



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Cátia Carina Barreira Carvalho

Mobiliário Têxtil Insuflável

Mobiliário Têxtil Insuflável

Cátia Carina Barreira Carvalho

UMinho | 2020

janeiro 2020



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Cátia Carina Barreira Carvalho

Mobiliário Têxtil Insuflável

Dissertação de Mestrado

Mestrado em Design e Marketing de Produtos Têxteis,
Vestuário e Acessórios

Trabalho efetuado sob a orientação do

Professor Doutor André Catarino

Professor Doutor Bernardo Providência

janeiro 2020

DECLARAÇÃO

Nome: Cátia Carina Barreira Carvalho

Endereço eletrónico: catiacarvalhodesign@gmail.com

Telefone: +351 912 592 467

Título da dissertação: Mobiliário Têxtil Insuflável

Orientadores: Professor Doutor André Paulo de Almeida Whiteman Catarino e Professor Doutor António Bernardo Providência

Ano de conclusão: 2020

Designação do Mestrado ou do Ramo de Conhecimento do Doutoramento: Mestrado em Design e Marketing de Produtos Têxteis, Vestuário e Acessórios

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por parceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos.

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada.



Atribuição-NãoComercial-SemDerivações CC BY-NC-ND

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Universidade do Minho, 17/08/2020

Assinatura:

Cátia Carina Barreira Carvalho

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho académico e confirmo que não recorri à prática de plágio nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração.

Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

Universidade do Minho, 17 de Agosto de 2020

Assinatura:

Cátia Carolina Barreira Cavale

AGRADECIMENTOS

No final deste trabalho, anseio exprimir o meu reconhecimento às pessoas e entidades, que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

Quero deixar uma palavra de agradecimento ao Departamento de Engenharia Têxtil da Universidade do Minho, agradeço a disponibilidade dos meios colocados à minha disposição, assim como o suporte técnico de Investigadores e Técnicos que lá trabalham.

Um agradecimento especial ao meu Orientador, Professor Doutor André Paulo de Almeida Whiteman Catarino, pelo interesse e colaboração neste trabalho, bem como o apoio, disponibilidade e incentivo em todo o processo, ao meu Coorientador, Professor Doutor António Bernardo Providência, agradeço o aconselhamento e inspiração dada ao longo de todo trabalho e ainda, ao Professor Doutor Hélder Teixeira Carvalho pelo acompanhamento no decurso da minha formação de mestrado.

Por último deixo uma palavra de agradecimento à minha família e amigos que me apoiaram e incentivaram ao longo deste trabalho.

RESUMO

A presente dissertação propõe a criação de mobiliário têxtil insuflável com base na exploração de uma nova tecnologia, de modo a desenvolver novas peças de mobiliário com formas alternativas às convencionais.

Num mundo que é dominado por uma sociedade consumista, sustentada com uma enorme gama de produtos que surgem todos os dias e com uma crescente preocupação ambiental, começamos a idealizar objetos que seguem vários parâmetros, quer ao nível da sustentabilidade, quer ao nível da evolução da própria tecnologia.

Atualmente, fala-se de mobiliário organizado em várias categorias: mobiliário de interiores, decorativo ou urbano. É um elemento que vai desde o funcional, para arrumação ou conforto, até ao elemento meramente decorativo, com o objetivo de atrair pessoas aos respetivos espaços.

Este mercado é cada vez mais amplo, a cada dia que passa com mais ofertas para todas as bolsas, com mais variedade e com soluções que jamais se imaginavam há alguns anos atrás, devido ao aparecimento do design e de novas tecnologias.

Para quem se apaixona por esta área sabe que é possível criar as mais diversas formas, combinadas com cores, materiais e tecnologias mas também existe a noção de que, para se destacar num mercado tão grande, é preciso estudar bem tudo o que envolve o processo de design, assim como criar algo diferenciador, como uma tecnologia ou um processo de criação distinto. Deste modo, o desenvolvimento de produtos tem de ser estudado e pensado para agradar ao maior público possível dentro do nicho considerado.

No final deste projeto foi possível concluir que, com a tecnologia estudada é possível a criação de novas peças de mobiliário seguindo algumas condicionantes, desde a forma como se aprisiona o ar até ao modo de resinagem. Apesar dessa conclusão, serão necessários mais estudos de modo a garantir a validação tanto da tecnologia como do design.

Palavras-Chave: Mobiliário; Design; Têxtil; Insuflável

ABSTRACT

This project proposes the creation of inflatable textile furniture based on the exploration of new technologies, in order to design new furniture with different shapes from conventional.

In a world dominated by a consumer society, sustained by a huge range of products that emerge every day, the environmental issues became a big concern and we have begun to idealize objects that follow various parameters, in terms of sustainability and technological evolution itself.

Nowadays, furniture is organized into several categories: interior furniture, decorative furniture or urban furniture. It is an element that goes from the functional, for storage or comfort, to the merely decorative element, with the objective of attracting people to their spaces.

This market is getting bigger and bigger, with more offers for every pocket, with more variety and solutions that were never imagined several years ago, due to the appearance of design and new technologies.

Those who fall in love with this area know that it is possible to create the most diverse shapes, combined with colors, materials and technologies but there is also the notion that to stand out in such a large market you need to study everything that involves the design process, as well as create something different, such as a technology or a unique creation process. Thus, product development has to be studied and designed to appeal to the widest possible audience within the niche considered.

At the end of this project, it was possible to conclude that, with the studied technology, it is possible to create new pieces of furniture following some conditions, like the way the air is trapped and the resin application. Despite this conclusion, further studies are needed to ensure the validation of both technology and design.

Keywords: Furniture; Design; Textile; Inflatable

ÍNDICE

Agradecimentos.....	v
Resumo.....	vi
Abstract.....	vii
Lista de Figuras.....	xiii
Lista de Tabelas.....	xvi
1. Introdução.....	1
1.1 Enquadramento.....	1
1.2 Motivação.....	1
1.3 Objetivos.....	2
1.4 Metodologia.....	3
1.5 Estrutura.....	4
2. Enquadramento teórico.....	5
2.1 Design.....	5
2.1.1 Psicologia das formas.....	8
2.2 Têxtil.....	9
2.2.1 Malhas de trama 3D.....	10
2.3 Mobiliário.....	14
2.4 Estado da Arte.....	16
2.4.1 Mobiliário urbano.....	17
2.4.2 Estruturas Têxteis.....	18
2.4.3 Estruturas insufladas.....	22
3. Processo de design.....	33
3.1 Método de design de mobiliário têxtil insuflável.....	33
3.2 Contexto.....	34
3.3 Definição do Produto.....	34
3.4 Requisitos (funcionais e estéticos).....	35
3.4.1 Ergonomia.....	35
3.4.2 Aplicação.....	36
3.4.3 Matéria-prima.....	36

3.5	Design vs Tecnologia	38
3.5.1	Obtenção da malha	39
3.5.2	Aprisionamento do ar	40
3.5.3	Consolidação da forma	41
3.5.4	Controlo da forma	43
3.5.5	Domínio da forma.....	45
3.6	Design Conceptual	46
3.6.1	Inspiração	46
3.6.2	Geração de ideias.....	50
4.	Trabalho experimental.....	52
4.1	Fase 1 - Produção da malha.....	52
4.1.1	Experiência 1: Exploração da tecnologia em teares manuais.....	52
4.1.2	Experiência 2: Exploração da tecnologia em teares Seamless	53
4.1.3	Experiência 3: Exploração da tecnologia no tear circular de amostra.....	56
4.1.4	Experiência 4: Exploração da tecnologia em teares tear retilíneo.....	57
4.2	Fase 2 - Injeção e aprisionamento do ar	59
4.2.1	Experiência 1: Injeção de ar diretamente na malha.	59
4.2.2	Experiência 2: Aprisionamento do ar com recurso a balões.	59
4.2.3	Experiência 3: Aprisionamento do ar com recurso a câmara-de-ar.	60
4.2.4	Experiência 4: Aprisionamento do ar com recurso a sacos de fruta.....	61
4.3	Fase 3 - Consolidação da forma.....	62
4.3.1	Experiência 1: Consolidação da forma da malha através de gesso.	62
4.3.2	Experiência 2: Consolidação da forma da malha através de resina.	63
4.3.3	Experiência 3: Consolidação da forma da malha com superfícies 3D através de resina... ..	66
5.	Resultados e discussão	68
5.1	Resultados	68
5.1.1	Produto.....	68
5.1.2	Variações do objeto (materiais, cores, estrutura, forma)	69
5.2	Discussão dos resultados	75
6.	Conclusão e Perspetivas futuras.....	77
6.1	Conclusão.....	77
6.2	Perspetivas futuras.....	78

7. Bibliografia	80
Anexo I – Entrevista a Oskar Zieta.....	84

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Metodologia projetual segundo Bruno Munari.....	7
Figura 2: Etapas da produção de malhas com padrões.	12
Figura 3: Forma semiesférica.....	13
Figura 4: Efeito do segmento de forma na forma da cúpula	13
Figura 5: Efeito da repetição do segmento de forma na forma da cúpula	13
Figura 6: Forma esférica	14
Figura 7: Efeito de alterar as variáveis.....	14
Figura 8: Projeto de SelgasCano.	17
Figura 9: <i>Boolean operator</i> de Marc Fornes.....	18
Figura 10: <i>Flying Gloup Nave</i> de Ernesto Neto	19
Figura 11: <i>Poetic Furniture, Frozen Textile</i> de Demeter Fogarasi.....	19
Figura 12: <i>Net Lamp</i> de Ryosuke Fukusada.	20
Figura 13: <i>Into-form</i> de <i>Studio Ilco</i>	21
Figura 14: Lâmpada Falkland de Bruno Munari.	21
Figura 15: <i>KnitCandela</i> de Zaha Hadid	22
Figura 16: <i>The Serendipity</i> de Massimo Crema e Ermanno Rocchi.	23
Figura 17: <i>Another Generosity</i> de Nordic Pavilion..	24
Figura 18: <i>The Physical Mind</i> de Teun Vonk..	25
Figura 19: <i>Cloud</i> de Monica Förster..	26
Figura 20: <i>The Knot</i> de Cyril Lancelin’s studio..	26
Figura 21: <i>Skum</i> de Bjarke Ingels e BIG.....	27
Figura 22: Estrutura autoinsuflável com descrição das características.....	28
Figura 23: Processo tecnologia FIDU.....	29
Figura 24: Bancos Plopp de Oskar Zieta realizada com tecnologia FIDU.	30
Figura 25: Maqueta “ <i>In the shadow of the tree and the knot of the earth I - XII</i> ”	31
Figura 26 - Maqueta “ <i>Leviathan Project</i> ”	31
Figura 27: Interior de “ <i>Sectional Body preparing for Monadic Singularity</i> ”	31
Figura 28: Processo de estudo para este projeto	38
Figura 29: Tear Merz MBS de propriedade da Universidade do Minho.	39

Figura 30: Primeiro Plano de trabalho projetado	40
Figura 31: Segundo Plano de trabalho projetado.	41
Figura 32: <i>Sketch</i> de formas a estudar.....	44
Figura 33: <i>Sketch</i> de formas a estudar.....	45
Figura 34: Painel inspiração de Mobiliário urbano.....	46
Figura 35: Painel inspiração de estruturas têxteis.....	47
Figura 36: Painel inspiração de estruturas insufláveis.....	48
Figura 37: Painel inspiração de estruturas 3D e/ou superfícies.....	49
Figura 38: Geração de ideias, <i>sketches</i>	50
Figura 39: Desenho digital realizado no programa Sketchbook.....	51
Figura 40: Primeiros testes de malha no tear de malha manual	53
Figura 41: Representação do desenho 2D e respetiva amostra de malha.	54
Figura 42: Teste de malha com padrões 3D..	54
Figura 43: Teste de malha com padrões 3D..	54
Figura 44: Testes de malha com círculos de estrutura diferente..	55
Figura 45: Testes de malha com estruturas diferentes..	55
Figura 46: Costura de amostras..	55
Figura 47: Tear circular com sistema de agulhas de came fixa de propriedade da Uni. do Minho.....	56
Figura 48: Teste realizado no tear circular com diferentes tipos de fios.	57
Figura 49: Teste realizado no tear circular com diferentes tipos de fios.	57
Figura 50: Tear Stoll de propriedade da Uni. do Minho.	58
Figura 51: 3D forma esférica – aspeto do têxtil e programa de desenho de malha.....	58
Figura 52: Balões usados para aprisionamento do ar.....	59
Figura 53: Teste de malha com padrões 3D..	60
Figura 54: Teste de malha com padrões 3D.....	60
Figura 55: Malha usada sem inclusão do saco.	61
Figura 56: Malha com inclusão de saco de fruta com ar	61
Figura 57: Malha com inclusão de saco de fruta com ar	62
Figura 58: Amostra realizada no tear circular de amostra com sacos de ar no interior.	62
Figura 59: Maqueta com gesso.....	63
Figura 60: Maqueta com gesso	63
Figura 61: Componentes compósito Epoxi	64

Figura 62: Mistura de componentes para obtenção do Epoxi.	64
Figura 63: Fase inicial de resinagem..	65
Figura 64: Imersão da malha na resina..	65
Figura 65: Malha com resina antes de secar.....	66
Figura 66: Protótipo da aplicação da resina na malha..	66
Figura 67: Protótipo da aplicação da resina na malha..	67
Figura 68: Teste em programa Cinema 4D.....	68
Figura 69: Teste em programa Cinema 4D.....	69
Figura 70: Teste em programa Cinema 4D.....	69
Figura 71: Exemplo de derivação por cor: variação da cor da malha..	71
Figura 72: Exemplo de derivação da forma, simulação em ambiente.....	71
Figura 73: Exemplo de derivação da forma, simulação em ambiente.....	71
Figura 74: Exemplo de derivação da forma, simulação em ambiente.....	72
Figura 75: Exemplo de derivação da forma, simulação em ambiente.....	72
Figura 76: Protótipo com inclusão de LED no seu interior.....	73
Figura 77: Simulação com inclusão de LED no interior do produto..	73
Figura 78: Simulação de proposta para candeeiros urbanos..	74
Figura 79: Simulação de proposta para candeeiro de pé interior.	74
Figura 80: Simulação de proposta para candeeiros de parede interior..	74

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 : Matriz comparativa de fibras têxteis	37
Tabela 2: Matriz comparativa de resinas sintéticas.....	43

1. INTRODUÇÃO

1.1 Enquadramento

Atualmente o sector do design, tal como todos os outros sectores de atividade, enquadra-se num mercado em constante mudança. Neste difícil contexto do processo de globalização que envolve grandes mudanças tecnológicas e, que é, em grande medida irreversível, o design tem de responder de forma a encontrar vantagens competitivas relevantes.

No design em geral, as inovações em termos de equipamentos e tecnologias têm mostrado desenvolvimentos significativos. Nos últimos anos, assistiu-se a uma otimização das tecnologias já existentes com aumentos de velocidade dos equipamentos, redução da emissão de gases e de consumo de energia, assim como a apresentação de equipamentos preparados para produção em massa, atendendo às mudanças da sociedade. Conseguindo, deste modo, a rápida resposta e a flexibilidade necessária.

Este trabalho pretende ser uma contribuição para a procura de soluções mais interessantes na perspetiva do design, na solução de problemas complexos que combinam diversos fatores simultaneamente.

O tema “Mobiliário têxtil insuflável”, pretende estudar uma tecnologia aliando-a ao desenvolvimento de novas peças de design, com o objetivo de criar peças de mobiliário, na qual seja utilizada tecnologia que permita com a injeção do ar, atribuir forma à peça. Para isso será necessário estudar vários parâmetros técnicos e posteriormente, funcionais e emocionais.

1.2 Motivação

Este tema foi escolhido pelo interesse de criação de peças de mobiliário, que na sua maioria se vê constituída por materiais tradicionais como madeira, plástico ou metal. Mas, após uma vasta pesquisa do estado da arte foi possível observar a adoção de outros materiais usados no ramo do mobiliário, como por exemplo o têxtil ou o cimento.

Para o efeito e após uma pesquisa bibliográfica, foi selecionada uma tecnologia recentemente criada por um designer, Oskar Zieta, na Escola Politécnica Federal em Zurique¹, tecnologia essa chamada *Freie Innendruck Umformung* (FIDU), ou seja, formação livre por pressão interna.

Essa tecnologia foi desenvolvida para a criação de peças de mobiliário em que o material principal é o metal. FIDU consiste numa tecnologia em que, inicialmente, são cortadas placas de metal a laser com a forma 2D da peça que se pretende criar. Após cortadas, são soldadas uma à outra nas bordas, deixando apenas uma pequena fissura onde na fase final será injetado o ar que dará forma num design exclusivo.

O que se pretende com este projeto é que, a partir do exemplo referido anteriormente, se desenvolva uma metodologia baseada em material têxtil, nomeadamente malha de trama. Contudo, terá de se readaptar e incluir novas fases no processo de criação, pois como se sabe o metal tem comportamentos bem diferentes do têxtil.

1.3 Objetivos

Todo o presente trabalho de investigação pretende responder a problemas que são normalmente formulados através de hipóteses, as quais são no final testadas e verificadas. Neste trabalho em concreto pretende-se ver respondidas as seguintes hipóteses essenciais:

- É ou não possível obter mobiliário têxtil que seja criado a partir de injeção de ar?
- As propostas apresentam características adequadas à função a que se destinam?

Com o intuito de verificar estas hipóteses, os seguintes objetivos são traçados para este trabalho:

- a. Desenvolvimento de design de novos objetos de mobiliário tendo como material principal o têxtil;
- b. Adaptação do conceito/tecnologia FIDU para o material têxtil, alteração e readaptação dos vários processos e fases;
- c. Estudo e desenvolvimento de formas 3D em malha de trama para mobiliário de base têxtil;
- d. Estudo da funcionalidade dos produtos propostos.

¹ Eidgenössische Technische Hochschule Zürich

O resultado que se espera obter no final deste trabalho de dissertação, será satisfazer a hipótese inicial que é a de ser possível produzir mobiliário inspirado na técnica FIDU e têxteis como malhas, com um design único, que seja notado pelos consumidores pela sua forma diferente de construção.

Almeja-se alcançar os objetivos gerais já mencionados anteriormente, assim como dominar a dinâmica das formas e também os objetivos específicos, pois sem o alcance dos mesmos não será possível a conclusão deste projeto.

1.4 Metodologia

Para a realização de uma pesquisa científica, segundo Goldemberg (1999) é imprescindível:

- “- A existência de uma pergunta que se deseja responder;
- A elaboração de um conjunto de passos que permitam chegar à resposta;
- A indicação do grau de confiabilidade na resposta obtida”.

A metodologia seguida no decorrer deste trabalho englobou métodos de investigação científica como meio de obtenção dos diferentes resultados, para resolução de problemas ou dúvidas tanto iniciais como ao longo do projeto. Quanto ao processo de avaliação do ponto de vista da forma de abordagem ao problema, foi o método qualitativo, considerando que este procedimento se tem revelado mais indicado para este tipo de projeto onde existe uma relação dinâmica entre o objeto e o utilizador, num domínio por vezes subjetivo nem sempre quantificável, sendo que o investigador tende a analisar os dados indutivamente.

Esta metodologia, que se pretende indutiva, baseia-se na observação dos processos e dos resultados, um método empirista, que considera o conhecimento baseado na experiência, onde a generalização deriva de observações de casos da realidade concreta e são elaboradas a partir de constatações particulares.

Do ponto de vista dos objetivos a principal técnica foi a exploratória, pois esta técnica visa proporcionar uma maior familiaridade com o problema.

Para o procedimento técnico deste trabalho foi então necessário o recurso a pesquisas bibliográficas, fazendo um levantamento de toda a bibliografia e estudos já publicados, com a finalidade de manter atual o estudo dentro do que já foi desenvolvido. Para esse efeito foram feitas essas mesmas pesquisas através de livros, publicações e internet para melhor conhecimento.

Igualmente foi necessário o recurso a pesquisas experimentais, pois esta técnica é usada quando determina um objeto de estudo, neste caso, uma tecnologia para desenvolvimento de peças de mobiliário. Nesta pesquisa foi necessário selecionar as diferentes variáveis capazes de influenciar, assim como definir as formas de controle e de observação dos efeitos que essas variáveis produzem no objeto. Ou seja, em relação aos acabamentos do material têxtil existirão muitas variáveis a ter em consideração, como a resistência e rigidez à flexão, a impermeabilidade assim como outros.

1.5 Estrutura

A dissertação foi dividida em seis capítulos principais. O primeiro denomina-se por Introdução onde constam o enquadramento do trabalho, a motivação, os objetivos e a metodologia adotada.

No capítulo II é realizada uma revisão quanto aos conceitos teóricos principais e uma análise do estado da arte no domínio do design de mobiliário e no design têxtil. Neste capítulo encontra-se uma análise dos diferentes tipos de técnicas, processos e conceitos de design. Foi efetuada uma pesquisa bibliográfica para conhecer o estado da arte quanto ao tema estabelecido. Esta pesquisa baseou-se em artigos científicos, patentes e livros técnicos, tendo sido centrada no design de mobiliário, incluindo processos e conceitos.

No capítulo III é abordado o processo de design adotado no presente trabalho. Definiu-se o contexto, o produto, os requisitos funcionais e estéticos, os requisitos do revestimento, das tecnologias e das formas. Também é apresentada uma proposta do método de design adotado para este projeto e por fim o design conceptual, apresentando algumas inspirações e geração de ideias.

No capítulo IV foram descritos os procedimentos adotados no presente trabalho, para a obtenção do têxtil através do domínio da tecnologia das malhas de trama, nomeadamente por efeitos 3D e formas já desenvolvidas até ao momento, trabalhando-se sobre elas, bem como a planificação das amostras a preparar. Uma segunda fase envolveu o estudo do método do isolamento ou impermeabilização da malha, de modo a ser possível a injeção e manutenção de ar no interior do objeto oco de malha. Seguiu-se a fase do estudo da resinagem. Também foi apresentado o modo de atribuição e controlo da forma da malha.

No capítulo V são apresentados os resultados obtidos, os testes e algumas propostas, seguido do tema de discussão dos resultados. E por último, o capítulo VI dá lugar às Conclusões Finais e Perspetivas Futuras.

2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

Neste capítulo serão abordados os conceitos de design, direcionado para o design da forma. De seguida, serão abordados os têxteis, sendo que dentro deles existe uma variedade de subconceitos, contudo, focar-se-á nos mais relevantes para a dissertação, sendo eles as malhas de trama e as estruturas têxteis tridimensionais (3D). Será abordado também o mobiliário, abordagem esta que no estado da arte estará direcionada para subtemas como as estruturas têxteis e insufláveis e o mobiliário urbano, para se perceber que tipo de formas, métodos e processos em desenvolvimento ou desenvolvidos existem. Ainda serão abordadas experiências de exposições relevantes para este projeto.

2.1 Design

Design é um desígnio, uma intenção ou propósito de desenvolver um produto através de um projeto de análise e reflexão, cujo rumo depende das diversas condicionantes, e diversas decisões. O conceito de design é evolutivo pois passa por satisfazer as necessidades humanas. Segundo Alexander Manu, (citado em Romani & Iplinski, 2008) “Design é uma atividade consciente e criativa, que combina tecnologia e materiais com o contexto social, com o propósito de ajudar a satisfazer ou modificar o comportamento humano”.

Neste processo no contexto do mobiliário urbano é essencial que o design seja adequado às necessidades do utilizador, sendo importante a realização de uma pesquisa prévia sobre a situação específica antes de se começar a projetar ou desenvolver o produto. O designer deve projetar um modelo conceitual que seja apropriado para o utilizador, que capture todos os elementos importantes da operação do dispositivo e seja compreensível para o utilizador (Norman, 2002).

O design e a sua forma de atuação sofrem modificações ao longo do tempo e existem características que poderão ser novas e devem ser compreendidas por parte dos designers, sendo que no desenvolvimento de um projeto o designer tem de manter as suas funções definidas. “A função do designer é a de conhecer a informação genérica sobre as áreas intervenientes num dado projeto, aplicando-a de forma coordenada e concretizando o objetivo final do produto ou serviço” (Antunes, 2012).

Design significa projetar e tem muitas variáveis, indo desde o design de produto, ao design gráfico, ao design de interação, até a qualquer bem de consumo produzido pelo homem.

“A palavra *design* tem origem no vocábulo latino *designare*, tendo sido posteriormente adaptada à palavra inglesa *design*. Define-se como a idealização, a criação, o desenvolvimento, a configuração, a conceção, a elaboração e especificação de objetos que serão produzidos industrialmente, ou por meio de um sistema de produção seriada...” (Pinheiro & Crivelaro, 2014).

Essa é uma atividade estratégica, técnica e criativa, orientada por uma intenção ou objetivo, ou para a solução de um problema.

O design é uma junção de função, (para que serve?) com a estética. A metodologia no design serve para se ter controlo sobre as variáveis num projeto, como por exemplo o produto, o público, os prazos, os custos, entre outros.

Segundo Frank Chimero (2012) não se encontra estratégias que especificam a interpretação do design, mas sim conceções filosóficas. Chimero comenta que existe um relacionamento desequilibrado de “como” e “porquê” pois ou se tem uma ideia mas não se tem a aptidão para a realizar, ou se tem a habilidade mas falta uma mensagem, um conceito para o projeto.

No processo de design o criativo tem tendência para se basear no trabalho dos outros e fundir com as suas ideias, acreditando que se melhora e ultrapassa os erros. Seguindo esse caminho a produtividade é elevada, pois existe um foco, uma linha paralela que serve de guia, ao contrário de se vaguear criativamente através da improvisação. Além disso é importante definir-se algumas limitações, de forma a restringir-se ao plano e seguir a direção mais coerente.

Segundo Paul Rand (citado em Chimero, 2012, p.47), “*Design is the method of putting form and content together.*”

Os produtos de design acabam por ser mais ajustes e respostas a problemas do que propriamente soluções absolutas, por esse motivo existe sempre lugar para novas perspetivas e redesign dos produtos, sendo que a época e o local são fatores com grande impacto no design, ditando o que é possível.

O design visual é o mais influenciador na perceção dos consumidores nos dias de hoje, pois entendendo os comportamentos e emoções humanas consegue-se causar um impacto no sucesso dos produtos que se pretende vender. Tudo o que envolve o produto pode ser estudado de forma a atingir-se mais facilmente o público-alvo, desde a cor que traz com ela uma variedade de emoções, à forma, pois o cérebro associa certas características, por exemplo, formas geométricas estão associadas à masculinidade e são mais poderosas que as curvas pois são mais associadas a feminilidade, união e romance.

Segundo Lobach, (2001) todo o processo de design é tanto um processo criativo como um processo de solução de problemas.

Já no final dos anos 70 iniciou-se uma nova orientação nas metodologias de design. Trabalha-se de forma mais indutiva, ou seja começou-se a perguntar para que um projeto deve ser colocado no mercado (de dentro para fora).

Parafrazeando Bruno Munari (1981),

Criatividade não significa improvisação sem método: essa maneira apenas se faz confusão e se cria nos jovens a ilusão de se sentirem artistas livres e independentes. A série de operações do método projectual é feita de valores objetivos que se tornam instrumentos de trabalho nas mãos do projetista criativo. Como se reconhecem os valores objetivos? São valores reconhecidos por todos como tal. Por exemplo, se eu afirmar que misturando amarelo-limão com o azul-turquesa se obtém um verde, quer se use têmpera, óleo, acrílicos, ou pastéis, estou a afirmar um valor objetivo. Não se pode dizer: para mim o verde obtém-se misturando o vermelho com o castanho. Num caso desses consegue-se um vermelho sujo, em certos casos um teimoso dirá que para ele isso é um verde, mas será apenas para ele e para mais ninguém.

Segundo Munari, a metodologia projetual (Figura 1) passa por:



Figura 1 – Metodologia projetual segundo Bruno Munari.

2.1.1 Psicologia das formas

Dentro da psicologia do design consegue-se analisar todos os objetos em termos da sua forma, podendo ter um grande impacto e influência na consciência das pessoas e no próprio comportamento de diversas maneiras. As formas são como elementos de uma composição visual, assim como um instrumento de organização que distribui e/ou conecta componentes. Além disso, existem muitos testes psicológicos que são usados para definir personalidades ou condições mentais através da forma. Assim sendo, é importante que se considere em todas as fases do projeto o significado das formas na mente dos utilizadores.

Segundo Wassily Kandinsky (2009) o termo forma provém do Latim *forma*, que significa *molde, caixa* e/ou *configuração morfológica*. Outra teoria diz-nos que é original do grego *morphes* - *forma, beleza, aparência exterior* - oriundo do deus Morpheus (Oneiros), responsável pela criação de imagens nos sonhos e capaz de mudar a sua forma.

Conforme Sullivan (1896) advoga “A forma segue a função”². Trata-se de um princípio associado à arquitetura moderna do século XX e ao design industrial, que diz que a forma de um edifício ou objeto deve estar primariamente relacionada à sua função ou propósito pretendido.

Existem ainda significados para as formas abstratas sendo que algumas delas podem ser difíceis de reconhecer e frequentemente têm significados diretos e figurativos.

No design existem vários elementos básicos, sendo que os mais relevantes e criteriosos para este projeto passam por:

- A cor, sendo um dos elementos mais óbvios do design, quer para o utilizador quer para o designer. A cor pode simplesmente estar como pano de fundo ou ser aplicada juntamente com outros elementos, desde linhas, formas, texturas ou tipografias, contando uma história sobre a marca/projeto.

- A forma, é um elemento definido por linhas ou cores, geométricas ou orgânicas. Basicamente tudo não deixa de ser uma forma, por isso é importante pensar na interação dos vários elementos do design para se criar uma harmonia.

- A escala é um elemento com que se pode brincar de forma a acrescentar interesse e destaque.

² “...It is the pervading law of all things organic and inorganic, of all things physical and metaphysical, of all things human and all things superhuman, of all true manifestations of the head, of the heart, of the soul, that the life is recognizable in its expression, that form ever follows function. This is the law...” (Sullivan, 1896).

- O domínio e ênfase, enquanto se pode falar sobre enfatizar uma coisa ou outra, a ênfase está associada a um objeto, cor ou estilo que domina o outro, num sentido de alto contraste, sendo que o contraste é intrigante e cria um ponto focal.

- O equilíbrio é outro elemento do design criterioso para este projeto, existindo dois tipos, a simetria e a assimetria, sendo que a maioria dos designers e artistas optam pela assimetria pela sua natureza fascinante, porém a simetria está associada com a harmonia.

2.2 Têxtil

As fibras têxteis são estruturas base para a produção de fios e podem ser contínuas ou apresentarem vários comprimentos e as características são de primordial importância para a definição dos fios, e por consequência, para as características dos tecidos produzidos (Pereira, 2009).

Dentro das fibras existem diversas categorias, sendo que, as que foram selecionadas para este projeto são, o algodão e o linho, que são fibras naturais de origem vegetal, depois a viscose, que é uma fibra não natural artificial, e por último as fibras não naturais sintéticas, sendo elas o poliéster, a poliamida e o acrílico.

O algodão é uma fibra natural, sendo a durabilidade e longevidade duas das suas fortes potencialidades. As suas características podem ser analisadas na matriz comparativa das fibras apresentada na tabela 1.

O linho é uma planta herbácea que chega a atingir um metro de altura e pertence à família das lináceas. Abrange um certo número de subespécies, integradas com o nome de “*Linum usitatissimum*”.

A viscose é uma fibra celulose regenerada, feita de forma sintética, porém a matéria-prima é de origem natural. É de baixo custo e estruturalmente semelhante ao algodão, cuja matéria-prima pode ser proveniente de fibra de bambu, da madeira de eucalipto ou até da semente de algodão. Contudo, tem vindo a ser contestada devido ao elevado custo ambiental. Como se trata de uma fibra artificial, a viscose tem uma regularidade e uniformidade de comprimento e diâmetro superior às fibras naturais, bem como um brilho e cor que podem ser definidos em produção. É uma fibra relativamente elástica, embora menos que o algodão.

Além das fibras já mencionadas, foi realizada uma análise de quatro fibras sintéticas. As fibras sintéticas são originárias de polímeros petroquímicos e foram desenvolvidas inicialmente com o objetivo de copiar e melhorar as características e propriedades das fibras naturais. As vantagens destas fibras é que não dependem das colheitas, são altamente resistentes à rutura e à luz, têm reduzido poder de

absorção de humidade que pode ser uma vantagem como desvantagem, dependendo da sua aplicação, entre outras. Em contrapartida não são fibras sustentáveis (Pereira, 2013).

A poliamida tem uma estrutura molecular altamente orientada e as fibras são de 50 a 80% cristalinas, conferindo uma grande resistência à fibra, que dificulta o rompimento do fio. É altamente resistente à abrasão e tem baixa absorção de humidade. Em vários segmentos têxteis a mistura de algodão com poliamida é cada vez mais utilizada devido às suas características.

O poliéster tem a grande vantagem da sua alta estabilidade dimensional, quando este sofre um processo de termofixação. Se o poliéster não for termofixado, ele terá um certo grau de encolhimento quando sujeito a temperaturas elevadas. Além disso, o poliéster, quando húmido, não altera a sua forma e, portanto, não encolhe e pode estabilizar os tecidos quando misturado com outras fibras. É uma fibra resistente à abrasão e a fungos.

O acrílico é uma fibra que se destaca pela excelente resistência à degradação da luz solar e intempéries. Também é resistente a ácidos, óleos e produtos químicos.

Por último, o elastano é uma fibra que não é usada isoladamente e a sua utilização industrial acontece sempre em conjunto com outras fibras, sempre em menor proporção na composição do tecido, sendo que a principal propriedade destas fibras é conferir elasticidade aos tecidos convencionais (de malha ou tecidos planos). O elastano é normalmente mantido incolor ou na cor branca pigmentada por dióxido de titânio. Como só é utilizado em combinação com outras fibras, são estas responsáveis pela cor do artigo final (Matarazzo, 2014).

2.2.1 Malhas de trama 3D

Os tecidos de malha 3D têm uma grande área de aplicabilidade a nível técnico, desde aplicações industriais a artigos desportivos até a produtos médicos, devido à sua principal vantagem, a excelente maleabilidade, possibilitando assim a obtenção de tecidos com estruturas complexas durante o seu processo de produção. As principais vantagens são, além da maleabilidade determinada pela sua elasticidade, a possibilidade de estruturas e formas de alto nível de complexidade. A tecnologia existente pode ser utilizada sem mudanças significativas e ainda o controle do comportamento do tecido de malha pode ser feito através da estrutura e dos parâmetros de produção.

No processo de produção da malha com forma inicia-se por fazer um desenho à mão da forma que se pretende, de seguida passa-se o desenho para CAD (*Computer Aided Design*). Feito o desenho no programa faz-se a programação da máquina e coloca-se a produzir o desenho que se idealizou. No

final do teste verifica-se se a forma pretendida foi alcançada. No caso das formas tridimensionais é necessário passar o desenho para 2D.

Inicialmente a ideia da forma 3D de um produto têxtil implicava o uso de tecnologias de montagem e conseqüentemente implicações sobre o tempo de produção e os custos. Atualmente, a produção dos mesmos elimina essas operações de montagem e oferece a possibilidade de controlar a forma do produto final desde a fase do design do tecido. Com o desenvolvimento tecnológico das últimas décadas e com a introdução do sistema CAD foi possível a produção dos tecidos 3D de forma crescente e cada vez mais complexa. Esses tecidos, são considerados têxteis técnicos, pois tiveram um desenvolvimento mais significativo, devido ao alto nível das aplicações, às restrições impostas pelos requisitos específicos, ao processo das matérias-primas de alto desempenho e à necessidade de simplificar o processamento subsequente.

As malhas apresentam muito potencial para serem exploradas na concepção de produtos com propriedades controladas (Ciobanu, 2008) como a proteção contra o vento e frio em ambientes hostis, a redução do impacto balístico, a absorção de energia, ruídos e impactos, a condução de fluidos através da estrutura e ainda o isolamento térmico específico.

Nas malhas 3D, a tricotagem de malhas de trama é considerada como tendo o maior potencial e versatilidade para a produção de formas 3D, sendo que já existem teares que produzem peças ou formas integrais sem costura, sendo essas técnicas conhecidas como tricotagem integral e tricotagem Seamless.

Com o desenvolvimento dos teares retos de bancada em V, a capacidade de tricotar com forma foi significativamente aumentada devido à seleção eletrônica de agulhas, ao sistema CAD com grandes possibilidades para o design e à afinação rápida dos teares. A tricotagem com forma permite a formação de malhas com efeitos 2D e 3D, reduzindo assim o desperdício têxteis e melhoramento no ajuste do vestuário (Araújo, 2004) (Hong, 1994).

Algumas das técnicas de tricotagem de malhas 3D são:

- Aplicações na superfície das malhas;
- Laçadas normais e carregadas com a técnica de torcimento;
- Técnica da laçada flexível;
- Técnica *Knit and Wear*;
- Dupla/multicamada (malhas sanduíche);
- Técnica da borda (laçadas retidas);
- Combinação de superfícies com parâmetros estruturais diferentes;

- Combinação de técnicas individuais.

Para a produção em teares retos de estruturas com formas 3D são usadas técnicas como a alteração do comprimento da laçada, a alteração e combinação de estruturas de malha e ainda a variação do número de agulhas na largura do tear, sendo esta uma técnica conhecida como “laçadas retidas”.

Para a obtenção de tecidos tridimensionais, a malha pode ser formada pela técnica de modelagem espacial ou acrescentando ou diminuindo o número de agulhas em operação e modificando a dimensão do módulo. Também, utilizando outros tipos de fio podem ser obtidas variações na superfície (Lam, 2008).

Nos últimos anos tem-se comprovado o avanço considerável nos sistemas CAD para teares retilíneos eletrônicos e com isso o desenvolvimento de malhas com padrões tornou-se mais simples (Figura 2).



Figura 2 – Etapas da produção de malhas com padrões. Fonte: (Blaga & Dan, 2015)

As estruturas duplas ou multicamada oferecem bastantes possibilidades de variação através da variação do número de camadas, do projeto da sua espessura, do desenvolvimento de distintas estruturas, do enchimento dos espaços entre camadas e até da conceção da geometria, contudo também existem alguns inconvenientes como, a dificuldade de programação e de design ou até os tempos elevados de tricotagem nas formas complexas.

A principal abordagem à tricotagem de estruturas 3D com forma usando esta técnica, consiste em transferir a forma 3D para um desenho 2D adequado, uma vez que as operações de alargamento e estreitamento só podem ser determinadas com base em desenhos 2D (Blaga & Ciobanu, 2013).

Como exemplo apresenta-se o projeto de obtenção de malhas semiesféricas e esféricas 3D. Como se pode observar na figura 3, a forma semiesférica pode ser transferida para um desenho 2D que consiste em repetir linhas de aumento e redução.

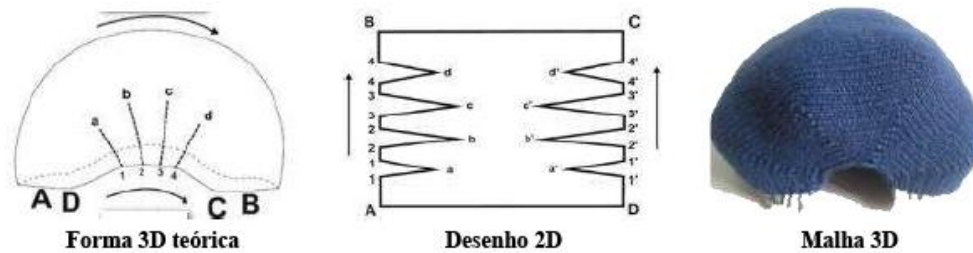


Figura 3 - Forma semiesférica. Fonte: (Blaga & Ciobanu, 2013).

Quando se projeta a forma de uma cúpula há cinco variáveis que devem ser consideradas, designadamente (Underwood, 2009):

a) O tipo de segmento de forma: influencia a relação altura – base. Quanto maior for o segmento de forma (maior ângulo do segmento triangular), maior a altura da cúpula em relação à base (Figura 4). O segmento de forma pode ser mantido constante, com um padrão fixo regular, ou pode ser alterado e tornado irregular para produzir uma forma assimétrica.



Figura 4 - Efeito do segmento de forma na forma da cúpula. Fonte: (Underwood, 2009).

b) O número de segmentos de forma afeta a forma da cúpula (Figura 5). A altura e o perímetro da base da cúpula podem ser modificados repetindo os segmentos de forma (Underwood, 2009). Aumentando o número de segmentos de forma são obtidas formas tipo esfera ou pneu.



Figura 5 - Efeito da repetição do segmento de forma na forma da cúpula. Fonte: (Underwood, 2009).

c) O número de fileiras entre segmentos de forma: aumentando o número de fileiras entre os segmentos de forma, o perímetro da base aumenta sem alterar a altura da cúpula.

d) O número de laçadas entre segmentos de forma: influencia o topo da cúpula e o perímetro da base. Quanto maior o número de laçadas entre segmentos de forma mais achatado será o topo da cúpula.

e) O número de laçadas: estabelece a dimensão geral, diâmetro e altura da cúpula. Também se podem obter formas esféricas se uns certos números de segmentos de forma iguais forem repetidos na mesma sequência de tricotagem.

Outra forma de se obter formas esféricas (Blaga & Ciobanu, 2013) é repetir determinados números de segmentos de forma iguais estiverem repetidos na mesma sequência de tricotagem, como mostra na figura 6.

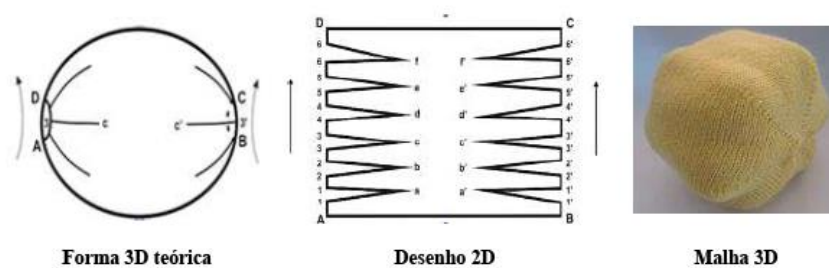


Figura 6 - Forma esférica. Fonte: (Blaga & Ciobanu, 2013).

A alteração de uma ou de todas as variáveis mencionadas anteriormente, afetará o tamanho e dimensão estrutural da cúpula (Underwood, 2009), o que permitirá produzir formas tais como, meia-esfera, esfera, pneu e formas tipo cúpula assimétricas (Figura 7).

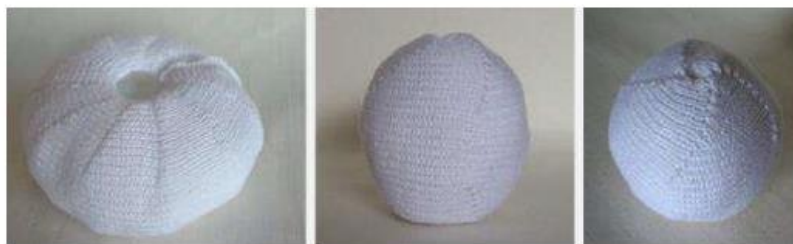


Figura 7 – Efeito de alterar as variáveis Fonte: (Underwood, 2009).

2.3 Mobiliário

O mobiliário surgiu na altura em que os homens deixaram de ser nómadas e passaram a ser sedentários, a construir vilas seguidamente de cidades, evoluindo consoante as necessidades humanas assim como as tecnologias que tinham ao seu dispor. Ao longo da sua evolução foi-se caracterizando mediante a região e época que permite atualmente, fazer uma divisão inserindo os estilos existentes aos

grandes movimentos da história da arte, pois manifestavam-se com a economia, as tecnologias e costumes das sociedades na respetiva época (Conceição, 2013).

Os egípcios, devido às suas habilidades como artesãos, com grande conhecimento do trabalho com a madeira, foram os primeiros a usarem mobiliário entre 1500 a 1000 a.C., encontrados inicialmente em urnas. Eles usavam materiais que demonstravam o poder como pedras preciosas, ouro, entre outros.

Em seguida, foram os gregos e os romanos, entre 500 a 100 a.C., a usar o mobiliário em uso comum, mas também em cerimónias, ajustando assim às condições humanas.

Ao longo da idade média, entre o séc. V e o XV, houve uma enorme influência da igreja Católica com mobília robusta com detalhes em ouro como representação do poder religioso, uma característica comum nesta época.

Na altura do renascimento, em que ocorreu a transição para o capitalismo, que atribuiu à redescoberta e revalorização dos valores culturais da antiguidade clássica, o mobiliário passou a fazer parte integrante da arquitetura, contudo a sua rigidez medieval prevalecia. Esse período de surgimento de novos materiais e novas ideias, deu então lugar ao design de mobiliário.

No barroco, com origem em Itália, predominavam as emoções e não a racionalidade, ou seja, a arte renascentista, com busca de vários efeitos decorativos e onde se observava um contraste entre a ostentação e a austeridade. A desproporcionalidade, o entalhamento, a utilização do ouro e a influência da religião eram as principais características deste estilo de mobiliário.

O Rococó caracterizava-se pela utilização de madeiras variadas, porcelana, mármore e bronze, aliados às linhas leves e curvas sinuosas, assimetria, movimento e elegância que desenhavam as peças e onde os elementos decorativos, com a estamperia, eram inspirados na natureza. Nesta época surge mobiliário para diferentes fins, como secretárias, cómodas e peças de pequenas dimensões.

No séc. XVIII, em França, aquilo que era o estilo Rococó perde força, surgindo assim o império e o neoclassicismo com as linhas e ângulos retos, superfícies planas, com influência e inspiração no clássico grego e romano, proliferando o uso do bronze e uma produção arquitetónica dominada por Napoleão Bonaparte.

Surgiu então a revolução industrial, com a produção em massa, novos materiais, originando assim uma competição entre os produtos artesanais versus os industrializados que fez também com que houvesse a necessidade de designers para maior evolução. A Inglaterra trouxe mudanças socioeconómicas e culturais e a classe média tinha mais poder de compra e conseqüentemente consumia mais.

No final do séc. XIX e início do séc. XX, surgiu um movimento contra a industrialização, com origem no movimento moderno, apelando à simplicidade e à desvinculação histórica.

Posteriormente surgiu o estilo Art Nouveau que não desejava revalorizar os estilos já passados, mas sim criar algo verdadeiramente novo que refletisse a época em questão, a cultura e a tecnologia (Moura, 2012).

Seguidamente, com a ajuda da máquina, nasceu o estilo Art Déco com o objetivo de homenagear o desenho industrial. Os móveis com aparência geométrica e aerodinâmica onde as curvas foram substituídas pelo retilíneo, e os materiais usados eram de valor maior, com superfícies lisas, madeiras nobres e cores exóticas e vibrantes.

Depois surgiu De Stijl, um movimento artístico originário na Holanda em 1917, com a ideia de simplificar a arte com a redução das cores e da essência das formas, dando então preferência a formas geométricas, com prioridade para as cores primárias e a assimetria.

Posteriormente, um dos maiores acontecimentos ao nível do design de mobiliário, surge na Alemanha: aquela que seria a primeira escola de design, fundada por Walter Gropius, a Bauhaus, onde o aprender estava diretamente ligado ao fazer. Os materiais usados na arquitetura moderna eram então as preferências, como o ferro, o plástico e o vidro. A produção mecanizada colocou a funcionalidade e praticidade acima da beleza da estética (Jessita, 2013).

O estilo internacional veio depois, conhecido por ser um estilo minimalista, com ambientes espaçosos e interligados, mobiliário baixo com acabamentos perfeitos e produzidos na Bauhaus (Fuks, 2018).

2.4 Estado da Arte

Para a prossecução deste trabalho foi necessário a realização de um estado de arte geral, com o intuito de analisar o que já existe no mercado tanto a nível de produtos como das várias tecnologias, de forma a obter-se um leque de conhecimentos que poderão ser aplicados neste projeto. Após pesquisa, selecionaram-se alguns exemplos já existentes no mercado e que serão apresentados a seguir, divididos por três temas, o mobiliário urbano, as estruturas têxteis e as estruturas insufladas.

2.4.1 Mobiliário urbano

Pavilhão ondulado de SelgasCano

O estúdio de arquitetura espanhol SelgasCano apresentou um pavilhão de ondas translúcidas (Figura 8) que completa o pátio da Fondation d'entreprise Martell em Cognac, com 1340 metros quadrados, composto por 31 fileiras de uma estrutura ondulada de aço cobertas com um material translúcido de poliéster e fibra de vidro, de um milímetro de espessura, sendo um dos materiais mais leves e económicos do mercado. A juntar a essa estrutura foram colocadas 786 almofadas em PVC preenchidas com água, de forma a ancorar as estruturas como também proporcionar lugar para as pessoas se sentarem ou deitarem. Como é um projeto de grandes dimensões os materiais precisavam ser acessíveis, disponíveis em grandes quantidades e leves, de modo a facilitar a sua desmontagem e transporte.

Citado por Benzari (2017) os arquitetos José Selgas e Lucia Cano afirmam que a leveza é um aspeto constante do trabalho. Para os arquitetos a aparência e espessura do material remeteu-os para o tradicional papel de arroz japonês e, de repente, todo o exercício passou por descobrir uma maneira de trabalhar com o papel e brincar com o seu formato.



Figura 8 – Projeto de SelgasCano. Fonte: <https://www.dezeen.com/2017/07/05/pavilion-selgascano-cognac-foundation-dentreprise-martell-france/>, 2019

Boolean Operator de Marc Fornes

O arquiteto Marc Fornes desenvolveu um pavilhão de grande atração na cidade chinesa de Suzhou, com aspeto poroso e translúcido em grande escala. Com recurso a uma tecnologia espacial 3D, é um

aglomerado de bolhas que contrasta com as linhas retas da cidade, ligando uma passagem para pedestres e automóveis, criado com alumínio branco, com apenas dois milímetros de espessura. Jules Verne, inventor da literatura de ficção científica foi a inspiração para Fornes, pois abriu-lhe as portas para outro universo. Criou *Boolean Operator* (Figura 9) como se fosse uma criatura marinha com uma arquitetura que desperta quem passa e que dessa forma transporta-os para outro mundo. Aliado à sua forma, o artista inclui um jogo de luzes e sombras que produzem um efeito espacial único, realçado pela textura da própria estrutura (Schmidt, 2018).



Figura 9 – *Boolean operator* de Marc Fornes. Fonte: <https://www.designboom.com/architecture/marc-fornes-theverymany-boolean-operator-suzhou-china-09-19-2018/>

2.4.2 Estruturas Têxteis

Flying Gloup Nave de Ernesto Neto

Ernesto Neto é um artista contemporâneo conceituado que aproxima as linguagens da escultura e da instalação. Estudou no museu de arte moderna no Rio de Janeiro e trabalha com materiais maleáveis desde malhas, algodão a poliamida, espumas, entre outros. *Flying Gloup Nave* (Figura 10) é como uma amostra interna do corpo, extensões da própria pele e corpo do artista. (Escritório de Arte, 2019) A interação do público com os objetos dá-se através do toque de materiais que propiciem o uso dos outros sentidos como o olfato, proporcionando ao corpo a experimentação da tensão, da força, do equilíbrio e da resistência. A força da gravidade aliada às suas peças com elasticidade e maciez são os elementos determinantes, assim como a interação física com as mesmas. As formas orgânicas que as peças adquirem relacionam-se com a observação do corpo como representação interna do organismo, ou numa analogia entre o corpo e a arquitetura. Ernesto Neto, realiza esculturas nas quais emprega tubos de malha fina e aberta, com variedades de cor e aromas como o açafraão ou cravo da Índia.



Figura 10 – *Flying Gloup Nave* de Ernesto Neto. Fonte: <http://umbigomagazine.com/pt/blog/2019/05/20/conversa-com-ernesto-neto/>, 2019

Poetic Furniture, Frozen Textile de Demeter Fogarasi

Demeter Fogarasi, designer húngaro na Universidade Moholy-Nagy, criou num projeto de dissertação uma cadeira poética (Brink, 2015) com tecido congelado no processo de criação. O conceito de poesia como contexto de design, como decisivo no poder emocional da peça, é a base deste projeto.

O processo de design começou com uma série de estudos de materiais baseados essencialmente em plásticos biodegradáveis e fibras naturais, com realce na criação de um material compósito que mantivesse a aparência natural. Esta peça (Figura 11) é congelada no preciso momento de criação, sustentando sempre uma posição rígida e simultaneamente fluida, onde o assento imita um tecido soprado pelo vento sobre uma estrutura de metal.



Figura 11 – *Poetic Furniture, Frozen Textile* de Demeter Fogarasi. Fonte: <https://www.ignant.com/2018/05/21/poetic-furniture-frozen-textile-by-demeter-fogarasi/>, 2019

Net Lamp de Ryosuke Fukusada

Este produto (Figura 12) foi desenhado por Fukusada (Fukusada, 2019), sendo composto por uma rede tubular flexível chamada poly-net, com capacidade para segurar objetos. Essa estrutura tem dois encaixes de metal presos ao teto e ao assoalho mantendo o efeito cilíndrico da rede que mantém as lâmpadas seguras com a sua elasticidade. A fonte de luz LED pode ser alterada de posição subindo ou descendo na respectiva rede onde se encontra. Esta peça foi selecionada como finalista no concurso internacional de design, Cifarelli, ocorrido em Itália.



Figura 12 – *Net Lamp* de Ryosuke Fukusada. Fonte: ryosukefukusada.com, 2019

Into-form de *Studio Ilco*

Into-form (Figura 13) é um projeto idealizado em 2016, por três jovens da universidade Central Saint Martins, que após a graduação decidiram criar o estúdio de design Ilco, com o objetivo de melhorar a experiência do utilizador nos objetos do quotidiano. (Snick, 2018) Desenvolveram então um objeto, que não é considerado nem um sofá, nem uma cadeira e nem uma cama, mas sim uma junção de ambos, composto por 5 elementos modulares que podem ser reorganizados em infinitas combinações. Esta peça explora o conceito inspirado na teoria da Gestalt onde toda a forma é mais do que as partes individuais que as compõem e quando todas as peças se encontram no lugar, o resultado é uma escultura funcional. Juntamente com os cinco componentes, o utilizador torna-se numa parte adicional deste quebra-cabeças e cria um vínculo emocional entre o utilizador e o produto usando a arte como ferramenta.



Figura 13 – *Into-form* de *Studio Ilco*. Fonte: design-milk.com, 2019

Lâmpada Falkland de Bruno Munari

A lâmpada Falkland apresentada na figura 14, é uma peça clássica moderna, criada pelo designer Bruno Munari em 1964 para a Danese, Itália (2019). É composta por uma malha com elastano e alguns anéis de metal cilíndricos de diâmetros diferentes inseridos no interior da malha tubular. Esta peça pode ser suspensa, dando o efeito de gravidade, sendo caracterizada pela sua forma orgânica apelando ao atemporal. É também constituída por um difusor de luz artesanal e foi produzida em três tamanhos, sendo o tamanho original é de 76,7 centímetros.



Figura 14 – Lâmpada Falkland de Bruno Munari. Fonte: <https://www.italianways.com/munaris-falkland-lamp-genius-and-stockings/>

KnitCandela de Zaha Hadid

Além dos exemplos anteriores, é mostrada uma técnica desenvolvida para a criação de um pavilhão chamado *KnitCandela* (Figura 15), construído usando a tecnologia *KnitCrete*, isto é, uma tecnologia têxtil de malha 3D para criar estruturas curvas “ferradas” de cimento, sem o recurso a moldes dispendiosos ou processos demorados, produzido por Zaha Hadid Architects no México, com a colaboração da universidade suíça ETH Zurich. O nome advém de uma homenagem ao arquiteto e engenheiro Félix Candela, que projetou conchas de cimento nos seus edifícios, como o *Restaurante Los Manantiales*, em 1958. Neste projeto foram tricotados mais de três quilómetros de fio em apenas 36 horas. De maneira a atribuir-lhe a forma, foram inseridos balões de modelagem, antes do exterior ser revestido com a pasta de cimento especial de forma a torná-lo rígido (Block, 2018).

A tecnologia *KnitCrete* foi considerada um método híbrido de inovação e técnicas tradicionais de construção, pelo facto do próprio cimento ser adicionado à mão. Além disso é um sistema fácil de transportar que mantém os custos baixos (Dezeen, 2018).



Figura 15 – *KnitCandela* de Zaha Hadid. Fonte: zaha-hadid.com, 2019

2.4.3 Estruturas insufladas

The Serendipity de Massimo Crema e Ermanno Rocchi

Serendipity (Figura 16) é um candeeiro de vidro fosco soprado suspenso pelo fio de eletricidade revestido por uma malha de metal desenhado por Massimo Crema e Ermanno Rocchi. Esta peça transforma-se num design poético, inspirado na natureza e de formas sinuosas. É de uma inspiração brilhante que vai além da sua função (Artemest, 2019).



Figura 16 – *The Serendipity* de Massimo Crema e Ermanno Rocchi. Fonte: archiproducts.com, 2019

Another Generosity de The Nordic Pavilion

Na bienal de arquitetura de 2018, em Veneza foi apresentada pelo grupo The Nordic Pavillion, *Another Generosity* (Figura 17), uma exposição que busca a conexão entre a natureza e o ambiente construído e como a arquitetura pode facilitar a concepção de um universo que suporte a coexistência simbiótica de ambos. Este produto projetado por Eero Lundén e Juulia Kauste é uma tentativa de promover o diálogo, a crítica e o debate que possa ajudar a revelar novas formas de moldar o nosso mundo com outra generosidade. “...uma generosidade não apenas entre humanos, mas entre os humanos e a natureza...”. Esta peça tem o objetivo de criar esse teste espacial projetada precisamente para aumentar a consciência do meio ambiente. Afirmam os criadores “...A humanidade está moldando ativamente o mundo hoje...”, sendo que o impacto da atividade humana é tão pronunciado que mudou o comportamento do nosso planeta. O objetivo deste projeto é uma oportunidade de repensar a relação fundamental entre os nossos prédios e a ecologia, pois aparece quando os homens passam a dominar a natureza, sendo que a arquitetura deve ser considerada uma ferramenta para redefinir o ciclo completo da construção, desde os componentes básicos até aos sistemas operacionais. Esta peça é composta por uma membrana que contém dois elementos básicos, o ar e a água, aliando com as estruturas simples que são combinadas para criar uma estrutura celular visível e dinâmica (Stevens, 2018).



Figura 17 – *Another Generosity* de The Nordic Pavilion. Fonte: <https://www.designboom.com/architecture/nordic-pavilion-venice-architecture-biennale-another-generosity-05-24-2018/>

The Physical Mind de Teun Vonk

O projeto *The Physical Mind* (Figura 18) foi apresentado numa exposição com o tema *Angst macht Angst – Uncanny Valleys of a Possible Future*, em Berlim, em que foram apresentados vários projetos artísticos onde os artistas examinam problemas e desarmonias do presente e assumem uma visão opressiva do futuro. Esta peça fez parte de uma exibição com o objetivo de conscientemente perceber os momentos de medo e transformá-los em algo positivo.

Teun Vonk declara que quase não temos consciência dos nossos corpos na vida cotidiana, pois a pressão cria ansiedade e o trabalho devia dar-nos essa oportunidade de nos conectarmos com a alma. A instalação é composta por duas almofadas insufláveis penduradas num aparelho, uma no chão e a outra sobre ela, onde os visitantes se deitam entre as duas com os braços estendidos. As almofadas vão insuflando dando a sensação a quem esteja deitado de opressão devido à forma convexa da almofada que faz com que a área do peito seja a mais pressionada. Contudo após essa sensação de opressão, passado um curto período de tempo a sensação muda, parecendo um intenso abraço. Assim que as almofadas insufláveis começam a libertar o ar a pessoa sente uma sensação de alívio, a consciência do próprio corpo, aumentando assim a concentração (Potschernina, 2018).

A clara sensação de leveza alia-se a uma sensação de tranquilidade e fragilidade, criando uma atmosfera poética reforçada pela iluminação interna dos insufláveis. Essa instalação foi desenvolvida pelo artista a partir de experiências de tratamento da depressão através do acolhimento corporal (Queiroz & Oliveira, 2018).

O autor do projeto descobriu que aplicar a pressão no seu corpo stressado aliviava-o assim como a sua mente. Criou então *The Physical Mind* para que os seus participantes experimentassem a relação entre os seus estados físicos e mentais, aplicando pressão física ao corpo. Onde antes as instalações mecânicas serviam apenas como meio de instigar uma interação física, as próprias construções provocativas estão agora no centro da obra.



Figura 18 – *The Physical Mind* de Teun Vonk. Fonte: teunvonk.nl, 2019

Cloud de Monica Förster

Esta peça, chamada *Cloud* (Figura 19), foi projetada pela artista Monica Förster, nascida na Suécia em 1966, e consiste numa sala portátil, podendo ser transportada numa bolsa desportiva de tamanho normal, servindo para reuniões ou simplesmente para um descanso, pois a ideia da *Cloud* é a sensação de estar mesmo entre as nuvens (Förster, 2015). Dessa forma, para se fazer jus ao nome foram usados materiais claros, resistentes ao ar, num estilo minimalista, enchido com um ventilador silencioso durando apenas quatro minutos até estar totalmente insuflado. O conceito da nuvem usar o ar como meio de transporte está também interligada (Offecct, 2018).



Figura 19 – *Cloud* de Monica Förster. Fonte: monicaforster.se

The Knot de Cyril Lancelin's studio

The Knot é uma instalação baseada no nó do trevo (Figura 20), uma forma primitiva na qual os artistas se inspiraram para modelar a enorme estrutura tridimensional. Cyril Lancelin explora diferentes espaços separados por fronteiras incomuns, onde a cor rosa permite que o trabalho seja destacado, aliado ao seu volume que torna esta instalação imersiva facilmente identificável. O artista, nascido em França, após uma carreira de 15 anos a trabalhar para alguns dos arquitetos e artistas mais influentes em Paris e Los Angeles investiga diferentes campos como a relação entre os habitats e os seus limites (Erman, 2017). As formas clássicas e os espaços volumétricos são os essenciais para criar as suas estruturas incomuns, usando escalas arquitetónicas que cria a arte experimental e transformadora que quando o visitante a observa, ganha uma nova impressão de cada uma das partes, sendo diferente visto tanto de dentro como de fora ou de qualquer outra perspetiva (Designboom, 2017).



Figura 20 – *The Knot* de Cyril Lancelin's studio. Fonte: <https://www.designboom.com/art/cyril-lancelin-town-and-concrete-trefoil-knot-china-12-12-2017/>

Skum de Bjarke Ingels e BIG

Um pavilhão insuflável de balões, chamado *Skum* (Figura 21), palavra dinamarquesa que significa espuma, foi criado pelo grupo Bjarke Ingels (BIG) para o festival *Roskilde*.

Segundo o designer Jakob Lange, colaborador na BIG (citado em Frearson, 2016),

The idea of using a bouncy castle came about because one can create any kind of structure with this type of material. The process of inflating and deflating the castle is easy. Producing it turned out to be much more difficult though than we had initially expected. The first manufacturer completely gave up and we were under enormous time pressure. But the end-result is the most beautiful thing you can imagine.

Este projeto promove uma interação entre o pavilhão e os visitantes, enfatizado, além da sua forma, pelas luzes LED que mudam de cor e iluminam durante a noite, convidando os visitantes a caminhar por baixo.

BIG vê a função *Skum* como um farol social e um volume móvel que pode ser completamente insuflado em sete minutos.



Figura 21 – *Skum* de Bjarke Ingels e BIG. Fonte: <https://www.designboom.com/architecture/big-bjarke-ingels-group-skum-pavilion-roskilde-festival-chart-art-fair-denmark-07-07-2016/>

Estruturas autoinsufláveis de MIT Media Lab

Este projeto foi desenvolvido para uma dissertação de mestrado e visa explorar o design de estruturas autoinsufláveis, usando reações químicas tendo como fonte o dióxido de carbono, tornando capaz a realização de uma ampla gama de transformações desencadeadas por interações químicas (MIT Media Lab, 2017). Este processo é capaz de fazer mudanças ao nível da forma, volume, texturas,

temperatura, cor e até movimento. Com esta técnica do uso de reação química consegue-se ter movimentos totalmente autónomos, sem a necessidade de elementos externos.

O objetivo deste projeto explora as estruturas insufláveis de duas perspectivas, uma sendo um produto gerador de admiração, surpresa e novas experiências no contacto com o mesmo, e outro, como uma ferramenta funcional no processo de transporte de mercadorias, resposta a emergências e ainda na arquitetura.

Na figura 22, é apresentado um exemplo de uma estrutura autoinsuflável, realizado por Penelope Webb num projeto de mestrado em *Media Arts and Sciences* no Instituto de Tecnologia de Massachussetts (2017).



Figura 22 – Estrutura autoinsuflável com descrição das características. Fonte: MIT, 2019

FIDU Technology de Oskar Zieta

Como referenciado anteriormente, a tecnologia FIDU (Figura 23) é a inspiração para este projeto, sendo uma tecnologia que pode ser aplicada em todo o tipo de indústria. Foi concebida para a criação de peças em metal, por Oskar Zieta, uma tecnologia inovadora, de baixo custo, ultraleve, durável e expansível. Apesar de poder ser aplicada em todo o tipo de indústria, terá de ser reestruturada quando se fala em adaptá-la a outro tipo de materiais (Malaczek, 2016).

Nos dias de hoje e cada vez mais o processo de produção tem de ter mais desempenho e elasticidade, de forma a responder às exigências do mercado com mais rapidez e eficácia. FIDU, combina duas tecnologias: a CNC de corte a laser com a soldagem de materiais finos. Trata-se de um método que responde a essas exigências, de forma a criar produtos únicos, adequados às necessidades

específicas e não requer ferramentas ou materiais dispendiosos, quer no produto final, quer no processo de produção.

Esta tecnologia reduz o desperdício de material até 50% e ainda o consumo de energia, proporcionando resultados mais precisos e rápidos. Este processo passa por soldar apenas duas chapas de aço cortadas, ao redor das suas bordas, injetar ar, criando assim a peça tridimensional, deformando as chapas metálicas graças à pressão do ar (Zieta, 2012). É um produto estável e tão resistente que pode ser classificado como uma construção ultraleve. De alta escalabilidade, produção de baixo custo de séries curtas e de baixa emissão de CO₂ – *eco-friendly*.

O material é sujeito a um processo de deformação envolvendo pressão interna para transformar um objeto 2D em 3D, sendo o material em si que decide sobre sua forma final. Por este motivo esta tecnologia se torna ainda mais única conectando dois termos opostos, exclusividade e produção em massa, possível devido à perda verificada de controle (Prozessdesign, 2015).

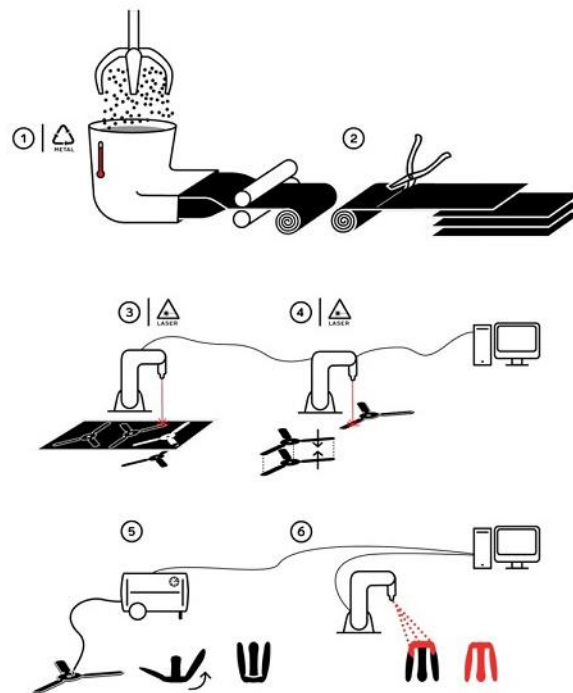


Figura 23 – Processo tecnologia FIDU. Fonte: www.zieta.pl, 2018

Com a experiência foram sendo desenvolvidas versões mais leves dos produtos que não requerem tanta longevidade, com o uso de chapas de espessura mais fina.

As formas destes produtos (Figura 24), são tão familiares aos olhos que fazem lembrar plásticos fluidos, elásticos, mas que na realidade foram transferidas para o metal.³

Ainda, no Anexo I é apresentada uma entrevista traduzida, feita por Katharina Feuer a Oskar Zieta.



Figura 24 – Bancos Plopp de Oskar Zieta realizada com tecnologia FIDU. Fonte: www.zieta.pl, 2019

Exposição “Obras, Pensamentos, Experiências” de Anish Kapoor

Como forma de inspiração e desenvolvimento da peça, além da recolha do estado da arte participou-se na visita a museus e exposições que ajudaram no sentido de pensar fora da caixa, quer no desenvolvimento de maquetas, na utilização dos materiais, quer na forma do protótipo final. Uma das exposições mais estimulantes para este projeto, foi visitada no Museu de Serralves, no Porto em dezembro de 2018 (2018), com a apresentação de vários trabalhos que representam a linguagem escultórica do arquiteto Anish Kapoor. As suas obras de grande escala representadas em pequenas maquetas (Figuras 25, 26 e 27) conseguem transportar-nos para perto da realidade. Enchem-nos de ideias e formas de pensar totalmente fora do comum tendo, esta visita, sido uma mais-valia para este projeto. A grande maioria das peças que representa são de arquitetura que marcam a sua presença onde quer que estejam, notórias no meio de qualquer lugar.

Anish Kapoor foi um dos exemplos mais inspiradores no que respeita a fugir das formas convencionais dos objetos, e na relação do sujeito com o mesmo.

³ Oskar Zieta (2016) descreve a sua criação como “*An object that was just a flat piece of metal adopts its optimal shape by itself. It is a serial but unique product, as sheeting never curves in exactly the same way*”.



Figura 25 - Maqueta *"In the shadow of the tree and the knot of the earth I - XII"*

Foto da investigadora na exposição de Anish Kapoor em Serralves (8/12/2018)



Figura 26 - Maqueta *"Leviathan Project"*

Foto da investigadora na exposição de Anish Kapoor em Serralves (8/12/2018)



Figura 27 - Interior de *"Sectional Body preparing for Monadic Singularity"*

Foto da investigadora na exposição de Anish Kapoor em Serralves (8/12/2018)

O arquiteto une a escultura à arquitetura, mostrando nas suas maquetas uma variedade de formas elementares abstratas, reinventando a representação do ar livre, explorando a física e a metafísica da escultura e a sua expansão além do material, como também a relação entre o sujeito, o objeto e o espaço.

Como sugerido por Stappers (2007) o protótipo surge como uma ferramenta de projeção de ideia e de avaliação de soluções, tal como *sketches*, diagramas, cenários, através do qual o designer transmite o conceito e o conhecimento necessário à conceção do produto

Como conclusão do estudo da arte verificou-se assim que há um grande número de propostas, produtos, métodos e tecnologias que suscitam interesse de estudo, contudo no final optou-se por seleccionar apenas algumas das propostas mais interessantes dentro deste tema e posteriormente analisar a fundo as suas tecnologias.

Ainda, os autores de inspiração para este trabalho foram o Oskar Zieta, pela sua tecnologia única e o artista Anish Kapoor pelas suas maquetas, e trabalhos com o qual se enquadram este projeto, sendo que nas fases seguintes, essas inspirações, irão ser refletidas em produtos baseados em tecidos de malha.

3. PROCESSO DE DESIGN

Neste capítulo é explicado o processo de design realizado neste projeto.

O processo de design pode ser visto no contexto do desenvolvimento como a sequência das atividades e decisões de design necessárias para progredir da ideia para uma solução detalhada. Este, é essencialmente interativo e envolve a definição do problema (contexto), a recolha e tratamento de informação relevante, uma procura de soluções diversificadas. Na fase seguinte, advém uma convergência para uma solução preferencial e por último a implementação e otimização dos processos e tecnologias.

O processo de design, segundo Munari (1981) é um conjunto de operações necessárias dispostas em ordem lógica que nos leva de forma confiável e segura à solução de um problema.

3.1 Método de design de mobiliário têxtil insuflável

O método proposto para o design de mobiliário insuflável, inicia-se com uma pesquisa de estado da arte, seguido da definição do contexto. Posteriormente, é definido o tipo de produto, os seus requisitos funcionais e estéticos, uma análise de métodos e tecnologias que deem resposta ao tema e a definição do tipo de produto. Em função dessa pesquisa, segue-se a geração de ideias e definição de um conceito.

Antes de se começar a esboçar a peça, deve existir um processo de exploração prática dos materiais de modo a obter-se o conhecimento necessário para desenhar com eles. O passo seguinte corresponde ao design preliminar, em que são realizadas várias experiências, procedendo para a construção de um ou mais protótipos, conforme necessário. Os mesmos são sujeitos aos respetivos testes, laboratoriais ou em contexto real, de forma a resolver-se as questões de ergonomia e usabilidade, assim como outras questões previamente mencionadas.

Sempre que necessário, são feitos os devidos ajustes ou redesign do produto, tendo novamente uma fase de design, construção e avaliação da peça até se obter os resultados pretendidos. Este método de trabalho é importante de forma a organizar o conjunto de ações que orientam o processo de trabalho, no sentido de resolver os problemas e atingir os objetivos.

3.2 Contexto

O contexto deste projeto passa por um produto para todo o tipo de pessoas que têm por hábito passear em parques públicos, sejam eles espaços lúdicos ou apenas para estar confortável a ler um livro, ou simplesmente a desfrutar da vida, independentemente da sua idade. Criar uma certa dinâmica com aplicação em espaços que até então não tinham qualquer motivo para serem frequentados. Um produto inclusivo, para jovens e idosos passarem um momento em família aliado à diversão. Não tem regras de utilização, apenas os cuidados normais para utilizadores menores ou com pouca mobilidade.

Pretende-se fugir das formas e usos tradicionais das coisas, causar impacto com a sua dimensão, com o seu design e singularidade e, ao mesmo tempo, transportar a leveza de um material para espaços urbanos e expostos a todas as condições atmosféricas.

3.3 Definição do Produto

Nos dias de hoje para se poder desenvolver um produto de design, existe uma facilidade muito grande no que diz respeito ao acesso a diferentes materiais e processos de fabrico e tecnologias. Isso, possibilita aos designers realizar produtos diferentes e mais acessíveis ao nível dos materiais e instrumentos. Contudo, também se pode inovar em relação às tecnologias utilizadas, que muitas vezes substituem outras mais dispendiosas, que não são sustentáveis, entre outros motivos. E além desses fatores também relevantes, quando se desenvolve uma nova tecnologia, há a oportunidade de inovação e criação de novos produtos de design.

Muitos projetos de design conseguem combinar a estética e a funcionalidade de forma harmoniosa, sendo que essa é a melhor combinação para um produto bem-sucedido, não querendo dizer com isso que produtos funcionais não apelativos, não tenham sucesso ou vice-versa, mas cada vez mais o mercado está saturado de propostas e alternativas de produtos que fazem exatamente o mesmo, mas a sua aparência é vencida por outros.

Antes de se projetar um produto, é essencial entender os seus requisitos estéticos e funcionais, pois fundamentar as decisões de design ajuda a estabelecer um domínio sobre o assunto. Além disso é necessário definir os requisitos do produto e dos materiais usados, das tecnologias e da forma.

3.4 Requisitos (funcionais e estéticos)

Primeiro, para a concepção do produto foram definidos os requisitos funcionais e estéticos, sendo que esses mesmos requisitos abrangem o estudo do utilizador, além das limitações da tecnologia, tecnologia essa que também será desenvolvida de raiz apesar de ser inspirada na tecnologia FIDU.

A estética de um produto é cada vez mais valorizada pelos consumidores, pois o primeiro impacto com a peça é visual e isso faz com que a pessoa se apaixone à primeira vista e opte por um produto mais atrativo mesmo sendo de valor mais elevado do que um produto exatamente igual, mas de preço mais reduzido.

Visto ser uma peça para aplicar em ambientes urbanos, pretende-se criar uma simbiose entre a peça e a natureza, trabalhando as formas orgânicas e essenciais no enquadramento. Ainda, como forma de valorização e importância com a natureza, pretende-se que seja um produto sustentável, assim como a tecnologia praticada.

A possibilidade de usar padrões de malha com superfícies 3D também é um aspeto a considerar de forma a tornar a peça mais atrativa tanto aos olhos como ao toque.

Para se conseguir combinar a estética com a funcionalidade que vá ao encontro da harmonia é necessário o estudo da ergonomia, da resistência, durabilidade, entre outros fatores, pois é um produto que estará exposto ao uso diário, assim como às alterações atmosféricas. Estes principais requisitos têm de ser convenientemente estudados para que cada peça seja funcional e não ocorra quaisquer problemas na sua utilização.

3.4.1 Ergonomia

A ergonomia é um dos requisitos importantes neste projeto, pois a qualidade de adaptação aos seus utilizadores assim como a sua função devem ser cumpridas. Esta condição está muito dependente da forma do objeto.

Segundo a norma ISO 9241 a usabilidade foi incluída nos requisitos da ergonomia e definida como "...capacidade de um produto poder ser usado por utilizadores específicos para alcançar objetivos específicos com eficiência, eficácia e satisfação num contexto específico de uso..." (ISO, 1998), desta forma a usabilidade foi apresentada com três medidas:

1º Eficácia: Designa a exatidão e integridade com que os utilizadores alcançam os objetivos específicos com a qualidade necessária;

2º Eficiência: Representa a quantidade de recursos (tempo, esforço físico e cognitivo) que se precisa dispensar de forma se atingir os objetivos pretendidos;

3º Satisfação: Exprime a emoção que os utilizadores sentem face à relação que têm com o produto e/ou sistema e os recursos necessários para alcançar tais objetivos.

A ergonomia tem como princípios a produtividade e conforto e é baseada em vários estudos do ser humano e do ambiente que os rodeia, sendo eles a antropometria, biomecânica, engenharia, fisiologia e psicologia, podendo até dizer que a ergonomia está na origem da usabilidade, pois durante o uso, os níveis de eficácia e eficiência só serão alcançados pelo utilizador quanto maior for a adaptação do sistema interativo.

3.4.2 Aplicação

A instalação urbana, em particular, representa uma aplicação com bastante interesse, tanto por questões de desenvolvimento interativo como também por questões de repercussão da peça e da sua tecnologia, que posteriormente poderá ser aprofundado, de forma a levá-la para o espaço interior, com a criação de outras peças.

3.4.3 Matéria-prima

Quando se fala no produto, tendo em consideração que a sua estrutura base é a malha, há alguns requisitos a ter em consideração, como, a taxa de absorção de humidade, a resistência à luz solar e intempéries devido a ser um produto que está sujeito às condições atmosféricas e ainda, a resistência quando confrontado com o uso diário. Para que se possa responder a essas questões foi importante fazer um estudo dos possíveis materiais usados na produção da malha, como já apresentado no estado da arte.

Depois de selecionadas as fibras, foram enumeradas algumas das propriedades relevantes para este estudo, que são as seguintes:

- Tenacidade
- Alongamento
- Elasticidade
- Taxa de absorção de humidade
- Resistência a intempéries
- Resistência ao calor

- Resistência à luz solar

Na tabela 1 é apresentada uma matriz comparativa, com as potenciais fibras e algumas das propriedades selecionadas para a realização deste projeto, sendo que, apesar de estarem analisadas individualmente, podem, na fase de produção da malha, ser combinadas, de forma a incluir mais do que um tipo de fio, se for uma mais-valia para a estrutura da malha.

As propriedades apresentam percentagens diferentes devido à sua maior ou menor importância para este caso de estudo e são atribuídas classificações consoante as características das fibras. Essas classificações são baseadas em dados de investigação sobre as determinadas fibras. Após a recolha desses dados foi calculado o valor da percentagem atribuída numa escala entre 0 e 10. Seguidamente foram somados todos os parâmetros, sendo o valor mais alto correspondente à opção mais apropriada.

Tabela 1 : Matriz comparativa de fibras têxteis

FIBRAS	TENACIDADE	ALONGAMENTO	ELASTICIDADE	ABSORÇÃO DE HUMIDADE	RESISTÊNCIA A INTEMPÉRIES	CALOR	LUZ SOLAR	
100%	(11%)	(11%)	(11%)	(18%)	(18%)	(15%)	(16%)	TOTAL
Algodão Co	1,5	2,3	2,5	3,5	2,5	2,5	2,2	17
Linho CL	1	2,7	2,5	5,5	2,5	1,6	2,2	18
Viscose CV	1,8	1,8	1,25	4	2,5	2,1	2,2	15,65
Poliéster PES	0,9	0,9	1,25	0,75	2,5	2,3	2,2	10,8
Poliamida PA	0,9	1,3	1,25	2,5	2,5	2,4	2,2	13,05
Acrílico PAC	2,3	1,5	1,25	1	3	2,5	2,8	14,35
Elastano PUE	2,6	0,5	1	0,75	2,5	1,6	2,2	11,15

Nota: Dados trabalhados pela investigadora.

O que se conclui com esta matriz de comparação é que as fibras naturais são as melhores opções para este projeto. Apesar de fracassarem em determinados fatores comparativamente às outras fibras, como o caso da absorção de humidade e elasticidade, estes fatores podem ser solucionados com a aplicação da resina.

Além dessas propriedades, coloca-se também em consideração o uso de fibras naturais pela sua sustentabilidade, contudo essa questão será um ponto de estudo numa fase mais avançada do projeto.

3.5 Design vs Tecnologia

Após a definição do produto, é necessário compreender quais as tecnologias e processos que irão servir de apoio para a criação e desenvolvimento do mesmo.

Começando pelo método de obtenção da malha, ao estudar as tecnologias para obtenção da malha e para o aprisionamento do ar, consegue-se ter o controlo da forma que se pretende. Quando já existe esse controlo passa-se então a dominar a forma e as respetivas tecnologias, podendo chegar a consolidação da forma final (Figura 28).

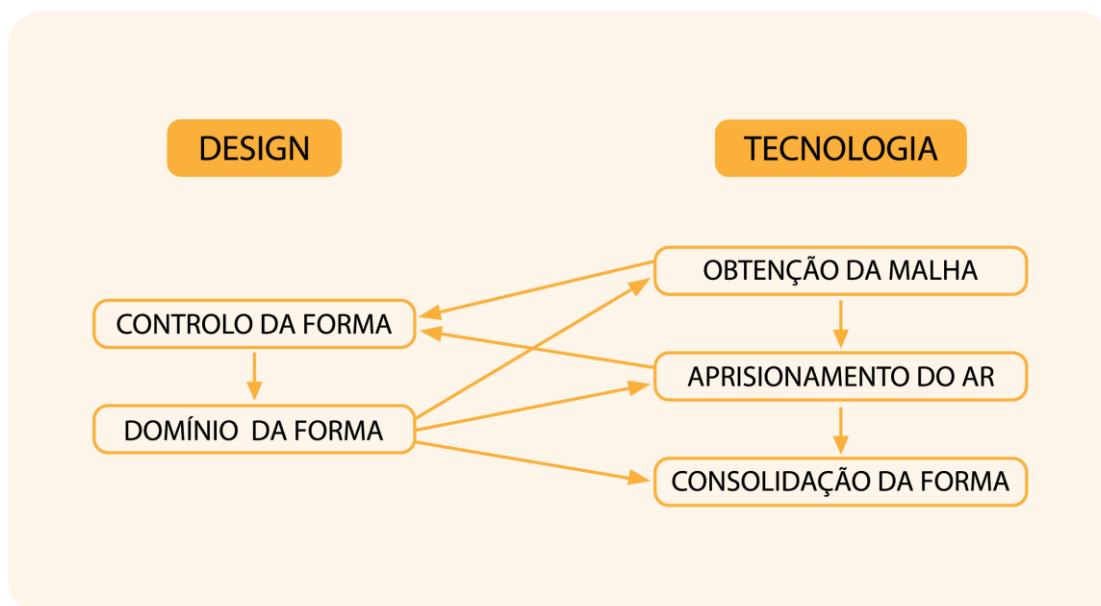


Figura 28 – Processo de estudo para este projeto.

3.5.1 Obtenção da malha

As tecnologias selecionadas para obtenção da malha, tendo em consideração que a estrutura base é a malha de trama, foram os teares circulares e os teares retilíneos com dois ou mais sistemas de agulhas. Estes teares oferecem a possibilidade de se programar as estruturas e efeitos, com a inclusão de mais ou menos fios, com a abertura das laçadas ou mesmo com o desenho da estrutura 2D que permite o controlo da forma.

Para o desenvolvimento deste projeto e no caso dos teares circulares, selecionou-se o tear Seamless da marca Merz MBS, com jogo 28 e 13 polegadas de diâmetro (Figura 29). O tear apresenta um sistema de 1152 agulhas de lingueta e platinas, ordenadas no cilindro e *jacks* transferidores no disco. Tem oito sistemas de cames e em cada um destes sistemas, sete seletores de fio. Trata-se ainda de um tear full jacquard, o que indica que se pode operar ou dirigir cada agulha individualmente, possibilitando assim uma liberdade de desenho total. A tecnologia Seamless tem como principal característica o fato de ser possível obter produtos sem necessidade de costuras e acabamentos posteriores (Oliveira, 2016).



Figura 29 – Tear Merz MBS de propriedade da Universidade do Minho

Os sistemas constituintes dos teares Seamless são o sistema de alimentação do fio, que fornece o fio ao sistema de tricotagem e é composto por alimentadores, guia-fios, detetores de fios e esquinadeiras, o sistema de tricotagem que é onde efetivamente a malha é tricotada e é composta pelo cilindro no qual se encontram as agulhas de lingueta e platinas; seletor eletrónico de fios; o disco, que

contém os *jacks* de transferência, o anel de serra, lâminas de corte, pinças para os fios, o sistema de aspiração, as cames com os mecanismos de seleção dos *jacks*, sistemas de monitorização como os detetores de quebra de fio, agulhas partidas, os abridores de lingueta e luzes sinalizadoras e o sistema de tiragem que tem a capacidade de extrair a peça pronta do sistema de tricotagem por sucção, conduzindo-a por um tubo até o exterior da máquina (Catarino, 2014).

Depois do estudo realizado com o tear circular, intenta-se a continuação do mesmo no tear retilíneo Stoll, de modo a obter-se outras amostras de malha que não são possíveis de realizar no tear circular, para assim, se poder analisar as questões da forma nas novas experiências realizadas.

A relação do desenho 2D da malha, no software M1 plus, da Stoll ou nos softwares MBS program e Multipattern do Seamless, com a sua produção é muito importante para se conseguir controlar a malha.

3.5.2 Aprisionamento do ar

O aprisionamento do ar terá de ser feito com a aplicação de uma câmara-de-ar ou bolsa que permita assim a injeção do ar, visto que o material base de trabalho é o têxtil. Devido às características do mesmo, este não consegue, sem qualquer revestimento interno ou externo, aprisionar o ar.

Para a realização dos protótipos, a injeção de ar será através da inclusão de câmaras-de ar, de balões e sacos, de modo a estudar-se a forma, sendo que numa fase avançada do projeto terá de ser repensado o método de aprisionamento de ar devido a trabalhar-se com grandes dimensões.

Inicialmente o plano de trabalho consistia em ter a fase de injeção de ar antes, durante e após a resinagem, como exemplificado na figura 30. Mas por falta de meios, não foi possível fazer experiências dessa forma, pois seria necessária uma tecnologia que permite-se a injeção do ar em simultâneo com todas as fases referentes à resinagem. Por esse motivo o plano de trabalho foi adaptado com a introdução de câmaras-de-ar antes da resinagem e de seguida a retirada da respetiva câmara como exemplificado na figura 31.



Figura 30 - Primeiro Plano de trabalho projetado

Nota: Dados trabalhados pela investigadora

FIO ➡ MALHA ➡ CÂMARA-DE-AR ➡ RESINA ➡ EXCLUSÃO CAMARA DE AR

Figura 31 - Segundo Plano de trabalho projetado

Nota: Dados trabalhados pela investigadora

3.5.3 Consolidação da forma

Após a produção da malha e do aprisionamento do ar dentro da mesma, segue-se a consolidação da forma. Para isso é necessária a aplicação de resina na malha. Essa resina terá que cumprir determinados requisitos, pois em contacto com determinados tipos de fio pode causar diversas reações, sendo que, as principais exigências da resina passam por, não deformar a malha quando é aplicada, ter boa aderência no material têxtil e, é importante que, assim como o material usado na produção da malha, este seja resistente às condições climáticas. Ainda terá de ter a possibilidade de aplicação e secagem da resina a temperatura ambiente.

Depois da resinagem da malha, pretende-se que o produto seja resistente à utilização diária e para isso terá de ser adaptado também para que a sua durabilidade seja a maior possível.

A durabilidade deste produto intenta-se que tenha o tempo médio de vida de um produto sujeito a intempéries e que sofre com as alterações de temperaturas. Porém, isso varia consoante o local onde a sua aplicação é feita, pois há locais com maior exposição à radiação solar e outros mais sujeitos a intempéries. Para que o produto esteja minimamente adequado a essas mudanças atmosféricas, além da sua usabilidade, a resina aplicada terá de ser adequada para esses contextos.

As principais resinas que foram pensadas para este estudo foram as seguintes:

- Resina Epoxi

Esta resina, também conhecida por poliepóxido, é um tipo de plástico que ao entrar em contato com um agente catalisador endurece e se torna uma superfície sólida e rígida. A reação dos poliepóxidos com endurecedores polifuncionais formam um polímero termoendurecível que geralmente têm propriedades mecânicas favoráveis e alta resistência térmica e química.

A resina epoxi possui uma ampla gama de aplicações que vão desde revestimentos metálicos, uso em eletrônicos, isoladores elétricos de alta tensão, entre outros, além da sua rápida aplicação. A resina de alta tecnologia, é um produto à base de resina epoxi com endurecedores, sendo que essas resinas têm baixa viscosidade, contudo tendem a amarelar com a exposição ao sol.

- Resinas de poliéster

Dentro das resinas de poliéster existem cinco tipos diferentes. A ortoftálica que é a mais comum no mercado e também a mais barata, apresenta baixa resistência térmica e química, e é utilizada em aplicações gerais. Existe também a tereftálica, que possui uma resistência física um pouco superior à da ortoftálica. Porém, apresenta uma baixa resistência a raios UV (Ultravioleta) e fica amarelada com facilidade. Depois, existe a isoftálica com características térmicas, químicas e mecânicas melhores do que as resinas anteriores e dá uma maior resistência mecânica à peça. A bisfenólica possui resistências térmicas e químicas elevadas e é utilizada principalmente em revestimentos anticorrosivos. Por último, as ester-vinílicas, apresentam uma maior resistência aos meios alcalinos e é utilizada na fabricação de peças que ficarão expostas a ambientes altamente agressivos.

As resinas poliéster são fáceis de processar, contudo, após o estudo da mesma conclui-se que no seu processo de endurecimento dissipam uma grande quantidade de calor, processo conhecido com reação exotérmica, sendo isso, um fator negativo para aplicação neste projeto, pois a fibra têxtil pode entrar em decomposição.

- Resinas de polipropileno

Estas resinas têm um equilíbrio de propriedades térmicas, químicas e elétricas e isso torna-as um material muito versátil, contudo, é um material com baixa resistência à variação brusca da temperatura.

Estas resinas são de baixo custo, têm resistência moderada ao impacto, resistência à flexão e baixa absorção de humidade.

- Resinas de poliuretano

No caso das resinas de poliuretano, estas apresentam como maior característica a flexibilidade mecânica, sendo, portanto, muito indicadas para áreas externas, onde é preciso acompanhar as variações climáticas e exposição à radiação solar.

Na tabela 2 estão representadas as quatro resinas escolhidas para esta análise, onde é feita uma matriz comparativa de forma a avaliar qual a resina mais adequada segundo as propriedades mais relevantes neste estudo.

Tabela 2: Quadro comparativo de resinas sintéticas

RESINAS	DURABILIDADE E RESISTÊNCIA	IMPERMEABILIDADE	RESISTÊNCIA RADIAÇÃO SOLAR	RESISTÊNCIA INTEMPÉRIES	
100%	26%	24%	25%	25%	TOTAL
Epoxi	8	6	7	6,25	27,25
Poliéster	6	6	6	6,25	24,25
Polipropileno	6	6	4	6,25	22,25
Poliuretano	6	6	8	6,25	26,25

Nota: Dados trabalhados pela investigadora.

Como se pode analisar a resina epoxi será, à partida, a mais indicada para a impermeabilização do material têxtil, pois as suas características, num modo geral, são as mais favoráveis.

Outro fator relevante é a sustentabilidade, sendo esse um ponto de estudo futuro assim como a fibra, como já mencionado anteriormente.

3.5.4 Controlo da forma

O principal estudo neste trabalho, visto ser um projeto com foco no design, passa por analisar e compreender a forma.

A forma da malha pretendida é tubular, de modo a poder incluir-se as câmaras-de-ar e não haver necessidade de costuras ou outros métodos de união, tornando assim o processo de fabrico mais rápido. Estas formas tubulares podem ser produzidas com recurso a duas tecnologias, os teares circulares ou os teares retilíneos, como mencionado anteriormente.

Para a atribuição da forma à peça existem duas possibilidades. Ou a forma será refletida em função da malha, ou seja, através do domínio da estrutura da malha, do desenho 2D e todas as variantes na produção da malha. E/ou através da estrutura de ar que se colocará no interior, recorrendo ao uso de câmaras-de-ar, balões ou qualquer tipo de bolsa com formas definidas, que permitam a insuflação e aprisionamento do ar. Deste modo será possível a análise do comportamento da malha e do próprio fio, se cede ou não ao objeto colocado no interior e se varia consoante as forças que estarão a exercer sobre a malha.

De forma a seguir-se numa linha de trabalho, foi inicialmente planeado o estudo de 3 formas primárias (Figura 32). Uma das formas é um tubo perfeito, ou seja, em todo o seu comprimento o seu

diâmetro é sempre o mesmo. Outra forma é um tubo sempre com o mesmo diâmetro, mas ovalizados e posteriormente uma última forma, um tubo com círculos de diâmetro diferentes e não coincidentes.

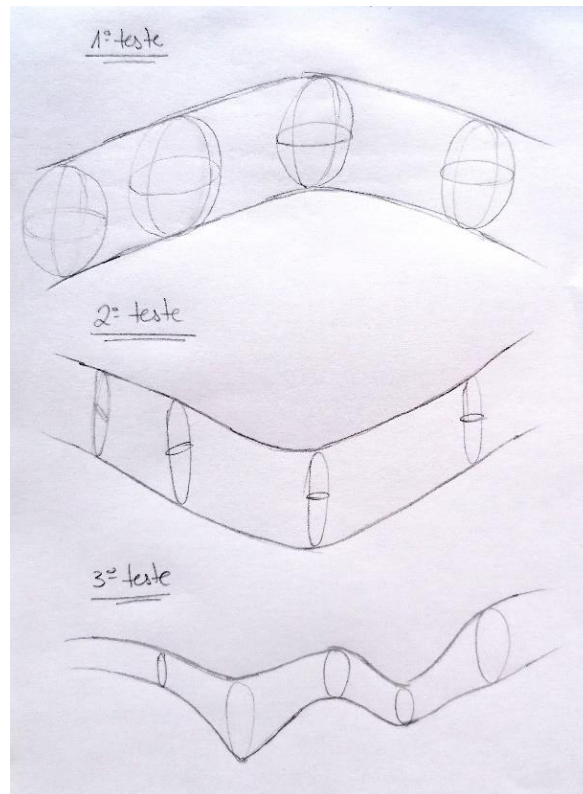


Figura 32 – Sketch de formas a estudar.

Após a análise das amostras anteriores, foram formuladas mais três configurações para se obter um estudo mais completo e percebermos os pontos fracos e fortes na estrutura da malha.

O primeiro teste será uma forma em cotovelo, de modo a perceber-se como a malha se comporta na zona do ângulo. O segundo teste passa pelo formato da malha ter uma saliência como se tivesse uma bola no seu interior e a terceira e última forma passa por ter essas mesmas saliências, mas uma de um lado do cilindro e outra do outro lado e mais em baixo (Figura 33).

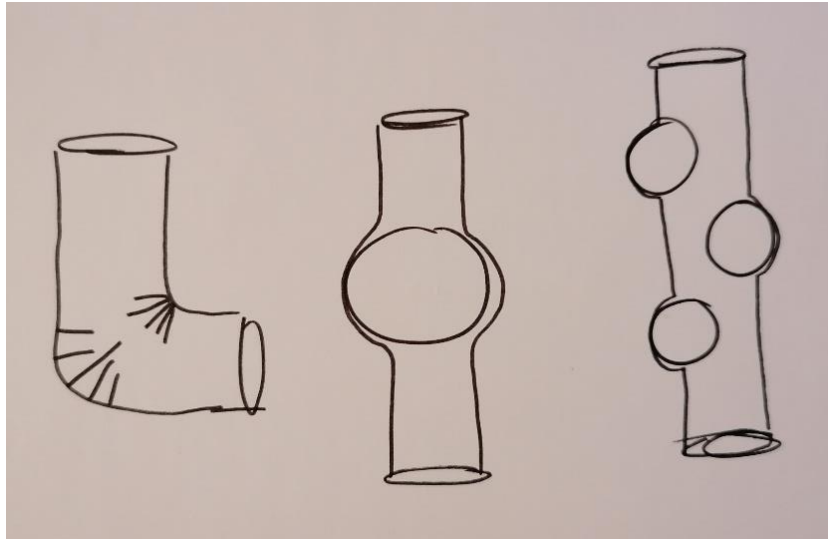


Figura 33 – *Sketch* formas a estudar.

Para estas formas seria necessário o recurso ao tear Stoll que, como já foi referido não foi possível a produção das mesmas.

Posteriormente, terá de ser estudada a pressão injetada, como outros fatores que neste projeto não serão realizados, mas que numa fase futura será um ponto relevante ao estudo.

3.5.5 Domínio da forma

O domínio da forma é um dos pontos, se não o ponto mais fulcral deste trabalho pois, a forma é o que envolve a parte do design. Uma vez dominada, obtendo-se produtos com um conceito, com uma conceção controlada e objetiva e não objetos aleatórios sem uma razão para a questão “porquê assim?”.

As justificações das decisões de design ajudam a estabelecer uma autoridade sobre o assunto, tornando o designer entendedor e dominador das suas próprias artes.

Chegando na etapa do domínio da forma, pretende-se que todos os pontos mencionados anteriormente estejam controlados. Assim que se dominar todas as tecnologias e processos para obtenção de um produto final é então concluído que a tecnologia é viável do ponto de vista técnico, sendo posteriormente possível a conceção e idealização de um conceito.

3.6 Design Conceptual

Após se preferir todos as exigências e processos a seguir, inicia-se a fase do design conceptual onde são exibidas as inspirações e posteriormente a geração de ideias e conceitos de produtos. Essa pesquisa de inspirações foi organizada em quatro temas, o design de mobiliário urbano, as estruturas têxteis, as estruturas insufláveis e as estruturas 3D e/ou de superfícies.

3.6.1 Inspiração

Como se verifica na figura 34, no painel de inspiração de mobiliário urbano, vários exemplos de peças se podem observar com diversos tipos de materiais que conseguem transmitir a ideia de insufláveis da mesma forma, como é o caso do exemplo apresentado no número 1 da figura 34, Guerrila-Bank de Oliver Schau, que consiste numa aplicação urbana de tubos de plástico enrolados entre duas estruturas de modo a criar um banco, desde materiais pesados a outros mais leves, outros que transmitem a ideia de fragilidade como o banco de Oskar Zieta (número 2) e outros ainda dão ideia de serem objetos desconfortáveis como Strafsh Seat de Concept Urbain (número 3). Em todos estes objetos, de alguma forma, percebe-se a sua funcionalidade e muitos deles servem para a mesma coisa, contudo são feitos de tecnologias e/ou materiais muito distintos.



Figura 34 – Painel inspiração de Mobiliário urbano. Fonte: Pinterest, 2018

No painel de inspiração de estruturas têxteis ilustrado na figura 35, consegue-se analisar formas, estruturas, padrões e cores diferentes. Os modos de atribuição das formas apresentadas são diversos, indo desde o controlo da própria estrutura têxtil até à inclusão de algum objeto/estrutura colocados no interior da estrutura têxtil. Como se pode ver nos números 1 e 2 da figura 35, o Crochet Palygrouds de Toshiko Horiuchi MacAdam (Rojals del Alamo, 2004) e o Facade da escultora Jenna Didier, algum objeto foi colocado propositadamente para criar uma certa forma no têxtil, conferindo um aspeto tridimensional. Ainda, com a inclusão de balões/câmaras-de-ar no interior da estrutura têxtil, pode-se ver o exemplo no número 3, The titillating Balloon Art de Nancy Davison (Frankel, 1999), provocando o alongar da malha devido à pressão interna do ar na câmara. Também, pode-se observar um exemplo muito interessante no número 4, as chamadas Pop Rocks, feitas com poliestireno (Architizer, 2012).



Figura 35 – Painel inspiração de estruturas têxteis. Fonte: Pinterest, 2018

Por último, foi concebido um painel, figura 37, com vários exemplos de design de estruturas têxteis com efeitos 3D e/ou de superfície. Qualquer um dos exemplos apresentados no painel transferem à peça, qualquer que ela seja, uma nova sensação, uma nova experiência. O toque é dos cinco sentidos o mais estimulado quando confrontado com este tipo de estruturas aliado ao tipo de material usado, causando assim várias sensações. Consegue-se analisar nesta figura exemplos em que a estrutura tem formas côncavas, a exemplos em que o material se apresenta como se tivesse vários cortes. Esses exemplos são pontos interessantes para o estudo deste projeto de modo a incitar outros tipos de sensações/emoções aos utilizadores.

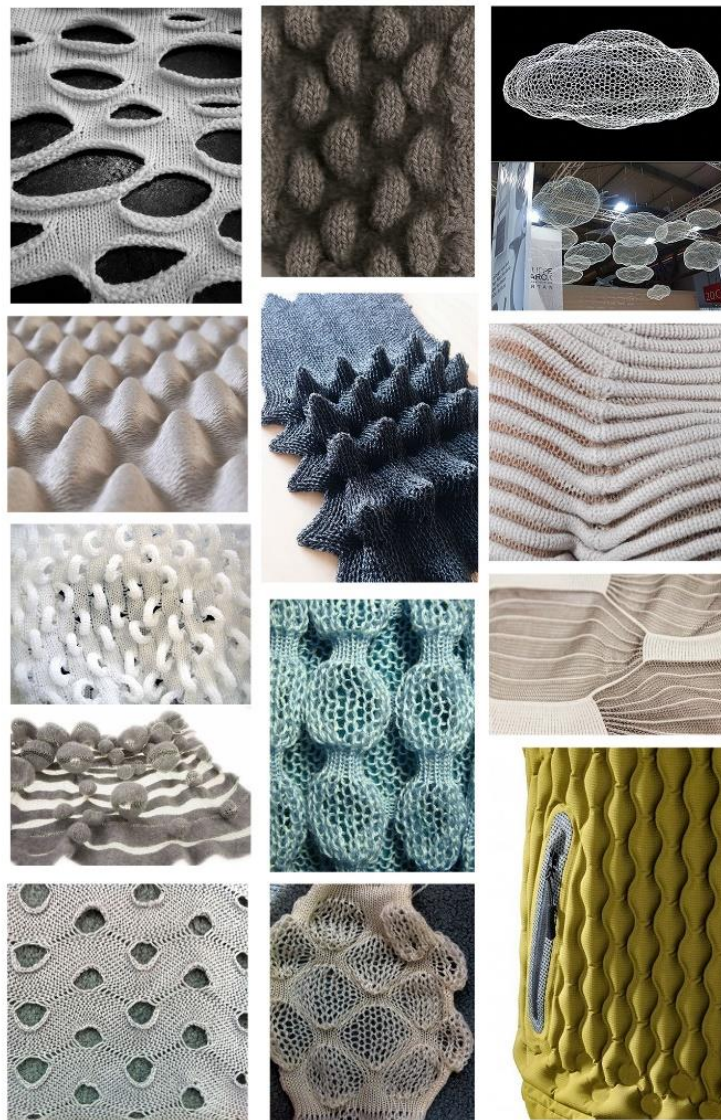


Figura 37 – Painel inspiração de estruturas 3D e/ou superfícies. Fonte: Pinterest, 2018

Estes painéis de inspiração são úteis como meio de inspiração e geração de novas ideias pois conseguem, de uma forma visual, dar uma noção global do que já existe e ajudam na seguinte fase do

processo de design, a geração de ideias. Também outorgam uma noção do comportamento dos materiais assim como, o comportamento dos utilizadores para com objetos que fogem das formas tradicionais.

3.6.2 Geração de ideias

Na segunda fase do design conceptual, de modo a gerar novas ideias e conceitos, foram realizados vários *sketches* à mão e digitais (Figuras 38 e 39), pensando de maneira a tornar o produto mais estético que integrassem os requisitos, elementos da cor, estrutura, toque, entre outros.

Quando se projeta um produto é importante que se experimentem diversos materiais e que seja possível testar os mesmos para, dessa forma, avaliar os melhores a nível dos comportamentos e requisitos que se pré-definiu.



Figura 38 – Geração de ideias, *sketches*.

Como se pode observar nas várias formas desenhadas, elas apresentam formatos orgânicos que servem como uma interligação com a natureza, visto ser um produto de grande escala para um meio natural e urbano. Pretende-se que não cause um choque visual, que esteja em harmonia com o espaço envolvente, mas ao mesmo tempo que seja impactante e suscite o interesse do utilizador.

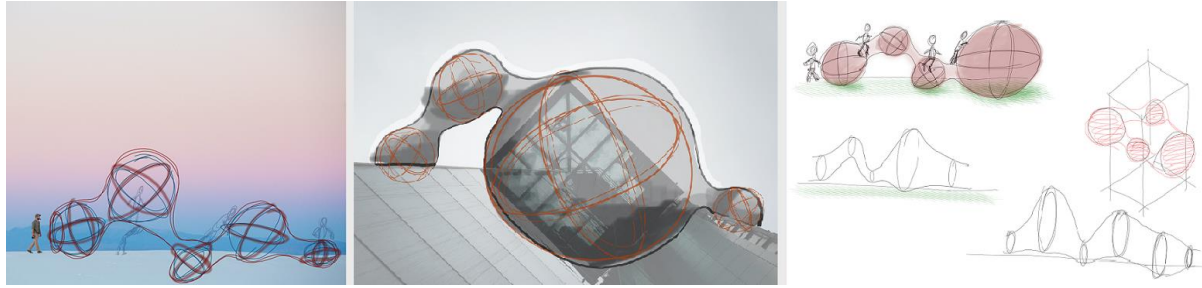


Figura 39 - Desenho digital realizado no programa Sketchbook.

Na figura 39 são apresentadas outras formas, quer em ambientes urbanos quer envoltos a estruturas arquitetônicas, como se representassem um fragmento dessa estrutura.

Essa seria outra vertente de estudo possível, apesar de que teria de ser produzido em vários fragmentos e posteriormente unidos, pois trata-se de elementos de grande escala. Contudo nesta fase do projeto não será abordado.

4. TRABALHO EXPERIMENTAL

Como já referenciado anteriormente o objetivo deste trabalho é a adaptação da tecnologia FIDU adaptada ao têxtil, sendo que para isso será necessário o estudo da produção de malhas, da injeção de ar e da consolidação da forma. Neste capítulo serão apresentadas as fases mencionadas e as respectivas experiências realizadas para a concretização desse objetivo.

4.1 Fase 1 - Produção da malha

A primeira fase experimental deste projeto passou por compreender como se produzem as malhas no tear manual, passando ao estudo do tear Seamless. De modo a obter amostras de malha tubular mais pequenas, foi realizada uma experiência no tear circular de amostra e por fim estudou-se o tear retilíneo Stoll.

4.1.1 Experiência 1: Exploração da tecnologia em teares manuais

Embora o tear de malha manual não seja a ferramenta mais adequada para este projeto, foi importante o início de estudo com o mesmo, pois desta forma percebeu-se como a malha é produzida, assim como o funcionamento do próprio tear manual. Os ensaios efetuados neste capítulo comparam as variáveis de fio utilizado, no sentido de analisar o seu efeito estético.

Após a discência deste tear de malha manual percebeu-se como é feita a tricotagem da malha, quais as diferenças entre os tipos de laçadas (normal, carregada e flutuante) e tendo o tear duas bancadas como o fio se entrelaça entre si, criando laçadas e deste modo malha. O tear manual tem a possibilidade de tricotar várias estruturas, que podem ir desde o jersey tubular, o rib, cardigan, entre outros, pois depende do seu agulhamento e da programação das cames. Estes teares manuais estão equipados com cames programáveis, o que significando que, ao final de cada ciclo de “vai-vem”, pode-se reprogramar as cames para o ciclo seguinte. Por exemplo, num ciclo estava a tricotar-se laçada normal em todas as agulhas, no ciclo seguinte passou a tricotar-se laçada carregada.

Outro ponto importante nos teares manuais é o agulhamento, ou seja, nestes teares existem dois tipos de agulhas, talão curto e talão comprido e combinando com a sua disposição no leito de agulhas e selecionando com as cames todas as agulhas ou apenas as de talão comprido, é possível a obtenção de outros efeitos.

Na figura 40 é possível observar os primeiros testes realizados neste tear, sendo que a desvantagem desta tecnologia é o facto de ser um processo manual que tornará o processo de desenvolvimento mais lento.



Figura 40 – Primeiros testes de malha no tear de malha manual.

4.1.2 Experiência 2: Exploração da tecnologia em teares Seamless

Depois dos estudos feitos no tear de malha manual passou-se para o tear Seamless, onde se realizaram vários testes.

Numa primeira fase foi necessário perceber o funcionamento da máquina assim como compreender como se desenvolve o desenho 2D para posteriormente passá-lo ao 3D na produção da malha, sendo que neste tear só é possível a realização de formas tubulares, sempre associadas ao diâmetro do tear.

Inicialmente, foi efetuada a produção de algumas amostras com o recurso a diferentes padrões anteriormente estudados por outros alunos da Universidade do Minho (Figura 41), de forma a perceber-se o potencial desta tecnologia em relação ao processo de tricotagem e transformações da malha quando passadas do desenho no programa para a realidade. Foi interessante perceber que alguns padrões saíram como esperado, já outros ficaram bem diferentes do que se esperava (Figura 42 e 43).



Figura 41 – Representação do desenho 2D e respetiva amostra de malha.



Figura 42 – Teste de malha com padrões 3D.



Figura 43 – Teste de malha com padrões 3D.

Após esses testes percebeu-se que a possibilidade de criar padrões 3D era grande e bastante interessante para este projeto pois, a inclusão de certos tipos de estruturas podem causar outro tipo de sensações aos utilizadores, contudo nesta fase não foi aprofundado essa hipótese.

Nesta experiência foram produzidos vários tubos de malha com diferentes estruturas (Figura 44 e 45) de modo a perceber como a malha se comportava, analisou-se a sua maciez, a estrutura e as questões a nível da compactação. De forma a tornar os tubos de malha com diâmetro menor, foi costurada a meio a amostra realizada no tear Seamless (Figura 46).



Figura 44 – Testes de malha com círculos de estrutura diferente.



Figura 45 – Testes de malha com estruturas diferentes.



Figura 46 – Costura de amostras.

Com a realização de algumas tentativas entendeu-se que não se poderiam cometer vários erros, sendo um deles a criação de padrões com mais de 2 laçadas carregadas pois o tear liberta o fio e a malha fica com defeito.

Após se fazerem alguns testes percebeu-se que seria um bom ponto de partida, contudo não se adequava completamente ao objetivo, pois a sua forma base seria sempre em forma tubular e apenas se poderia alterar a sua estrutura da malha, ou incluir várias tipos de estrutura 3D na sua forma. Por esse motivo, não seria possível a realização das amostras com as formas apresentadas anteriormente nas figuras 32 e 33 no tear Seamless.

4.1.3 Experiência 3: Exploração da tecnologia no tear circular de amostra

Como o tear Seamless só produz malha em formato tubular, neste caso específico com um diâmetro de aproximadamente 30 centímetros, realizaram-se pequenas amostras num tear circular de amostra com um sistema de agulhas de came fixa (Figura 47) e com diferentes tipos de fios. Porém, neste tear não é possível alterar a sua estrutura ao longo do mesmo teste, sendo assim produzida sempre com a mesma, a estrutura jersey. Contudo, foi-se alterando o tipo de fio, com mais e menos elastano, podendo observar-se o resultado na figura 48 e 49.



Figura 47 – Tear circular com sistema de agulhas de came fixa de propriedade da Uni. do Minho.



Figura 48 – Teste realizado no tear circular com diferentes tipos de fios.



Figura 49 – Teste realizado no tear circular com diferentes tipos de fios.

4.1.4 Experiência 4: Exploração da tecnologia em teares tear retilíneo

Na 4ª experiência realizada nesta primeira fase do trabalho experimental, foi a exploração do tear retilíneo Stoll (Figura 50). Iniciou-se por compreender o funcionamento do programa de desenho e idealizar alguns modelos para posteriormente produzir e perceber como funciona a produção da malha neste tear. Mas, depois de várias tentativas e sucessivos problemas no tear, foi necessário a realização dos testes apenas no tear Seamless, de modo a conseguir-se chegar o mais próximo do pretendido, às formas singulares, num projeto que por si só, será desenvolvido com uma tecnologia distinta. Ficando esta etapa para realização numa perspetiva futura.



Figura 50 – Tear Stoll de propriedade da Uni. do Minho.

Na figura 51, é possível observar-se um exemplo de uma malha 3D em forma esférica e uma parte do respetivo desenho no programa do tear Stoll, sendo que para a realização dessa amostra de malha, foram necessárias 8 repetições do módulo apresentado. Em termos práticos, não há necessidade de desenhar a quantidade de repetições que se pretende, porque o próprio programa tem a opção de seleccionar quantas vezes se pretende a repetição do módulo quando produzido, sendo que na imagem aparece apenas uma parte do mesmo



Figura 51 – 3D forma esférica – aspeto do têxtil e programa de desenho de malha. Fonte: (Ionesi & Ciobanu, 2010).

4.2 Fase 2 - Injeção e aprisionamento do ar

Na segunda fase, seguiu-se para o estudo da injeção do ar, onde surgiram vários problemas devido ao material base ser o têxtil. Deste modo, compreendeu-se que teria de se incluir algum tipo de bolsa para aprisionar o ar.

4.2.1 Experiência 1: Injeção de ar diretamente na malha.

Numa primeira experiência, foi injetado o ar diretamente na malha e observou-se que a mesma não obteria alguma forma, devido à elevada permeabilidade da estrutura têxtil.

Como apresentado anteriormente, o objetivo inicial para a injeção do ar, passava por injetar o ar diretamente na malha, estudando a pressão adequada, ficando o têxtil com a sua forma estrutural insuflada, sendo resinada em simultâneo com a injeção do ar.

Não sendo possível realizar esses testes devido às tecnologias disponíveis, usou-se diferentes tipos de bolsas no interior do tubo de malha para aprisionar o ar. Os resultados que se conseguiram observar eram diferentes como exposto seguidamente.

4.2.2 Experiência 2: Aprisionamento do ar com recurso a balões.

Inicialmente, de modo a aprisionar o ar, foram usados balões. Estes, em concreto (Figura 52), têm formas esféricas onde a única coisa que varia é o seu tamanho e para encher os mesmos tem de haver alguma pressão de ar. Por esse motivo, ao colocar os balões de ar dentro das estruturas tubulares de malha a sua forma ficou evidenciada pelos balões (Figura 53).



Figura 52 – Balões usados para aprisionamento do ar.



Figura 53 – Teste de malha com padrões 3D.

4.2.3 Experiência 3: Aprisionamento do ar com recurso a câmara-de-ar.

Numa terceira experiência foram utilizadas câmaras-de-ar de pneus de cadeira de rodas (Butyl Rubber Tube). Nesta situação a borracha é mais espessa que o balão, pelo que a pressão do ar injetado tem de ser maior e conseqüentemente a força exercida na malha também é superior, pelo que a estrutura da malha será deformada.

Na figura 54 é possível analisar a forma final da malha com estruturas 3D na superfície que, com a inclusão da câmara previamente enchida, alargou as formas que não se encontram nas extremidades, moldando-se à câmara.



Figura 54 – Teste de malha com padrões 3D.

4.2.4 Experiência 4: Aprisionamento do ar com recurso a sacos de fruta.

Por fim, foi realizada uma experiência com sacos (de fruta), de material mais fino que o balão, onde se conseguiu perceber que o saco se adaptava à forma da malha (Figura 55, 56 e 57) e não o contrário, como visto nos exemplos anteriores do balão e da câmara. Pois a pressão do ar no saco era muito baixa, quase nula, que não exercia maior pressão que a estrutura da malha e isso fez com que a malha apresentasse as formas iniciais produzidas no tear. Essas formas podem ser mais ou menos acentuadas consoante a pressão do ar, sendo que essa pressão terá de ser estudada para que a malha não passe a assumir a forma da câmara-de-ar.



Figura 55 – Malha usada sem inclusão do saco.



Figura 56 – Malha com inclusão de saco de fruta com ar.



Figura 57 – Malha com inclusão de saco de fruta com ar.

Na figura 58, é apresentada a amostra da malha realizada no tear circular de amostras, com a inclusão de sacos com ar no interior. Neste caso em concreto, a malha moldou-se aos sacos, pois a sua estrutura inclui elastano e ainda a dimensão do involucro de ar é maior que o diâmetro da malha, fazendo por isso maior pressão sobre a malha.



Figura 58 – Amostra realizada no tear circular de amostra com sacos de ar no interior.

4.3 Fase 3 - Consolidação da forma

4.3.1 Experiência 1: Consolidação da forma da malha através de gesso.

Na primeira experiência de consolidação da forma, foi realizada uma maquete com a utilização de esponja de florista, balões e gesso para endurecer a malha de modo a se estudar as escalas e dimensões possíveis para o produto, apresentadas nas seguintes figuras 59 e 60.



Figura 59 – Maqueta com gesso.



Figura 60 – Maqueta com gesso.

Para a realização desta experiência, foi importante a visita à exposição de Anish Kapoor, já mencionada. Evidentemente, abriu portas a imaginação, tanto para a criação das próprias formas como a utilização de diversos materiais para execução das maquetas.

4.3.2 Experiência 2: Consolidação da forma da malha através de resina.

Seguidamente foram realizados testes com a aplicação da resina, sendo que, foi necessário recorrer a um processo manual. Esse processo começou por se preparar o composto Epoxi (Figura 61

e 62), que é gerado pela reação da mistura de dois componentes, 2/3 de resina epoxi EPORAI 1584/A e 1/3 de catalisador 450/B mexendo por 2 minutos. Foi selecionada esta resina para estes testes por ser uma resina mais aderente ao têxtil, resistente e porque não causa deformação na malha, como analisado anteriormente.

Após a resina estar pronta a ser aplicada foi mergulhada a amostra de têxtil de teste na mesma. De forma a não ficar com excessivo compósito, foi projetado ar com a pistola de pressão de modo a retirar o excesso de resina na malha. Logo de seguida, foram introduzidos os balões dentro da manga de malha, contudo tiveram de ser revestidos com um tecido Teflon de forma a não ficarem agarrados na malha de teste. Feito isso, foi deixado secar a temperatura ambiente durante 2 dias.



Figura 61 – Componentes compósito Epoxi



Figura 62 – Mistura de componentes para obtenção do Epoxi

Nas figuras 63, 64 e 65 é possível ver a sequência do processo de resinagem da malha, porém, este processo tem alguns pontos negativos quando realizado em grande escala. O principal problema é que após a secagem da resina a retirada das câmaras-de-ar tornou-se mais complicada. Apenas se conseguiu, neste caso, por serem cilindros abertos nas extremidades e em pequena escala com a inclusão de um têxtil Teflon. Apesar disso, a experiência realizada conseguiu exibir novas ideias interessantes para um trabalho futuro, como apresentado mais à frente.

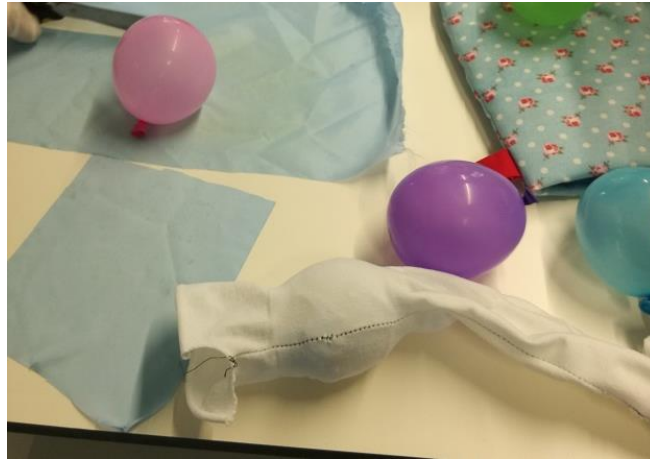


Figura 63 – Fase inicial de resinagem.



Figura 64 – Imersão da malha na resina.



Figura 65 – Malha com resina antes de secar.

Na figura 66 é apresentado o resultado do teste realizado com aplicação da resina, com o qual se concluiu que a resina aplicada não foi suficiente para criar a resistência pretendida, pois a camada resultante é demasiado fina.



Figura 66 – Resultado da resina aplicada na malha.

4.3.3 Experiência 3: Consolidação da forma da malha com superfícies 3D através de resina.

Numa terceira experiência foi aplicada a resina (Figura 67), com o mesmo método apresentado anteriormente, mas numa amostra de malha com estruturas 3D na superfície de maneira a compreender se, com a resinagem, ajudaria a tornar a peça mais resistente.



Figura 67 – Resultado da resina aplicada na malha com estruturas 3D na superfície.

Nesta experiência compreendeu-se que, dependendo das estruturas 3D, simultaneamente com o formato da câmara de ar, a malha centraliza-se mais em determinadas partes e com isso, provém a acumulação de mais resina. Após a secagem da resina, essa acumulação origina umas partes da malha mais resistentes que outras. Esse resultado poderá ser um ponto de ressaltos para obtenção de um produto mais resistente.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo são apresentados os resultados relativamente aos métodos de obtenção da forma, ao design do produto assim como as possíveis variações de materiais, estruturas, formas e cores. Por fim, é feita uma discussão desses resultados.

5.1 Resultados

Os resultados alcançados nas experiências realizadas foram importantes não só para se chegar a um design absoluto, mas também porque forneceram informações acerca do processo de desenvolvimento que condicionavam, em certas medidas, a conquista de uma boa solução de design.

5.1.1 Produto

Como nem sempre era possível a realização dos testes nos teares, foram também feitos alguns estudos no programa digital de modo a tornar mais real os desenhos previamente selecionados, com a simulação da malha. Um dos modos usados para o estudo da forma, foi o recurso ao programa de computador Cinema 4D (C4D), onde se realizaram várias experiências e estudos 3D.

Nas imagens seguintes (Figura 68, 69 e 70) é apresentado o estudo de três formas realizadas no programa C4D. Estas formas surgiram na fase de geração de ideias sendo que, um dos objetivos é utilizar estes exemplos para criar peças com vastos metros de comprimento de modo a estudar o seu impacto com os utilizadores.

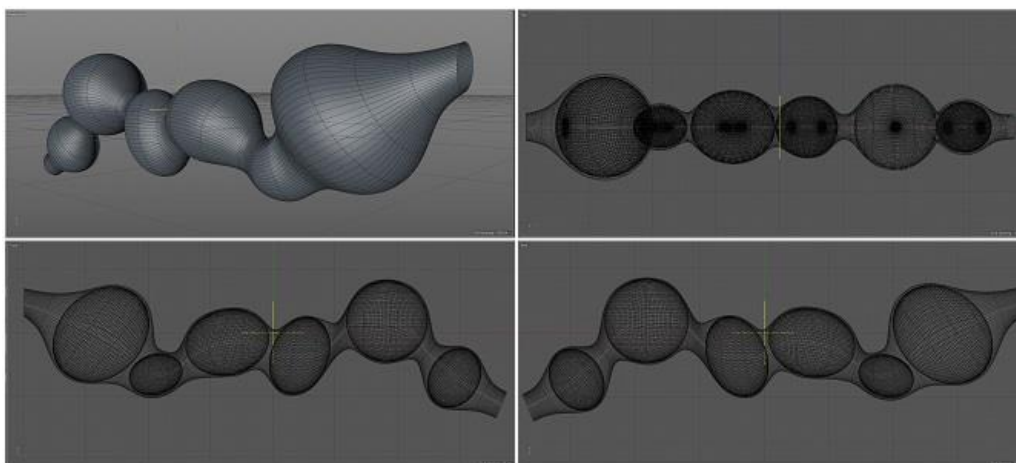


Figura 68 – Teste em programa Cinema 4D.

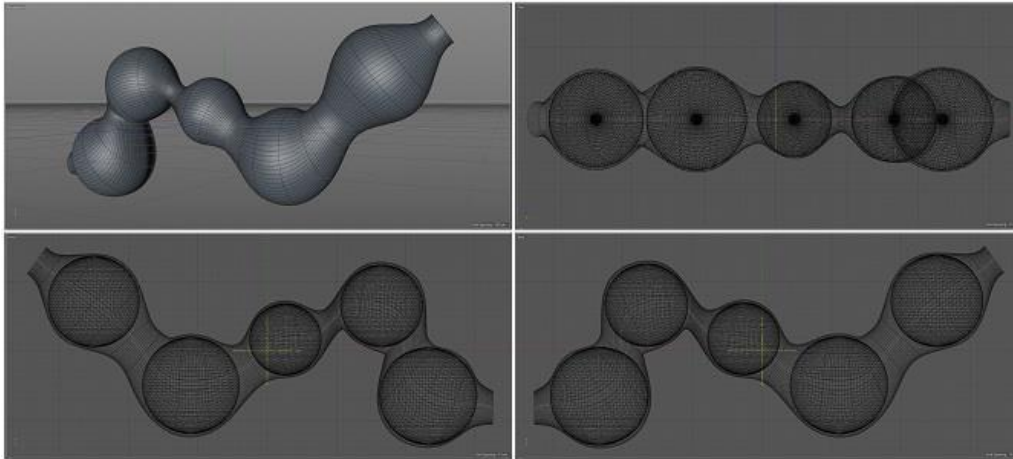


Figura 69 – Teste em programa Cinema 4D.

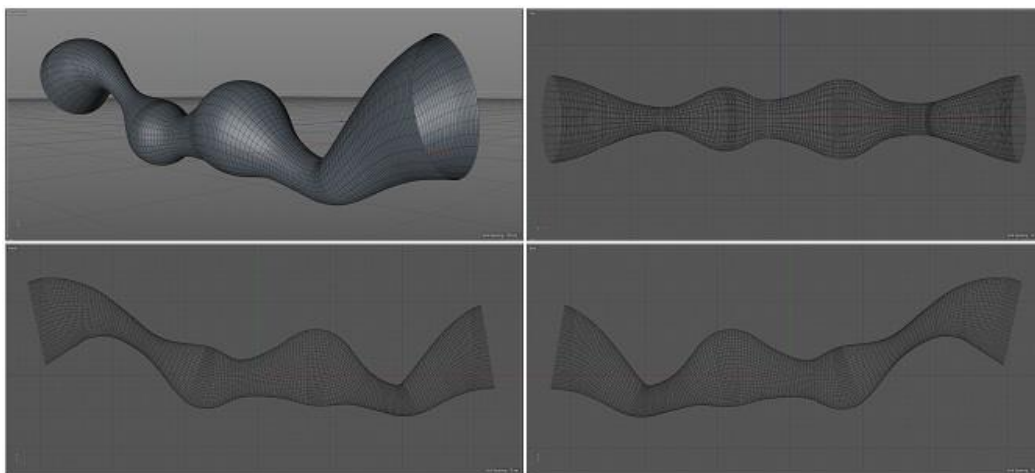


Figura 70 – Teste em programa Cinema 4D.

5.1.2 Variações do objeto (materiais, cores, estrutura, forma)

As variações que têm efeito na expressão deste produto podem ser tão diversas como alterações que podem ir desde os materiais, às cores, ao tipo de estrutura têxtil, ou até ao próprio formato. Algumas dessas variações não interferem com a operabilidade da peça, contudo, outras destas variantes podem ter efeitos ao nível da receção por parte dos utilizadores.

Por exemplo, as cores podem ter um determinado impacto visual em cada um dos seus utilizadores, mas à partida não vai influenciar diretamente com a usabilidade do produto. No caso do formato, apesar do conceito ser o mesmo, o acesso ao produto pode ser condicionado ou até impossibilitado por parte de alguns utilizadores.

Ao nível dos materiais, ou seja, o tipo de fio usado na construção da malha pode ter influências estéticas como influências técnicas, pois quando se fala de um fio elástico este vai ter um tipo de

comportamento completamente diferente quando comparado com um fio não elástico. Aliado ao fio usado na produção da malha profere-se imediatamente a estrutura que a mesma terá, sendo que esse também é uma variante relevante. Pois pode-se usar estruturas de malhas 3D que terão uma interação diferente quando o utilizador contactar com a peça e também poderá ou não adquirir maior resistência no produto como testado nas amostras de malha.

Em relação à resistência da peça não foi possível concluir o que seria necessário, pois os testes não foram suficientes. Foi realizada uma análise crítica aos resultados nas experiências de aplicação da resina, dos quais se conseguiu tirar algumas conclusões para futura melhoria, como a falta de resistência. Assim como, conseguiu-se obter uma noção mais clara e objetiva do que se pretende nos seguintes testes e respetivo protótipo final.

Existem então três variáveis em estudo, sendo uma delas o fio utilizado, a base do produto, ou seja, o próprio fio terá de ser escolhido segundo os testes de resistência, quanto mais resistência se conseguir, melhor.

A segunda variável é a resina usada para endurecimento da peça, sendo que esta terá de ser deveras estudada para que atribua o máximo de resistência no produto que, consequentemente, aumentará a durabilidade do mesmo assim como, a resistência às condições atmosféricas.

A terceira variável foi analisada nos testes efetuados com a aplicação da resina, sendo ela, a utilização de estruturas 3D. Estas estruturas com aplicação da resina, conseguem atribuir mais resistência pela sua espessura, ou seja, enquanto que, uma malha com estruturas simples só absorve a resina numa camada, uma estrutura 3D concentra-se mais resina em menor espaço, e consequentemente, atribui mais resistência. Essa variável também pode ser questionável quando se coloca em análise o peso que o produto terá, pois esse é um ponto também relevante no resultado final.

Apesar de se ter feito testes em pequena escala, estes não foram conclusivos no que realmente seria necessário.

Em relação as cores, esta peça pode ser produzida em cru, pode ser produzido já com fio tingido ou pode ser posteriormente tingido reduzindo os custos em relação ao fio já tingido. Mas neste projeto não foi estudada a questão da cor sendo que a maioria dos testes foram realizados com fio branco. Todavia são apresentadas duas hipóteses simuladas no programa Cinema 4D de cores azul e vermelha (Figura 71).

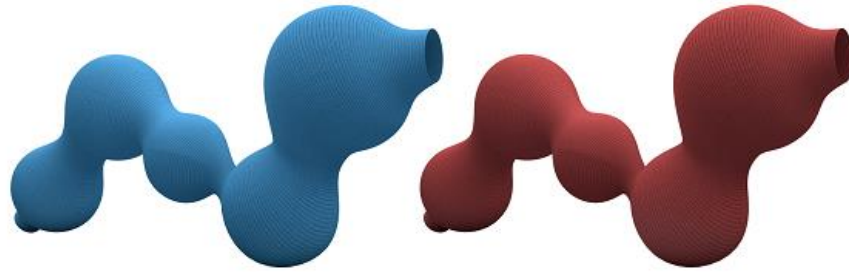


Figura 71 – Exemplo de derivação por cor: variação da cor da malha.

Já o formato é uma questão relativa, visto que este produto é para espaços urbanos, para criar um certo impacto com a sua dimensão, desde que a sua forma seja trabalhada de modo a ter uma simbiose com o próprio espaço e um ponto de solidez de modo a garantir segurança na peça, este produto poderá assumir várias formas. Nas figuras seguintes, são apresentadas propostas da investigadora para um produto final, simulado com a ajuda dos programas Cinema 4D e Adobe Photoshop de forma a perceber-se de um modo mais aproximado ao real o objetivo final deste projeto (Figura 72, 73, 74 e 75).



Figura 72 – Exemplo de derivação da forma, simulação em ambiente.



Figura 73 – Exemplo de derivação da forma, simulação em ambiente.



Figura 74 – Exemplo de derivação da forma, simulação em ambiente.



Figura 75 – Exemplo de derivação da forma, simulação em ambiente.

Além destas variáveis, acrescentou-se um elemento durante o processo de testes, a inclusão de iluminação no interior da peça de forma a dar mais vida ao espaço urbano durante os períodos noturnos. Na figura 76 é apresentado o protótipo realizado com uma das malhas que foi resinada, usando uma fita de LED no interior. Seguidamente, é apresentada na figura 77 uma simulação de uma das propostas apresentadas anteriormente, também com inclusão de luz.



Figura 76 – Protótipo com inclusão de LED no seu interior.



Figura 77 – Simulação com inclusão de LED no interior do produto.

Depois de surgir a ideia de incluir iluminação na peça apresentada, de modo a possibilitar o uso da mesma nos períodos noturnos, surgiram outras ideias de novos produtos apenas direcionados para a iluminação. Na figura 78 é apresentada uma proposta para candeeiros urbanos, que fogem das formas convencionais e se enquadram com as formas orgânicas da natureza. E ainda, baseada nessa mesma ideia dos candeeiros, mas para espaços interiores (Figura 79 e 80).



Figura 78 – Simulação de proposta para candeeiros urbanos.



Figura 79 – Simulação de proposta para candeeiro de pé interior.



Figura 80 – Simulação de proposta para candeeiros de parede interior.

5.2 Discussão dos resultados

Neste capítulo falar-se-á daquilo que se desenvolveu, comparativamente com aquilo que já existe. Inicialmente, como já referido, a ideia deste projeto partiu pela inspiração de Oskar Zieta e na tecnologia FIDU, sendo que o objetivo inicial era utilizar essa mesma tecnologia e adaptá-la ao têxtil. Aquilo que foi realizado neste projeto foi então o estudo de possíveis formas de realização de uma nova tecnologia para desenvolver peças de mobiliário, mas com as condicionantes de ser com o material têxtil e insufláveis.

Conquanto os estudos sobre os requisitos funcionais dos teares de malhas aparentem ter levado à realização de alguns testes viáveis, não foi executado um estudo sistemático que assegurasse a exata funcionalidade dos mesmos assim como não foi garantido a viabilidade quando se fala em dimensões reais. Existem alguns indicadores de como é possível a realização em grande escala, mas também existem pontos que merecem um estudo mais aprofundado de forma a se garantir a viabilidade deste novo produto. Ainda, a viabilidade do processo de resinagem levanta algumas dúvidas. Mesmo que os protótipos realizados venham a provar que é possível obter-se resistência ou durabilidade, o método não é praticável quando confrontado com processos que poderão ser realizados em grandes escalas como também em massa.

Como Mazé e Redstörn (Mazé & Redstörn, 2010) pensam, a introdução de novos materiais e a expansão do espaço de design cria a necessidade de pensar novos métodos de design e é nisso que este projeto se foca, em recriar um método já existente de forma a se conceber novos produtos.

Um dos problemas surgidos durante a principal etapa foi o modo como insuflar o têxtil com o ar. Visto ser um material com estrutura aberta e pelas características próprias do material têxtil, é praticamente impossível insuflar diretamente sem qualquer tipo de câmara-de-ar ou qualquer tipo de invólucro como inicialmente se pretendia, mas teria de ser resinado com um produto plástico e ao mesmo tempo elástico que impedisse o ar de vazar entre a malha. Contudo, após a resinagem a forma do têxtil seria afetada, tornando-se mais restringida e teria de se aplicar uma pressão maior de ar que de certa forma também iria desfazer a forma inicial produzida no tear tornando-se irrelevante o desenho primário realizado antes da sua produção. Para solucionar esse problema, optou-se por fazer a resinagem do têxtil usando, inicialmente, uma câmara-de-ar, depois usou-se balões e posteriormente sacos da fruta, por serem mais finos que os balões e para, desse modo obter a forma da malha e não do objeto que aprisionava o ar.

O que se concluiu com estes três testes foi:

- Com a câmara-de-ar de um pneu de cadeiras de rodas, a pressão do ar juntamente com a resistência da própria borracha, acabaram por deformar a forma original da malha, adquirindo esta a forma completa da câmara-de-ar.

- O seguinte teste foi feito com balões, para perceber se a malha se ajustava de melhor forma. Aliando a forma do próprio balão fez-se a produção da malha Seamless com algumas áreas em forma de bolas com estruturas mais largas e menos fios para perceber se o ajuste do balão nas respetivas áreas seria notório e concluiu-se que mesmo desta forma era pouca ou quase nenhuma a diferença entre as determinadas áreas, sendo que os balões não se adaptavam à malha mas sim a malha é que se adaptava aos balões. Contudo e apesar de o resultado não ter sido o mais esperado para o objetivo que se pretendia, conseguiu-se obter novas ideias e soluções para novas peças de design apesar de a forma não ser totalmente controlada, pois esse é um dos pontos mais relevantes neste projeto.

- O terceiro teste efetuado foi com sacos da fruta, com espessura fina, onde se conseguiu obter a forma da malha pretendida, assim como era produzida inicialmente e não a forma do saco insuflável, neste caso o objeto com ar é que se adaptava à malha.

Com os resultados destas três experiências, conseguiu-se perceber que a pressão do ar aplicada interiormente, simultaneamente com a espessura da câmara (independentemente da estrutura ou forma da malha), eram determinantes para se alcançar os resultados esperados, sendo um estudo de caso para perspetivas futuras.

Outra das falhas detetadas foi a espessura da malha, pois mesmo com a aplicação da resina foi notória a sua debilidade mecânica, sendo que poderá ser trabalhada a questão da estrutura 3D de forma a que esta absorva mais a resina e conseqüentemente fique mais resistente como provado num dos protótipos.

A construção de um protótipo à escala real permitirá avaliar os requisitos inicialmente impostos assim como avaliar a forma no contexto prático. Todos estes aspetos confirmam o pensamento de Stappers (Stappers, 2007) sobre todo o conhecimento que o protótipo é capaz de fornecer.

6. CONCLUSÃO E PERSPETIVAS FUTURAS

Neste capítulo, será abordada a conclusão da dissertação sob ponto de vista geral do trabalho, com base na pesquisa, desenvolvimento e resultados. Faz parte deste capítulo nortear novas pesquisas com base no trabalho já desenvolvido, o que é feito nas perspetivas futuras acerca do design de mobiliário têxtil insuflável e da respetiva tecnologia de conceção do mesmo.

6.1 Conclusão

No design em geral, as inovações em termos de equipamentos e tecnologias têm mostrado desenvolvimentos significativos sendo que nos últimos anos, assistiu-se a uma otimização das tecnologias já existentes. O objetivo deste trabalho passou pela procura de soluções mais interessantes na perspetiva do design e de novas tecnologias. O tema “Mobiliário têxtil insuflável”, pretendia estudar uma tecnologia aliando-a ao desenvolvimento de novas peças de design, com o objetivo de criar peças de mobiliário, na qual fosse utilizada tecnologia que permita com a injeção do ar atribuir forma à peça. Para isso foi necessário estudar vários parâmetros técnicos e posteriormente, funcionais e emocionais sendo baseada numa tecnologia recentemente criada por um designer, Oskar Zieta.

No desenvolvimento deste projeto, foi necessário um estado da arte para identificar o que existe no mercado quer a nível de produtos como de tecnologias e também procurar alguma inspiração. Ainda foi necessário a realização das várias experiências para perceber o funcionamento dos teares e que tipo de peças seriam possíveis produzir. Foram realizados alguns testes e protótipos e ainda, de forma a complementar a parte mais prática do que seria possível e se pretendia com o estudo, foram realizados alguns estudos em *sketches* e em desenhos 3D.

Este trabalho de investigação pretendia responder a duas hipóteses inicialmente descritas, sendo que ficou comprovado que é possível obter mobiliário têxtil criado a partir da injeção de ar, contudo tem a condicionante de ser necessária a inclusão de um método de aprisionamento do ar. Das três hipóteses apresentadas, o uso dos sacos demonstrou ser o que mais ressaltava a forma da malha. A segunda hipótese apresentada questiona se as características se adequam à função a que se destina, sendo essa uma questão relativa, pois a forma pode aparentemente mostrar que não cumpre a função por não ter as formas convencionais dos produtos mas, o que acontece aqui e em muitos casos de design é contrariar esse padrão e fugir das formas tradicionais. Essa hipótese não ficou clara, pois será necessário a realização de protótipos à escala real.

O resultado que se esperava obter no final deste trabalho de dissertação era satisfazer a hipótese inicial que é a de ser possível produzir mobiliário baseado em técnica FIDU e têxteis como malhas, com um design único, notável pelos consumidores pela sua forma diferente de construção.

Com os estudos realizados, conseguiu-se alcançar vários objetivos que mostram ser possível a concretização deste projeto, concluindo-se que é possível dar forma às malhas usando os sacos de ar com uma pressão baixa ou quase nula, que estabilizam a forma das malhas, permitindo assim a aplicação da resina.

O método de design planeado para este projeto foi adequado, contudo alguns contratemplos surgiram impossibilitando a realização de mais testes bem como chegar a outros resultados.

6.2 Perspetivas futuras

Os passos seguintes seriam transformar os desenhos digitais em protótipos físicos, que revelaria os resultados desta experiência e providenciaria toda a informação necessária sobre as alterações a serem executadas.

Um protótipo em escala real permitirá obter uma série de informações sobre a sua resistência, a ergonomia, bem como o método de design aplicado. Posto isto, é intencional a construção de um primeiro protótipo com a forma idealizada trabalhando os parâmetros da malha e após as necessárias correções, proceder-se à conceção de outro protótipo que será então alvo de estudo para a injeção de ar e respetiva resinagem do têxtil. Vários protótipos serão provavelmente necessários de modo a otimizar a tecnologia recriada. Além de otimização da tecnologia poderá ser necessário o ajuste da forma e da dimensão da mesma, pois os protótipos e simulações 3D não são totalmente viáveis no que respeita a forma.

Como perspetivas futuras para este projeto existem também outros parâmetros relevantes que só em fase avançada se tenciona estudar como, a pressão do ar injetado, sendo que poderá encontrar-se um método mais acessível, o processo de produção eficiente, pois, embora o protótipo realizado possa ser adequado como prova de conceito, ele pode não ser viável em termos comerciais, como visto anteriormente, o que conduz à necessidade de explorar um sistema de produção mais exequível. Também a personalização em massa é um ponto de estudo, para que seja possível a realização de várias peças mesmo que não seja igual e até mesmo as questões ecológicas, de forma a poder-se usar resíduos têxteis para o desenvolvimento destes produtos. Relativamente a essa questão de reutilização dos

resíduos têxteis, foi desenvolvido um projeto extra, chamado RUA (Carvalho, 2019) para o concurso da Fibrenamics, Fibrenamics Green Contest 2019.

É intenção realizar os testes com outra tecnologia, como o tear Stoll, de modo a ter-se mais controlo da forma assim como estudar as estruturas mais adequadas e benéficas para o produto compreendendo assim se o conceito proposto é um desejo das pessoas e fazer as melhorias necessárias para maior satisfação dos utilizadores.

7. BIBLIOGRAFIA

- Alexander, C., Ishikawa, S. & Silverstein, M., 1977. *Pattern Language*. California: Oxford University Press.
- Antunes, R., 2012. *Práticas de gestão do design para subsector nacional de cerâmica utilitária e decorativa*. Aveiro: Universidade de Aveiro.
- Araújo, M., 2004. *Modelling and simulation of the mechanical behaviour of Weft Knitted fabrics*. *Autex Research Journal*, 4(2), pp. 72-80.
- Architizer, 2012. *Pop Rocks: Soft Urban Boulder Field*. [Online]
Disponível em: <https://architizer.com/projects/pop-rocks-soft-urban-boulder-field/> [Acedido em Novembro 2019].
- Artemest, 2019. *Serendipity Pendant Ceiling Light*. [Online]
Disponível em: <https://artemest.com/products/serendipity-pendant-ceiling-light> [Acedido em 2019].
- Baranovskaya, Y., 2015. *Knitflatable Architecture: Pneumatically activated pre-programmed knitted textile spaces*. [Online]
Disponível em: https://issuu.com/yuliya_baranovskaya/docs/knitflatables_ybaranovskaya_2310201 [Acedido em Janeiro 2019].
- Blaga, M. & Ciobanu, A., 2013. *Knitting technologies for non conventional applications of knitted fabrics, applications on electrocnic flat knitting machines*. Iași: Performantica.
- Blaga, M. & Dan, D., 2015. *Tecnologia avançada de Fabricação de Malhas*. Abril, p. 19.
- Block, I., 2018. *Zaha Hadid Architects and ETH Zurich debut concrete pavilion with 3D-knitted formwork*. [Online]
Disponível em: www.dezeen.com/2018/11/02/zaha-hadid-architects-eth-zurich-3d-knitted-concrete-formwork-knitcrete-knitcandela/ [Acedido em 18 Agosto 2019].
- Brink, N., 2015. *Demeter fogarasi's poetic textile chair frozen in the moment of creation*. [Online]
Disponível em: <https://www.designboom.com/design/demeter-fogarasi-poetic-furniture-frozen-textile-chair-11-25-2015/> [Acedido em 20 Novembro 2018].
- Carvalho, C., 2019. *Rua*. [Online]
Disponível em: <https://www.behance.net/gallery/79808469/RUA-Fibrenamics-Green-Contest-19>
- Catarino, A. P. d. A., 2014. *Malhas de Trama: Programação do tear Seamless Merz MBS*.
- Catarino, A. P. d. A. W., 1998. *Dinâmica da Tricotagem: Estudo da Tensão de Entrada do Fio e sua Aplicação em Controlo de Qualidade*. Guimarães: Uminho.
- Chimero, F., 2012. *The shape of design*. 1 ed. EUA: Mandy Brown.
- Ciobanu, L., 2008. *3D Surface Controlled Structures for Fluid Flow Improvement*. Manchester: The first world Conference on 3D Fabrics and Their Applications.

- Conceição, A. J. d., 2013. *Aula 2 - história do mobiliário*. [Online]
Disponível em: <https://pt.slideshare.net/andresajessitadaconceicao/aula-2-histria-do-mobilirio>
[Acedido em Maio 2019].
- Designboom, 2017. *Cyril Lancelin delimits spaces with the 'knot' [video online]*. [Online]
Disponível em: <https://vimeo.com/246816999> [Acedido em Setembro 2019].
- Dezeen, 2018. *Zaha Hadid Architects and ETH Zurich develop knitted concrete system [video online]*. [Online]
Disponível em: https://www.youtube.com/watch?time_continue=71&v=XW3-Xan_09w [Acedido em Dezembro 2018].
- Erman, M., 2017. *Cyril Lancelin delimits spaces with the 'knot' installation*. [Online]
Disponível em: <https://www.designboom.com/art/cyril-lancelin-town-and-concrete-trefoil-knot-china-12-12-2017/> [Acedido em 12 Fevereiro 2019].
- Escritório de Arte, 2019. *Ernesto Neto*. [Online]
Disponível em: <https://www.escrioriodearte.com/artista/ernesto-neto> [Acedido em 2019].
- Feuer, K., 2017. *Oskar Zieta*. [Online]
Disponível em: <https://www.md-mag.com/menschen/designer/prozessdesigner/> [Acedido em Outubro 2018].
- Fornes, M., 2018. *Bubbling 'boolean operator' punctuates suzhou's bustling urban landscape*. [Online]
Disponível em: <https://www.designboom.com/architecture/marc-fornes-theverymany-boolean-operator-suzhou-china-09-19-2018/>
- Förster, M., 2015. *Cloud*. [Online]
Disponível em: <http://www.monicaforster.se/projects/cloud/> [Acedido em Setembro 2019].
- Francis, N., 2010. *Knitted textiles design*. Em: *Textile Design: principles, advances and applications*. Cambridge: Woodhead Publishing, pp. 55-88.
- Frankel, D., 1999. *Breathless*. Pennsylvania: Institute of Contemporary Art, University of Pennsylvania.
- Frearson, A., 2016. *BIG creates "bubble-like cloud pavilion" at Roskilde Festival 2016*. [Online]
Disponível em: <https://www.dezeen.com/2016/07/12/big-bubble-cloud-inflatable-pavilion-roskilde-music-festival-2016-denmark/> [Acedido em Setembro 2019].
- Fuks, R., 2018. *A Escola de Arte Bauhaus*. [Online]
Disponível em: <https://www.culturagenial.com/bauhaus/> [Acedido em Agosto 2019].
- Fukusada, R., 2019. *Net Lamp*. [Online]
Disponível em: <https://ryosukefukusada.com/projects/net-lamp/> [Acedido em 15 Junho 2019].
- Goldemberg, M., 1999. *A arte de pesquisar*. Rio de Janeiro: Record.
- Hong, H., 1994. *The development of 3D shaped knitted fabrics for technical purpose on flat*. *Indian Journal of Fibre and textile Research*, Volume 19, pp. 189-194.
- Ionesi, D. & Ciobanu, L., 2010. *Developments of 3d knitted fabrics. Structure and Structural Mechanics of Textiles-17th International Conference*, Novembro.

ISO, 1998. *Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (vdts) - part 11: Guidance on usability*. Em: Geneva: Computer software manual, pp. Iso 9241-11.

Kandisky, W., 2009. *Curso da Bauhaus*. 04-2009 ed. Portugal: Edições 70.

Kapoor, A., 2018/2019. *Obras, Pensamentos, Experiências*. [Arte] (<https://www.serralves.pt/pt/actividades/anish-kapoor-obras-pensamentos-experiencias/>).

Lam, J. K., 2008. *Principle on 3D Knitted Fabrics, A Knitter's Perspective*. Manchester: The first world Conference on 3D Fabrics and Their Applications.

Lobach, B., 2001. *Industrial Design*. 1ª ed. São Paulo: Edgard Blücher LTDA.

Malaczek, K., 2016. *Oskar Zieta*. [Online]
Disponível em: <https://culture.pl/pt/artist/oskar-zieta> [Acedido em 2 12 2018].

Matarazzo, S. F., 2014. *Manual técnico Têxtil e Vestuário*. [Online]
Disponível em: https://issuu.com/senaitextilvestuario/docs/manual1_fibras [Acedido em Setembro 2019].

Mathew, R., 2018. *The Shape of Design*. [Online]
Disponível em: <https://tomaslau.com/reading-list/the-shape-of-design/> [Acedido em 2 Dezembro 2018].

Mawer, S., 2009. *The glass room*. Nova Iorque: Other Press.

Mazé, R. & Redstörn, M., 2010. *Methods (and Madness). IT + Textiles*, pp. 30-45.

Milano, D., 2019. *Falkland*. [Online]
Disponível em: <https://www.danese milano.com/en/productDetails?idProduct=79> [Acedido em 20 Setembro 2019].

MIT Media Lab, 2017. *Auto-Inflatables [vídeo online]*, s.l.: s.n.

Morris, A., 2017. *SelgasCano creates undulating pavilion from sheets of corrugated plastic in Cognac courtyard*. [Online]
Disponível em: <https://www.dezeen.com/2017/07/05/pavilion-selgascano-cognac-fondation-dentreprise-martell-france/> [Acedido em Setembro 2019].

Moura, T. S. S., 2012. *Historia do mobiliário*. [Online]
Disponível em: <https://pt.slideshare.net/TelmaMoura/historia-do-mobiliario> [Acedido em Março 2019].

Munari, B., 1981. *Das Coisas Nascer Coisas*. Lisboa: Edições 70.

Norman, D., 2002. *The design of everyday things*. s.l.: Basic Books.

Offecct, 2018. *Cloud by Monica Förster [vídeo online]*. [Online]
Disponível em: <https://vimeo.com/240801160> [Acedido em Setembro 2019].

Oliveira, N. P., 2016. *Dissertação de Mestrado. Estudo e Aplicação do Design Paramétrico à Superfície da Malha de Trama*, Agosto, p. 7.

Oliveira, N. P., 2016. *Estudo e aplicação do design paramétrico à superfície da malha de trama*. Agosto.

- Pereira, G. d. S., 2009. *Materiais e Processos Têxteis*. [Online]
Disponível em: <https://wiki.ifsc.edu.br/mediawiki/images/temp/0/07/20090218180450!MPTEX6.pdf> [Acedido em Setembro 2019].
- Pereira, P. J. d. S., 2013. *Repositório Uminho*. [Online]
Disponível em: <http://hdl.handle.net/1822/28669> [Acedido em Setembro 2019].
- Pinheiro, A. C. d. F. B. & Crivelaro, M., 2014. *História da Arte e do Design: Princípios, Estilos e Manifestações Culturais*. 1 ed. Brasil: Editora Érica.
- Potschernina, O., 2018. *Angst macht Angst - Uncanny Valleys of a Possible Future*. [Online]
Disponível em: <http://www.art-in-berlin.de/incbmeld.php?id=4537> [Acedido em Setembro 2019].
- Prozessdesign, Z., 2015. *FiDU Artworks Catalogue - Zieta Prozessdesign*. [Online]
Disponível em: https://issuu.com/zieta/docs/fidu_artworks_2014 [Acedido em Dezembro 2018].
- Queiroz, S. & Oliveira, A., 2018. *FILE 2018: Tecnologia, corpo, tempo e espaço*, 31 12, p. 50.
- Rojals del Alamo, M., 2004. *Design for Fun: Playgrounds*. Barcelona: Links International.
- Romani, R. & Iplinski, M., 2008. *O que é o design? - Conceitos e Idéias*. [Online]
Disponível em: https://issuu.com/romani_021/docs/livro_oque_e_design [Acedido em Setembro 2019].
- Schmidt, J., 2018. *Technology Enables Fantasy: Boolean Operator in Suzhou*. [Online]
Disponível em: <https://www.detail-online.com/article/technology-enables-fantasy-boolean-operator-in-suzhou-33088/> [Acedido em Setembro 2019].
- Snick, L. V., 2018. *Into-form by Ilco*. [Online]
Disponível em: <https://thevisualvoices-magazine.com/design/2018/3/16/into-form-by-ilco> [Acedido em 20 Junho 2019].
- Stappers, P. J., 2007. *"Doing Design as a Part of Doing Research"*. Birkhäuser: Design research now.
- Stevens, P., 2018. *Nordic pavilion presents 'another generosity' at the venice architecture biennale*. [Online]
Disponível em: <https://www.designboom.com/architecture/nordic-pavilion-venice-architecture-biennale-another-generosity-05-24-2018/> [Acedido em 15 Novembro 2018].
- Sullivan, L. H., 1896. *The Tall Office Building Artistically Considered*. Março, pp. 403-409.
- Underwood, J., 2009. *The design of 3D shaped knitted preforms*. Ph.D. Thesis,. Australia: RMIT University.
- Webb, P. E., 2017. *Chemical Inflation for Assisted Assembly. Utilising state-changing reactions as a medium for material activation, animation and surprise*, Setembro.
- Zieta, O., 2012. *Making of Plopp Stool [video online]*, s.l.: s.n.
- Zieta, O., 2017. *Interview [Entrevista]* (3 Maio 2017).

ANEXO I – ENTREVISTA A OSKAR ZIETA

Entrevista de Katharina Feuer a Oskar Zieta (Zieta, 2017)

“Hallo Oskar, ich wollte Ihre Frage beantworten „Was wollen Sie eigentlich von mir?“

Das tut mir leid, ich stand in der Fabrik – ich habe nichts verstanden.

Wie kommt man als Architekt dazu, Prozessdesigner zu werden?

Ich habe in Zürich als Architekt gearbeitet und es gab so ein Schlüsselmoment bei einem Projekt, das minimalistisch geplant worden war und am Ende goldene Wasserhähne und Marmortreppen hatte. Und das nur, weil es die Investoren so wollten.

Als Designer arbeitet man anders?

Architektur ist für mich wie eine Geschichte, die kein Ende hat. Da gibt es immer etwas, was man noch ändern oder besser machen kann. Beim Design – dachte ich zumindest – gibt es einen Punkt am Ende des Satzes.

Was bedeutet Prozessdesigner?

Genau genommen arbeiten wir an computergesteuerten, auf Daten basierenden Prozessen für die Metallverarbeitung. Nur zehn Prozent meiner Arbeit als Prozessdesigner definiere ich als Design. Wir entwickeln keine Produkte, sondern Programme, die dem Kunden 1000 Möglichkeiten bieten.

Und wie kommt man dazu, Metall aufzublasen?

Ich habe mich einfach schon immer für Blech – sei es in Form von Auto, Boot, Fahrrad, Maschine, Produkt – interessiert. Und die Suche nach günstigen Alternativen zur Matrize. Die gängige Metallverarbeitung funktioniert nicht für die kleinen Stückzahlen im Design und in der Architektur. Die großen Maschinen, das Werkzeug. Das ist zu teuer. Ich hatte es probiert.

Und?

Nach zwei Monaten war das Budget weg. Es musste anders funktionieren.

Dann haben Sie experimentiert.

Ich hatte mich bereits in meiner Dissertation an der ETH in Zürich damit beschäftigt, auf einfache, kostengünstige Weise Metall zu formen. Ingenieure schütteln immer wieder den Kopf, wenn sie meine Arbeit sehen. Sie verstehen sie nicht. FIDU basiert auf der Norm 8580 – sie ist eine Fehlerdefinition.

FIDU?

Die Verformung durch inneren Druck. Allerdings ist sie schwer steuerbar.

Inwiefern?

Wir nennen es auch den kontrollierten Kontrollverlust. Es ist nicht bis ins letzte Detail vorhersehbar, wie sich das Metall unter Druck verformt. Sie können die Platten auch mit Teigplatten mit unterschiedlichen Stärken vergleichen. Entsprechend reagieren sie unterschiedlich.

Seit wann gibt es Zieta?

Seitdem Stephan Dornhofer von magazin 100 Stück meines Hockers ‚Plopp‘ bestellt hat. Das war nach dem Salone 2007. Ich habe meinen Vater angerufen und gesagt. „Papa, miet eine Halle an, ich kaufe Maschinen. Wir produzieren!“ 2009 folgte die Gründung des Unternehmens – da waren wir zu dritt. Jetzt sind wir 50!

Euer Portfolio ist auch gewachsen.

Ja, das ist Wahnsinn, wie viel parallel am Laufen ist. Aber irgendwie muss man 50 Leute auch auslasten.

Habt ihr eine Cashcow?

Nein. Ich glaube, wenn jemand eines unserer Produkte kauft, hat er sich bereits mit Zieta beschäftigt. Manche sind Kunstliebhaber, manche wollen etwas völlig anderes.

Etwas völlig anderes?

Für die Einkaufspassage Galeria Północna in Warschau wünschten sich die Investoren einen Brunnen. Wir haben gesagt, dass wir das nicht machen.

Und dann?

Dann haben wir die selbsttragende Skulptur ‚Wir‘ entwickelt. Die Elemente aus Stahl sind 22 m hoch und waren sogar 4 cm zu groß für den Transport. Zum Glück hat keiner nachgemessen.

Hört sich mutig an!

Als Unternehmer muss man immer mutig sein. Dinge wagen, ausprobieren. Für dieses Projekt haben wir nicht nur das Design, den Transport und die Montage übernommen, sondern auch die Garantie. Ohne meine Familie würde das alles nicht funktionieren.

Inwiefern?

Meine Frau ist Anwältin. Sie kennt die rechtlichen Rahmenbedingungen. Mein Vater und meine Schwester arbeiten auch im Unternehmen.

Was für Pläne haben Sie?

Neugierig bleiben und nicht kopieren. Wir leben in so interessanten Zeiten, da ist es radikal dumm, zu kopieren.

Und zum Mars wollen Sie auch?

Ja. Wir forschen tatsächlich, wie man kleine Volumina ins All bringen kann und dort auf ein Vielfaches vergrößern kann.

Design ist also mehr Nebenprodukt.

Der Form gilt nicht mein hauptsächliches Interesse, sondern Technologien und Konstruktionsmethoden, die skalierbar sind. Jedes Projekt war für uns bisher Neuland. Das ist spannend, aber auch anstrengend.

Ein Statement zum Design 2017?

Ich ertrage es nicht, wenn jetzt alle auf Skandinavisches Design machen. Selbst Alias! Es gibt so tolle innovative Möglichkeiten und viele Designer nutzen sie gar nicht." (Feuer, 2017)