestrado e um era uma tese de doutorado. O objetivo de todas as obras selecionadas foi incluir mais o público com deficiência visual nos museus, seja apresentando alterações em ferramentas já desenvolvidas seja implementando novas técnicas de exposição. A revisão contou com obras das áreas de Design, Arquitetura e Educação.

As principais metodologias de coleta de dados foram a pesquisa de campo, observação e entrevista. A maior parte dos trabalhos teve contato com o público alvo no momento de execução do projeto. A principal tecnologia aplicada para incluir o deficiente visual como público de museus foi a escrita em Braille (explorada em todas pesquisas); outra tecnologia proposta em três pesquisas foi a fabricação digital para confecção de réplica de peças museológicas. Por fim, as principais técnicas de design utilizadas foram:

1. Tabela dos sete princípios do design universal: Utilizada por Ribeiro (2014) e Hayashi (2017), é uma lista que observa quão universal um produto, serviço ou ambiente é baseado em alguns princípios. Esses são: uso equitativo, flexibilidade do uso, uso simples e intuitivo, informação perceptível, tolerância ao erro, mínimo esforço e dimensão e espaço para aproximação e uso;
2. Protocolo do design inclusivo: Mora (2012) aplicou protocolos que buscaram identificar padrões comuns de experiências comunicados por entrevistados.
3. Pirâmide do usuário: Cardoso (2016) buscou refletir a gama de usuários e seus impactos para o produto ou serviço que é proposto, utilizando a pirâmide do usuário.

A conclusão dessa revisão permite apontar que uma das principais tecnologias utilizadas em pesquisas na temática de inclusão do público com deficiência visual em museus é a fabricação digital com confecção de réplica física que permita o toque dos cegos. A partir

disso, fez-se necessária uma revisão sistemática específica visando conhecer as diferentes formas de tecnologia usadas para fazer reproduções de pinturas.

## **2.2.2 REVISÃO DE TÉCNICAS DE PROTOTIPAGEM PARA DESENVOLVER MODELOS TÁTEIS DE PINTURAS**

Uma revisão sistemática da literatura foi desenvolvida com a finalidade específica de identificar projetos de criação de relevos em pinturas utilizando processos de prototipagem rápida. Foi realizado um protocolo que definiu estratégias para a busca, inclusão e exclusão, assim como para extração de dados das obras.

Definidas as estratégias do protocolo, o segundo passo foi a sua execução. Foi aplicada uma string de busca envolvendo termos relacionados à prototipagem rápida ("Rapid prototyping", "3D Model", "3D print\*" e "Tactil model"); à deficientes visuais ("Blind", "Visual Impairment" e "Low vision") e ao objeto a ser reproduzido ("Paint" e "Visual Art"). As bases de dados Web of Science, Scopus e Science Direct retornaram, em um único dia, 216 artigos. Eles foram transformados no formato bibtex e exportados para o programa START, que auxiliou no gerenciamento dos trabalhos.

Com a intenção de remover obras que possuíam pouca relação com o tema de estudo, o protocolo desenvolvido considerou quatro critérios para exclusão das obras:

1. Escopo: Trabalhos que abordam o uso da prototipagem rápida e do design, mas não objetivam como resultado um objeto que permita ao cego perceber algo antes visto unicamente como bidimensional;
2. Tipo de referência: Livros;
3. Acesso: Obras envolvendo pagamento para consulta e artigos cuja legalidade da forma de obtenção possa ser questionada; e
4. Idioma: Artigos escritos em idiomas diferentes do português, espanhol e inglês.

Tendo em vista esses critérios, dois filtros foram aplicados. O primeiro foi realizado com a leitura do título do resumo e das palavras chaves dos artigos. Dessa maneira, foram excluídos 201 artigos. O segundo filtro contou com a leitura, na íntegra, dos artigos. Já na busca para os pdfs completos, foram excluídos 4 artigos que não permitiam o acesso do pesquisador de forma gratuita. A leitura dos 11 outros artigos excluíram mais 2 pelo critério de escopo. Dessa forma, o portfólio final contou com 9 trabalhos, descritos a seguir:

1. Chen e Chang (2018): Esse trabalho buscou explorar as possibilidades de impressão 3D para auxiliar na educação artística. Utilizando o método ARCS<sup>3</sup> e a impressão 3D, os autores introduzem um sistema de ensino do espaço da pintura para deficientes visuais e, com isso, ensinar esse público a desenvolver pinturas. Foram entrevistados professores de arte na escola Taipei Qiming, havendo, como resultado, um consenso dos profissionais de que a tecnologia de impressora 3D deveria ser utilizada na educação artística, mas nenhum dos entrevistados tinha ideias de como fazer isso. Os autores concluíram que a tecnologia de impressão 3D pode auxiliar pessoas com deficiência visual no ensino artístico;
2. Gyoshev e Karastoyanov (2018): É uma publicação que foca na modelagem 3D de objetos culturais 2D (como pinturas, ícones e tapeçarias) e prospecta o uso de impressão de versões tridimensionais desses objetos com a adição de símbolos em Braille para incluir pessoas cegas. É apresentada a impressora “ProJet 460Plus full-colour 3D”, que permite impressões em cores e possibilita, com o uso de um software, imprimir peças numa velocidade vertical de 23mm/h. O projeto não estava concluído, portanto não se pode observar resultados de testes com a tecnologia ou experiências com usuários;
3. Furferi et al (2014a): Essa obra objetivou gerar processos semiautomáticos de modelos 2.5D e testar sua eficácia com deficientes visuais. Esse processo envolveu alguns procedimentos: o primeiro foi a manipulação da imagem da pintura, onde os autores buscaram corrigir distorções da imagem; o segundo consiste na reprodução da imagem 2D em uma reconstrução 2.5D, utilizando informações relacionadas à perspectiva da pintura utilizada; o terceiro cria volumes nos elementos da pintura, usando o sombreado como base; o quarto procedimento integra os resultados do segundo e terceiro procedimentos para desenvolver uma reconstrução da pintura virtual em baixo-relevo; e, por fim, ocorre a prototipagem rápida do modelo desenvolvido. Esses procedimentos foram utilizados para desenvolver um modelo tátil da pintura “Anunciação”, de Beato Angelico (1387–1455), utilizando a fresagem de CNC, o qual foi experienciado por 14 cegos (Figura 20). Na experimentação, foi trazido o contexto cultural, a linguagem pictórica do artista e uma descrição de como funciona a perspectiva na visão humana, e foi pedido para os cegos tentarem imaginar as posições dos sujeitos no espaço, primeiramente de forma autônoma e depois de forma guiada. Aproximadamente 50% dos estudados perceberam, na primeira exploração (autonomamente), os elementos principais da obra, já no segundo momento o número cresceu para 86%, um acréscimo substancial de indivíduos que passaram a entender do que se tratava a pintura;

---

<sup>3</sup> Modelo de motivação de aprendizado para alunos proposto pelo professor estadunidense J. Keller. O sistema busca mensurar qualitativamente os níveis de atenção, relevância, confiança e satisfação dos estudantes com intuito de gerar interesse nos estudantes.

Figura 20 – Modelo tátil de “Anunciação” de Beato Angelico desenvolvido por fresagem CNC



Fonte: Furferi et al (2014a, p.720)

4. Furferi (2014b): Com uso da prototipagem rápida desenvolvendo modelos táteis de pinturas renascentistas, esse artigo busca incluir o cego na educação artística. Para isso, a pesquisa teve como objetivo fornecer uma visão panorâmica de uma nova metodologia para a geração semiautomática de modelo tátil 3Ds a partir de pinturas, em especial as caracterizadas pela perspectiva de ponto único. A metodologia possui sete passos: o primeiro divide os elementos da pintura e os classifica; o segundo encontra o ponto de fuga na pintura; o terceiro classifica parte dos elementos em quatro diferentes planos (frontal, vertical, horizontal e oblíquo) e os localiza; o quarto passo identifica o plano principal da pintura e converte a imagem da pintura em preto e branco, observando as tonalidades de cinza da obra; o quinto passo classifica hierarquicamente os planos mais importantes, observando o contato de um elemento da pintura com os outros; o sexto, chamado de “classificação de planos sem toque”, identifica elementos da pintura que não estão em contato físico com outros, como, por exemplo, pássaros no céu; e o último passo é a transformação da imagem em escala de cinza em um modelo 2.5D. Esse método foi testado utilizando as pinturas “Cura do aleijado e levantamento de Tabatha”, de Masolino da Panicale (1383–1447), e “Anunciação”, de Beato Angelico, que foram impressas numa impressora 3D SLA (Figura 21);

Figura 21 – “Cura do aleijado e levantamento de Tabatha de Masolino da Panicale” impressa em 3D



Fonte: Furferi et al (2014b, p.5677)

5. Governi (2014): Esse trabalho propõe uma metodologia de desenvolvimento semiautomático de modelos 3D de pinturas caracterizadas pelo uso de um único ponto de perspectiva. Essa metodologia tem 3 fases principais: a primeira, chamada de reconstrução de cena, busca segmentar os elementos da pintura, identificar o ponto de fuga, o plano principal e hierarquizar os diferentes planos; a segunda fase é aquela da reconstrução volumétrica, onde é desenvolvido o volume dos elementos da pintura, buscando transformar uma imagem 2D em 2.5D; e a terceira etapa, “combinação da cena espacial e da definição de volume”, busca montar o modelo tridimensional da pintura a partir da combinação das etapas anteriores. Essa metodologia foi testada no modelo 3D da pintura “Anunciação”, desenvolvido por uma fresadora CNC e colocado permanentemente no piso superior do museu São Marcos, em Florença, próximo à pintura original;
6. Volpe et al (2014): Essa obra revisa critérios para criação de modelos para apreciação de cegos e propõe quatro alternativas para gerar, em processos semiautomáticos, modelos tridimensionais de pinturas. A partir dos critérios revisados para deixar mais compreensíveis os modelos, destacam-se que as linhas de relevo devem ser superiores a 0,5mm; que de um relevo ao outro deve-se ter uma distância mínima de 2mm; e que as diferenças de alturas dos relevos devem ter, no mínimo, 0,4mm;
7. Carfagnil et al (2012): Essa obra trata de 4 formas diferentes de traduzir, com auxílio do computador, obras pictóricas para cegos. A primeira é o contorno tátil, onde os contornos dos elementos da pintura possuem um pequeno relevo. A segunda trazia o padrão de textura, onde cada elemento da pintura possuía um padrão de textura diferente. A terceira é o baixo relevo em camadas planas, onde cada objeto da tela é representado por

superfícies paralelas de diferentes profundidades. A quarta forma é o baixo relevo que traduz a pintura para um modelo 2.5D. Esses modelos (Figura 22) foram desenvolvidos a partir da pintura “Natureza Morta com Frutas”, de Fernando Botero (1932), e realizados fisicamente por processo de prototipagem rápida e explorados por 14 usuários cegos. Os testes tiveram uma fase introdutória (um questionário sobre conhecimento e uma descrição verbal, a qual tem como temas os artistas da experiência e a linguagem pictórica, esta última simulando uma linguagem em Braille ou uma descrição da obra em áudio que um museu pode promover) e uma fase de exploração (dividida em 3 níveis, contando com a exploração dos diferentes modelos pelos usuários). O nível 1 era a completa autonomia dos usuários em experimentar os modelos, sem interferências; o nível 2 tem o entrevistador trazendo algumas informações da obra e do artista; e o nível 3 é aquele onde o intermediador explica toda obra. Apenas 22% dos usuários conseguiram uma grande compreensão da obra ao passar pelo primeiro nível e esse percentual aumentou para 39% no segundo nível. O tipo de modelo considerado mais “legível” pelos entrevistados foi o de baixo relevo; o motivo apontado foi a maior precisão dos detalhes;

Figura 22 – Modelo em contorno tátil (a), padrão de textura (b), baixo relevo em camadas planas (c) e baixo relevo (d)



a)



b)



c)



d)

Fonte: Carfagnil et al (2012)

8. Koch et al (2012): Esse artigo teve como objetivo transmitir arte não-háptica (como pinturas ou gráficos) em exposições públicas para pessoas com deficiência visual (cegas ou com visão parcial). A fim de atingir esse objetivo, foram desenvolvidos modelos táteis utilizando impressora 3D e fresagem CNC. Esses modelos (Figura 23) foram apresentados para usuários com deficiência visual e as obras foram descritas por um guia, de forma que enquanto ele descrevia determinado elemento da pintura, o dedo dos usuários era posto no local descrito.

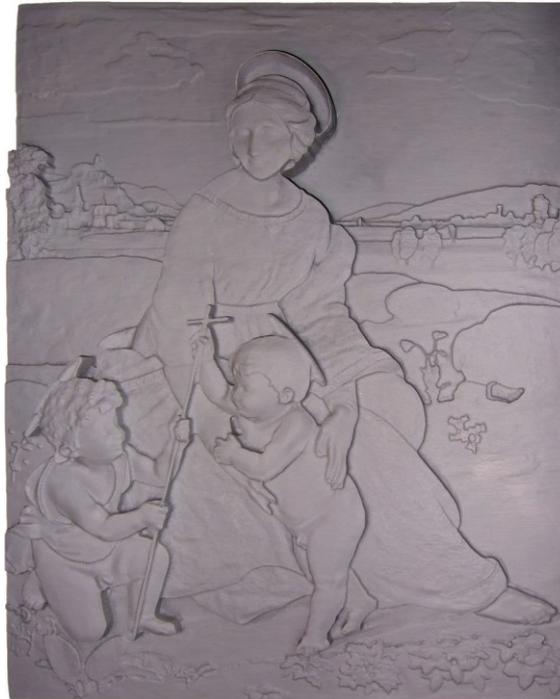
Figura 23 – Usuários experimentando os modelos desenvolvidos



Fonte: Koch et al (2012, p.506)

9. Reichinger et al (2011): Essa obra objetivou aproximar a pintura de deficientes visuais. Para isso, foram desenvolvidos quatro modelos (Figura 24) em baixo relevo, utilizando máquina de fresagem CNC. Aproximadamente 50 pessoas com problemas visuais experimentaram os modelos. A obra destaca que pessoas cegas há mais tempo tendem a compreender mais rápido e facilmente a pintura tátil.

Figura 24 – Modelo desenvolvido por fresagem CNC



Fonte: Reichinger et al (2011, p.1)

Esses trabalhos tiveram seus dados extraídos utilizando uma planilha definida no protocolo, observando quatro diferentes aspectos. O primeiro deles, sobre os dados gerais da pesquisa, apontou: periódico, grupo de pesquisa, instituição e país de origem, abordagem metodológica e objetivo da pesquisa. O segundo contava com a forma de transformação da imagem 2D em modelo tridimensional, observando: técnicas para transformação 2D em 3D e as ferramentas utilizadas para construção do modelo virtual 3D. O terceiro aspecto observado era referente à forma de prototipagem, e analisava: material utilizado para concepção do protótipo; tecnologia utilizada e tempo de construção do protótipo. Objetivando observar a relação dos usuários com o modelo desenvolvido, o último aspecto buscou apontar: a maneira como foram extraídos os dados da experiência com o público do modelo, a forma que a experiência de interação se realizou e quais os sentidos além do tato explorados na experiência.

Observou-se que quatro dos nove trabalhos selecionados são provenientes da Itália, especificamente da Universidade de Florença, cidade que se destaca como grande polo da pintura renascentista. Em sua maioria, esses trabalhos partiram de uma foto para fazer um modelo digital da obra.

A forma de materialização dos modelos táteis foi bem dividida entre processos aditivos de impressão 3D (quatro obras, sendo que, em uma delas, foi utilizado processo uma impressora

SLA; em outra, SLS; e as duas restantes não apresentaram tal informação) e os processos subtrativos (quatro obras utilizaram fresadora por CNC).

Nenhum dos trabalhos justificou o porquê de não ter sido abordada a questão da cor para deficientes visuais. A totalidade dos artigos desenvolveu modelos táteis de pinturas figurativas, nenhuma obra abstrata, o que demonstra a importância de lançar um novo olhar sobre o tema.

### 2.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS E REFLEXÕES DO CAPÍTULO

A realização das pesquisas bibliográficas permitiu identificar pontos que auxiliarão diretamente o projeto. Dentro da pesquisa sobre o design inclusivo, foi encontrada a ferramenta Cubo do Design Inclusivo. Esse modelo gráfico tem forte apelo visual e permite ao designer apontar em qual nível seu projeto está inserido. Dentro do escopo desta pesquisa, buscamos ir além da apreciação estética da pintura, quando ela ocorre no formato “Assistido por cuidador”, e, atingir o “Projeto de propósito específico”. A leitura sobre cegueira trouxe dados sobre o público alvo dessa dissertação e permitiu identificar diferentes classificações para pessoas com essa deficiência.

O estudo sobre as pinturas neoplasticistas apontou características e propostas interessantes do movimento, as quais podem indicar algumas possíveis soluções para traduções táteis. As linhas pretas traduzidas, utilizadas para evitar o ruído na percepção visual, podem ter um sentido semelhante no modelo tátil, separando as diferentes texturas e áreas de toque que o cego investigara na sua interação com as obras. As cores que na pintura traziam a dimensão da profundidade podem ser trazidas para modelos táteis em forma de relevos.

As leituras relacionadas à prototipagem rápida permitiram observar que a evolução digital no mundo acabou virtualizando o projeto e, por consequência, hoje em dia, produtos podem ser manufaturados digitalmente usando tecnologias de prototipagem rápida. Inspirado nessas tecnologias, a presente pesquisa buscou investigar quais delas seriam mais interessantes para reproduzir um modelo tátil de uma pintura neoplasticista. Com o método de Canciglieri J. et al (2015), primeiro foi observado que devido à geometria do objeto desejado, processos de materialização que trabalham em 2D não poderiam desenvolver o produto, dessa forma as tecnologias disponíveis são de 2.5D e 3D. Dentro da tecnologia que trabalha em 2.5D, tem-se as fresadoras a CNC, uma técnica subtrativa de materialização digital. Já formas de trabalhar

em 3D normalmente envolvem tecnologias de materialização digital aditivas, como a impressão 3D.

A primeira revisão sistemática da pesquisa buscou por trabalhos que objetivaram trazer o público com deficiência visual para museus. Foram encontradas três técnicas principais do design para incluir o público: Tabela dos sete princípios do Design Universal; Protocolo do Design Inclusivo e a Pirâmide dos usuários. Além disso, foi entendido que uma das principais formas de incluir o público cego, sugerida nas pesquisas, é o desenvolvimento de réplicas físicas que possam ser tocadas.

A segunda revisão desenvolvida identificou obras que tinham como objetivo trazer a pintura a deficientes visuais a partir de modelos táteis concebidos em técnicas de prototipagem rápida. Dentro das obras, foram observadas metodologias interessantes para o desenvolvimento digital de pinturas em relevo, além de aplicações de testes no público. As principais técnicas de prototipagem rápida utilizadas nas pesquisas foram a impressão 3D e a fresagem CNC. Infelizmente, nenhum dos trabalhos inseriu a questão da cor nas propostas efetuadas. Nenhum dos trabalhos também buscou reproduzir um modelo tátil de alguma pintura abstrata.

### **3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

Este capítulo detalha, a partir da revisão da literatura apresentada no capítulo anterior, a forma como foram desenvolvidos os modelos 3D táteis de pinturas neoplasticistas a foram usados nos experimentos com pessoas cegas. Os procedimentos desse experimento são, na sequência, descritos. Para isso, duas seções foram estruturadas, as quais são apresentadas a seguir.

#### **3.1 DESENVOLVIMENTO DO MODELO TÁTIL**

A fim de levantar potencialidades que relevos e texturas apresentam no sentido de auxiliar o cego a compreender a pintura neoplasticista, por meio de modelos táteis, diferentes formas concepção 3D de pinturas neoplasticistas foram testadas. Os procedimentos para produção dos modelos táteis passaram pela escolha das pinturas a serem trabalhadas, seguida do desenvolvimento, em si, de cada modelo, considerando as variáveis a serem testadas: seleção da forma de prototipagem e, finalmente, a impressão do material.

##### **3.1.1 ESCOLHA DAS PINTURAS**

Definiu-se a utilização de, pelo menos, uma pintura de Mondrian, levando em conta que foi o grande pintor do movimento Neoplasticista. A outra pintura trabalhada pertenceria a algum outro pintor conhecido do movimento.

Considerando que as pinturas do estilo “são tão semelhantes entre si que muitas vezes é difícil distinguir a mão de um determinado artista da de outro” (FARTHING, 2011, p.407), foram definidos critérios para a escolha das pinturas, pensando no modelo tátil a ser desenvolvido. Eles foram:

- Quantidade de elementos (linhas, retângulos e cores): a pintura não deve conter nem poucos elementos (evitando pinturas sem as diferentes cores do movimento, ou com grandes espaços em branco), nem muitos elementos (que podem dificultar, operacionalmente, a leitura tátil do cego);
- Pintura com todas as cores que o movimento utilizava (vermelho, azul, amarelo, branco, preto e cinza), com, ao menos, uma cor repetida (com o intuito de identificar se o público percebe que existem formas com superfícies similares no modelo e se elas transmitem as mesmas sensações);

- Linhas pretas separando as cores. As linhas pretas possuem a função de separar as diferentes cores da pintura, no desenvolvimento do modelo esse aspecto poderá auxiliar na legibilidade dos cegos também.

Seguindo tais critérios, uma busca em pinturas do movimento selecionou oito obras que se encaixam nos critérios estabelecidos, apresentadas nas Figuras 25 a 32.

Figura 25 – Composição de Mondrian, de 1921



Fonte: <https://artinwords.de/>

Acesso em: 11 de Maio de 2020

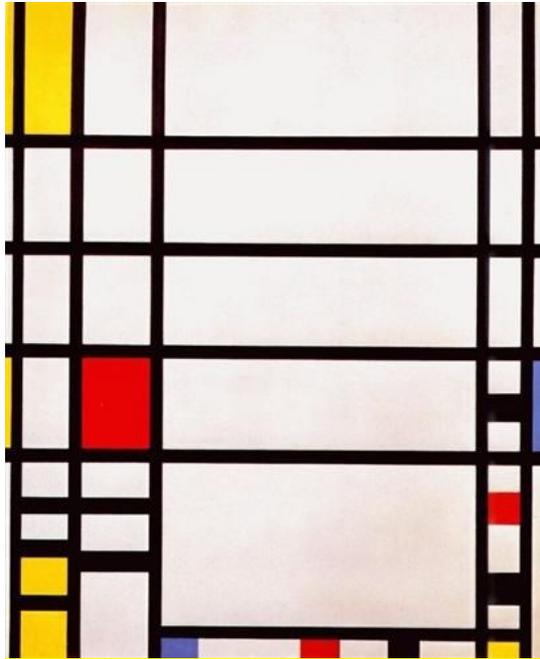
Figura 26 – Composição do losango com vermelho, cinza, azul, amarelo e preto, de Mondrian, de 1924



Fonte: <https://www.nga.gov/>

Acesso em: 11 de Maio de 2020

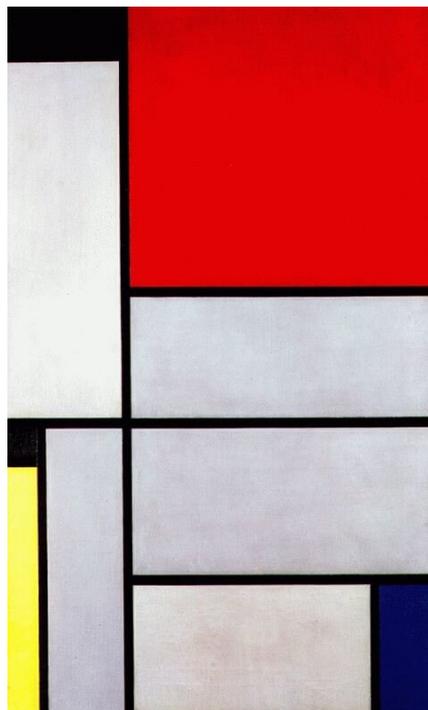
Figura 27 – Trafalgar Square, de Mondrian, de 1939



Fonte: <https://www.wikiart.org>

Acesso em: 30 de Novembro de 2020

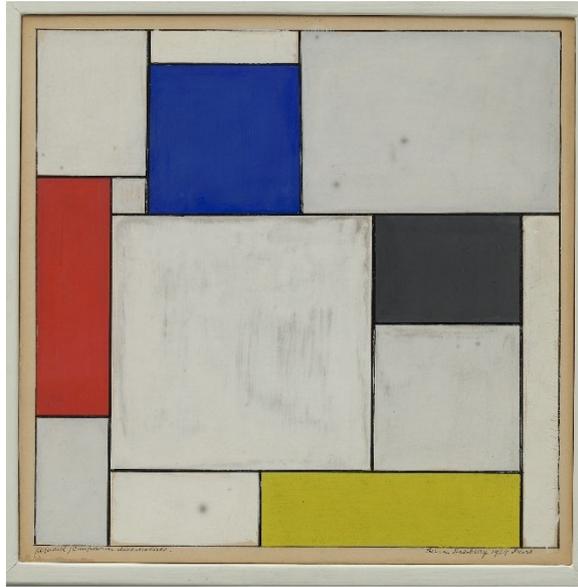
Figura 28 – Tableau I, Mondrian de 1921



Fonte: <https://en.amorosart.com/>

Acesso em: 3 de Dezembro de 2020

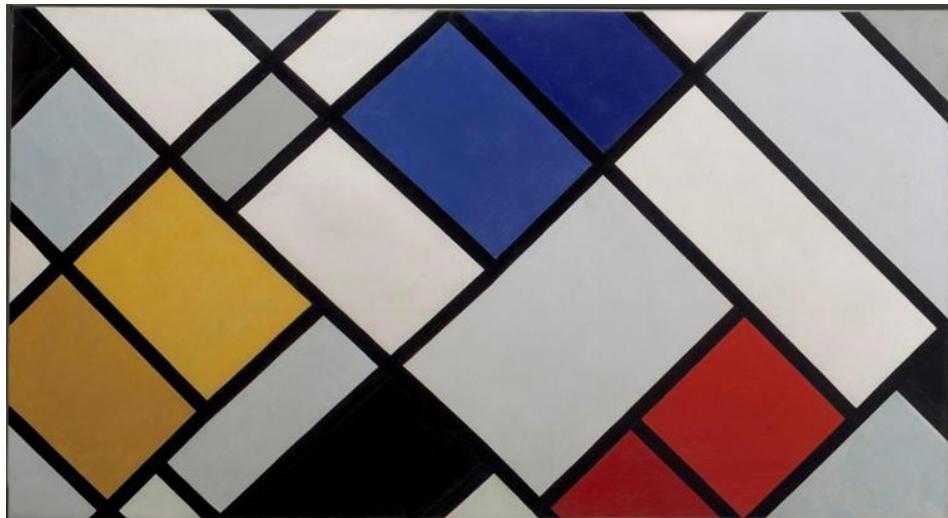
Figura 29 – Composição Descentralizada de Theo van Doesburg, de 1924



Fonte: <https://www.guggenheim.org/>

Acesso em: 11 de Maio de 2020

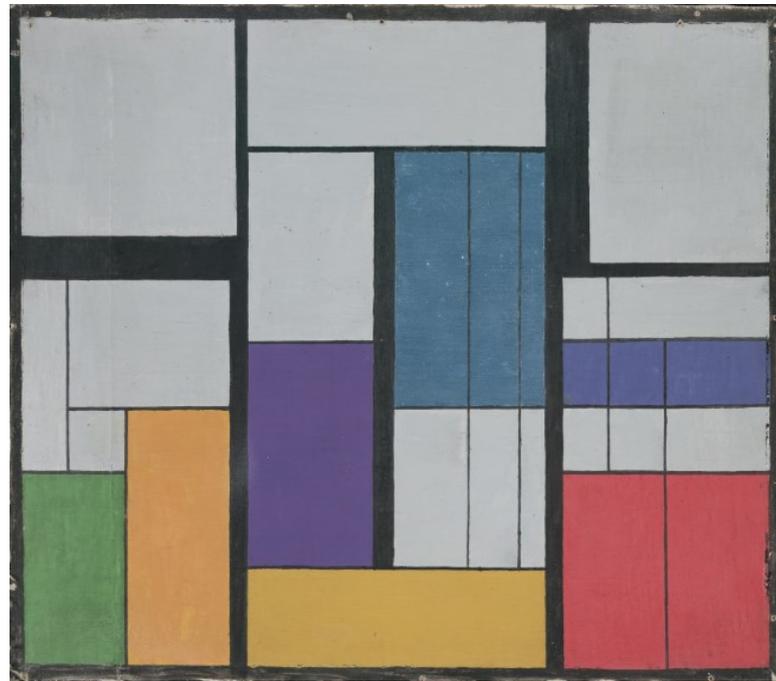
Figura 30 – Contra-Composição com Dissonâncias XVI, de Theo van Doesburg, de 1925



Fonte: <https://www.wikiart.org/>

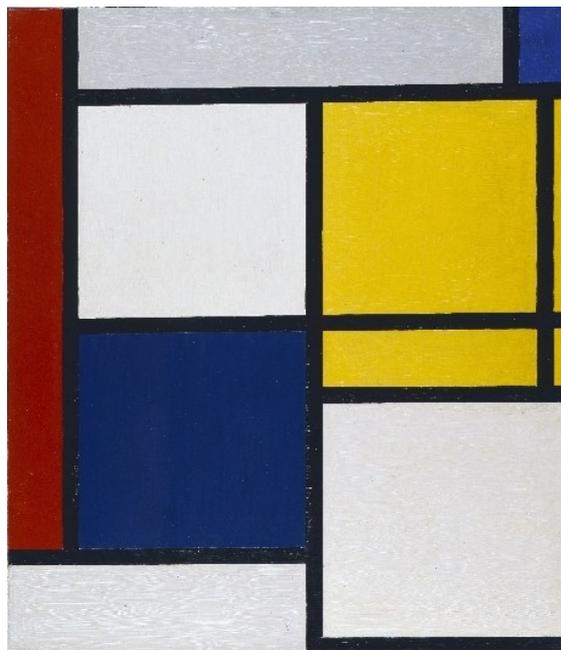
Acesso em: 11 de Maio de 2020

Figura 31 – Composição II, violeta índigo derivada do triângulo equilátero, de Georges Vantongerloo, de 1921



Fonte: <https://www.moma.org/>  
Acesso em: 30 de Novembro de 2020

Figura 32 – Composição Neoplástica número 5, de Cesar Domela, de 1924



Fonte: <https://www.stedelijk.nl>  
Acesso em: 30 de Novembro de 2020

Apesar de os critérios estabelecidos terem sido atendidos nessas obras, para efetuar a seleção daquelas que foram testadas na pesquisa, descartou-se as figuras:

- 25, pois possui linhas pretas que não cortam o quadro totalmente e acabam fazendo com que retângulos de diferentes cores se toquem;

- 26, por a obra estar cortada em diagonal, podendo transmitir confusão ao cego que observar as formas diferentes de retângulos;

- 27, porque, além de ser uma pintura quase no limite de número de retângulos, possui aqueles da parte inferior sem separação por linhas pretas;

- 30, já que apresenta linhas diagonais em sua composição e, por mais que seja uma pintura neoplasticista, não expressa o padrão clássico das obras, apresentando somente linhas verticais e horizontais;

- 31, pois está quase no limite de elementos na pintura e, além disso, as diferentes cores que ela possui podem trazer maior dificuldade no desenvolvimento dos modelos, considerando, que as cores que apresenta se diferem muito das pinturas padrão do estilo.

Dessa forma as figuras 28, 29 e 32 se tornaram interessantes opções. Como critério de decisão a primeira pintura selecionada para representação tridimensional foi a Figura 28, por ser do artista Mondrian, principal expoente do movimento. A segunda pintura escolhida foi a 29, por seu pintor (Theo van Doesburg) ser junto com Mondrian, considerado fundador do movimento. A pintura 32 foi descartada pois, por mais que tenha similaridades visuais com as pinturas 28 e 29, preferiu-se priorizar os artistas mais conhecidos do movimento: Mondrian e Theo van Doesburg.

A pintura representada na Figura 28 é, segundo o site <http://www.piet-mondrian.com/> é uma das primeiras peças de Mondrian a exibir de forma proeminente seu estilo. Para o pintor o universo era uma combinação harmoniosa de diferentes objetos. Na pintura Tableau I (Figura 28) Mondrian buscou representar essa harmonia com o uso de blocos geométricos, linhas pretas bem definidas e cores primárias combinados.

Theo van Doesburg seguia os mesmos princípios e filosofia de Mondrian, porém resolveu explorar diagonais em suas obras acreditando que “a grade diagonal cria uma tensão dinâmica” (Farthing, 2011, p.408). Isso provocou uma rixa temporária entre os pintores. A Figura 29 ainda pertence a fase em que sua pintura e a de Mondrian seguiam mesmos princípios, dessa forma é um exemplo de busca da representação de elementos separados que se juntam em equilíbrio e harmonia.

### 3.1.2 DESENVOLVIMENTO DIGITAL DO MODELO 3D

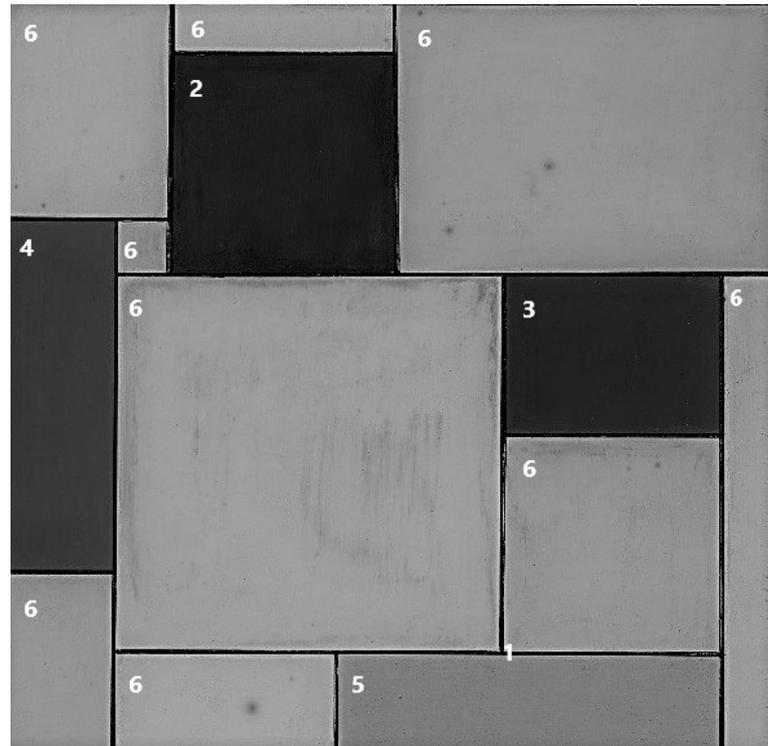
Definidas as pinturas, o segundo passo foi o desenvolvimento digital dos modelos 3D.

A metodologia de Governi (2014) foi adaptada com intuito de atingir esse objetivo. Buscando estudar diferentes formas de pensar a representação tridimensional das obras, cada pintura foi concebida de uma maneira diferente. A primeira etapa de Governi (2014) é a segmentação da cena, e foi nessa etapa que os modelos das duas pinturas divergiram formal e metodologicamente.

A segmentação da cena consiste em identificar e hierarquizar os diferentes planos e elementos da pintura. Cada obra teve um modo diferente de abordar essa etapa. No caso da pintura de Mondrian (Figura 28), foram utilizadas linhas pretas com a função de separar as cores para que não se tocassem, evitando que uma influenciasse a outra. Na reprodução tátil desse conceito, as linhas pretas foram utilizadas em relevo, com o intuito de separar os diferentes retângulos da obra.

Na obra de Theo van Doesburg (Figura 29), a separação e hierarquização aconteceu pelas cores, tendo linhas e retângulos sido tratados de maneira similar. Como as cores nas obras neoplasticistas buscavam trazer diferentes profundidades, a tradução tátil a ser experimentada lidou com isso de modo similar. Assim, o método semiautomático de Furferi et al (2014a) apresentou uma maneira de operacionalizar tal decisão. Nesse método, a profundidade das pinturas é representada a partir da transformação de sua imagem em tons de cinza, para criar relevos no modelo 3D, considerando que quanto mais claros forem os tons, maiores devem ser as alturas. A imagem original das pinturas foi exportada para o programa Photoshop e transformadas em tons de cinza, sendo as cores numeradas de 1 a 6, considerando 1 o tom mais escuro e 6 o mais claro (representado na Figura 33).

Figura 33 – Composição em preto e branco

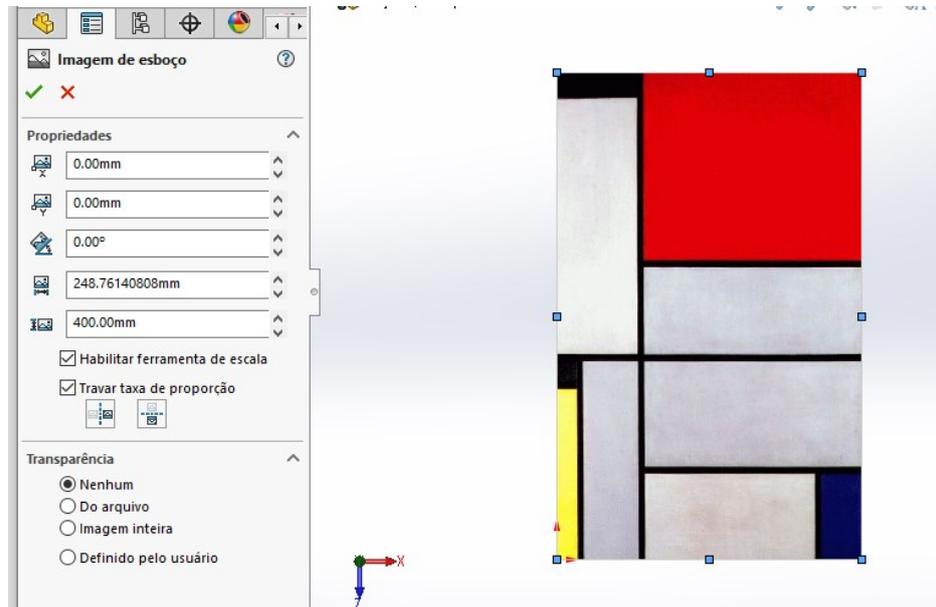


Fonte: Desenvolvida pelo autor

A segunda etapa de Governi (2014) é a reconstrução volumétrica, transformando a imagem de 2D para 2.5D. Nessa etapa ambas obras tiveram suas imagens 2D exportadas para o programa de modelagem 3D Solidworks, porém receberam abordagens diferentes no momento da construção dos volumes.

Tableau I (Figura 28) teve sua imagem exportada para um esboço aberto no plano superior utilizando o recurso “imagem de esboço”. Dentro desse recurso é possível definir as dimensões que a imagem possui ao ser exportada. Gual et Al (2011) apresenta como parâmetro para o tamanho de um modelo tátil o alcance de duas mãos tocando, aproximadamente as dimensões de uma folha A3 (420mm x 297mm). Considerando isso e o limite de 400mm x 400mm da impressora 3D utilizada, o modelo não seguiu as dimensões originais da obra (965,88mm x 603,76mm), tendo sua dimensão máxima (altura) posta em 400mm e sua largura em 248,76mm (seguindo a taxa de proporção), como representado na Figura 34.

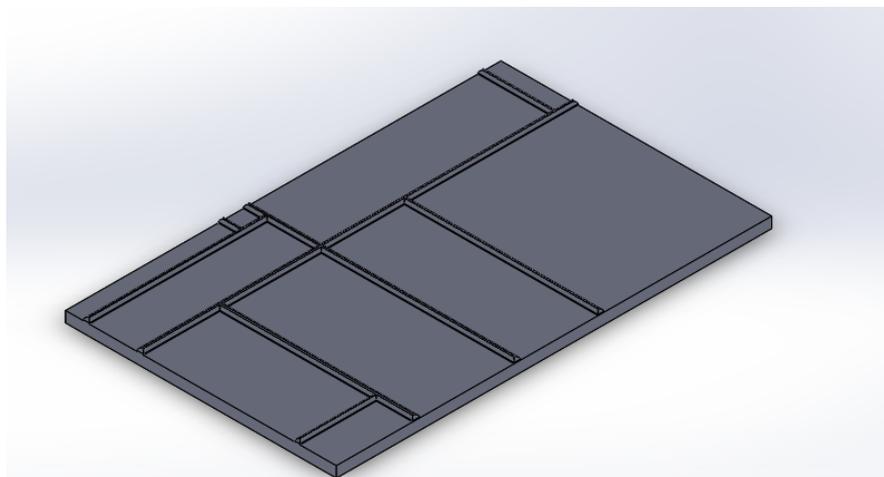
Figura 34 – Recurso “Imagem de esboço” para o modelo da obra de Mondrian



Fonte: Desenvolvida pelo autor

Foi desenhado um retângulo com as mesmas dimensões da imagem guia e aplicado o recurso de “extrusão” em 10mm. Na superfície superior do prisma resultante da extrusão foi aberto um novo esboço, tendo sido traçadas linhas acompanhando aquelas da pintura de Mondrian. A espessura delas não necessitou modificações, tendo em vista que eram valores acima de 3mm, distância mínima que Gual et Al (2011) apontam como perceptíveis ao toque. Uma extrusão foi desenvolvida no esboço, e após isso o recurso “Filete” foi aplicado para arredondar suas arestas, resultando na forma apresentada na Figura 35.

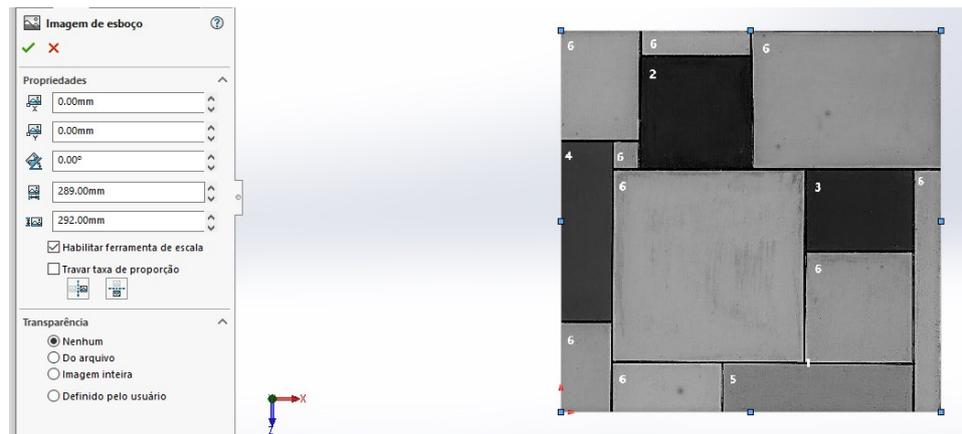
Figura 35 – Volume do modelo da pintura de Mondrian



Fonte: Desenvolvida pelo autor

Já a pintura “Composição Descentralizada” teve sua imagem em tons de cinza (Figura 33) exportada para o programa utilizando o recurso “imagem de esboço”. Para isso um esboço foi criado no plano superior, as dimensões da imagem foram modificadas para ficarem iguais às daquelas da pintura original (289mm x 292mm), como apresentado na Figura 36.

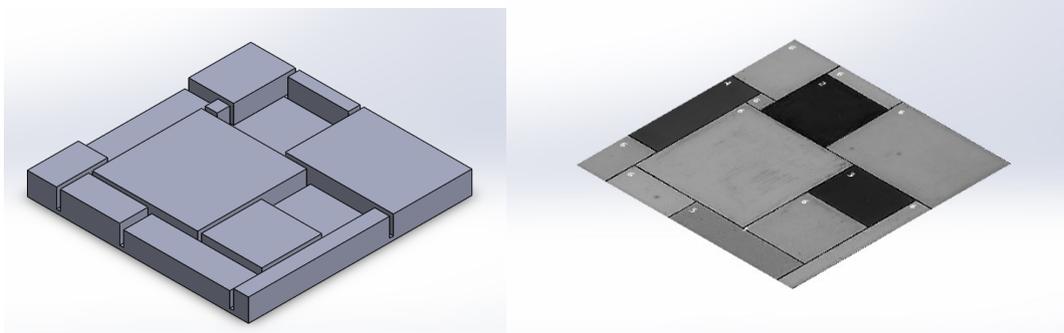
Figura 36 – Recurso “Imagem de esboço” para o modelo da obra de Theo van Doesburg



Fonte: Desenvolvida pelo autor

A imagem exportada foi utilizada como guia para o desenvolvimento de todo volume da peça. Observando a ordem das diferentes tonalidades (numeradas de 1 a 6), cada cor foi produzida com 5 mm de altura a mais que sua tonalidade mais escura. O elemento 1 (representando a cor preta, ou as linhas) foi concebido a partir do recurso “extrusão” de 5mm elaborado em um retângulo, desenhado no esboço, de 289mm x 292mm. Depois disso um novo esboço na superfície preta foi elaborado, dessa vez cada retângulo foi contornado, porém pequenas modificações nos seus dimensionamentos foram efetuadas com intuito de dar ao menos 5mm de espessura para as linhas pretas e facilitar a materialização digital do modelo. Esses retângulos foram extrudados em diferentes alturas dependendo da cor que representava, sendo assim o retângulo azul ficou com uma altura de 10mm, o cinza 15mm, o vermelho 20mm, o amarelo 25mm e o branco 30mm. Resultando na forma representada na Figura 37.

Figura 37 – Volume do modelo da pintura de Theo van Doesburg ao lado da pintura em Preto e Branco



Fonte: Desenvolvida pelo autor

A terceira e última etapa da metodologia de Governi é a combinação da cena espacial e da definição do volume. O volume já foi elaborado na etapa 2, dessa forma o design foi pensado enquanto ferramenta para gerar superfícies que possam expressar associação semântica com a obra. Como abordado por Freitas (2009), é incorreto afirmar que o design de superfície se mantém restrito ao desenvolvimento têxtil e à bidimensionalidade. O autor complementa:

“O design de superfície visa trabalhar a superfície, fazendo desta não apenas um suporte material de proteção e acabamento, mas conferindo à superfície uma carga comunicativa com o exterior do objeto e também o interior, capaz de transmitir informações sgnicas que podem ser percebidas através dos sentidos, tais como cores, texturas e grafismos” (FREITAS, 2009, p.19).

Dentro dessa lógica e das revisões elaboradas no Capítulo 2, sobre a simulação de cores com texturas, dois diferentes caminhos poderiam ser traçados com intuito de apresentar cor aos cegos em forma de texturas. O primeiro é o uso de diferentes materiais, como areia, madeira e metal para transmitir ao sentido háptico algo similar às cores. A segunda possibilidade seria partir de sistemas de cores já estabelecidos, adaptando e aplicando nas diferentes superfícies as formas e texturas correspondentes a suas cores. Reforçando o objetivo de observar as possibilidades da materialização digital, optou-se pela segunda opção, onde cada cor teve pequenos relevos desenvolvidos para as representar.

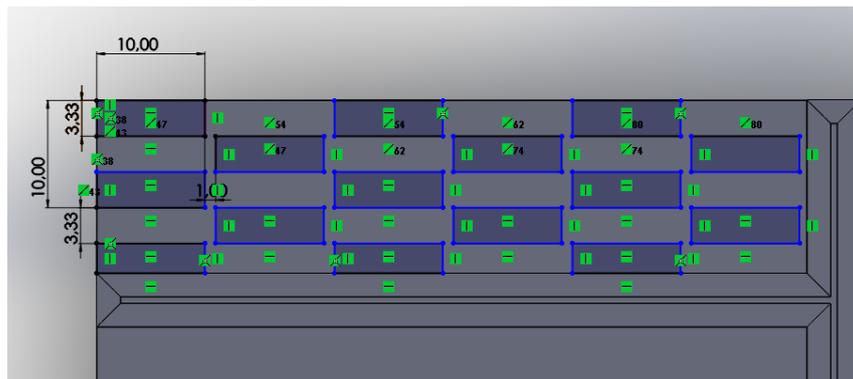
O sistema Feelipa (Figura 14) foi escolhido para ser adaptado devido a simplicidade das formas que representam cores básicas, justamente as trabalhadas nas obras neoplasticistas. A textura das cores de ambos modelos foi idealizada da mesma maneira, com exceção do preto, que não foi aplicado no modelo que representa a pintura de Theo van Doesburg (Figura 29)

pois está presente somente em pequenas linhas de 5mm de espessura, o que tornou inviável sua aplicação.

Nesse sistema tanto o branco, quanto o cinza e o preto são representados por linhas, com a diferença da quantidade, o branco é representado por uma linha, o cinza por duas e o preto por três. Observando o aumento no número de formas na medida em que o tom escurece pensou-se em uma textura similar tanto para o preto quanto para o cinza. Já o branco, por ser o tom mais claro, permaneceu com a textura lisa.

Para o desenvolvimento da textura preta um esboço foi aplicado nas superfícies onde existe a cor. Pequenos retângulos de 3.33mm x 10mm foram colocados de forma não continua como apresentado na Figura 38. Com o recurso “Corte extrudado” foram realizados rebaxamentos de 4mm em todos retângulos desenhados.

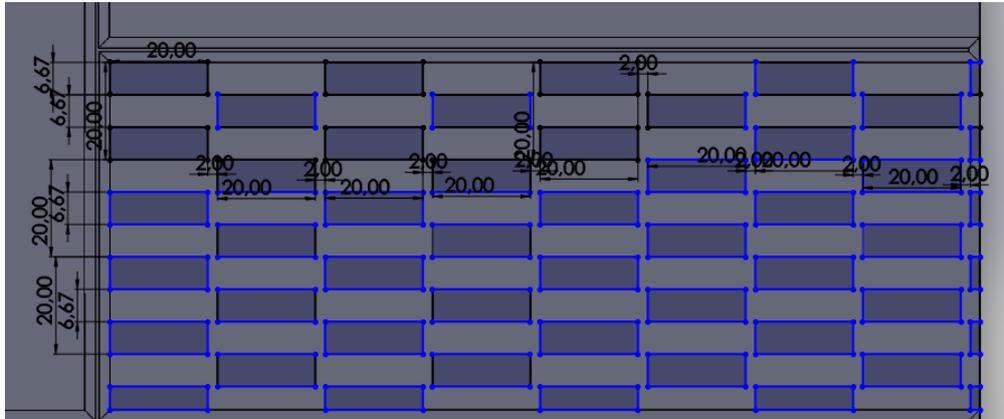
Figura 38 – Textura para cor preta



Fonte: Desenvolvida pelo autor

Seguindo a mesma lógica desenvolveu-se um esboço nas superfícies cinzas. Os retângulos traçados tiveram o dobro do dimensionamento dado na superfície preta (20mm x 6,67mm), e esses foram dispostos de maneira similar, como expressado na Figura 39. O corte extrudado de 4mm rebaxou todos retângulos desenvolvidos.

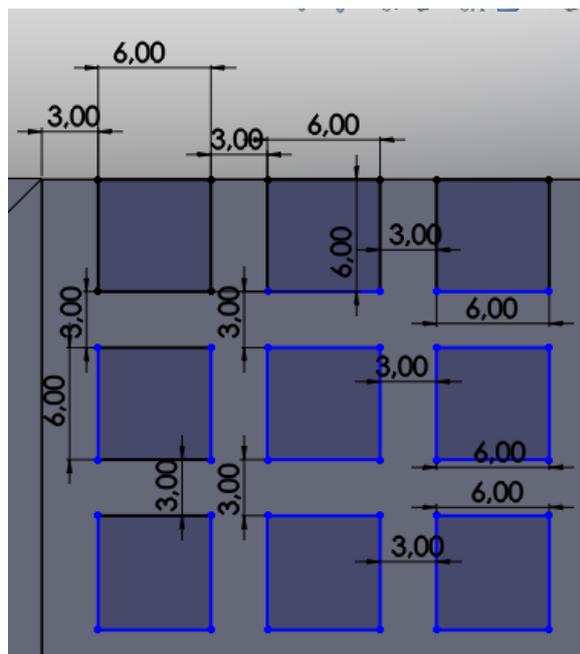
Figura 39 – Textura para cor cinza



Fonte: Desenvolvida pelo autor

Os tons coloridos foram projetados transformando as formas do sistema Feelipa em pequenas figuras tridimensionais. Nesse sistema a cor vermelha é representada pela forma do quadrado. Pensando nisso esboçou-se quadrados de 6mm de lado separados por 3mm em toda a superfície vermelha (representado na Figura 40). Extrudou-se em 3mm as formas desenvolvidas e o recurso “Chanfro”, aplicado em uma distância de 1mm e angulação de 45°, angulou as arestas dos prismas gerados.

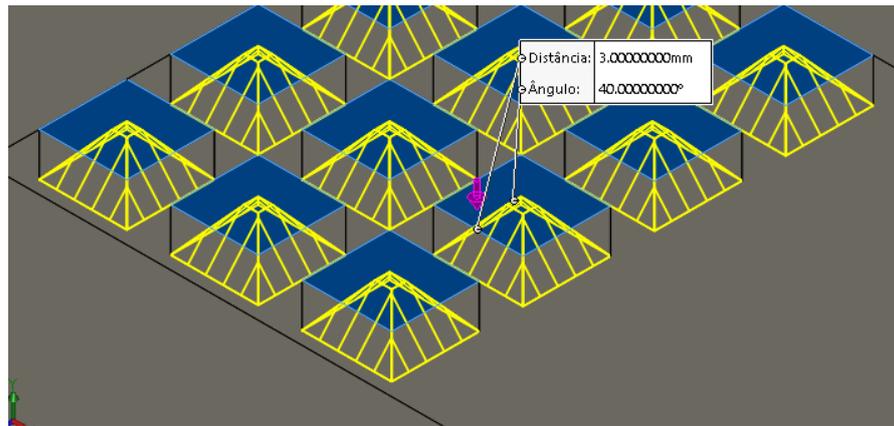
Figura 40 – Textura para cor vermelha



Fonte: Desenvolvida pelo autor

No sistema Feelipa a cor amarela é representada pela forma do triângulo. Dessa forma explorou-se uma forma piramidal para desenvolver a textura amarela. Desenhou-se na superfície quadrados de 6mm de lado separados por 3mm. Executou-se uma extrusão em 3mm nas formas desenvolvidas e o recurso “Chanfro” (representado na Figura 41) foi aplicado utilizando uma distância de 3mm e uma angulação de 40°.

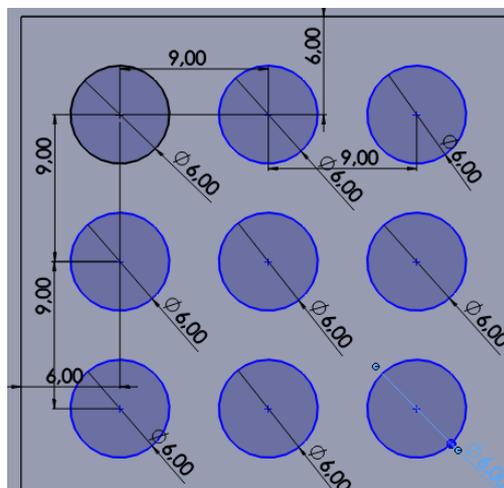
Figura 41 – Textura para cor amarela



Fonte: Desenvolvida pelo autor

A cor azul é expressada pelo círculo no sistema. Dessa forma as superfícies azuis foram preenchidas com semi-esferas. Para isso, dentro de um esboço, círculos de 6mm de diâmetro, com seus centros distanciados em 9mm, foram esboçados (como indica a Figura 42). Aplicou-se o recurso “Extrusão” de 3mm nas áreas desenhadas e, por fim, o recurso “Filete”, adotando raio de 3mm simétrico, trouxe a textura desejada a superfície azul.

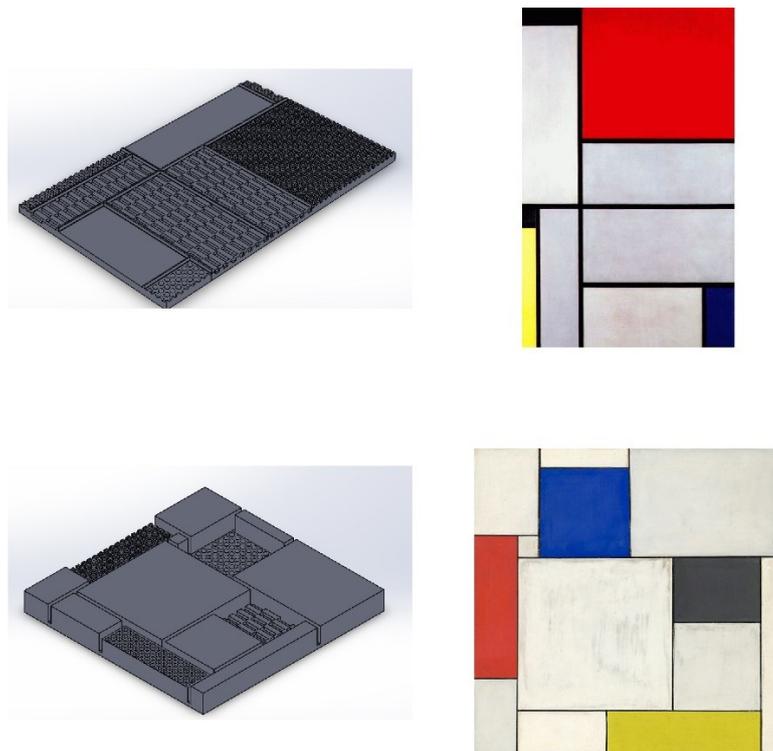
Figura 42– Textura para cor azul



Fonte: Desenvolvida pelo autor

Com o desenvolvimento das texturas ambos modelos foram concebidos digitalmente (Figura 43). A maneira de materializar digitalmente os modelos é abordada no próximo tópico.

Figura 43 – Modelos 2.5D digitais ao lado de suas pinturas (Tableau I e Composição Descentralizada)



Fonte: Desenvolvida pelo autor

### 3.1.3 MATERIALIZAÇÃO DIGITAL

A última etapa consistiu na materialização digital dos modelos. Para isso, pontos levantados por Canciglieri J. et al (2015) ajudaram a definir a melhor tecnologia para desenvolver as pinturas táteis, esses foram:

1 - Propósito do modelo: Como era um protótipo para testes, onde o público entraria em contato com a peça, a tecnologia de prototipagem deveria criar um modelo resistente. Assim os processos de impressão em SLA e FDM (realizando a impressão do material maciço, sem partes ocas, obtendo mais resistência) ou usinagem CNC, permitiram o desenvolvimento de modelos com resistência necessária ao manuseio das peças;

2 – Material: Como não existe um material específico para ser trabalhado, a decisão desse aspecto foi realizada levando em conta questões como o propósito do modelo, custo e detalhamento;

3 – Dimensão: Tendo em vista a dimensão dos modelos (até 400 mm), a maneira de prototipar os modelos foi a impressão em FDM (que possui impressoras que conseguem realizar impressões de até 420mm de dimensão);

4 – Custos: Dado o dimensionamento dos modelos, o processo em SLA se torna muito caro. O processo em CNC, devido aos pequenos detalhes necessários para as texturas e os diferentes níveis desenvolvidos, torna-se, também, um processo muito caro. Já a impressão em FDM, é o processo de menor custo;

5 – Tempo: No momento em que foi realizado o projeto a questão do tempo não foi relevante para escolha da tecnologia; e

6 – Detalhamento e Acabamento Superficial: Dentro desse ponto a forma de prototipagem mais interessante é a impressão em SLA, pois apresenta uma precisão muito maior em seu processo, permitindo que seu acabamento superficial seja incomparável ao processo de impressão em FDM (que apresenta resquícios de sua forma de materialização por deposição de camadas) e a Usinagem CNC (que apresenta resquícios dos desbastes pela fresa).

As três principais tecnologias de prototipagem levantadas para a concepção dos modelos foram a usinagem CNC, e as impressões SLA e FDM. Isso aconteceu de acordo com a revisão da literatura que identificou tecnologias que trabalham com 2.5D para o desenvolvimento de modelos táteis.

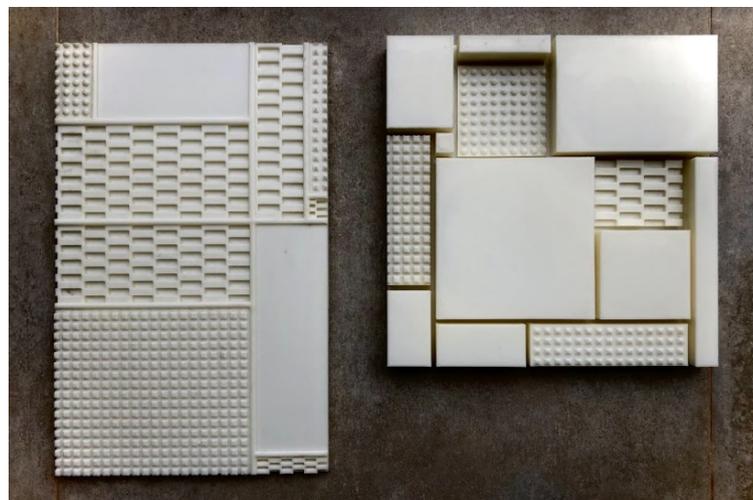
A usinagem CNC preenche requisitos interessantes em quase todos pontos levantados, porém devido à geometria dos modelos, e a forma como foram concebidas as texturas e o detalhamento, esse processo se torna muito caro. Detalhes da textura são trabalhados em precisão de 1mm. Utilizar fresas dessa precisão para trabalhar em áreas grandes, tendo em vista que um dos modelos tem dimensão máxima de 400mm, torna a concepção muito cara.

A impressão em SLA é o processo que resultaria no maior conforto tátil para o público cego, devido a precisão da impressão e a qualidade de seu acabamento superficial. Os limites dimensionais que essa tecnologia possui acabam tornando muito caro a concepção dos modelos desenvolvidos. As impressoras em SLA normalmente imprimem até 150mm no máximo. Como os modelos desenvolvidos chegam até 400mm as pinturas teriam que ser divididas em ao menos 6 partes, tornando o processo caro. Além disso, as partes coladas após a materialização digital poderiam causar ruídos no momento de experimentação do público, inviabilizando a maior vantagem que essa tecnologia oferece, seu acabamento superficial.

Já a impressão em FDM apresenta vantagens interessantes nos aspectos sugeridos por Canciglieri J. et al (2015). Destaque-se: seu custo; a possibilidade de escolher o polímero que oferece uma resistência boa para realizar testes e o dimensionamento máximo que as impressões podem ser realizadas. A principal desvantagem desse processo é o acabamento superficial, visto que resquícios das deposições em camadas acabam ficando na superfície, que podem gerar leitura equivocada no momento em que os voluntários experimentarem os modelos. Porém, visto as vantagens apontadas, essa forma de materialização digital foi definida para realizar os modelos.

A partir dessas definições, o serviço da empresa Print Box 3D de Balneário Camboriú, permitiu a confecção dos modelos (Figura 44). Para reduzir os resquícios dos processos de materialização uma altura baixa foi dada para camadas, resultando numa superfície mais lisa. O material escolhido para o desenvolvimento do modelo foi o ABS (acrilonitrila-butadieno-estireno). Esse termoplástico oferece uma boa resistência térmica e mecânica, ideais para realizar os testes com o público, além de ser um material de custo baixo.

Figura 44 – Modelos de Mondrian e de van Doesburg, respectivamente.



Fonte: Desenvolvida pelo autor

### 3.2 EXPERIMENTAÇÃO

Esta seção apresenta a estruturação, em termos de material e método, da coleta de dados experimentais. Os modelos 3D de pinturas táteis, cujo desenvolvimento foi descrito na seção 3.1, foram explorados pelo público cego, com vista a propiciar a compreensão de como os relevos e texturas auxiliaram na percepção dos elementos que compõe cada pintura.

Objetivou-se, especificamente, saber em que medida as texturas e relevos desenvolvidos simulam adequadamente a percepção da composição geral da obra e da cor para o público cego e quais elementos de design podem auxiliar o processo de prototipagem rápida para a adaptação de pinturas neoplasticistas à percepção de cegos.

Para atender a esses objetivos, o projeto foi submetido e aprovado pelo comitê de ética na Plataforma Brasil. Foi proposto uma experimentação que utiliza entrevista semiestruturada com o público, antes da exploração dos objetos, mas também depois, de modo a compreender como se deu a vivência do experimento. A ACIC (Associação Catarinense para Integração do Cego) foi contatada via e-mail, para o recrutamento dos voluntários para participar do experimento, independente de faixa etária. A ACIC também assinou um termo de anuência institucional (Apêndice A), permitindo que o experimento pudesse ser realizado em sua sede.

Os indivíduos que demonstraram interesse receberam um termo de consentimento livre e esclarecido (Apêndice B), no caso de pessoas cegas emancipadas. Já as menores de idade receberam um termo de assentimento do menor (Apêndice C) e seus responsáveis receberam um termo de consentimento livre e esclarecido para pais ou responsáveis (Apêndice D), e foram convidados a participar da dinâmica. Nessa experiência cada cego foi chamado individualmente a uma sala com os modelos expostos em uma mesa.

A experiência teve algumas etapas representadas na Figura 45.

Figura 45 – Etapas da Experimentação



Fonte: Desenvolvida pelo autor

Na primeira parte da experimentação foram coletados dados a respeito do conhecimento de arte do sujeito (o que ele conhece de arte? Qual o conhecimento que ele tem de pintura?).

A segunda etapa consistiu na experimentação de uma das duas pinturas transformadas em modelo 3D, a partir da materialização digital. Sem nenhuma informação a respeito da pintura, e a partir de questionamentos do aplicador, o público buscou identificar o que acha que a obra é, tentando descrever o que toca e expressando as sensações trazidas pelas superfícies e texturas ali presentes.

A fim de identificar a forma de desenvolvimento de modelo que os usuários mais gostaram e qual permitiu um melhor entendimento da obra (pintura do Mondrian, sem diferenças na altura e com linhas pretas em alto relevo ou pintura de Theo van Doesburg, com aplicação de diferentes alturas e linhas pretas em baixo relevo), as pessoas que participaram do experimento foram divididas em dois grupos. O primeiro, chamado de grupo A, experimentou o modelo de Mondrian e o grupo B explorou a versão tátil da pintura de Theo van Doesburg. Essa divisão ocorreu para conseguir observar a experimentação sobre as duas formas de desenvolvimento dos modelos, sem que as informações trazidas depois influenciassem opiniões a respeito dos modelos. Esses grupos foram divididos de forma homogênea pensando na idade dos participantes, no gênero, na escolaridade e na idade em que o participante ficou cego.

Na terceira etapa foram apresentadas informações a respeito do movimento que as pinturas fazem parte. Primeiro foi explicado que os modelos são representações de pinturas abstratas, que, diferentes das pinturas figurativas, buscam trazer sensações para seus apreciadores sem elementos visuais representativos. Depois foram abordados conceitos do movimento, cores, elementos e métodos dos artistas.

Na quarta etapa os participantes foram convidados a experimentar de novo o protótipo e relatar o que sentiam (tentando identificar se eles perceberam algo similar a harmonia e equilíbrio das obras neoplasticistas).

O cego foi convidado a tocar determinadas partes da obra e relatar quais ele acredita ter a mesma cor, ou que trazem sensações parecidas. Perguntou-se ele percebeu por texturas, por diferentes alturas ou outro motivo. Por fim buscou-se identificar a sensação que o entrevistado teve ao contemplar o todo da obra observando se o modelo conseguiu transmitir de alguma forma equilíbrio e harmonia ao público.

A quinta etapa apresentou o outro modelo desenvolvido. O pesquisado foi convidado a experimentar, além do modelo anterior, o novo, com o intuito de comparar as duas formas de

pensar a pintura neoplasticista transposta ao 3D. Foi questionado para o público qual dos modelos ele preferiu e o motivo da escolha.

Após a quinta etapa foi esclarecido para o participante a intenção de transmissão da sensação de harmonia, equilíbrio e tranquilidade apresentada pelas obras dos pintores Mondrian e van Doesburg e questionado se ele sentiu algo parecido. Também foi questionado o que ele acha da experiência de visitar museus e poder ter modelos táteis para fruir. Por fim o entrevistado foi cumprimentado e o próximo convocado para a experiência.

Depois da experimentação ocorreu a análise de dados. Na abordagem qualitativa, as interpretações individuais são peças que o pesquisador deve obter para entender a complexidade da pesquisa. Dessa forma o momento em que o público estiver na experiência foi gravado e o áudio transcrito. O material transcrito foi estudado e ocorreu uma interpretação narrativa da entrevista. Sendo assim, a partir das transcrições, foi observado argumentos concordantes entre si e divergentes, e também as relações entre falas. As respostas foram decompostas em blocos para organizar de melhor forma as respostas com sentido parecidos. Com isso o pesquisador interpretou de melhor forma as respostas, levando em conta também as características dos entrevistados. Por fim foi efetuado uma conclusão do estudo, observando como o público se relacionou com os modelos, e se os elementos de design conseguiram auxiliar de forma direta isso. A identidade dos participantes foi mantida anônima quando os dados foram abordados.

## **4 COLETA E ANÁLISE DE DADOS**

Este capítulo descreve os procedimentos realizados na coleta de dados, conforme proposta metodológica apresentada no capítulo anterior, e efetua sua análise.

### **4.1 DESCRIÇÃO DO EXPERIMENTO**

A coleta de dados foi realizada durante os meses de abril e maio de 2022. Para isso, o pesquisador contatou a ACIC – Associação Catarinense para Integração do Cego – para combinar os dias que realizaria o experimento. Antes de efetuar a entrevista com os 12 participantes, foi planejado um teste piloto com outras duas pessoas, visando aperfeiçoar o procedimento de coleta de dados. A coleta completa ocorreu em 4 dias, tendo duração média de 30 minutos por pessoa.

#### **4.1.1 TESTE PILOTO**

Um teste anterior aos procedimentos foi realizado com duas pessoas, objetivando identificar possíveis problemas existentes no guia desenvolvido para as entrevistas. Além disso, foram especuladas possibilidades de aprimoramento da etapa de coleta de dados.

Esse teste ocorreu no dia 28 de abril, dentro da ACIC. Nesse dia, o experimento desenhado foi realizado duas vezes, cada uma com duração de aproximadamente 30 minutos, tendo o áudio gravado para que o pesquisador pudesse retornar às respostas das perguntas. Também foi usado o guia desenvolvido para auxiliar o pesquisador nas etapas e perguntas que constituíam o experimento. Esse guia ficou aberto no computador durante a entrevista, permitindo que fossem realizadas anotações a partir das respostas dos entrevistados.

O primeiro teste foi realizado com uma cega congênita, de 51 anos, que trabalha na ACIC. O teste durou 32 minutos e não foi encontrado nenhum problema. O segundo ocorreu com uma aluna da ACIC, de 39 anos, com cegueira também congênita. O teste durou 21 minutos e nenhum empecilho foi registrado.

Por mais que não tenham sido constatados problemas de procedimento no momento da coleta de dados do teste piloto, alguns aspectos foram alterados, a partir de necessidades que o pesquisador se deu conta durante essa etapa. Primeiro, foi inserida uma tabela dentro do guia, para auxiliar as anotações, contendo sete linhas, seis referentes às texturas desenvolvidas nos

modelos e uma última relacionada ao modelo como um todo. Foram geradas três colunas, a primeira com espaço para apontar se o público identificou ou não cada uma das texturas, a seguinte pesquisador destinada à descrição das sensações que o público revelou ao tocar as partes do modelo e a última foi destinada para o pesquisador registrar outros comentários trazidos pelos participantes.

As guias desenvolvidas foram impressas para serem usadas no momento da coleta, de forma manual. Com isso, evitou-se que a presença do computador atrapalhasse o momento da interação dos participantes com o modelo. Além disso, considerou-se a possibilidade de efetuar a captura de imagem por vídeo, no lugar de somente a gravação do áudio, o que permitiria observar a quais partes de cada peça tocada, os integrantes se referiam em seus comentários. Tendo em vista isso, foram impressas em A4 colorido as pinturas que serviram de base para a realização dos modelos. No momento da experiência, essas folhas foram colocadas do lado dos modelos, permitindo que o pesquisador relacionasse as partes do modelo que o público interagia, com as pinturas originais.

#### **4.1.2 DESCRIÇÃO DA AMOSTRA E DO AMBIENTE**

A coleta de dados aconteceu nos dias 17, 19, 24 e 26 de maio, e 12 pessoas com cegueira total foram entrevistadas. No total, foram entrevistadas oito pessoas com cegueira congênita e quatro adquirida, sendo quatro homens e oito mulheres. Além disso, dois menores de idade participaram do experimento.

Os entrevistados foram divididos em dois grupos (A e B), de forma a manter homogeneidade de características, como idade e tipo de cegueira, em ambos. O Quadro 2 apresenta essa divisão amostral, onde pode-se perceber, de forma global, que duas pessoas com cegueira adquirida estão no grupo A e duas em B; dentre os três participantes com cegueira congênita, do sexo masculino, dois integram A e um pertence a B, sendo que, nessa separação, há ao menos uma pessoa com menos de 18 anos em cada grupo; e, dos quatro indivíduos com mais de 50 anos, na amostra, dois foram atribuídos a cada grupo.

Quadro 2 – Característica dos entrevistados, por grupo

Entrevistado	Grupo	Sexo	Idade	Cegueira
E1	A	Feminino	28 anos	Congênita
E2	B	Feminino	33 anos	Congênita
E3	A	Feminino	58 anos	Adquirida (enxergou até os 15 anos)
E4	B	Masculino	54 anos	Congênita
E5	B	Masculino	14 anos	Congênita
E6	A	Feminino	43 anos	Congênita
E7	A	Feminino	35 anos	Congênita
E8	B	Feminino	18 anos	Congênita
E9	A	Feminino	62 anos	Adquirida (enxergou até os 61 anos)
E10	A	Masculino	17 anos	Congênita
E11	B	Feminino	34 anos	Adquirida (enxergou até os 24 anos)
E12	B	Masculino	63 anos	Adquirida (enxergou até os 13 anos)

Fonte: Autor

No dia 17, participaram do experimento três indivíduos: E1, uma mulher de 28 anos, com cegueira congênita (duração: 26 minutos); E2, outra com cegueira congênita, com 33 anos (duração: 33 minutos); e E3, uma professora da ACIC, com 58 anos, que perdeu a visão aos 15 (duração: 21 minutos).

Em 19 de maio, quatro pessoas foram entrevistadas: E4, um professor da ACIC, com cegueira congênita, de 54 anos de idade (duração da entrevista: 43 minutos); E5, um adolescente de 14 anos de idade, que perdeu a visão aos dois anos (duração: 21 minutos); E6, uma professora da ACIC, de 43 anos, com cegueira congênita (duração: 17 minutos); e E7, uma mulher de 35 anos com cegueira congênita (duração: 21 minutos).

Duas entrevistas aconteceram no dia 24 de maio, a primeira com uma mulher, com cegueira congênita, de 18 anos (E8), cuja entrevista durou 24 minutos; e a segunda com E9, uma mulher de 62 anos que, em janeiro deste ano, perdeu totalmente a visão, porém já sofria de baixa visão (duração: 24 minutos).

O último dia de coleta de dados foi 26 de maio. Nesse dia, três pessoas foram entrevistadas: E10, um adolescente de 17 anos, com cegueira congênita (duração: 24 minutos); E11, uma mulher de 34 anos, que perdeu a visão com 24 (duração: 19 minutos); e E12, homem de 63 anos, que perdeu sua visão aos 50 anos (duração: 24 minutos).

A realização de todas as entrevistas ocorreu da mesma forma, seguindo o guia que consta do Apêndice E, e todas foram gravadas, com exceção de uma, cujo participante pediu para que só fosse coletado o áudio. Conforme a proposta metodológica, que objetivou eliminar um possível impacto da experiência com um dos modelos, no momento de experimentar o segundo, os integrantes do grupo A receberam, primeiro, o modelo de Mondrian para ser testado, e, somente no final, experimentaram o modelo de van Doesburg. Já os membros do grupo B receberam primeiro o modelo de van Doesburg e, por último, o modelo de Mondrian.

No momento de coleta, todos entrevistados se mostraram entusiasmados com o momento, apresentando curiosidades sobre o experimento. Junto do aplicador do teste e do entrevistado, algumas vezes também ficava presente a coordenadora administrativa da ACIC – pessoa que auxiliou o experimento, fornecendo a sala e ajudando na seleção dos voluntários. A sua presença, às vezes, trazia segurança para os entrevistados, de modo que, no momento em que a coleta de dados começava, ela se retirava ou permanecia na sala, realizando suas próprias atividades de forma silenciosa, ficando à disposição para qualquer necessidade.

Para a coleta de dados, uma toalha de renda vermelha foi colocada na mesa, a fim de gerar atrito e impedir que o modelo deslizasse muito no momento das experimentações táteis. Como planejado a partir do teste piloto, um papel reproduzindo a pintura que o modelo representa foi colocado ao lado do modelo (Figura 46), com o intuito de auxiliar o pesquisador no momento de rever as gravações, identificando mais rapidamente os pontos que o público tocava.

Figura 46 – Experimentação do público



Fonte: Acervo pessoal

A partir das respostas, buscou-se relacionar tanto os traços convergentes das entrevistas quanto os divergentes, o que é apresentado na próxima seção.

## 4.2 ANÁLISE DE DADOS

O procedimento de coleta de dados gerou como insumos, além das lembranças que o pesquisador tem consigo, anotações na planilha elaborada e gravações. Para estruturar a análise, desenvolveram-se quadros apresentando os comentários efetuados pelos entrevistados.

Nessa linha, como no primeiro momento do experimento, além de obter dados gerais dos participantes (já sintetizados no Quadro 2), buscou-se conhecer sua afinidade com a arte e, principalmente, com o desenho e a pintura. Então, lhes foi perguntado o que conhecem sobre arte e pintura. Os pontos principais das respostas estão expressos no Quadro 3.

Quadro 3 – Conhecimentos e observações sobre arte e pintura

Entrevistado	Conhecimento e observações sobre pintura e arte
E1	Tem certo conhecimento sobre desenho e pintura
E2	Já fez aulas de pintura, mas não tem muita recordação. Gosta muito de modelar em argila
E3	Constou que é muito próxima do artesanato, porém no desenho e pintura encontra dificuldades de entender o sentido das obras
E4	Considera a arte algo fundamental. Sobre a pintura, lembra de suas aulas quando criança e como foi um universo deixado de lado
E5	Gosta de música e esculturas. Conhece o desenho geométrico
E6	Gosta de todo tipo de arte. Na infância, brincava de desenhar com suas irmãs videntes. Já pintou também
E7	Gosta de música e já teve aula de pintura na ACIC
E8	Sempre gostou de artes imagéticas. No primário, a professora trazia tintas de diferentes texturas para estimular a pintar
E9	Ama arte. Gosta de cerâmica e tem interesse de fazer aulas de pintura
E10	Gosta de música. A respeito de desenho, não tem muito conhecimento, porém gosta de planejar desenhos. Usando matérias como EVA, já fez obras em alto relevo
E11	Quando enxergava, gostava de desenhar, mas parou quando se tornou cega
E12	Admira pinturas, já visitou museus e guarda na lembrança pinturas da época que enxergava

Fonte: Autor

Todos entrevistados indicaram gostar de arte, principalmente de modelagem e cerâmica. Nove dos doze integrantes apontaram interesse em aprofundar seus conhecimentos no mundo da pintura, porém 10 dos 12 entrevistados relataram a dificuldade para entender essa arte. As exceções foram E6 e E8, que tiveram estímulos em sua infância (por parte das irmãs, no caso de E6, e pela professora, no caso de E8), para explorar a pintura.

E4 apontou que a pintura “foi um universo em que eu, como pessoa cega, fui sempre deixado de lado. Nas aulas de artes do meu ensino básico acabava sendo excluído nos momentos de pintura”. Já E6 teve uma experiência diferente, indicando que “Gosto muito do desenho. Eu sempre fui cega, mas tive várias irmãs que me ensinaram a desenhar. Por isso pinto e desenho, gosto muito de me expressar dessa forma”. Mesmo em polos opostos, onde um considerou ser deixado de lado no mundo da pintura e outro contou com familiares que o estimularam à prática, ambos demonstraram muito interesse nos modelos durante os momentos de fruição.

Essa etapa permitiu definir perfis para os entrevistados, o que auxiliou a interpretação dos experimentos, na medida em que foi possível estabelecer relações de afinidade dos entrevistados com a arte, durante o momento de fruição dos modelos táteis.

As análises subsequentes estão divididas em três subseções: A primeira discute observações do público relacionadas as obras como um todo; a segunda analisa o modo como as texturas representativas das cores foram sentidas pelos entrevistados e a terceira apresenta a preferência dos usuários em relação aos modelos apresentados.

#### **4.2.1 ANÁLISE DA PERCEPÇÃO GERAL DAS PINTURAS REPRESENTADAS NOS MODELOS**

Após a primeira etapa, de caráter informativo sobre o perfil dos integrantes do estudo, estes começaram a testar os modelos, de acordo com os procedimentos descritos no Capítulo 3.

O experimento previu que o público experimentasse um dos modelos antes de receber a explicação das características do estilo artístico das pinturas que ele representava. Nesse momento, o pesquisador questionou, para cada participante, o que ele imaginava a respeito da obra que estava tocando. Buscou-se conhecer as primeiras impressões do público, observando que ideias surgiam ao tatear. As repostas foram sintetizadas no Quadro 4.

Quadro 4 – Comentários efetuados sobre a percepção do modelo, antes da contextualização

Entrevistado	Grupo	Comentários sobre o modelo antes da contextualização
E1	A	
E2	B	Um trabalho bonito com formas geométricas
E3	A	Uma obra com retângulos e quadrados que lembram um piso tátil
E4	B	Reconheceu como uma obra abstrata
E5	B	Imaginou como se fossem desenhos de casas
E6	A	Primeiro imaginou que era um prédio, mas depois questionou se era algo abstrato
E7	A	Identificou como algo em alto relevo. Mas não conseguiu imaginar o que era
E8	B	Sentiu muita curiosidade, mas não conseguiu identificar algo
E9	A	Falou que no começo achou que era um telhado, algo assim, mas depois identificou como uma obra abstrata
E10	A	
E11	B	Percebeu o modelo como uma brincadeira de texturas e profundidades
E12	B	Imaginou ser um mapa tátil de algum bairro

- Espaços vazios indicam que o entrevistado não comentou nada sobre a textura. Esse padrão será replicado nos quadros seguintes.

Fonte: Autor

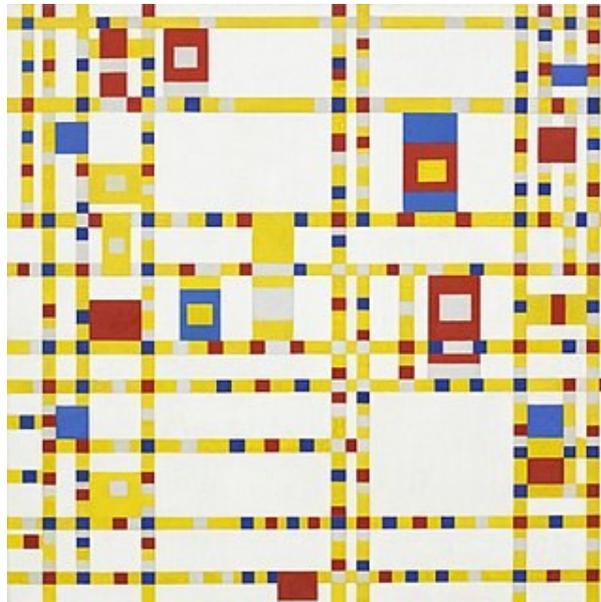
Como é apresentado no Quadro 4, os entrevistados pertencentes ao grupo A fizeram essa análise prévia com o quadro de Mondrian, já os pertencentes ao grupo B com o modelo de van Doesburg. As percepções iniciais realizadas por ambos os grupos são bastante semelhantes. Observaram-se poucas diferenças entre as respostas daqueles com cegueira congênita em comparação àqueles com cegueira adquirida.

Os entrevistados 1 e 7e tiveram curiosidade em saber o que era o modelo de Mondrian, mas não souberam indicar algo que se assemelhasse ao que tocavam, o mesmo aconteceu com E8 que analisou o modelo de van Doesburg. E2, pertencente ao grupo A e E3, grupo B perceberam que as obras brincavam com formas geométricas. Os entrevistados 4, 6 e 9 acertaram ao colocar que o que tocavam pareciam obras de pintura abstrata, independente do modelo analisado. E11 indicou se tratar de uma obra que explora formas, texturas e profundidades com a finalidade de transmitir algo, mas não conseguiu definir o que.

Por fim, os entrevistados 5 e 12, ambos pertencentes ao grupo B, imaginaram que o modelo se tratava de representações de mapas táteis de casas e bairros. Esse parecer inicial pode ter acontecido em função das diferentes alturas e pela tridimensionalidade trazida pelo modelo de van Doesburg, técnicas usualmente utilizadas em mapas táteis.

É interessante destacar que Mondrian, no final de sua carreira, realizou pinturas, ainda com um carácter essencial abstrato, porém inspirados diretamente a grelha urbana de Nova Iorque, como exemplificado na obra “Broadway Boogie-Woogie” de Mondrian, completada em 1943 (representado na Figura 47).

Figura 47 - Broadway Boogie-Woogie, de 1943



Fonte: <https://www.moma.org/>

Acesso em: 30 de novembro de 2020

Em outro momento, os entrevistados de ambos os grupos foram apresentados a informações sobre os estilos artísticos e ao segundo modelo. Além de comentar sobre as texturas tocadas os entrevistados foram convidados a abordar o que sentiram ao tocar os modelos como um todo. A partir das explicações foi observado que os entrevistados pareceram mais a vontade de tecer comentários.

Começando pelo modelo da pintura de Mondrian, 5 dos 12 entrevistados compartilharam suas opiniões (expressadas no Quadro 5). E2 indicou que uma sensação de tranquilidade a atingiu. E4 apontou para questões de simetria, para ele, as duas obras pareciam trabalhar com partes simétricas e assimétricas, porém a de Mondrian possuía partes mais

simétricas. O pesquisador então questionou, se ele considerava o todo simétrico ou assimétrico, o entrevistado respondeu:

“Mesmo trabalhando com partes assimétricas vejo que tem uma lógica por traz disso, como se buscasse deixar tudo balanceado e simétrico”.

E5 respondeu de uma forma quase contrária, revelando que para ele os elementos da obra pareciam estar combinados de forma “aleatória”, porém formando algo belo.

E6 compartilhou que no começo estava com muita curiosidade de saber o que tocava, mas depois percebeu harmonia na combinação das formas e sentiu vontade de reproduzir o que tocava no papel. Por fim a resposta da Entrevistada 8 indicou uma sensação de liberdade. Ela disse:

“Não sei por que relaciono esse modelo com liberdade, ao tocar sinto conexões novas sendo formadas em minha mente”.

As respostas dos Entrevistados 4 e 6 indicam que para eles o modelo conseguiu transmitir a lógica matemática que Mondrian trazia em suas obras, tendo em vista que perceberam lógica nas figuras geométricas expressa pela obra. E5, por mais que tenha sugerido que os elementos da obra estavam distribuídos de forma aleatória, apontou que o todo resultava em algo bonito ou harmônico, ressaltando um pouco da proposta das obras do movimento neoplasticista.

Quadro 5 – Comentários e sensações sobre o modelo Mondrian

Entrevistado	Comentários e sensações sobre o modelo Mondrian
E1	
E2	Ao testar todas texturas, constou que a obra lhe trouxe transmitiu tranquilidade
E3	
E4	Considerou a obra de Mondrian mais simétrica que a de van Doesburg
E5	Comentou que os elementos da pintura estavam dispostos de forma aleatória, porém combinados formavam uma obra bonita
E6	Na primeira experimentação sentiu curiosidade com a obra. Depois sentiu harmonia nas formas e quis reproduzir no papel
E7	
E8	Associou as linhas desse modelo com sua bengala. Sentiu liberdade ao tatear
E9	
E10	
E11	Lembrou uma bandeja
E12	

Fonte: Autor

O modelo desenvolvido a partir da pintura de van Doesburg gerou respostas parecidas com as anteriores (como expressado no Quadro 6). E4 comentou que os retângulos da obra estão dispostos de forma estratégica, brincando com simetria e assimetria, percebendo que existe uma lógica por traz da composição. E5 afirmou que tatear o modelo trouxe curiosidade e confusão, para ele esse modelo também parecia ter seus elementos combinados de uma forma aleatória. E6 percebeu uma harmonia na combinação das formas e comentou que as profundidades do modelo realçaram esse sentimento para ela. Enquanto o modelo de Mondrian trouxe um sentimento de liberdade para E8, a representação tátil da pintura de van Doesburg lhe transmitiu monotonicidade. Por fim, o Entrevistado 12 comentou que esse modelo trouxe uma sensação agradável, remetendo a momentos em que se divertia no jogo de futebol.

Quadro 6 – Comentários e sensações sobre o modelo van Doesburg

Entrevistado	Comentários e sensações sobre o modelo van Doesburg
E1	
E2	
E3	
E4	Percebeu que os retângulos estavam dispostos estrategicamente, brincando com simetria contra assimetria
E5	Apontou que as formas geométricas estavam dispostas de uma maneira que lhe gerou curiosidade e confusão
E6	Gostou muito da profundidade da obra e sentiu harmonia nas formas
E7	
E8	Ao rotacionar a pintura achou parecido com uma árvore. Achou o modelo um pouco monótono
E9	Lembrou de um labirinto
E10	
E11	Remeteu a uma caixa porta joias
E12	Trouxe uma sensação agradável. Lembrou de quando se divertia jogando futebol

Fonte: Autor

#### 4.2.2 ANÁLISE DAS TEXTURAS APRESENTADAS PELOS MODELOS

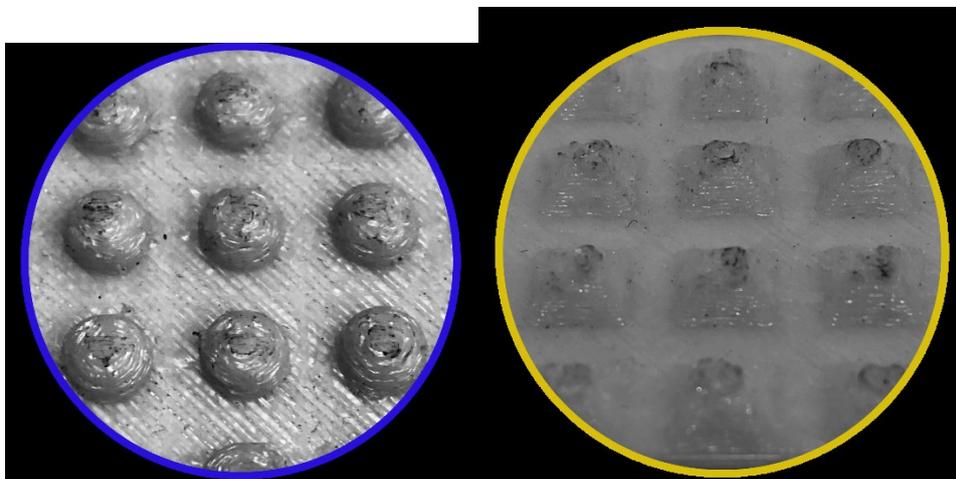
O pesquisador buscou observar também elementos que apontassem em que medida as texturas e relevos desenvolvidos simularam adequadamente a percepção da composição geral da obra, incluindo aspectos de geometria e de cor. Inicia-se a abordagem a partir das texturas usadas para representar cores.

As observações sobre as texturas foram coletadas à medida que cada sujeito foi identificando os diferentes padrões apresentados. Ou seja, não houve uma sequência igual para todos os entrevistados. Este modo de operação permitiu observar se os entrevistados conseguiram identificar todos padrões experimentados. Embora tenham sido realizados grupos distintos experimentando os dois modelos utilizados, não foram observadas diferenças significativas na identificação das texturas relativas às diferentes cores. Dessa forma, a

distribuição das texturas em diferentes alturas no modelo de van Doesburg foram comentadas de modo similar àquelas niveladas presentes no modelo Mondrian. Em função disso, nas análises que se seguem não foram feitas distinções das observações feitas em cada modelo.

Todos os participantes conseguiram identificar as seis diferentes texturas que representavam as cores das pinturas originais de ambos modelos. Apesar disso, observou-se que os Entrevistados 1, 2 e 4, no começo, acharam que as texturas usadas para o azul e o amarelo eram as mesmas (Figura 48). Somente depois de algum tempo (em torno de 60 segundos) as tateando, identificaram diferenças trazidas em suas formas. Esses participantes possuem cegueira congênita, sendo que E2 e E4 apontaram certa defasagem no contato com pinturas após a infância. A confusão dessas duas texturas pode ter acontecido pela qualidade da impressão em FDM, que acaba gerando pequenas ranhuras no modelo, tornando similares, em um primeiro momento, as pequenas bolas usadas para o azul e as pequenas pirâmides usadas para o amarelo, já que ambas as formas possuem uma base larga que reduz de tamanho à medida em que a altura se eleva.

Figura 48 – Comparação das texturas para o azul e o amarelo, respectivamente



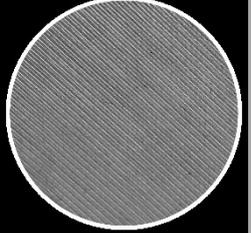
Fonte: Acervo pessoal

Objetivando compreender melhor como ocorria a identificação das diferentes cores, expressas pelas texturas distintas, o pesquisador pediu para o público descrever o que estava tocando e expressar aquilo que sentia e pensava ao tatear. As respostas dos entrevistados foram compiladas e organizadas em quadros, apresentados a seguir, separadamente para cada cor/textura.

A respeito da textura representando a cor branca nas pinturas, houve predominância de comentários indicando “sensação de vazio”, “conforto”, “algo agradável” ou “neutralidade”, conforme pode-se observar no Quadro 4.

Em particular, o Entrevistado 4 teve uma leitura diferente dessa textura, sentindo as ranhuras, reflexos do processo de materialização digital da impressão em FDM, e ficou confuso, imaginando se elas queriam comunicar algo ou se eram reflexos do material do modelo. O voluntário comentou: “Essa textura me despertou curiosidade de definir o que ela é; não sei bem se as ranhuras são parte do modelo [se são reflexos não intencionais do material, ou dos processos que desenvolveram o modelo], ou foram concebidas intencionalmente para estarem ali. A partir delas acabo lembrando de quando cortei meu dedo, por isso associo a sensação com a dor”. Observa-se que nenhum outro entrevistado comunicou tal confusão a respeito da rugosidade gerada pela impressão. Canciglieri et al (2015) já apontavam que a maior desvantagem da impressão em FDM é seu acabamento superficial, então não foi surpresa que as ranhuras geradas nesse processo tenham gerado impacto no momento de experimentação. Nesse sentido, destaca-se a necessidade de efetuar, no mínimo, um leve acabamento nas superfícies lisas, utilizando uma lixa de gramatura 320, por exemplo, para evitar que esse tipo de textura possa interferir na fruição que uma pessoa cega venha a vivenciar ao tatear uma obra.

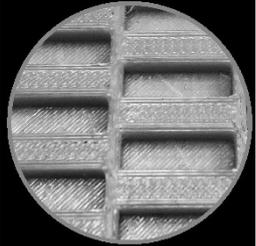
Quadro 7 – Comentários sobre a textura representando a cor branca

Entrevistado	Sensações e comentários sobre a textura branca	
E1	Apontou que parecia algo claro, imaginou que seria branco	
E2	Sentiu vazio	
E3		
E4	Identificou ranhuras (reflexos da impressão FDM), dessa forma, assemelhou a textura com sangue e dor. Despertou curiosidade	
E5	Sentiu felicidade, como se estivesse em casa, conforto	
E6	Definiu como algo agradável. Disse que se fosse escolher uma cor seria alguma clara	
E7	Algo liso, neutro	
E8		
E9		
E10		
E11		
E12	Considerou serem terrenos baldios	

Fonte: Autor

A textura representando a cor cinza das pinturas trouxe sensações muito diferentes em cada entrevistado (ver Quadro 8). Antes da contextualização a respeito da obra, ela foi constantemente associada a janelas, mas, após saberem que os modelos eram abstratos, dois entrevistados (E6 e E11) apontaram sensações lúdicas, pois associaram essa textura a um tabuleiro de jogos. E2 lembrou de música e a relacionou com a sensação de felicidade. Já o Entrevistado 1 apontou a sensação de obstáculo, enquanto E9 associou a vazio e insegurança. E4 sentiu nostalgia e disse: “Ao tocar aqui me vêm uma saudade de algo que não sei direito o que é”. Essa textura apresentou comentários muito diversos, gerando, às vezes, sensações boas e, outras vezes, de insegurança.

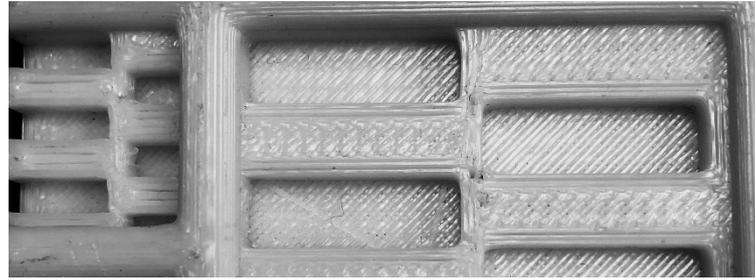
Quadro 8 – Comentários sobre a textura representando o cinza

Entrevistado	Sensações e comentários sobre a textura cinza	
E1	Sentiu algo como se fosse um obstáculo. Achou parecido com as letras “ç” e “y” em Braille	
E2	Achou similar a um porta CD. Lembrou de música, algo feliz	
E3		
E4	Sentiu nostalgia. Primeiramente viu como se fossem janelas de uma casa	
E5	Vazio, Insegurança	
E6	Lembrou janelinhas, remeteu a algo lúdico essa textura. Imaginou representar a cor rosa	
E7	Disse serem furos, buracos	
E8		
E9	Percebeu os vazados, disse que trouxe um vazio	
E10	Lembrou pequenas entradas de celular, para o carregador	
E11	Lembrou um jogo da velha	
E12		

Fonte: Autor

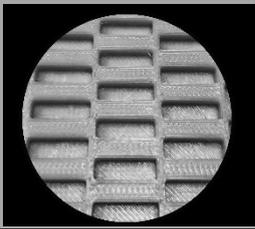
A textura representando a cor preta das pinturas foi pouco comentada (ver Quadro 9). Isso aconteceu por dois motivos: primeiro, só estava presente em um dos modelos (Mondrian) e apenas em pequenas partes; segundo, era muito similar à textura da cor cinza. Assim, os comentários relacionaram a cor preta à cinza, apontando que transmitiam algo similar, descrevendo-a como uma textura igual, porém com buracos menores (como apresenta a imagem comparativa da Figura 49).

Figura 49 – Comparação das texturas preto e cinza, respectivamente



Fonte: Acervo pessoal

Quadro 9 – Comentários sobre a textura usada para representar a cor preta

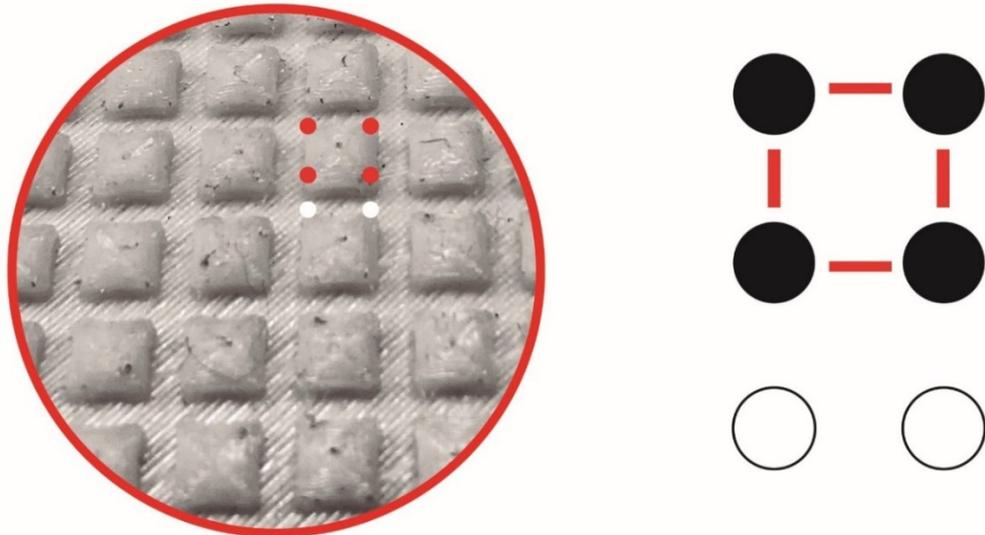
Entrevistado	Sensações e comentários sobre a textura preta	
E1		
E2		
E3		
E4	Identificou como uma versão diferente da textura cinza	
E5		
E6		
E7		
E8		
E9		
E10	Percebeu a semelhança com a segunda textura, porém apontou que os buracos eram menores	
E11		
E12		

Fonte: Autor

A textura, representando a cor vermelha, trouxe diversos comentários dos participantes (apresentados no Quadro 10). Os Entrevistados 1 e 4 indicaram a semelhança com a letra G em Braille, a qual consta de 4 pontos, dois em cima e dois no meio, sendo que na parte de baixo não há pontos. É provável que ao ligar os quatro vértices, o usuário tenha percebido uma similaridade com os quatro pontos que formam o “quadrado superior do G” em Braille, conforme ilustra a Figura 50. Os Entrevistados 2, 8 e 12 associaram a textura a memórias lúdicas

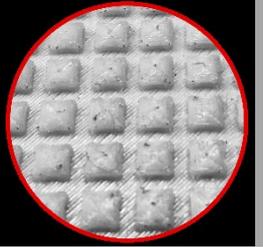
da infância. O E5 indicou a sensação de raiva e tristeza ao tocar nessas partes. Já o E6 remeteu a algo desafiador, associando a textura a lembrança de ensinar seus alunos a ler em Braille: “É uma textura diferente, como se fosse um desafio. Quando estou ensinando as crianças a tocarem, ao apresentar uma textura menos agradável, acontece uma resistência a tocar, por isso considero um desafio”. É interessante observar que essa textura trouxe emoções fortes para as pessoas, às vezes remetendo a desafios, às vezes a raiva e tristeza. Essa textura foi uma das mais marcantes para seus fruidores, se tornando, para dois, o motivo determinante da preferência por um dos modelos (aquele de Mondrian tem uma grande área com essa textura).

Figura 50 – Textura usada para a cor vermelha, com destaque para os pontos que podem gerar a percepção dos quadrados que integram a parte superior da letra G em Braille



Fonte: Acervo pessoal

Quadro 10 – Comentários sobre a textura usada para representar a cor vermelha

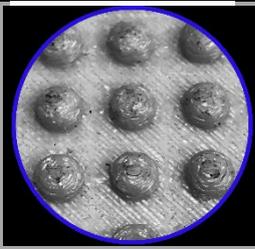
Entrevistado	Sensações e comentários sobre a textura vermelha	
E1	A textura que mais gostou. Identificou como se fossem várias letras “G” em Braile	
E2	Remeteu ao lego que brincava na infância. Algo lúdico e diferente	
E3		
E4	Lembrou a letra “G” em Braile	
E5	Leve sensação de tristeza e raiva, lembrou terra batida	
E6	Sentiu como se fosse um desafio para ser concluído	
E7	Achou parecido com pequenos botões	
E8	Relacionou com lembranças da infância, de um jogo de dominó. Associou a textura com Velcro	
E9		
E10	Relacionou com teclas para digitar	
E11		
E12	Considerou representar uma rua	

Fonte: Autor

A Textura representando a cor azul, trouxe opiniões relacionadas principalmente a temas de estudo e concentração (apresentados no Quadro 11), às vezes também sendo remetida a objetos granulados, como pedrinhas e bagos de feijão. E5 sentiu um leve medo ao tocar a textura, quase como um susto. Os Entrevistados 1, 4 e 6 remeteram a textura ao estudo do Braile, o que indica que isso deverá, em aplicações, ser evitado, no sentido de não causar ruídos com a representação de letras. Já E10, ainda em um contexto relacionado a estudo, remeteu a textura ao soroban, um material utilizado para realizar contas. Ele apontou: “Essa parte me remete ao soroban, um material que utilizamos para fazer contas; o formato é parecido e, da mesma forma, ao tocar, parece que tenho que ficar concentrado”. Até mesmo os entrevistados que trouxeram comentários a respeito da forma dessa textura (pontinhos, grãos de feijão e

pedrinhas) iniciaram contabilizando quantas bolinhas existiam na área, num intuito de se concentrar nessa textura.

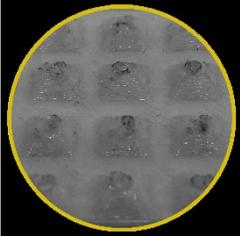
Quadro 11 – Comentários sobre a textura representando o azul

Entrevistado	Sensações e comentários sobre a textura azul	
E1	Remeteu à célula de Braille	
E2	Achou parecido com a textura amarela, lembrou os bagos de feijão com que brincava na infância	
E3		
E4	Lembrou uma célula Braille, que remeteu o à ideia de estudo	
E5	Sentiu um leve susto	
E6	Identificou como pontos, parecidos com o Braille	
E7	São pedrinhas	
E8		
E9		
E10	Remeteu aos materiais que utiliza para realizar contas (soroban)	
E11		
E12	Considerou representar uma praça	

Fonte: Autor

Por último, a textura que buscou simular a cor amarela transmitiu diferentes sensações para seus frutidores (esquematizadas no Quadro 12). E1 apontou que parecia algo brilhando, que chamava sua atenção para algo bom; E2 também sentiu algo bom ao tatear as partes em amarelo. Já E6 apontou que parecia o trilho para um lugar especial e E12 associou essa textura com a praia, um ambiente onde se sente confortável. Esses entrevistados efetuaram relações com sensações positivas. De modo diferenciado, E4 foi remetido à sensação de estudo e concentração, enquanto E5 apontou desconforto e medo. Outros entrevistados não destacaram qualquer sensação ao tocar nessa textura.

Quadro 12 – Comentários sobre a textura referente ao amarelo

Entrevistado	Sensações e comentários sobre a amarela	
E1	Lembrou algo brilhando, imaginou que representava o amarelo	
E2	Sentiu algo bom	
E3		
E4	Sensação parecida com a textura azul, pareceu Braille, lembrando também a sensação de estudo	
E5	Sentiu como se fosse algo desconfortável	
E6	Sentiu como se fosse um trilho, um caminho para algum lugar	
E7	Pequenos espinhos	
E8		
E9	Sentiu como se fossem pequenas esferas	
E10		
E11	Relacionou com pedrinhas	
E12	Considerou representar uma praia	

Fonte: Autor

O Quadro 13 foi desenvolvido a partir dos comentários e experiências dos entrevistados com as diversas texturas usadas para representar cores. Nele, o sinal positivo indica sensações positivas (a textura para a cor vermelha foi aquela que gerou mais comentários desse tipo, sendo que quatro dos doze participantes declararam alguma forma boa de fruição) enquanto o sinal negativo refere-se às sensações negativas. Para representar a associação correta entre textura e cor, conforme estabelecido no experimento, usou-se o símbolo “o”.

Quadro 13 – Síntese das respostas dos entrevistados em relação às texturas usadas pra representar cores

Entrevistado	Branco	Cinza	Preto	Vermelho	Azul	Amarelo
E1 Congênita	0	-		+		0 +
E2 Congênita		+		+		+
E3 Adquirida						
E4 Congênita	-					
E5 Congênita	+			-	-	-
E6 Congênita	+	+		-		+
E7 Congênita						
E8 Congênita				+		
E9 Adquirida		-				
E10 Congênita						
E11 Adquirida		+				
E12 Adquirida				+		+

0 – O entrevistado associou adequadamente a textura com a cor que ela representa

+ – O entrevistado associou à textura uma sensação positiva

- – O entrevistado associou à textura uma sensação negativa

(Em branco) – O entrevistado não efetuou comentários relacionados à percepção das cores.

Fonte: Autor

Os entrevistados 1, 2, 5 e 6, todos com cegueira congênita, associaram claramente emoções às texturas. Eles pertencem a diferentes grupos e expressaram gostar de arte. Os entrevistados 4, 8 e 11 associaram emoções a apenas uma cor, que variou de indivíduo para indivíduo. E4 relatou a sensação de dor para textura branca; E8 associou a textura vermelha ao

jogo de dominó, que rememorou memórias lúdicas de sua infância, e E11 rememorou o jogo da velha ao tocar na textura cinza, indicando uma sensação positiva lúdica. E12 não trouxe associações diretamente a cores, e sim a lugares. As texturas vermelhas e amarela o remeteram a espaços que traziam sensações agradáveis, como a rua de sua infância e a praia. E3, E7 e E11 não associaram texturas com emoções, demonstrando uma tendência a racionalizar a fruição relacionando com formas geométricas conhecidas.

A realização desse experimento, apesar da subjetividade das questões envolvidas, permitiu inferir pontos interessantes de análise:

- O conhecimento sobre cores, demonstrado pelos entrevistados com cegueira adquirida em seus comentários, não foi muito diferente daquele expressado pelos entrevistados com cegueira congênita;

- A força da textura vermelha, que, por estar presente em uma grande região do modelo Mondrian, foi fator determinante para sua escolha como preferido por dois entrevistados (E1 e E5). Este aspecto será aprofundado na subseção 4.2.3;

- A textura azul apresentou predominantemente comentários relacionados a estudo e concentração, talvez por se assemelhar aos pontos da escrita Braille;

- As ranhuras geradas pela impressão em FDM, que poderiam trazer algum ruído para o público que fosse experimentar os modelos, foi notada por apenas uma pessoa do experimento. Isso evidencia que a redução das alturas das camadas levou a um acabamento da peça que não incomodou a 11 dos entrevistados.

As texturas desse experimento foram concebidas utilizando o sistema Feelipa como base. Esse sistema relaciona formas geométricas (quadrados, círculos e triângulos) com cores primárias (vermelho, azul e amarelo). Dentro dessa lógica, os modelos desenvolvidos tiveram suas superfícies preenchidas com texturas referentes às suas cores.

No momento de experimentação dos modelos, houve dificuldade dos entrevistados em relacionar textura e cor. Alguns deles nem buscaram saber qual cor tateavam. Destaca-se somente E3 com essa curiosidade, perguntando algumas vezes para o entrevistador qual era a cor que tocava.

Essas dificuldades expressam a falta de um conhecimento prévio de códigos táteis de cor ou, talvez, falta de interesse por tal característica. A partir das informações repassadas pelo entrevistador, o reconhecimento das cores passou a acontecer. Isso evidencia o quanto esses códigos merecem ser aprofundados e difundidos por pesquisadores da área.

Por mais que tenha acontecido esse empecilho em correlacionar cor e textura, é importante destacar que as texturas transmitiram mensagens para as pessoas cegas, tais como

emoções positivas e negativas, além de relações, com memórias de infância, lugares e imagens prévias.

Até no momento que não sabiam que se tratava de uma obra abstrata, ao tatear os modelos e perceber seus diferentes padrões, os entrevistados sentiam curiosidade de conhecer o que cada textura indicava. Isso permite destacar o potencial já conhecido da estimulação tátil como forma de representação de elementos visuais.

#### **4.2.3 ANÁLISE DO MODELO PREFERIDO PELO PÚBLICO**

A última etapa da coleta de dados buscava que o entrevistado comparasse os dois modelos e definisse qual preferiu, apresentando os motivos de sua escolha. Essa pergunta contribuiria para recomendar uma forma de concepção tridimensional (observando qual foi preferida pelo público), uma vez que a pintura de Mondrian foi representada de forma plana, com separação em linhas de alto-relevo, e a pintura de van Doesburg, com diferentes alturas, onde os elementos foram separados por espaços vazios. Observou-se que as respostas de preferência (apresentadas no Quadro 14) às vezes não eram dadas em função de diferenças de representação, mas sim em função de características intrínsecas de cada obra.

Quadro 14 – Comentários sobre o modelo preferido e motivos da escolha

Entrevistado	Grupo	Modelo preferido e motivo
E1	A	Preferiu o modelo de Mondrian pois a separação por linhas permitiu identificar com mais facilidade os diferentes elementos do modelo
E2	B	Preferiu o modelo de Mondrian devido sua composição apresentar uma parte maior com a textura vermelha, a que mais gostou
E3	A	Preferiu o Modelo de Mondrian. O motivo foi a distribuição. Quando questionada sobre a forma de separação dos elementos apontou que gostou das duas maneiras
E4	B	Preferiu a obra de Mondrian pela disposição dos elementos
E5	B	Preferiu a forma de separação do Modelo de Mondrian. Também preferiu esse modelo em função de sua composição. Gostou muito do grande quadrado com a textura vermelha
E6	A	Preferiu o modelo de van Doesburg. Gostou muito da composição
E7	A	Preferiu o modelo de van Doesburg, tanto pela distribuição dos elementos dessa pintura quanto pela forma que eles foram separados
E8	B	Preferiu o modelo de Mondrian, tanto pela separação por linhas, que considerou como um suporte como sua bengala, quanto pela quantidade de elementos
E9	A	Preferiu o modelo Mondrian, pela forma como os elementos foram separados
E10	A	Sentiu mais facilidade em identificar os elementos no modelo de van Doesburg. Também o preferiu esteticamente
E11	B	Preferiu a forma de separação dos elementos do modelo Mondrian. Na distribuição de elementos e no quesito formal o modelo van Doesburg se tornou seu preferido, pois considerou mais detalhado
E12	B	Gostou mais do modelo de van Doesburg principalmente em relação ao modo que os elementos estavam separados

Fonte: Autor

Também não se pôde correlacionar as preferências em função do participante ter fruído primeiro uma ou outra obra. No grupo A, por exemplo, três optaram pelo Modelo Mondrian e três por van Doesburg. No grupo B, essa relação foi de quatro para dois.

Justificando a escolha do modelo Mondrian os entrevistados 1, 8 e 9 assumiram como fator determinante as linhas em alto relevo. E1 e E9 apontaram que as linhas em alto-relevo facilitaram a leitura da obra, E8 seguiu com essa ideia e relacionou as linhas como um suporte auxiliar na leitura da obra. Os entrevistados 2 e 5 apreciaram uma parte em específico do modelo, o grande quadrado que possui a textura vermelha. Por esse motivo ambos selecionaram essa obra como a preferida. Por fim, os entrevistados 3 e 4 escolheram o modelo Mondrian pois a distribuição de retângulos e texturas lhe agradaram mais. O Entrevistado 4 colocou: “Eu considero essa uma obra mais despojada e corajosa, trabalhando com retângulos muito grandes e conseguindo brincar com uma distribuição interessante”.

Com o modelo van Doesburg os entrevistados 6, 10 e 12 definiram sua preferência por conta das diferentes alturas que separavam os elementos da obra. E10 comentou que essa característica facilitou a identificação dos diferentes elementos. Além disso, E6 preferiu o modelo por sua composição lhe trazer mais conforto, devido à grande quantidade de partes com a textura branca. Os entrevistados 7 e 11 também optaram por esse modelo devido a forma que seus elementos estão distribuídos. E7 falou: “Esse modelo apresenta mais facilmente as formas geométricas, possuindo diversos retângulos pequenos que me transmitem leveza”. Da mesma forma, o Entrevistado 12 indicou preferir o modelo devido à maior quantidade de elementos distribuídos em relação ao todo.

Como resultado da análise, nota-se uma leve preferência, porém não significativa, para a obra de Mondrian. Também não foi observada nenhuma correlação entre a escolha do modelo preferido e tipo de cegueira apresentado pelo entrevistado, sexo ou idade.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essa dissertação foca em inclusão. O público é a pessoa cega. O espaço é a arte e, mais especificamente, a pintura. Assim, buscou-se investigar as diferentes iniciativas que apresentam a pintura para pessoas cegas, para compreender como isso vem acontecendo e quais as tecnologias utilizadas.

Usualmente, o método utilizado para possibilitar a fruição de pinturas por esse público específico tem sido o desenvolvimento de modelos táteis, que, além de apresentar as obras, permite que o cego tire conclusões próprias a respeito das pinturas. Esse método costuma ser bastante caro, por necessitar de profissionais técnicos para esculpir os modelos, tornando difícil que ambientes como museus possuam um acervo farto de modelos táteis.

Com o advento do CAD, tecnologias de manufatura 3D surgiram e reduziram o custo da produção.

Nesse contexto, o presente trabalho avaliou opções para desenvolver modelos em prototipagem rápida de pinturas que permitiriam sua aquisição por um número muito maior de museus e escolas. As referências da literatura indicam que todos os modelos identificados foram desenvolvidos a partir de pinturas figurativas, ou seja, que possuem elementos que representam seres e objetos do mundo real. Tendo isso em vista, lançou-se um olhar sobre a realização de modelos reproduzindo obras abstratas, e surgiu o questionamento acerca de como o público cego reagiria a essa diferente forma de arte.

A partir de tal perspectiva, um estilo abstrato, o neoplasticismo, foi selecionado para ter algumas de suas obras traduzidas para realização da experiência pretendida pela pesquisa. A questão que se colocou foi como o design poderia contribuir para que o cego fosse incluído na fruição de obras pictóricas neoplasticistas.

Para isso, objetivou-se gerar recomendações relativas ao uso do design no processo de prototipagem rápida em impressão 3D FDM voltada à adaptação de pinturas neoplasticistas à percepção de cegos. Para estruturar a pesquisa, três objetivos específicos foram estabelecidos: (1) avaliar como relevos digitais impressos em 3D podem auxiliar na percepção de elementos e harmonias pictóricas para pessoas com cegueira; (2) selecionar, dentre diferentes tipos de prototipagem rápida algum de baixo custo para traduzir pinturas do movimento neoplasticista e possibilitar o entendimento de cegos em relação às obras; e (3) estudar em que medida texturas tridimensionais permitem simular a percepção de cores por deficientes visuais.

Para realização do primeiro objetivo específico, dois modelos foram desenvolvidos de forma diferente. O primeiro deles, a partir de uma obra de Piet Mondrian, onde sua

tridimensionalidade é representada por elementos em um único plano, separados por linhas em alto relevo. O segundo modelo, realizado a partir de uma pintura de Theo van Doesburg, apresentou uma volumetria onde elementos foram separados por diferentes alturas. As cores da obra, neste segundo modelo, foram ranqueadas da mais clara à mais escura, ou seja, quanto mais clara a cor, mais alto o plano pictórico era representado. Dessa forma, os diferentes elementos ficaram separados por espaços vazios, pois o preto (cor das linhas que separam os elementos) foi o elemento de menor altura.

Ao experimentar os modelos, os participantes da pesquisa foram estimulados a compará-los entre si, indicando qual foi seu preferido e os motivos da escolha. Observou-se que nem sempre as respostas de preferência eram dadas levando em conta a forma em que a tridimensionalidade do modelo foi concebida. Dos 12 entrevistados, 10 apresentaram justificativas a respeito da disposição e composição dos elementos das obras para embasar suas escolhas. Nesses casos, uma nova pergunta foi adicionada, buscando identificar qual das formas de separar os elementos o entrevistado preferiu.

Essa pergunta resultou em um terço dos entrevistados preferindo o modelo de van Doesburg e dois terços preferindo o modelo Mondrian. É interessante apontar que, pelas respostas geradas, o público conseguiu realizar uma leitura da totalidade da composição de ambos modelos, tirando conclusões sobre as obras e definindo sua preferência por seu próprio senso de fruição.

Para a realização do segundo objetivo, uma revisão bibliográfica sobre as principais formas de materialização digital foi realizada. Três principais tecnologias foram consideradas: a usinagem CNC, a Impressão 3D SLA e a Impressão 3D FDM. Esta última foi a que melhor se adaptou à pesquisa, principalmente por seu custo (mais baixo que as outras), pela possibilidade de escolha do polímero utilizado e pelas dimensões de peças possibilitadas por esta modalidade (maior que aquelas trazidas pelos outros métodos).

A desvantagem dessa tecnologia é seu acabamento superficial, que apresenta algumas ranhuras devido a deposição de sucessivas camadas de polímeros. Com o intuito de reduzir os resquícios gerados desse processo, a altura das camadas foi diminuída, o que tornou a confecção mais demorada, porém produziu superfícies mais lisas.

O tateamento por parte dos voluntários do experimento demonstrou que, mesmo apresentando algumas ranhuras em sua superfície, a impressão em FDM foi eficaz em transmitir o que o modelo propunha.

Dessa forma, observa-se que a Impressão em FDM é interessante para prototipar modelos táteis de pinturas neoplasticistas, porém um acabamento superficial é sugerido para reduzir as imperfeições do modelo, diminuindo as chances de ruído no momento de fruição das obras.

Para operacionalizar o último objetivo específico, projetou-se um padrão específico de textura para cada cor existente nas obras originais. Diferentes formas de trazer a cor para cegos foram estudadas. Observou-se que alguns pesquisadores buscaram associar cores com texturas de diferentes materiais, como areia, madeira e pedras. O aprofundamento desse estudo poderia ser interessante para realizar o objetivo definido, porém, como o foco dessa pesquisa estava na prototipagem rápida, optou-se por outro caminho.

A partir da revisão efetuada, dentre os cinco sistemas distintos que se propõem a fazer a conversão de cor para formas, esta pesquisa optou pelo sistema Feelipa, principalmente pela simplicidade das formas que representam as cores básicas.

Seis padrões foram definidos para representar as diferentes cores de ambas pinturas: para o branco, uma textura lisa; para o cinza, retângulos vazados; o preto trouxe retângulos ainda menores vazados; o vermelho apresentou pequenos quadrados elevados; o azul foi desenvolvido por pequenas semiesferas e o amarelo foi realizado com pequenas pirâmides de base quadrada.

Esses padrões foram aplicados nas superfícies dos modelos que, após sua materialização digital, serviram para que o público experimentasse. Nessa experimentação, alguns comentários recorrentes sobre texturas apareceram. A textura que representa o vermelho foi um fator determinante para a escolha do modelo preferido de dois entrevistados, mostrando a força do padrão de textura utilizado. Já a textura azul foi constantemente relacionada a temas de concentração e estudo.

O modelo Feelipa demonstrou adequação para propor padrões de texturas, tendo em vista que todos entrevistados identificaram as seis distintas texturas desenvolvidas. Ressalta-se, porém, que a textura azul foi muito relacionada com a escrita em Braille.

Não foi possível apontar a eficácia das texturas para representar as cores, tendo em vista a subjetividade dessa questão. O que pode ser afirmado sobre a aplicação de texturas é que trouxeram inquietações para o público, que, mesmo não sabendo que se tratava de uma obra abstrata, tentou decifrar o que elas poderiam estar indicando. Dessa forma, o design das texturas conseguiu transmitir mensagens subjetivas para os cegos, o que as cores fazer nas obras neoplasticistas em relação às pessoas videntes.

Esta pesquisa, portanto, aplicou o Design Inclusivo e buscou, em sua realização, desenvolver uma solução específica para o público cego. O Cubo do Design Inclusivo (Figura 4) permitiu apontar em que nível o trabalho desenvolvido está inserido. Observando que o público, no final do experimento, conseguiu ter uma leitura geral da composição das obras, e se sentiu apto a selecionar qual foi a sua preferida, percebe-se que esse trabalho passou do nível azul (assistido por cuidador) para o vermelho (projeto de propósito específico), tornando a experiência do público um pouco mais independente.

A partir dos resultados desta pesquisa, algumas recomendações podem ser efetuadas para as situações em que o processo de prototipagem rápida em impressão 3D FDM é efetuado objetivando que o público cego tenha uma experiência interessante ao explorar obras neoplasticistas. São elas:

- Aplicar diferentes texturas para diferenciar cada cor do estilo neoplasticista. Com essa aplicação, públicos participantes do experimento, com unanimidade, conseguiram identificar os diferentes padrões e, mesmo não sabendo que se tratava de uma obra abstrata, buscaram entender o motivo das texturas. Em particular, o padrão usado no presente estudo para representar a cor azul deve ser evitado, pois foi propícia uma associação com a escrita em Braille, levando as pessoas a relacionar tal cor com momentos de estudo e leitura.

- Inserir linhas em relevo para separar os elementos da pintura. Essa forma de separar os elementos compositivos da obra foi preferida por dois terços do público e não gerou problemas de entendimento. Os modelos desenvolvidos nesta pesquisa seguiram aquilo indicado nas referências estudadas, ou seja, que as linhas desenvolvidas tivessem, ao menos, 3mm de espessura (até porque as linhas das obras já possuíam esse dimensionamento), então, visando manter uma facilidade na identificação por meio do toque, recomenda-se que tal regra seja seguida quando houverem linhas com espessuras menores que a sugerida, seja aumentando a escala da obra, seja aumentando somente as linhas;

- Implementar diferentes alturas para separar os elementos compositivos. Os entrevistados que preferiram essa forma de representação conseguiram ler e identificar bem seus objetivos compositivos da obra, então recomenda-se que sejam usados, pelo menos, 5mm de diferença entre cada cor e aquela imediatamente menor, em termos de altura, e aquela imediatamente maior. Sugere-se, para manter a facilidade na identificação dos elementos da obra pelo toque, que as linhas pretas sejam adaptadas no momento de criação para possuírem a menor altura, proporcionando espaços vazios nas fronteiras dessas partes e, também, um mínimo 5mm de espessura.

Existem muitas possibilidades de desdobramentos do que foi aqui desenvolvido, devido ao baixo número de estudos relacionados à inclusão do público cego para pinturas abstratas. Dessa forma, são sugeridas, a seguir, possibilidades para futuros trabalhos.

Levando em conta a limitação que o trabalho teve, de ordem financeira, o que levou à exploração de apenas uma forma de materialização digital, a Impressão FDM, indica-se que futuros estudos explorem outras formas de materialização digital, realizando momentos de experimentação onde os voluntários deverão indicar qual das formas de materialização foi preferida. Dentre as formas de prototipagem, sugere-se explorar a Impressão 3D SLA e a usinagem CNC.

Dentro das limitações do acabamento superficial da Impressão 3D em FDM, outras estratégias de melhora podem ser exploradas. Sugere-se, aqui, a experimentação da técnica de imersão de modelos recém impressos em acetona, em forma líquida ou gasosa, que garante uma superfície muito mais lisa para os modelos desenvolvidos. Por questões financeiras, equipamentos de ponta para impressão 3D FDM, que poderiam propiciar um acabamento superficial muito melhor, não foram testados nesta pesquisa. Futuros trabalhos usando esse tipo de alta tecnologia podem explorar tais equipamentos, observando se os entrevistados terão problemas com as ranhuras geradas ou não.

Considerando que a aplicação de texturas para simular cores pode ser explorada de forma diferente daquilo que foi realizado neste estudo, sugere-se que outros sistemas de cores táteis sejam explorados e comparados no momento em que o público experimenta os modelos. Além disso, a utilização de diferentes materiais, como vidro, areia e madeira, para simular as diferentes cores, é um interessante caminho a ser destrinchado.

Foi observado que já existem iniciativas que aplicam aromas em modelos táteis de pintura, para ambientar o público sobre as obras. Aponta-se, como um caminho interessante, o desenvolvimento de modelos que incentivem o uso de outros sentidos para a fruição. Além do olfato, um sentido interessante para ser pensado é a audição: crê-se que um modelo que agregue recursos táteis, olfativos e sonoros poderia transmitir mais informações para os usuários.

Ainda como ponto de interesse, a ampliação da amostra de pinturas, trazendo obras pictóricas abstratas de outros pintores e escolas artísticas, permitiria conhecer melhor o impacto das variáveis que foram estudadas e analisadas na presente pesquisa. O movimento neoplasticista é apenas um de muitos estilos que esse público merece conhecer e fruir.

Finalmente, a realização dessa dissertação permitiu concretizar uma experiência extremamente positiva, que pode ser replicada e ampliada. Ela constituiu um passo fundamental

para se explorar novas formas de trazer pinturas abstratas para o público cego, ampliando sua possibilidade de fruição artística e, conseqüentemente, sua inclusão no mundo social.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Maria Clara de; et al. **Por uma estética tátil: sobre a adaptação de obras de artes plásticas para deficientes visuais**. Fractal: Revista de Psicologia, v. 22, n. 1, p. 85-100, 2010.

ANSALDI, Barbara. **Touching and 'Feeling' the Feast of Herod by Benozzo Gozzoli: A Multisensory Communication Strategy Unveiling the Secrets of Painted Spaces to the Blind**. Università degli Studi di Napoli Federico II, Naples, Italy. 2021.

ARGAN, Giulio Carlo. **Arte moderna: do Iluminismo aos movimentos contemporâneos**. Tradução por Denise Bottmann e Federico Carotti. São Paulo: Companhia das Letras, 1998.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria do Ensino Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais – Arte**. Brasília, 1998. (Ciclos 3 e 4).

BUSTOS, Carolina; et al. **Percepção dos Deficientes visuais cores x texturas**. In: I Conferência Latino-Americana de construção sustentável; X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. 2004.

CANCIGLIERI J. Osiris et al. **Método de decisão dos processos de prototipagem rápida na concepção de novos produtos**. Gestão & Produção v. 22, n. 2, p. 345-355, 2015.

CARDOSO, Eduardo. **DESIGN PARA EXPERIÊNCIA MULTISSENSORIAL EM MUSEUS: fruição de objetos culturais por pessoas com deficiência visual**. 2016. Tese de doutorado em Design. UFRGS, Porto Alegre, 2016.

CARFAGNIL, Monica, et al. **Tactile Representation of Paintings: An Early Assessment of Possible Computer Based Strategies**. Lecture Notes in Computer Science. 2012.

CHEN, Yang-Hui, CHANG, Pai-Ling. **3D printing assisted in art education: Study on the Effectiveness of Visually Impaired Students in Space Learning**. Proceedings of IEEE International Conference on Applied System Innovation. 2018.

FARTHING, Stephen. **Tudo sobre arte: Os Movimentos e as obras mais importantes de todos os tempos**. Rio de Janeiro: Sextante. 2011.

FELIZARDO, Katia Romero et al. **Revisão sistemática da literatura em engenharia de software: teoria e prática**. Elsevier Brasil, 2017.

FREITAS, Renata Oliveira Teixeira de. **As ações comunicacionais táteis no processo de criação do design de superfície**. 2009. 115 f. Dissertação (Mestrado em Comunicação) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2009.

FURFERI, Rocco, et al. **From 2D to 2.5D i.e. from painting to tactile model**. Graphical Models. 2014a.

FURFERI, Rocco, et al. **Tactile 3D Bas-relief from Single-point Perspective Paintings: A Computer Based Method**. Journal of Information & Computational Science. 2014b.

GARDARDINETTI, Marcelo. **VAN DER LECK, EL COLOR DEL NEOPLASTICISMO**. TECNNE, Arquitectura y contextos. 2013. Disponível em: <<https://tecne.com/tematico/de-stijl/van-der-leck/>> Acesso em: 11 de Maio de 2020.

GOVERNI, Lapo et al. **Tactile exploration of paintings: an interactive procedure for the reconstruction of 2.5D models**. Mediterranean Conference on Control and Automation. 2014.

Gual, J.; Puyuelo, M.; Lloveras, J. **Universal design and visual impairment: tactile products for heritage access**. International Conference on Engineering Design, ICED. Technical University of Denmark. Spain. 2011.

GYOHEV, Stanislav e KARASTOYANOV, Dimitar. **Making a tactile painting of the painting "Capturing Vasil Levski at the Kakrinsko Hanche" for blind users**. 5th International Conference on Mathematics and Computers in Sciences and Industry. 2018.

HAYASHI, Elaine CS, BARANAUSKAS, M. Cecília C. **Accessibility and affect in technologies for museums: a path towards socio-enactive systems**. Proceedings of the XVI Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems. 2017.

KASTRUP, Virginia. **O tátil e o háptico na experiência estética: considerações sobre arte e cegueira**. TRÁGICA: Estudos de Filosofia da Imanência, v. 8, n. 3, 2015.

KOCH, Volker, et al. **Haptic Paintings: Using rapid prototyping technologies to grant visually impaired persons access to paintings, sculptures, graphics and architecture**. eCAADe 30. 2012.

NUNES, Ana Luiza Ruschel, e OKITA, Ester Teixeira. **Artes visuais, diversidade e inclusão: a poética expressiva de adultos com deficiência visual**. Revista Educação, Artes e Inclusão 15.2: 99-124. 2019.

MEDEIROS, Ivan Luiz de. **A materialização digital e sua sistematização no processo de desenvolvimento de produtos**. Tese de Doutorado. UFSC, Florianópolis, 2016.

MEDEIROS, Edaneimar Alves Freitas; MATTOS, Ivana de Macedo. **O ENSINO DE ARTE MEDIADO PELOS SENTIDOS: ESTUDO DE CASO DE UM ALUNO COM DEFICIÊNCIA VISUAL**. Anais do Seminário Nacional de Educação Especial e do Seminário Capixaba de Educação Inclusiva, v. 2, p. 964-973, 2018.

MORA, Adriana Bolaños. **Design Inclusivo Centrado no Usuário: Diretrizes para ações de inclusão de pessoas cegas em museus**. Dissertação de mestrado em Design. UFRGS, Porto Alegre, 2012.

MUNARI, Bruno; SANTANA, Daniel. **Design e comunicação visual**. 1968.

OLEQUES, Liane Carvalho. **Piet Mondrian**. Info Escola. 2018. Disponível em <<https://www.infoescola.com/biografias/piet-mondrian/>> Acesso em: 12 de Maio de 2020.

OLIVEIRA, T. A. B.; NICKEL, E. M.; CINELLI, M. J. **Sistemas de cores táteis: estudo comparativo de suas vantagens e limitações para pessoas com deficiência**. In: Ergodesign – CONGRESSO INTERNACIONAL DE ERGONOMIA E USABILIDADE DE INTERFACES HUMANO TECNOLÓGICA: PRODUTO, INFORMAÇÕES AMBIENTES CONSTRUÍDOS E TRANSPORTE, 16., USIHC – CONGRESSO INTERNACIONAL DE ERGONOMIA E USABILIDADE DE INTERFACES HUMANO COMPUTADOR, 16., CINAHPA – CONGRESSO INTERNACIONAL DE AMBIENTES HIPERMÍDIA PARA APRENDIZAGEM, 2017, Florianópolis, Anais... Florianópolis: UFSC. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/319364796\\_SYSTEMAS\\_DE\\_CORES\\_TATEIS\\_estudo\\_comparativo\\_de\\_suas\\_vantagens\\_e\\_limitacoes\\_para\\_pessoas\\_com\\_deficiencia](https://www.researchgate.net/publication/319364796_SYSTEMAS_DE_CORES_TATEIS_estudo_comparativo_de_suas_vantagens_e_limitacoes_para_pessoas_com_deficiencia)>. Acesso em: 30 Set 2021.

OTTAIANO, José Augusto Alves et al. **As condições de saúde ocular no Brasil: 2019**. 2019.

PEREIRA, Maria Leonor Duarte. **Design inclusivo: um estudo de caso: tocar para ver: brinquedos para crianças cega e de baixa visão**. Tese de Doutorado. 2009.

PUPPO, Regiane Trevisan. **Ensino da prototipagem rápida e fabricação digital para arquitetura e construção no Brasil**: definições e estado da arte. PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção, 2008.

REICHINGER, A, et al. **High-Quality Tactile Paintings**. EUROGRAPHICS. 2011.

RIBEIRO, Guilhermina Guabiraba. **ACESSIBILIDADE EM MUSEUS E CENTROS CULTURAIS estudos de caso com base no Desenho Universal**. Dissertação de mestrado em educação. UFRGS, Porto Alegre, 2014.

ROMANI, Elizabeth; HENNO, Juliana Harrison. **Reflexões sobre o emprego de técnicas e materiais na construção do acervo tátil em museus**. DAT Journal, 2017, 2.1: 134-149. 2017.

SASSAKI, Romeu Kazumi. **Inclusão: construindo uma sociedade para todos**. 1997.

SARAIVA, Paula Sousa, et al. **O Museu na ponta dos dedos: projeto colaborativo IHMT/CITAD/FCT para a concepção de modelos tridimensionais tácteis**. In: Actas do Congresso Nacional de Bibliotecários, Arquivistas e Documentalistas. 2018.

SENA, Madalena Duarte Craveiro. **Etiqueta têxtil como contributo para a interpretação da cor pelos deficientes visuais**. Tese de Doutorado. Universidade da Beira Interior. 2009.

SENADO FEDERAL. **Estatuto da pessoa com deficiência**. 3ª Edição. Brasília: Senado Federal, Coordenação de Edições Técnicas, 2019.

VALENTE, Dannyelle. **Os diferentes dispositivos de fabricação de imagens e ilustrações táteis e as possibilidades de produção de sentido no contexto perceptivo dos cegos**. Revista Educação, Artes e Inclusão, Florianópolis, v. 2, n. 1, 2010.

VOLPE, Y, et al. **Computer-based methodologies for semi-automatic 3D model generation from paintings**. Int. J. Computer Aided Engineering and Technology, Vol. 6, No. 1, pp.88–112. 2014.

World Health Organization. **Relatório mundial sobre a deficiência**. São Paulo: SEDPcD, 2012.

**APÊNDICE A: TERMO DE ANUÊNCIA INSTITUCIONAL****Termo de Anuência Institucional – ACIC Florianópolis**

Eu, Maristela S.P. Bianchi responsável pela ACIC Florianópolis, estou ciente, de acordo e autorizo a execução da pesquisa intitulada "O uso do Design e prototipagem rápida para contribuir na fruição da pintura pelo público cego", coordenada pelo pesquisador Gilson Braviano, desenvolvido em conjunto com o pesquisador Manoel de Souza Reis do curso de pós-graduação em Design UFSC.

Declaro conhecer e cumprir a Resolução 510/2016 do CNS, afirmando compromisso institucional de apoiar o desenvolvimento do estudo; e sinalizo que esta instituição está ciente de suas responsabilidades, de seu compromisso no resguardo da segurança/bem-estar dos sujeitos da pesquisa, dispondo infraestrutura necessária para a garantia dessas condições.

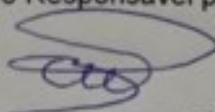
Rod. Virgílio Várzea, 1300 - Saco Grande, Florianópolis - SC, 88032-005,  
24/10/2021.

MARISTELA SARTORATO PAULI BIANCHI

(Nome Legível do responsável institucional ou setorial)

GERENTE TÉCNICA

(Cargo do Responsável pelo consentimento)



Maristela Sartorato P. Bianchi

(Assinar e Carimbo) Gerente Técnica

## **APÊNDICE B: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Nome do Participante:

Você está sendo convidado a participar de uma coleta de dados, a qual faz parte da pesquisa de mestrado realizada por Manoel de Souza Reis, aluno do Programa de Pós-Graduação em Design da Universidade Federal de Santa Catarina, com orientação do Prof. Dr. Gilson Braviano. Entrego para você uma cópia em Braille para que acompanhe a leitura do termo. Essa leitura poderá ser feita por mim, ou por alguém de sua escolha. O Título dessa pesquisa é “O uso do Design e prototipagem rápida para contribuir na fruição da pintura pelo público cego” que tem como objetivo identificar elementos de design que auxiliem os processos de prototipagem rápida para a adaptação de pinturas neoplasticistas à percepção de cegos. Os benefícios e vantagens que esse experimento pode propiciar de forma direta e imediata serão de valorização do conhecimento artístico pessoal visto que parte do experimento é apresentar características e artistas do movimento neoplasticistas. A própria participação será um momento onde você poderá fruir um objeto desenvolvido a partir de uma pintura do estilo e também, na entrevista, aprenderá um pouco sobre o estilo, tendo ganhos em seu conhecimento artístico. Além disso sua participação auxiliará a comunidade de pessoas cegas num passo em que a realização do trabalho permitirá entender uma melhor forma de apresentar pinturas para cegos.

Essa pesquisa foi aprovada pelo CEP, Comitê de Ética em Pesquisa. O CEP é um órgão criado para defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade buscando que as pesquisas ocorram dentro de padrões éticos. Localmente temos o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEPSH-UFSC) que é encontrado no quarto andar do prédio da Reitoria II, na Rua Desembargador Vitor Lima, nº 222, Trindade, Florianópolis. O telefone deles é 55 48 3721-6094, e o e-mail é [cep.propesq@contato.ufsc.br](mailto:cep.propesq@contato.ufsc.br), se tiver alguma dúvida sobre o órgão entre em contato.

Os riscos envolvidos na sua participação dizem respeito a dois aspectos. O primeiro seria o estresse ou constrangimento que pode ser causado no momento das entrevistas, porém pode ser considerado mínimo pois as questões não tocarão em pontos sensíveis que possam violar a sua honra, imagem, intimidade ou vida privada. Sua participação não é obrigatória, possuindo direito a desistência a qualquer momento que julgue ser conveniente. As entrevistas serão gravadas e filmadas, se você permitir. Os pesquisadores se comprometem a manter seu

depoimento no anonimato, utilizando nomes fictícios, assegurando sua privacidade e proteção de imagem.

O segundo aspecto se dá devido ao momento vivido, a pandemia do Covid-19. O experimento deve acontecer de forma presencial, devido a necessidade de você interagir com o toque nos modelos desenvolvidos, o que pode ser um risco visto que ainda estamos em isolamento social. O risco de contágio ainda existe; dessa forma, para redução de riscos, o local para o experimento será de sua escolha. O aplicador do experimento já está vacinado, o que reduz um pouco o risco de contágio. Os modelos foram higienizados para a execução do experimento. No momento, será necessário o uso de máscaras e álcool gel, para higienização das mãos, visando reduzir possibilidades de contágio. Ressalta-se, de novo, que sua participação não é obrigatória, e, se sentir algum desconforto, você pode desistir ou pedir uma pausa. Havendo qualquer “dano” comprovadamente relacionado a pesquisa nos comprometemos a indenizar os participantes da pesquisa nos termos da Lei e conforme Artigo 17 item II e Artigo 9 item VI da Resolução 510/2016.

A sua participação como voluntário (a) nesta pesquisa durante a fase de coleta de dados por meio de entrevista semi-estruturada está estimada em aproximadamente uma hora, objetivando respostas sobre questões específicas. Sua participação não é obrigatória, tendo o direito de desistência a qualquer momento que julgue conveniente, e, caso seja necessário, a leitura do termo de consentimento livre e esclarecido será realizada na presença de uma testemunha. Os pesquisadores também se comprometem a manter o depoimento no anonimato, identificando sua fala com nome fictício não relacionados à verdadeira identidade, assegurando privacidade, confiabilidade, proteção da imagem. Sua participação na pesquisa não acarretará em quaisquer ônus financeiros assim como sem quaisquer restrições quanto aos seus efeitos patrimoniais e financeiros, a plena propriedade e os direitos autorais do depoimento de caráter histórico e documental. Se houver algum gasto no transporte ou alimentação, é garantido o ressarcimento pelos pesquisadores; dessa forma, caso seja necessário, nos comunique antes de realizar gastos relacionados a esses fatores, para que possamos combinar como acontecerá o deslocamento, onde será efetuada a refeição e quais valores serão necessários, para que, posteriormente, providenciemos o ressarcimento. As informações coletadas serão armazenadas por um prazo de cinco anos e posteriormente destruídas. A entrevista será registrada através de gravação em áudio e vídeo e em ficha de avaliação, sendo posteriormente transcrita. As informações obtidas, que buscam auxiliar a pesquisa a atingir seu objetivo, são de caráter confidencial, sendo assegurado seu sigilo. Os pesquisadores acima citados ficam conseqüentemente autorizados a

utilizar, divulgar e publicar, para fins acadêmicos e culturais, o mencionado depoimento, no todo ou em parte, editado ou não. Caso você tenha interesse nos resultados dessa pesquisa, nos comunique, para que possamos lhe encaminhar uma cópia da dissertação via e-mail e/ou marcar um momento visando apresentar os resultados para você. Quaisquer informações ou esclarecimentos adicionais podem ser obtidos diretamente com os pesquisadores responsáveis através dos contatos: Gilson Braviano – email [gilson@cce.ufsc.br](mailto:gilson@cce.ufsc.br) - fone 48 991169467; Manoel de Souza Reis – email [manoelsouzareis@gmail.com](mailto:manoelsouzareis@gmail.com) - fone 48 999440811. O endereço institucional para contato com o Professor Gilson é a sala 119 no primeiro andar do Bloco A do Centro de Comunicação e Expressão, Universidade Federal de Santa Catarina, Trindade, Florianópolis - SC, CEP 88040-900, porém durante o período de pandemia a UFSC está fechada, por esse motivo a melhor maneira de contato é via telefone.

Esse documento (TCLE) será elaborado em duas VIAS, que serão rubricadas em todas as suas páginas, exceto aquela com as assinaturas, e assinadas por você e pelo pesquisador responsável, ficando uma via com cada um.

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_ (assinatura do participante)

\_\_\_\_\_ (testemunha, se necessário)

\_\_\_\_\_ (assinatura pesquisador)

## APÊNDICE C: TERMO ASSENTIMENTO DO MENOR

### TERMO ASSENTIMENTO DO MENOR

Você está sendo convidado para participar da pesquisa “O uso do Design e prototipagem rápida para contribuir na fruição da pintura pelo público cego”. Seus responsáveis permitiram que você participasse. Além da leitura, te entrego uma cópia desse termo em Braille para que me acompanhe.

Nessa pesquisa, nós queremos saber elementos do design que auxiliam os processos de modelagem para adaptar pinturas do estilo neoplasticista para a percepção dos cegos.

Você não precisa participar da pesquisa se não quiser, isso é um direito seu. Além disso, em qualquer momento que não se sentir confortável, poderá nos comunicar. Você pode desistir do experimento quando quiser.

Essa pesquisa foi aprovada pelo CEP, Comitê de Ética em Pesquisa. O CEP é um órgão criado para defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade buscando que as pesquisas ocorram dentro de padrões éticos. Localmente temos o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEPSH-UFSC) que é encontrado no quarto andar do prédio da Reitoria II, na Rua Desembargador Vitor Lima, nº 222, Trindade, Florianópolis. O telefone deles é 55 48 3721-6094, e o e-mail é [cep.propesq@contato.ufsc.br](mailto:cep.propesq@contato.ufsc.br), se tiver alguma dúvida sobre o órgão entre em contato.

A pesquisa será feita no local em que seus responsáveis desejarem. Neste experimento, você vai ser convidado a interagir com modelos desenvolvidos em prototipagem rápida, e algumas perguntas serão feitas sobre essa interação. Existem dois tipos de risco neste momento. O primeiro é o estresse ou constrangimento que você pode sentir durante a entrevista, porém pode ser considerado mínimo, pois as questões não tocarão em pontos sensíveis que podem te atingir de alguma forma. Vale ressaltar que sua participação não é obrigatória e se você se sentir desconfortável, poderá desistir em qualquer momento. Além disso, nós garantimos que sua participação e respostas serão mantidas em anonimato. O segundo risco se dá pela possibilidade de contágio associada ao vírus da Covid-19. Para reduzirmos os riscos de contaminação, os seus pais ou responsáveis vão escolher o local do experimento. Além disso, o aplicador do experimento já está vacinado, reduzindo este risco. Os modelos que você vai interagir serão higienizados e, no momento do experimento, todos deveremos utilizar máscaras e teremos

nossas mãos higienizadas por álcool em gel. Havendo qualquer “dano” comprovadamente relacionado a pesquisa nos comprometemos a indenizar os participantes da pesquisa nos termos da Lei e conforme Artigo 17 item II e Artigo 9 item VI da Resolução 510/2016.

Como pontos positivos de sua participação nesse experimento, podemos apontar o ganho de conhecimento artístico que você terá, na medida em que passará a entender um pouco mais sobre o movimento neoplasticista. Sua participação também auxiliará a comunidade de pessoas cegas, pois a realização do trabalho permitirá entender melhores formas de apresentar a pintura para cegos.

Se necessitar de deslocamento ou alimentação seus pais ou responsáveis se comunicarão conosco antes de realizar qualquer tipo de gasto, para que possamos combinar possibilidades de restituição e a forma como isso acontecerá.

Nessa pesquisa, ninguém saberá de sua participação, e não falaremos para outras pessoas, nem daremos informações suas para estranhos. Os resultados dessa pesquisa serão publicados, mas seu nome não será identificado. Ao terminar a pesquisa, enviaremos uma cópia digital da dissertação para seus pais ou responsáveis, além disso, se for de vosso interesse, poderemos marcar um horário para apresentarmos esses resultados para vocês.

Caso possua alguma dúvida, você pode perguntar a mim ou ao pesquisador Gilson Braviano. Os telefones estão escritos na parte de baixo desse texto e na versão em Braile também.

Eu \_\_\_\_\_ aceito participar da pesquisa “O uso do Design e prototipagem rápida para contribuir na fruição da pintura pelo público cego”, que tem como objetivo Identificar elementos de design que auxiliem os processos de prototipagem rápida para a adaptação de pinturas neoplasticistas à percepção de cegos. Entendi as coisas ruins e boas que podem acontecer. Entendi que posso dizer “sim” e participar, e que, a qualquer momento, posso dizer “não” e desistir. Os pesquisadores tiraram dúvidas e conversaram com os meus responsáveis.

Recebi uma via deste termo de assentimento, li e concordo em participar da pesquisa.

Florianópolis, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2021.

---

Assinatura do Menor

---

Assinatura do Pesquisador

*Se tiver alguma dúvida sobre a condução ética do estudo, entre contato com o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFSC (CEPHS-UFSC). Localizado no quarto andar do prédio da Reitoria II, na Rua Desembargador Vitor Lima, nº 222, Trindade, Florianópolis. O telefone deles é 55 48 3721-6094, e o e-mail é [cep.propesq@contato.ufsc.br](mailto:cep.propesq@contato.ufsc.br).*

Pesquisador responsável: Gilson Braviano

Endereço institucional: Sala 119 no primeiro andar do Bloco A do Centro de Comunicação e Expressão, Universidade Federal de Santa Catarina, Trindade, Florianópolis - SC, CEP 88040-900.

Contato via E-mail [gilson@cce.ufsc.br](mailto:gilson@cce.ufsc.br) e fone 48 991169467

Assistente: Manoel de Souza Reis

Contato via E-mail [manoelsouzareis@gmail.com](mailto:manoelsouzareis@gmail.com) e fone 48 999440811

## **APÊNDICE D: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA PAIS OU RESPONSÁVEIS**

### **TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA PAIS OU RESPONSÁVEIS**

Nome dos Pais ou Responsáveis:

Seu filho está sendo convidado a participar de uma coleta de dados, a qual faz parte da pesquisa de mestrado realizada por Manoel de Souza Reis, aluno do Programa de Pós-Graduação em Design da Universidade Federal de Santa Catarina, com orientação do Prof. Dr. Gilson Braviano. O Título dessa pesquisa é “O uso do Design e prototipagem rápida para contribuir na fruição da pintura pelo público cego”, a qual tem como objetivo identificar elementos de design que auxiliem os processos de prototipagem rápida para a adaptação de pinturas neoplasticistas à percepção de cegos. Os benefícios e vantagens que esse experimento pode propiciar de forma direta e imediata serão de valorização do conhecimento artístico pessoal, visto que parte do experimento é apresentar características e artistas do movimento neoplasticistas. A própria participação será um momento onde seu filho poderá fruir um objeto desenvolvido a partir de uma pintura do estilo e também, na entrevista, aprenderá um pouco sobre o estilo, abrindo espaço para ganhos em seu conhecimento artístico. Além disso, a participação dele auxiliará a comunidade de pessoas cegas, na perspectiva em que a realização do trabalho permitirá entender uma melhor forma de apresentar pinturas para cegos.

Essa pesquisa foi aprovada pelo CEP, Comitê de Ética em Pesquisa. O CEP é um órgão criado para defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade buscando que as pesquisas ocorram dentro de padrões éticos. Localmente temos o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEPSH-UFSC) que é encontrado no quarto andar do prédio da Reitoria II, na Rua Desembargador Vitor Lima, nº 222, Trindade, Florianópolis. O telefone deles é 55 48 3721-6094, e o e-mail é [cep.propesq@contato.ufsc.br](mailto:cep.propesq@contato.ufsc.br), se tiver alguma dúvida sobre o órgão entre em contato.

Os riscos envolvidos na participação de seu filho dizem respeito a dois aspectos. O primeiro seria o estresse ou constrangimento que pode ser causado no momento das entrevistas, porém pode ser considerado mínimo pois as questões não tocarão em pontos sensíveis que possam violar a sua honra, imagem, intimidade ou vida privada. A participação dele não é obrigatória, possuindo direito a desistência a qualquer momento que ele ou você julgue ser

conveniente. As entrevistas serão gravadas e filmadas, se você permitir. Os pesquisadores se comprometem a manter o depoimento no anonimato, utilizando nomes fictícios, assegurando a privacidade e proteção de imagem do seu filho.

O segundo aspecto de risco se dá devido ao momento atual de enfrentamento à pandemia da Covid-19. O experimento deve acontecer de forma presencial, devido à necessidade do seu filho interagir com o toque nos modelos desenvolvidos, o que pode apresentar algum risco, visto que ainda é aconselhado o distanciamento social. Dessa forma, para redução de riscos, o local para o experimento é de sua escolha. O aplicador do experimento já está vacinado, o que reduz um pouco o risco de contágio. Os modelos foram higienizados para a execução do experimento, e será necessário o uso de máscaras e álcool em gel, para higienização das mãos, visando a redução do risco de contágio. Ressalta-se, de novo, que a participação não é obrigatória, e você tem plena liberdade de retirar seu consentimento ou recusar a participação do seu filho a qualquer momento, sem nenhuma penalidade. Havendo qualquer “dano” comprovadamente relacionado a pesquisa nos comprometemos a indenizar os participantes da pesquisa nos termos da Lei e conforme Artigo 17 item II e Artigo 9 item VI da Resolução 510/2016. A participação do seu filho nesta pesquisa, durante a fase de coleta de dados, por meio de entrevista semi-estruturada, está estimada em aproximadamente uma hora, objetivando respostas sobre questões específicas. Essa participação não é obrigatória, tendo o direito de desistência a qualquer momento que julgue conveniente, e, caso seja necessário, a leitura do termo de consentimento livre e esclarecido será realizada na presença de uma testemunha. Os pesquisadores também se comprometem a manter o depoimento no anonimato, identificando a fala com nome fictício não relacionados à verdadeira identidade, assegurando privacidade, confiabilidade, proteção da imagem.

A participação do seu filho na pesquisa não acarretará em quaisquer ônus financeiros assim como sem quaisquer restrições quanto aos seus efeitos patrimoniais e financeiros, a plena propriedade e os direitos autorais do depoimento de caráter histórico e documental. Se houver algum gasto no transporte ou alimentação, é garantido o ressarcimento pelos pesquisadores; dessa forma, caso seja necessário, nos comunique antes de realizar gastos relacionados a esses fatores, para que possamos combinar como acontecerá o deslocamento, onde será efetuada a refeição e quais os valores serão necessários, para que, posteriormente, providenciemos o ressarcimento. As informações coletadas serão armazenadas por um prazo de cinco anos e posteriormente destruídas. A entrevista será registrada através de gravação em áudio e vídeo e em ficha de avaliação, sendo posteriormente transcrita. As informações obtidas, que buscam

auxiliar a pesquisa a atingir seu objetivo, são de caráter confidencial, sendo assegurado o sigilo do seu filho. Os pesquisadores acima citados ficam conseqüentemente autorizados a utilizar, divulgar e publicar, para fins acadêmicos e culturais, o mencionado depoimento, no todo ou em parte, editado ou não. Caso você tenha interesse nos resultados dessa pesquisa, nos comunique, para que possamos lhe encaminhar uma cópia da dissertação via e-mail e/ou marcar um momento visando apresentar os resultados para vocês. Quaisquer informações ou esclarecimentos adicionais podem ser obtidos diretamente com os pesquisadores responsáveis através dos contatos: Gilson Braviano – email [gilson@cce.ufsc.br](mailto:gilson@cce.ufsc.br) - fone 48 991169467; Manoel de Souza Reis – email [manoelsouzareis@gmail.com](mailto:manoelsouzareis@gmail.com) - fone 48 999440811. O endereço institucional para contato com o Professor Gilson é a sala 119 no primeiro andar do Bloco A do Centro de Comunicação e Expressão, Universidade Federal de Santa Catarina, Trindade, Florianópolis - SC, CEP 88040-900, porém durante o período de pandemia a UFSC está fechada, por esse motivo a melhor maneira de contato é via telefone.

Esse documento (TCLE) será elaborado em duas VIAS, que serão rubricadas em todas as suas páginas, exceto a com as assinaturas, e assinadas ao seu término por você e pelo pesquisador responsável, ficando uma via com cada um.

Declaro que concordo que meu (minha) filho(a) \_\_\_\_\_  
participe desta pesquisa.

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_  
(assinatura do responsável legal)

\_\_\_\_\_  
(testemunha, se necessário)

\_\_\_\_\_  
(assinatura pesquisador)

## APÊNDICE E: GUIA DO EXPERIMENTO

### **Guia do Experimento:**

Esse experimento ocorrerá em 2022 (data a definir). A atividade será realizada em uma sala da UFSC ou, se necessário, devido a cuidados com a Covid-19, trazida para um ambiente de preferência do entrevistado, como sua casa, por exemplo. O tempo previsto para a atividade, para cada participante, é de 30 a 45 minutos.

O experimento contará com dois grupos de seis pessoas, ocorrendo homogeneidade na distribuição, em relação a sexo, faixa etária, escolaridade e quando ocorreu a perda da visão (se o indivíduo possui cegueira, congênita, precoce ou adquirida). Os indivíduos do grupo A começarão o experimento tateando o modelo desenvolvido baseado na pintura de Mondrian, enquanto aqueles do grupo B tocarão primeiramente os modelos inspirados na Pintura de Van Doesburg.

### **Início:**

Gostaria, inicialmente, de agradecer sua presença e clarear algumas coisas. Não estaremos, em nenhum momento, avaliando você. Esse experimento busca explorar a possibilidade de trazer pinturas para cegos e necessitamos compreender melhor se o caminho que pensamos é promissor. Para isso, o termo de consentimento com o qual você foi de acordo<sup>4</sup> permite que usemos suas respostas em nossa pesquisa, porém nada que você disser será divulgado com seu nome. Gostaria de saber se você permite que eu grave o áudio desse momento? Poderia fazer alguns registros em foto e vídeo?

Podemos começar?

### **Etapa 1: Informações sobre o indivíduo**

Data:

Qual o seu nome?

---

<sup>4</sup> O termo de consentimento será lido para pessoa e a autorização vai ser dada via gravação.

Idade:

Idade em que se tornou cego:

Sensibilidade ao Braille:

Você poderia de compartilhar, nesse momento, suas ideias e opiniões a respeito de arte?

E sobre pintura, tem alguma coisa que você gostaria de destacar?

### **Etapa 2: Experimentando o modelo sem conhecimento**

Normalmente as pinturas são posicionadas em paredes para serem observadas, porém nesse experimento, para praticidade experimental, os modelos desenvolvidos estão colocados em uma mesa horizontalmente. Nessa mesa, existe um modelo. Gostaria que você o experimentasse (o grupo A irá tatear o modelo de Mondrian e o grupo B tocará o modelo de Van Doesburg). Leve o tempo que quiser.

- 1- Você identificou diferentes padrões nas superfícies? Quais? O que cada padrão lhe transmitiu de sensação? Onde você encontra padrões semelhantes?
- 2- O que você acha que está representado no todo desse modelo?
- 3- Ao sentir todo o modelo, que sensação lhe ocorre? Que sentimentos aparecem?

**Tabela 1**

TEXTURA	IDENTIFICOU	SENSAÇÃO AO TOQUE	OUTROS COMENTÁRIOS
1 (Branco)			
2 (Cinza)			
3 (Preto)			
4 (Vermelho)			
5 (Azul)			
6 (Amarelo)			
Obra Completa			

### **Etapa 3: Contextualização do experimento**

Gostaria de explicar com mais detalhes o foco deste experimento. Estou fazendo um estudo de como fazer a adaptação de uma pintura neoplasticista para pessoas cegas.

O neoplasticismo foi um movimento de arte de pinturas abstratas. Esse tipo de pintura se difere da figurativa. Enquanto as figurativas reproduzem elementos figurativos da visão – como árvores, montanhas, pessoas e rostos –, as pinturas abstratas não se apoiam nesses elementos e buscam transmitir sensações aos seus fruidores. Dessa forma, o artista representa sentimentos que vêm do seu interior.

Existem vários tipos de pinturas abstratas. Este experimento trabalha com um movimento chamado neoplasticismo, que surgiu em 1917. Seus principais pintores foram Piet Mondrian e Theo Van Doesburg.

Esse estilo limitava-se a usar em suas composições linhas pretas e formas retangulares de variadas cores (branco, cinza, preto, azul, vermelho e o amarelo). A partir da combinação

desses elementos, variando o tamanho dos retângulos e aplicando cores, os artistas buscavam transmitir determinada sensação para seus apreciadores.

Você tem alguma dúvida ou curiosidade? Quer a explicação de novo?

#### **Etapa 4: Experimentação com o conteúdo**

Após a contextualização que fiz, gostaria que experimentasse de novo o modelo. Pode levar o tempo que quiser.

(Observando onde o participante toca o entrevistador questionará):

- 1- Ao tocar nessa região que sensação a textura da superfície te traz? Você poderia experimentar outras regiões e me contar se achou regiões com texturas similares?  
(Observando que o entrevistado toca em outra região a pergunta será efetuada novamente)
- 2- Além das texturas, você observou outras características que distinguem os diferentes elementos (altura, medidas, formatos, ângulos, tamanhos)?
- 3- Após a exploração da obra como um todo, qual sensação te ocorre?

Para entrevistados que adquiriram a cegueira, e cegos que tiveram uma aprendizagem a respeito de cor:

- 4- Quanto a cores, você tem algum conhecimento? Azul, vermelho, amarelo, branco, cinza e preto tem algum sentido para você?

Azul:

Vermelho:

Amarelo:

Branco:

Cinza:

Preto:

As diferentes regiões que você tocou te remeteram a diferentes cores?

**Tabela 2**

TEXTURA	IDENTIFICOU	SENSAÇÃO AO TOQUE	OUTROS COMENTÁRIOS
1 (Branco)			
2 (Cinza)			
3 (Preto)			
4 (Vermelho)			
5 (Azul)			
(Amarelo)			
Obra Completa			

**Etapa 5: Experimentação de outro modelo**

Agora que você foi elucidado sobre o experimento e tateou o modelo, gostaria que você experimentasse esse outro, desenvolvido de outra forma. Pode experimentar o antigo também, se quiser.

Você pode me descrever as semelhanças e diferenças dos modelos?

Identificou ou não a diferente forma de separar os elementos?

**Conclusão:**

Agradeço muito a sua contribuição. Antes de encerrarmos gostaria de explicar um pouco mais sobre a intenção dos artistas ao desenvolver suas pinturas. Tanto Mondrian, como

Theo Van Doesburg, ao conceber suas pinturas, buscavam transmitir a seus apreciadores uma sensação de tranquilidade, equilíbrio e harmonia. De alguma forma essas sensações, comum de serem sentidas nas experiências visuais, foram despertadas durante os momentos de fruição do experimento?

Você tem interesse em conhecer o resultado final da pesquisa?

Você achou interessante a possibilidade de tatear uma peça que representa uma obra de arte? Por enquanto isso é um experimento, mas no futuro isso pode estar em algum museu ou na sua casa. O que você acha disso?

Qualquer dúvida pode retornar e perguntar.