

Design e desenvolvimento de uma almofada anatômica para uma cadeira de rodas, direcionado para pessoas com paralisia cerebral

Mestrado em Design de Produto
Relatório de Estágio
Ricardo Martins
ESAD - 2022



Relatório de Estágio/ Projeto

Ricardo Manuel Soares Martins

ESAD - Escola Superior de Artes e Design
Mestrado em Design de Produto

Pixartidea - Empresa especializada em
Design Industrial e de Produto

Orientado por:
Marco Gomes

Co-orientado por:
Jeremy Hugh Aston
Tiago Sousa

Relatório de estágio a ser apresentado à Escola Superior de Artes e Design, em Matosinhos, para o cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de mestre em Design - na área de especialização de produto.

Matosinhos, 2021

Agradecimentos

Agradeço à minha família por todo o apoio, em especial aos meus pais e avós, por terem sido sempre um pilar nos momentos mais difíceis desta longa jornada e por me terem proporcionado todas as condições, para chegar até aqui.

Agradeço ao meu orientador Marco Gomes e co-orientadores Tiago Sousa e Jeremy Aston, pelo apoio que me foi facultado ao longo destes meses, pela disponibilidade, e troca de impressões que me fizeram ver novos caminhos.

Agradeço também a toda a equipa da Pixartidea e da Fiberamics pela boa recepção e confiança no meu trabalho.

Aos meus amigos e colegas de casa, obrigado pela vossa companhia e apoio incondicional.

Por fim agradeço a todos os professores que me lecionaram, pelo conhecimento partilhado e por toda a exigência, bem como a toda a ESAD pelos bons momentos e condições que proporcionam aos alunos.

Palavras Chave:

Paralisia Cerebral;
Biomimética;
Materiais;
***User Experience*;**
Ergonomia.

Resumo

O presente documento, refere-se ao relatório de trabalho desempenhado entre Março e Agosto de 2021, no âmbito do estágio curricular, na empresa Pixartidea em Braga. Este documento serve para efeitos de conclusão do Mestrado em Design de Produto, pela ESAD - Escola Superior de Artes e Design de Matosinhos.

Projeto com foco na área da saúde e bem estar, esta proposta tem como objetivo o desenvolvimento do projeto de uma almofada anatómica para o assento e encosto, de cadeira de rodas, direcionado para pessoas com paralisia cerebral. Deste modo, pretende-se minimizar possíveis agravamentos de lesões corporais, derivadas da disposição de carga, causadas pelo uso a longo prazo, destas cadeiras por parte dos seus utilizadores.

O documento está estruturado segundo as atividades desenvolvidas cronologicamente ao longo do projeto dentro da empresa.

KeyWords:

**Cerebral Palsy;
Biomimicry;
Materials;
User Experience;
Ergonomy.**

Abstract

This document refers to the work report carried out between March and August 2021, within the scope of the curricular internship, at Pixartidea in Braga. This document serves for the purpose of completing the Master in Product Design, by ESAD - School of Arts and Design of Matosinhos.

Project focused on the area of health and well-being, this proposal aims to develop the project of an anatomical cushion for the seat and back of a wheelchair, aimed for people with cerebral palsy. In this way, it is intended to minimize possible aggravations of bodily injuries, deriving from the load disposition, caused by the long-term use of these chairs by their users.

The document is structured according to the activities developed chronologically throughout the project within the company.

LISTA DE SIGLAS / ABREVIATURAS

CAD	Desenho assistido por computador
CNC	Controlo numérico computadorizado
EPUAP	European Pressure Ulcer Advisory Panel
ESAD	Escola Superior de Artes e Design
EVA	Etileno-acetato de vinila
GMFCS	Sistema de Classificação da Função Motora Grossa
I&D	Investigação e Desenvolvimento
NPUAP	National Pressure Ulcer Advisory Panel
PC	Paralisia Cerebral
PPPIA	Pan Pacific Pressure Injury Alliance
PU	Poliuretano
SLA	Estereolitografia
STEP	Standard for the Exchange of Product Data
UP	Úlceras de Pressão

ÍNDICE

1 INTRODUÇÃO

1.1 - ESAD	16
1.2 - Pixartidea	18

2 PLANEJAMENTO DO PROJETO

2.1 - Enquadramento	22
2.2 - Objetivos	24
2.3 - Metodologia	26

3 A PARALISIA CEREBRAL

3.1 - Definição	30
3.2 - Causas/ Fatores	32
3.3 - Tipos clínicos	34
3.4 - Classificação	36

4 TECNOLOGIA DE APOIO

4.1 - Cadeira de Rodas	40
4.2 - Sistema de Posicionamento	44
4.2.1 - Úlceras de Pressão	46
4.2.2 - Prevenção Úlceras de Pressão	48
4.2.3 - Prevenção	50
4.3 - Almofada de Posicionamento	52
4.4 - Ergonomia	56
4.4.1 - Antropometria	57

5 PROCESSOS DE DESIGN

5.1 - Perceber	
5.1.1 - <i>Mindmap</i>	62
5.1.2 - <i>Benchmarking</i>	64
5.1.3 - Posicionamento do mercado	66
5.1.4 - Questionário	68
5.1.5 - Processos de fabrico	70
5.1.6 - Caso de estudo Biomimética	74
5.2 - Definir	
5.2.1 - Pesquisa visual	76
5.2.2 - Esboços Iniciais	78
5.2.3 - Estudo Dimensional	82
5.2.4 - Materiais	84
5.2.5 - Ideias chave	86
5.3 - Fazer	
5.3.1 - Modelos de estudo 3D	88
5.3.2 - Protótipos	94
5.4 - Entregar	
5.4.1 - <i>Design</i> Final	98
5.4.2 - Desenhos Técnicos	108

6 CONCLUSÕES

6.1 - Considerações finais	114
----------------------------	-----

7 ANEXOS

116

8 REFERÊNCIAS

7.1 - Bibliografia	132
7.2 - Índice de Imagens	136

1 INTRODUÇÃO

1.1 ESAD

Fundada em 1989, a Escola Superior de Artes e Design de Matosinhos é uma instituição de ensino superior privada que gradualmente se vem assumindo, como uma das referências nacionais ao nível da formação, investigação e dinamização no campo do design e das artes. Esta universidade oferece duas licenciaturas com 5 áreas diferentes, seis pós-graduações, um CTESP, três mestrados e ainda cursos de curta duração, organizados pela ESAD Lab.

Em 2013 nasce a esad-idea, uma estrutura de Investigação em Design e Arte, que passa a integrar a investigação da ESAD e começa a desenvolver trabalho de design, curadoria, edição, investigação e consultoria com uma especialização em projetos para entidades culturais e municipais.



Figura 1 - ESAD, Matosinhos

**“Há escolas que são gaiolas e há escolas
que são asas.”**

Rubem Alves - Teólogo

1.2 PIXARTIDEA

Atualmente sediada em Braga (**fig.2**), a Pixartidea é uma empresa especializada em design industrial e de produto, derivada da Fibrenamics - plataforma internacional da Universidade do Minho, para o desenvolvimento de fibras e compósitos.

A Fibrenamics nasceu em 2011, sob a alçada do Prof. Eng. Raul Figueiro, como uma plataforma, que iria fazer a transferência do conhecimento técnico e científico gerado na Universidade do Minho, na área dos materiais fibrosos e compósitos, para os diversos sketchholders de inovação.

Alicerçada numa equipa multidisciplinar, a Fibrenamics acredita na inovação técnico-científica como principal motor do crescimento empresarial. Tendo como principal missão, conceber e implementar soluções integradas e customizadas de investigação e desenvolvimento tecnológico em fibras naturais e compósitos, contribuindo para a diferenciação e a competitividade do tecido empresarial.



Figura 2 - Escritório Pixartidea, Edifício Gnraton

“O conhecimento é a base de tudo o que fazemos.”

Raul Figueiro - Coordenador Fibrenamics

2 PLANEAMENTO DO PROJETO

2.1 ENQUADRAMENTO

Este projeto foi realizado ao longo dos últimos 6 meses, em contexto de estágio. Face ao período de epidemia atravessado, o trabalho presencial foi reduzido para dois dias, em vez de cinco, tendo sido os três restantes em teletrabalho.

O projeto foi proposto à Fibrenamics pela Multiorthos - empresa vocacionada para a comercialização de produtos de apoio para a mobilidade e reabilitação especializada no fabrico de próteses, ortóteses e sistemas de posicionamento.

Foi proposto o desenvolvimento das almofadas do assento e do encosto, para cadeiras de rodas, com conforto físico e térmico, para utilizadores de longa duração com paralisia cerebral, bem como o sistema estrutural da cadeira de rodas, sendo que, como objetivo deste estágio seria o desenvolvimento da almofada para o assento e encosto.

Inicialmente a fase de I&D foi feita pela Fibrenamics que fez a transferência desse conhecimento para um dos *sketcholders*, neste caso a Pixartidea, para que através dos processos de Design, fosse possível conceptualizar e materializar o conhecimento gerado.

Estágio: Pixartidea

Promotor: Multiorthos

Parceiros: Fibrenamics e Pixartidea

Acrónimo Projeto: FunCompChair

Data Início: 01/03/2021

Data Conclusão: 31/08/2021



Brief Projeto



I&D



Design

Cronograma

Pixartidea - Design

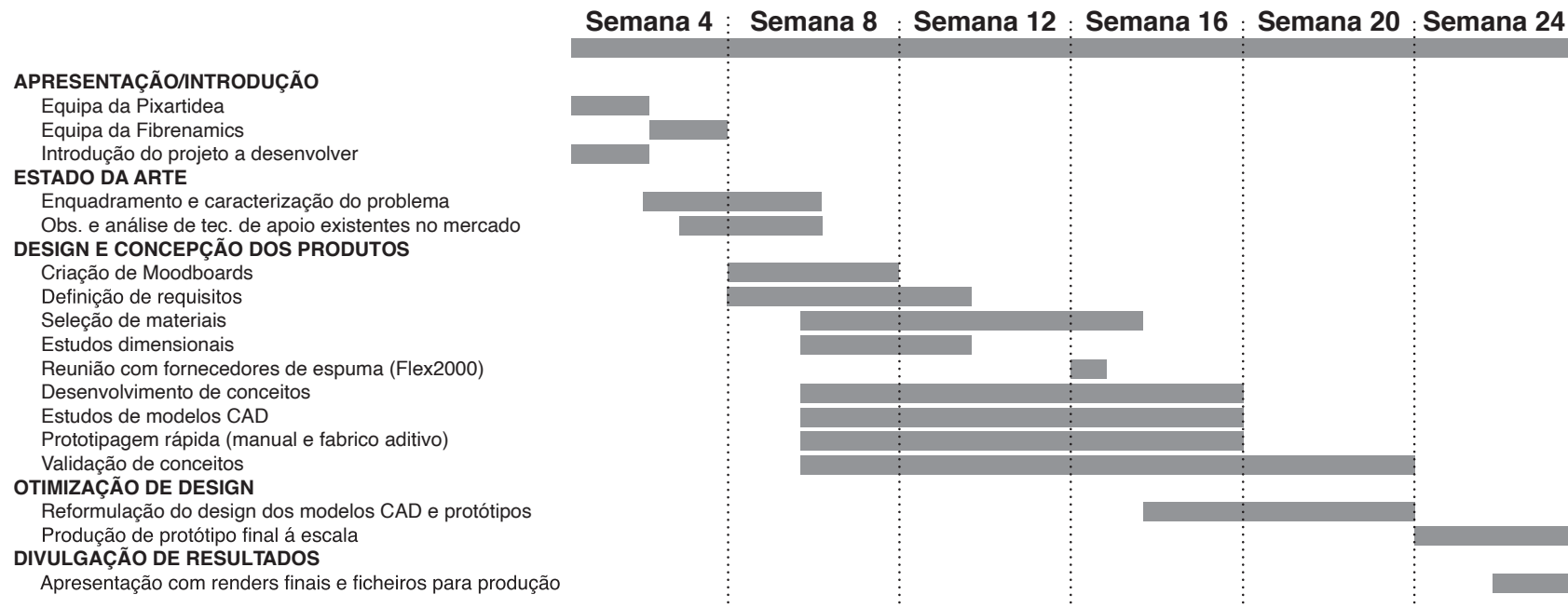


Figura 3 - Cronograma das atividades do estágio

2.2 OBJETIVOS

Projeto com foco na área da saúde e bem estar, tem como objetivo, minimizar possíveis lesões corporais, derivadas da disposição de carga, causadas pelo uso a longo prazo, de cadeiras de rodas por parte dos seus utilizadores.

Os objetivos do cliente para o desenvolvimento do projeto foram os seguintes:

- design da geometria das almofadas do assento e encosto (**fig.4**) de sistemas de posicionamento;
- design de geometrias com variação das zonas de pressão;
- aumento do conforto físico e térmico para utilizadores de longa duração com paralisia cerebral.
- capa de revestimento das almofadas do assento e encosto

A produção final é assegurada pela Multiorthos, que compra as espumas, e o tecido, para as repetivas capas de revestimento, sendo que um parceiro fabrica o revestimento da almofada.

A almofada deve ser produzida e comercializada pela Multiorthos (**fig.5**), que para tal, estipulou para o desenvolvimento deste projeto uma solução final que fosse possível de produzir com recurso a uma CNC - processo utilizado pela Multiorthos para criar geometrias nas espumas.

O desenvolvimento do projeto deve ter em consideração os seguintes requisitos técnicos:

- conforto;
- gestão de humidade;
- anti escaras;
- distribuição de peso;
- circulação de ar.

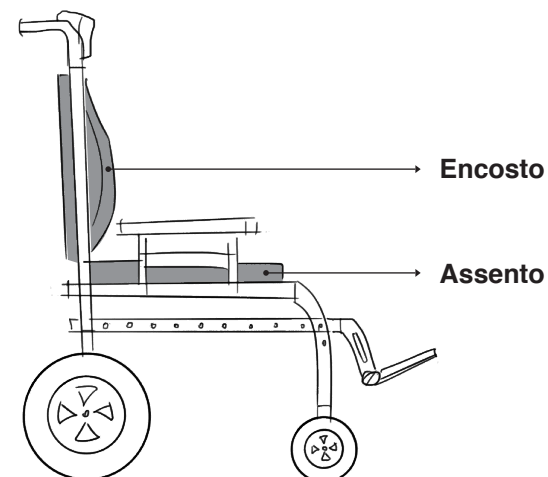


Figura 4 - Componentes a serem desenvolvidos

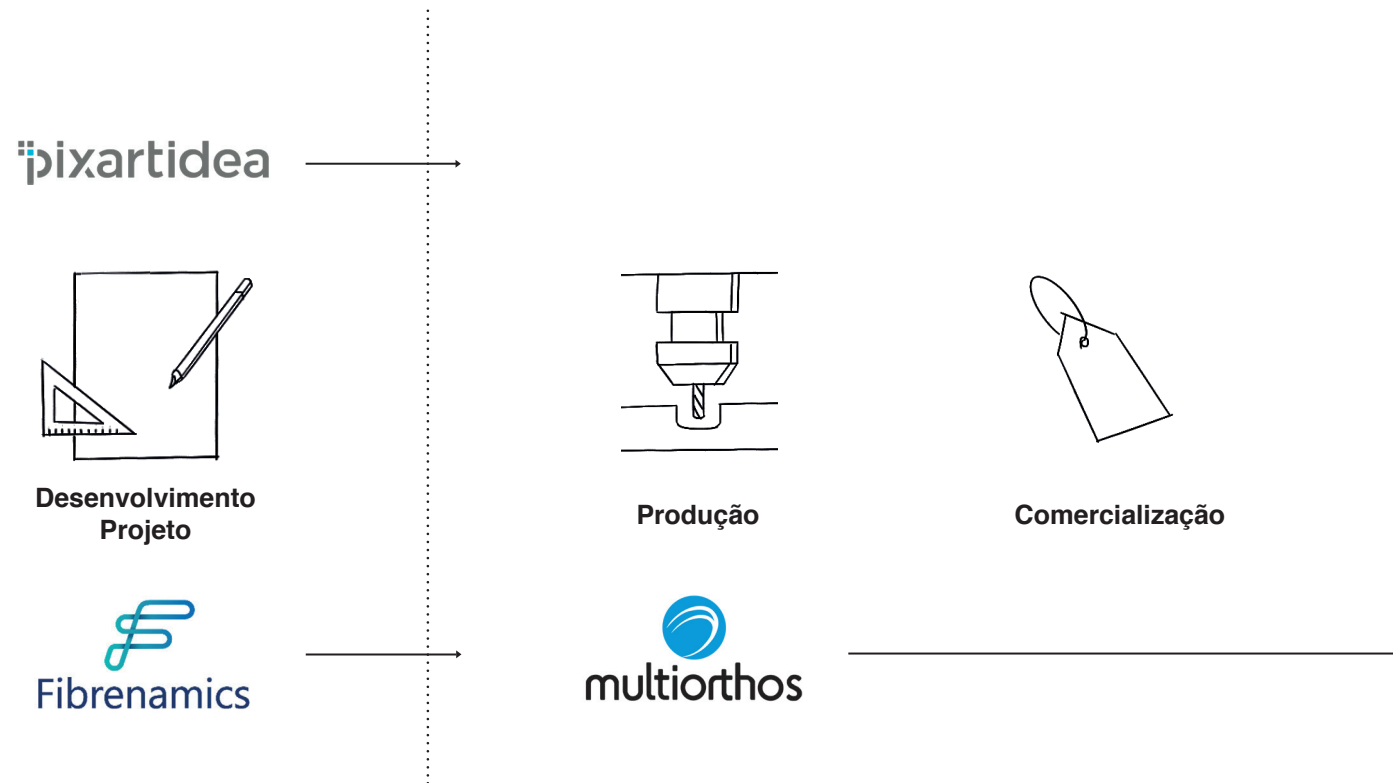


Figura 5 - Objetivos das partes envolvidas no projeto

2.3 METODOLOGIA

A metodologia deste projeto teve como base o modelo Double Diamond (**Anexo 1**) desenvolvido pelo British Design Council em 2005. O Double Diamond, segundo o British Design Council (2019), na prática, é uma metodologia de Design Thinking. Sendo um processo que tem como principal finalidade desenvolver uma possível solução que se enquadre às necessidades do utilizador final.

Esta metodologia divide-se em 4 fases distintas: **Descobrir**, **definir**, **fazer** e **entregar**. Ao longo do estágio foi considerada esta metodologia, que acabou por se dissecar em 6 fases determinantes (**fig.6**), contribuindo para que o projeto respondesse a todos os requisitos exigidos. Essas fases foram: **pesquisa**, **esquiços**, **modelação 3D**, **prototipagem**, **verificação** e **produto final**.

Descobrir - Investigar e recolher informação sobre o problema que é apresentado.

Definir - Esta fase consiste em começar a definir, entre os problemas anteriormente levantados, quais devem ser priorizados.

Fazer - Consiste em explorar ideias que apresentem soluções para o problema apresentado.

Entregar - Momento em que é desenvolvida a solução que melhor atende às necessidades do utilizador.

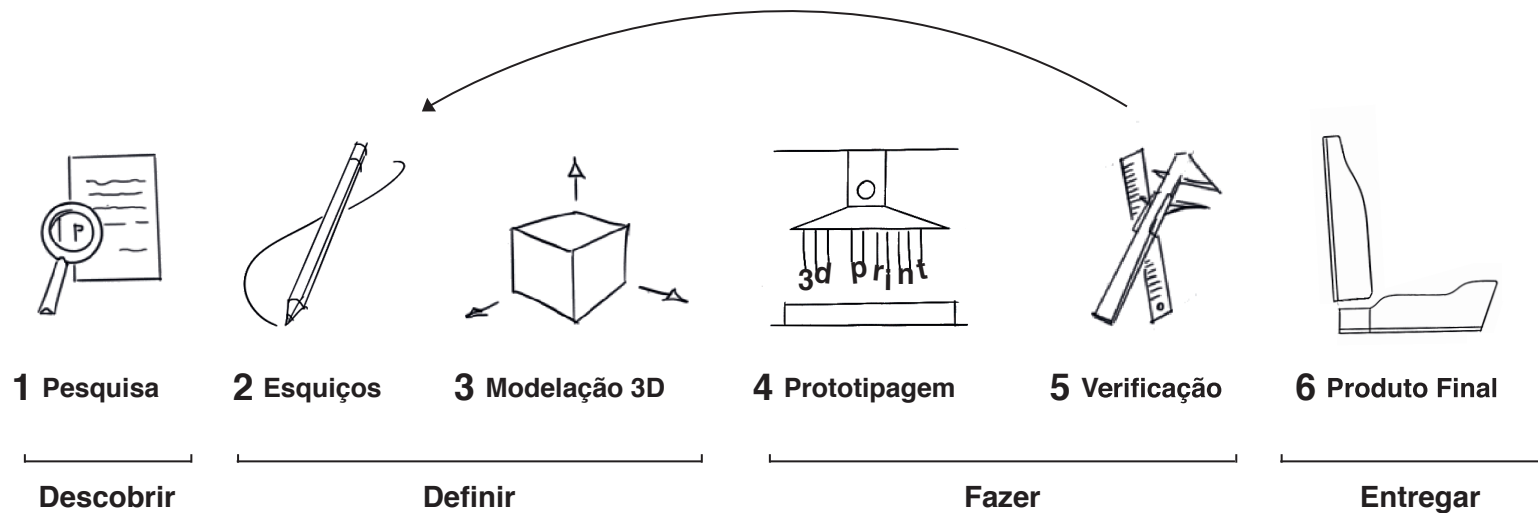


Figura 6 - Fases processo metodológico

- 1** Inicialmente foi feita uma análise e enquadramento do estado da arte, nomeadamente das tendências, referências e *benchmarking* de produtos da mesma tipologia, e ainda a ativa pesquisa relacionada com a problemática do projeto (literatura). Após esta análise e enquadramento, está reunida a informação necessária para uma maior compreensão da problemática, permitindo assim começar a definir caminhos e começar a pensar em propostas.
- 2** Posteriormente surgem 4 fases que são desenvolvidas em ciclos. Através da criação de *moodboards*, surjem as primeiras ideias, onde são feitas as primeiras interpretações visuais, com base nos dados recolhidos anteriormente.
- 3** A exploração da forma, volumetrias e função por meio de desenhos, modelação CAD 3D e da prototipagem rápida, sempre considerando as conclusões retiradas anteriormente, de forma a criar interpretações visuais dessas mesmas conclusões. Isto permite discutir com os elementos da equipa de design da Pixartidea e com a equipa da Multiorthos, as melhores soluções.
- 4** Ao longo do estágio realizaram-se 5 reuniões com o cliente, que tornaram mais eficaz a forma com que se foram fechando etapas.
- 5**

- 6** Por fim, quando as propostas de exploração cumprem os requisitos exigidos e todas as partes estão de acordo com os resultados até aqui demonstrados, passamos para a fase final do projeto, com a criação dos modelos CAD finais bem como de imagens finalizadas que descrevem o resultado esperado do projeto.

Consideração no desenvolvimento de maquetes e protótipos finais, que caracterizem a solução definida, de modo a poder demonstrar a sua viabilidade, volumetria, pormenores, otimização de design e respectivas exigências vigentes nesta tipologia de produto.

3ª PARALISIA CEREBRAL

3.1 DEFINIÇÃO

A PC é uma condição clínica relacionada com alterações do neurodesenvolvimento, bem conhecida dos técnicos e da comunidade em geral, que começa numa fase precoce da infância e persiste ao longo da vida, (Rosenbaum et al., 2007; Folha, 2010).

A definição e classificação PC surgiu pela primeira vez no século XIX. O ortopedista William John Little em 1843, descreveu uma desordem que atingia crianças nos primeiros anos de vida e definiu-a como uma patologia associada a diferentes causas, caracterizando-a por rigidez muscular, que se manifestava mais nos membros inferiores e em menor grau nos superiores. Posteriormente Little, reconheceu que a maioria dos pacientes tinha dois fatores em comum: parto prematuro e trabalho de parto difícil com asfixia neonatal (ou privação de oxigénio), o que seria a causa provável, do dano cerebral dos tecidos responsáveis pelo controlo dos movimentos (Monteiro et al., 2015).

Segmund Freud é apontado como autor, em 1893, do termo PC. A hipótese de existirem fatores causais de origem pré-natal, devem-se ao seu trabalho. Segundo Morris, as observações de Freud a respeito da etiologia identificaram 3 grupos de fatores causais, nomeadamente materno e congénito (pré natal); perinatal e por fim, pós natal (Morris, 2007).

O que o termo PC descreve tem sido amplamente debatido e na atualidade continuam as discussões sobre como as diferentes manifestações da PC podem ser melhor classificadas.

Na atualidade, existem diversos estudos acerca do significado da PC. Uma definição muito utilizada foi apresentada por Rosenbaum et al., (2007), que descreve a PC como um grupo de perturbações permanentes no desenvolvimento do movimento e da postura, causando limitação da atividade, e que são atribuídos a distúrbios não progressivos que ocorrem durante o desenvolvimento do cérebro do feto ou do bebé. Os distúrbios motores da PC são fortemente acompanhados por distúrbios de sensação, percepção, cognição, comunicação e comportamento, por epilepsia e por problemas músculo esqueléticos secundários (Rosenbaum et al., 2007 p. 9).

O National Institute of Neurological Disorder and Stroke, refere que a maioria das crianças com PC nasce com ela, embora só possa ser detetada meses ou anos depois. O distúrbio não é progressivo e deste modo, não piora com os anos (NINDS, 2019). No entanto, alterações físicas e psicológicas podem ser observadas durante o curso desta condição.

Em suma, este termo descreve uma condição de ser, um estado de saúde com implicações resultantes de danos no Sistema Nervoso Central. Pode-se assim dizer, que a partir do momento em que ocorre a lesão não é possível revertê-la.

3.2 CAUSAS/ FATORES

A classificação etiológica refere-se à origem ou causa da doença/condição. A lesão ocorrida no cérebro em formação pode levar a uma PC e pode ocorrer antes, durante ou após o parto:

1 - Causas pré-natais (antes do parto): Infecções durante a gravidez (citomegalia, toxoplasmose, rubéola) e Hipóxia fetal, resultante de complicações tais como hemorragias. Exposição a radiações, toxinas ambientais, anomalias genéticas, gestação múltipla, baixo peso, e malformações na estrutura cerebral.

2 - Causas perinatais (durante o parto): Complicações durante o parto, prematuridade, parto muito demorado, a fórceps, insuficiência de oxigenação para o cérebro entre outras situações.

3 - Causas pós- natais (do nascimento ao final da maturação do Sistema Nervoso Central, cerca dos 2-3 anos de idade): Infecções no cérebro (meningites, encefalites), traumatismo crânio-encefálico, convulsões.

Pesquisas realizadas nos anos oitenta, na América e na Austrália demonstraram que as complicações ocorridas no parto eram responsáveis por apenas 10% dos casos de PC. Esta descoberta alterou profundamente as teorias sobre a PC e conduziram as pesquisas atuais para outras causas (Monteiro et al., 2015). Por outro lado, na maioria das crianças a causa era desconhecida (Teixeira, 2012).

Nem sempre é possível obter informação precisa sobre a natureza e o momento em que ocorre o insulto cerebral, o que torna difícil determinar a etiologia da PC (Alvarelhão, 2018).

Apesar da dificuldade de recolha de informação relativa a eventos adversos ocorridos nos períodos pré-natais, peri-natais ou pós-natais, considera-se que 75% dos casos ocorrem no período pré-natal e cerca de 10% no período pós-natal (Colver 2013, citado por Alvarelhão, 2018).

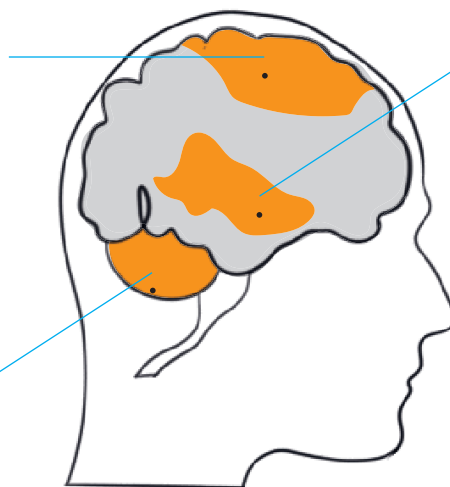
Em Portugal, a PC afeta 200 crianças de 5 anos de idade por ano (e respectivas famílias), a maioria com formas espásticas de grande compromisso funcional motor, cognitivo e neurosensorial. Estas formas mais graves, associadas principalmente às sequelas da grande prematuridade (frequentemente ligada à gemelaridade), à lesão hipóxico-isquémica perinatal no recém-nascido de termo e a insultos pós-neonatais, são potencialmente evitáveis na sua frequência e/ou gravidade (Andrada et al, 2010).

3.3 TIPOS CLÍNICOS

A PC dependendo de onde ocorre a lesão cerebral e do número de células atingidas, pode afetar diferentes partes do corpo (**fig.7**), alterando o tônus muscular, a postura e o movimento. Pode ser classificada segundo o tipo de movimento e tônus que a criança apresenta - classificação nosológica, bem como as diferentes partes do corpo que estão envolvidas - classificação topologia.

ESPÁSTICO: 60-80%.
É a forma mais comum. Os músculos apresentam-se tensos e contraídos. Ocorre devido a danos no córtex motor.

ATÁXICO: 6%.
Caracterizado pela descoordenação dos movimentos. Afeta o equilíbrio e a percepção do posicionamento do corpo no espaço. Ocorre devido a danos no cerebelo.



DISCINÉTICO: 6%.
Caracterizado pela presença de movimentos involuntários. Ocorre devido a danos nos gânglios da base.

TIPOS MISTOS:
Combinação de danos.

Figura 7 - Tipos de Paralisia Cerebral

Com base em trabalhos publicados por Bax et al, em 2005, a Surveillance Cerebral Palsy Europe (SPCE) de modo a facilitar a classificação da PC, definiu três subtipos clínicos: espástico (**fig.8**), atáxico e discinético, que tem em comum, um padrão anormal de movimento e postura (Cans, 2007).

PC espástica: caracteriza-se pelo aumento do tônus e reflexos patológicos, hiperreflexia e sinais piramidais como por exemplo, o reflexo de Babinski. Subdividindo-se, consoante a parte do corpo envolvida, em PC espástica unilateral (hemiplegia) e bilateral (diplegia e quadriplegia);

PC discinética: caracteriza-se por movimentos involuntários, não controlados e recorrentes, tônus muscular variável com predomínio de padrões reflexos primitivos. Pode ser discinética ou coreoatética:

1) PC distônica é dominada por ambos: Hipocinesia (atividade reduzida, ou seja, movimento rígido) Hipertonia (tônus geralmente aumentado);

2) PC coreoatética é dominada por ambos: hipercinesia, hipotonia (aumento da atividade, ou seja, movimento tempestuoso)

Quando estão presentes características de ambos, pode ser difícil distinguir entre estes subgrupos, devendo nesses casos, ser usado o termo PC disquinética).

PC atáxica: caracteriza-se por um padrão anormal da postura e/ou movimento. Falha na organização da coordenação muscular, sendo os movimentos realizados com força, ritmo e destreza anormais.

Tipos de PC espástica

Hemiplegia/ Unilateral:

MEMBROS AFETADOS

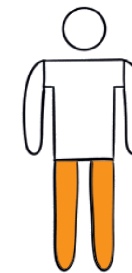
1 2 3 4



Diplegia/ Bilateral:

MEMBROS AFETADOS

1 2 3 4



Quadriplegia/ Bilateral:

MEMBROS AFETADOS

1 2 3 4



Figura 8 - Partes do corpo afetadas

3.4 CLASSIFICAÇÕES

Função Motora Global (SCFMG)

Para classificar a gravidade motora nos indivíduos com PC foi utilizado o Sistema de Classificação da Função Motora Global (SCFMG).

Crianças com PC podem ser classificadas segundo a característica clínica dominante. A Gross Motor Function Classification System (GMFCS) define 5 níveis no Sistema de Classificação da Função Motora Grossa (**fig.9**) para crianças com PC:

Nível 1 - a criança possui marcha independente, anda sem limitações;

Nível 2 - a criança anda com algumas limitações:

Nível 3 - a criança anda através de um dispositivo manual de mobilidade;

Nível 4 - a criança tem auto mobilidade com limitações, pode usar mobilidade motorizada;

Nível 5 - a criança tem graves limitações na locomoção necessita ser transportada em cadeira de rodas manual (Palisano et al., 2007, citado em Goulart & Pazmino, 2019).

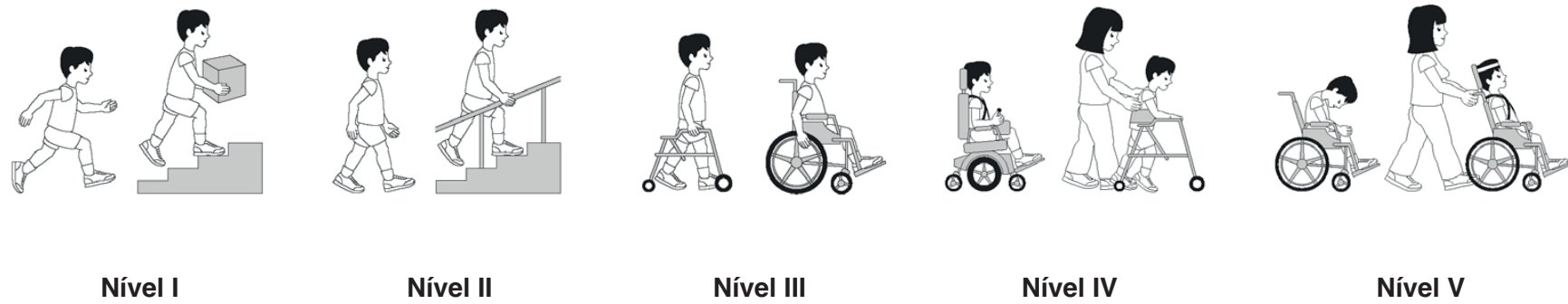


Figura 9 - Níveis do Sistema de Classificação da Função Motora Grossa

4 TECNOLOGIA DE APOIO

4.1 CADEIRAS DE RODAS

A evolução das cadeiras de rodas ao longo dos anos, acompanhou a evolução dos materiais, técnicas de fabrico e correntes de design predominantes (Encarnação et al., 2015). Este autor refere que no século XVIII eram fabricadas em madeira e vime, sendo esteticamente influenciadas pelo mobiliário da altura e até eram usadas por pessoas sem incapacidade de mobilidade. A companhia Everest & Jennings, em 1932 colocou no mercado uma cadeira com estrutura tubular em aço, constituindo um enorme avanço quer a nível de robustez quer de transporte. No entanto, a partir da segunda metade do século XX a cadeira de rodas passou a ser vista como um produto de apoio para pessoas com deficiência.

Embora o desenvolvimento histórico do design das cadeiras de rodas tenha sido lento e de acordo com as necessidades de cada

época, nos últimos anos houve um avanço com a aplicação de novas tecnologias, materiais e uma melhoria da qualidade dos equipamentos. No entanto, muitos utilizadores continuam a usar as tradicionais cadeiras de rodas, modelo padrão (Prestes, 2011).

Atualmente, existe uma grande variedade de modelos de cadeiras de rodas, sendo a sua concessão de modo a responder às necessidades do utilizador, o ambiente onde será utilizada e atividades específicas como por exemplo, o desporto. A cadeira de rodas é um equipamento que proporciona mobilidade sobre rodas e suporte para assento de uma pessoa com dificuldade em andar ou movimentar-se (Organização Mundial da Saúde, 2012). Este equipamento pode ser classificado como manual ou elétrico e é prescrito de acordo com a capacidade do utilizador de impulsionar ou operar (Muller et al., 2012).

1850



1900



1910



Figura 10 - Evolução das cadeiras de rodas entre os séculos XIX e XX

Os tipos mais comuns de cadeiras de rodas são: **manual, motorizada, desportivas e *stand up*** (Martins, 2017).

1930



1950

Manual

A cadeira de rodas manual (**fig.11**), é impulsionada pela força do próprio utilizador ou por terceiros. Este tipo de cadeiras consideradas mais adequadas para utilizar em trajetos relativamente curtos por pessoas com mobilidade dos membros superiores (Encarnação et al., 2015).



Figura 11 - Cadeira de rodas manual - Ivancare

Elétrica

A cadeira de rodas elétrica (**fig.12**) permite ao utilizador com deficiência motora nos membros superiores deslocar-se utilizando um *joystick* ou outros sistemas de seleção indireta para controlar a cadeira. São mais pesadas, o que torna mais difícil o seu transporte e armazenamento (Encarnação et al., 2015).



Figura 12 - Cadeira de rodas elétrica - Ivancare

Desportiva

Estas cadeiras possuem características específicas relativamente a outras cadeiras de rodas, tem um quadro rígido, o que proporciona mais estabilidade e performance. No entanto, tem o inconveniente de serem difíceis de transportar. Geralmente são utilizados materiais como ligas especiais de alumínio, titânico ou materiais compósitos, nomeadamente, fibra de carbono ou vidro (Esteves, 2011).



Figura 13 - Cadeira de rodas desportiva - Offcarr

Stand up

Este tipo de cadeiras permite ao utilizador o posicionamento em pé (**fig.14**) através de um sistema pneumático e um quadro articulado. Tem a vantagem de tornar a realização de algumas tarefas mais fáceis, para além de ter vantagens a nível da saúde do utilizador, como a melhoria do funcionamento renal, circulação e redução da perda óssea (Esteves, 2011).



Figura 14 - Cadeira de rodas stand up - Sunrise Medical

4.2 COMPONENTES CADEIRA DE RODAS

Os componentes que constituem e caracterizam uma cadeira de rodas são o **componente estrutural ou chassi**, o **sistema de propulsão** e o **sistema de posicionamento**.

Componente Estrutural ou Chassi - é a unidade básica da de uma cadeira de rodas manual (**fig.15**), e é constituída por:

- ① Barra do encosto
- ② Barra do assento
- ③ Eixos de união das rodas

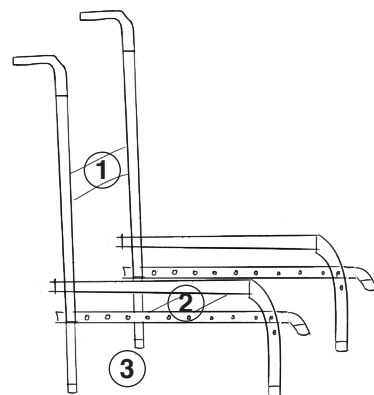


Figura 15 - Componentes estrutural da cadeira de rodas

Sistema de Propulsão - é a principal forma de locomoção das pessoas que necessitam de cadeira de rodas (**fig.16**), sendo constituído por:

- ④ Rodas

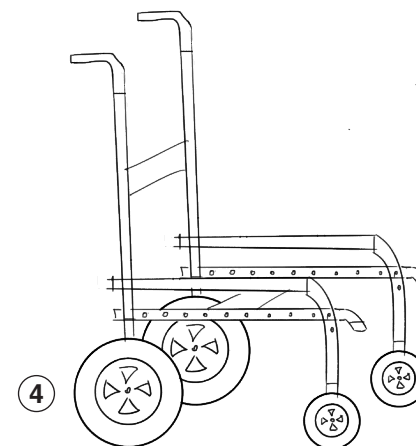
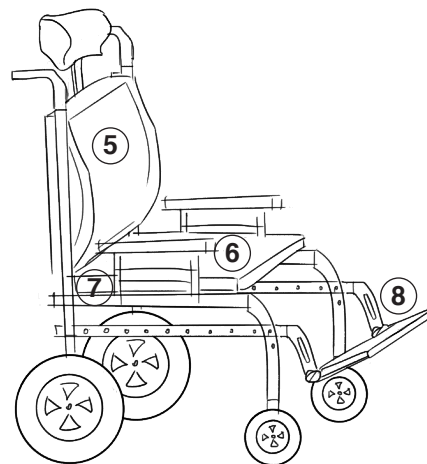


Figura 16 - Sistema de propulsão da cadeira de rodas

Sistema de Posicionamento - fornece o suporte necessário para alcançar uma postura correta, segura, confortável e funcional na cadeira de rodas (**fig.17**), e é constituído por:

- ⑤ Encosto
- ⑥ Assento
- ⑦ Almofada
- ⑧ Apoio para Pés



De acordo com informação facultada pela equipa de I&D da Fibrenamics, constatou-se que no caso de um sistema de posicionamento ser inadequado, pode levar ao desencadeamento de graves consequências nos utilizadores, tais como:

- Dor e desconforto;
- Contraturas e imobilização de articulações;
- Espasticidade;
- Úlceras de pressão.

Figura 17 - Sistema de posicionamento da cadeira de rodas

4.2.1 ÚLCERAS DE PRESSÃO

Os utilizadores de cadeiras de rodas, têm maior risco de desenvolver UP relativamente à população em geral, devido a permanecerem sentados sem alívio de pressão por longos períodos de tempo.

Moore & Etten (2015), referem um estudo realizado com indivíduos em cadeira de rodas em que o tempo contínuo relatado foi de 12 horas, sendo a prevalência de UP nessa população de 58%.

De acordo com a European Pressure Ulcer Advisory Panel (EPUAP), a National Pressure Ulcer Advisory Panel (NPUAP) e a Pan Pacific Pressure Injury Alliance (PPPIA), uma úlcera de pressão é uma lesão localizada na pele e/ou tecido subjacente, geralmente sobre uma proeminência óssea, como resultado de pressão ou pressão em combinação com cisalhamento. As UP estão associadas a vários fatores contribuintes ou de confusão, ainda não esclarecidos. (NPUAP / EPUAP / PPPIA, 2014 p. 12). Ainda que a pressão seja considerada o principal fator de risco de desenvolvimento de UP, outros fatores contribuem para o seu desenvolvimento.

Causas

A causa para o desenvolvimento de UP é multifatorial e depende de fatores intrínsecos do indivíduo, tais como imobilidade, alterações da sensibilidade, incontinência urinária e/ou fecal, alterações do estado de consciência, extremos de idade, perfusão tecidual, estado nutricional; e extrínsecos como pressão, forças de tração, forças de fricção e maceração/humidade, (Administração Regional de Saúde do Algarve, 2017). A associação destes fatores contribui para o aparecimento de lesões de pele.

De facto a pressão é considerada o principal responsável pelo desenvolvimento de UP (ARSA, 2017). A pressão impede a circulação do sangue provocando a morte dos tecidos e o aparecimento de uma ferida. Estas resultam da pressão prolongada perto das proeminências ósseas onde as pressões internas são mais elevadas. Bartley & Stephens, 2019, referem pesquisas que concluíram que uma pequena pressão durante uma a duas horas pode causar danos nos tecidos. A obstrução do fluxo sanguíneo privando a área de oxigénio e nutrientes e se esta for continua sem alívio, o tecido começa a decompor-se, levando ao desenvolvimento de uma úlcera de pressão.

No indivíduo sentado, o peso corporal é carregado numa área de superfície relativamente pequena, ou seja, as tuberosidades isquiáticas e nádegas, o cóccix e a parte superior das coxas. Assim, nesses indivíduos ocorrem UP mais frequentemente em torno das proeminências ósseas nessas áreas de suporte de peso (**fig.18**). (Moore & Etten, 2015).

Estas áreas são mais suscetíveis à formação de UP devido ao peso do indivíduo estar totalmente concentrado nessas partes do corpo contra uma superfície de apoio. Numa cadeira de rodas, equipamentos como o assento e/ou a superfície de apoio das costas estão em contato constante com o corpo, criando picos de pressão.

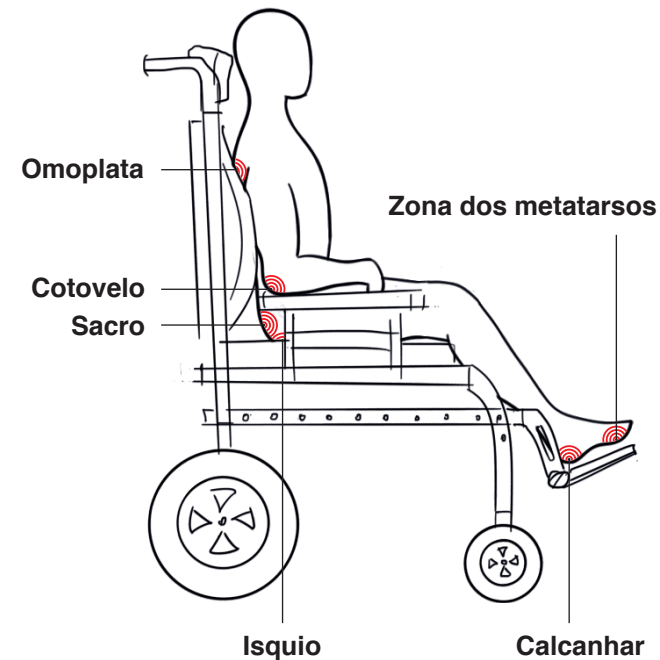


Figura 18 - Áreas com risco de lesão de úlcera de pressão na posição sentado.

4.2.2 CLASSIFICAÇÃO UP

A NPUAP e a EPUAP desenvolveram um sistema de classificação internacional para orientar o diagnóstico e tratamento das UP (NPUAP/EPUAP e PPIA, 2014):

Estágio I - Eritema não branqueável

Pele intacta com eritema não branqueável de uma área localizada, ocorre normalmente sobre uma proeminência óssea (**fig.19**). Descoloração da pele, calor, edema, tumefacção ou dor, por vezes podem estar presentes.

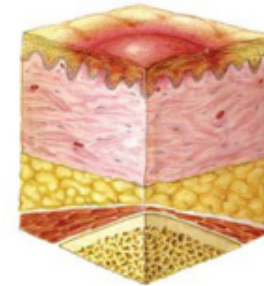


Figura 19 - UP estágio I

Estágio II - Perda parcial da espessura da pele

Perda parcial da espessura da derme (**fig.20**) apresentando-se como uma ferida superficial (rasa) com leito vermelho rosa, sem descamação. Também se podem observar flictenas e escoriações.

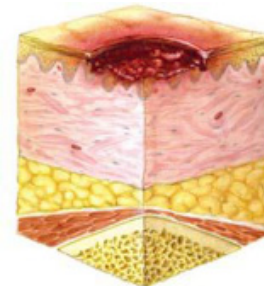


Figura 20 - UP estágio II

Estágio III - Perda total da espessura da pele

Perda total da espessura dos tecidos (**fig.21**). O tecido adiposo subcutâneo pode ser visível, mas os ossos, tendões ou músculos não estão expostos.

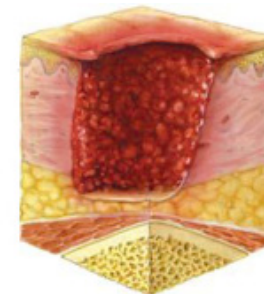


Figura 21 - UP estágio III

Estágio IV - Perda total da espessura dos tecidos

Perda total da espessura dos tecidos com exposição óssea (**fig.22**), dos tendões ou dos músculos. Pode aparecer em algumas partes do leito da ferida, tecido desvitalizado (sumido) ou necrose (seca).

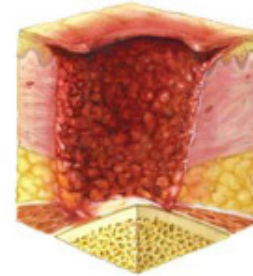


Figura 22 - UP estágio IV

Inclassificável: Profundidade Indeterminada

Perda total da espessura dos tecidos, na qual a base da úlcera está coberta por tecido desvitalizado (amarelo, acastanhado, cinzento, verde ou castanho) e/ou necrótico (amarelo escuro, castanho ou preto) no leito da ferida (**fig.23**).

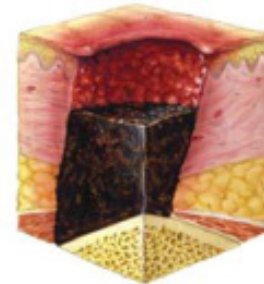


Figura 23 - UP inclassificável

Suspeita de lesão nos tecidos profundos: Profundidade Indeterminada

Área vermelha escura ou púrpura localizada em pele intacta e descolorada ou flitena preenchida com sangue (**fig.24**), provocadas por danos no tecido mole subjacente resultantes de pressão e/ou cisalhamento.

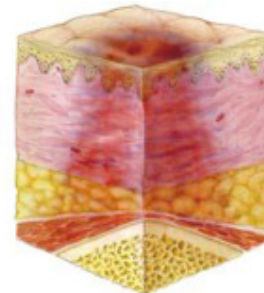


Figura 24 - UP suspeita de lesão nos tecidos profundos

4.2.3 PREVENÇÃO

Muitos são os fatores que justificam a importância atribuída à prevenção de UP com destaque especial para o impacto que a lesão tem sobre a segurança e qualidade de vida do doente. As feridas têm efeitos prejudiciais na vida dos doentes e cuidadores, com repercussões negativas a nível físico, social, psicológico, financeiro, entre outros. Medidas preventivas resultam em taxas menos elevadas de prevalência deste evento indicando qualidade da assistência prestada.

De forma a melhorar a qualidade dos cuidados de saúde e aconselhado a implementação de estratégias de prevenção das úlceras de pressão, não só devido aos custos que o seu tratamento acarreta aos serviços de saúde, mas especialmente, pelo sofrimento associado as mesmas, quer para o doente quer para o cuidador.

A prevenção do aparecimento de UP, é possível se existir um controlo dos seguintes fatores:

Pressão - A pressão é a quantidade de força aplicada perpendicularmente a uma superfície por unidade de área de aplicação (**fig.25**). Sendo reconhecido como o fator extrínseco mais importante no desenvolvimento de úlceras de pressão.

Fricção e forças de cisalhamento - Quando uma força de cisalhamento é aplicada (**fig.26**), a fricção entre a pele e a superfície de apoio tende a manter a pele no mesmo local, enquanto os tecidos mais interno são deslocados. Este deslocamento provoca uma alteração do fluxo sanguíneo e conseqüentemente, uma diminuição do fornecimento de oxigénio e nutrientes às células, levando-as à rotura.

Microclima entre a superfície corporal e a externa

Pressão

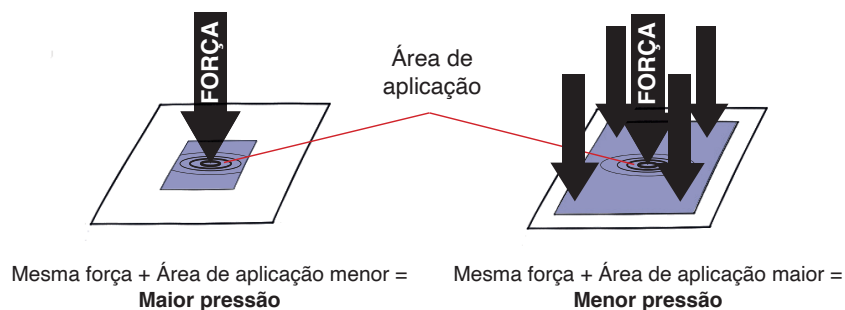


Figura 25 - Áreas de aplicação de força

Fricção e forças de cisalhamento

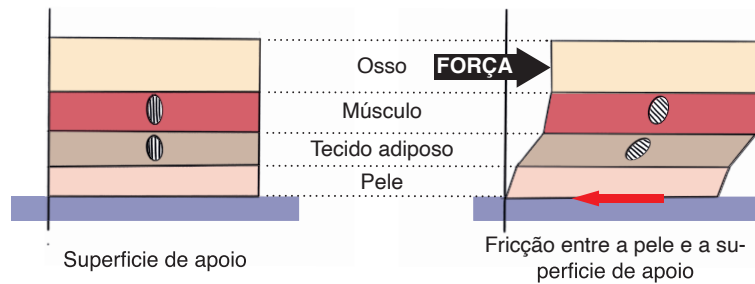


Figura 26 - Fricção e forças de cisalhamento

Microclima

Este termo é utilizado para descrever as condições de temperatura e humidade que ocorrem devido ao contacto entre o corpo e a superfície de contacto. Neste contexto a NPUAP /EPUAP e PPPIA (2014, p. 20), recomendam o controlo microclimático e aconselham a:

1. Considerar a necessidade de características adicionais ao selecionar uma superfície de apoio, tais como a capacidade de controlar a humidade e a temperatura. A utilização de superfícies especializadas, que entram em contacto com a pele, pode alterar o microclima, alterando a taxa de evaporação da humidade e a taxa de dissipação do calor da pele.

2. Considerar a necessidade de controlar a humidade e a temperatura durante a seleção de uma cobertura para a superfície de apoio. Qualquer superfície de apoio que esteja em contacto com a pele tem o potencial de afetar o microclima. O efeito global depende da natureza e do tipo de cobertura da superfície de apoio.

3. Não aplicar dispositivos de aquecimento (por exemplo, sacos de água quente ou almofadas Térmicas). O calor aumenta a taxa metabólica, induz a transpiração e diminui a tolerância do tecido à pressão.

4.3 ALMOFADAS DE POSICIONAMENTO

De forma a proporcionar ao utilizador conforto, um correto posicionamento e uma distribuição ótima das pressões do corpo, e deste modo prevenir o aparecimento de úlceras de pressão, são frequentemente utilizadas almofadas de posicionamento. As almofadas são classificadas (**fig.27**) pelos materiais, design de superfície e nº de camadas.

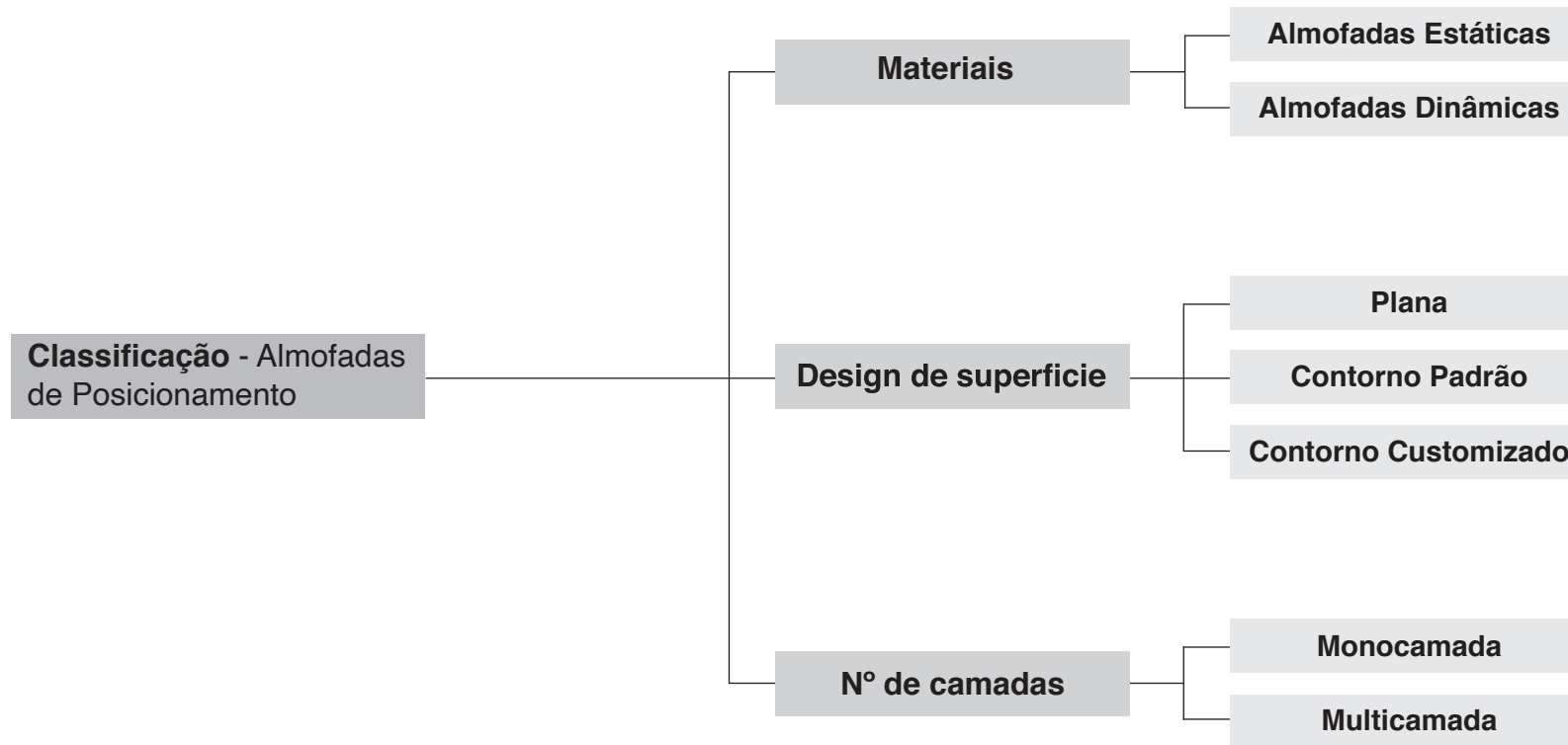


Figura 27 - Gráfico classificação almofadas de posicionamento

Classificação Almofadas de Posicionamento - Materiais

Almofadas Estáticas

1. Espuma

Espuma de poliuretano - Podem ser de estrutura aberta ou fechada e com densidades e rigidez variáveis.

Espuma viscoelástica - Comportamento de memória de forma com capacidade auto contorno.

Vantagens: baixo custo; leve; versátil; baixa manutenção.

Desvantagens: tempo de utilização limitado; retenção de calor e humidade.

2. Gel

Vantagens: Favorece a redistribuição de pressão e o posicionamento; estável; capacidade de absorção de calor.

Desvantagens: peso elevado; suscetível a rotura e vazamento do gel, baixa circulação de ar; custo moderado.

3. Ar

Vantagens: células de ar ajustáveis, pelo que são efetivos na distribuição do peso; material leve.

Desvantagens: manutenção frequente, pouca estabilidade; custo moderado.

4. Híbrido

Sistema de alta performance. Indicado para redistribuição de pressões, correção da postura e alinhamento da coluna. O seu design proporciona uma imersão e envolvimento adequados.

Vantagens: Excelente distribuição de pressões, elevada estabilidade e ideal para correção pélvica.

Desvantagens: Preço elevado.

5. Honeycomb

Vantagens: leve, flexível, capacidade de absorção de choques, durável e com boa circulação de ar.

Desvantagens: capacidade de posicionamento médio e redistribuição de pressões razoável; custo moderado.

Almofadas Dinâmicas

6. Pressão de Ar

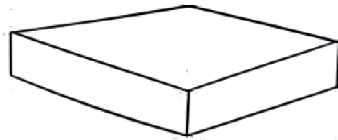
Almofada de posicionamento dinâmica constituída por bolsas de ar que, com o auxílio de um microprocessador, insuflam e desinsuflam de forma constante ao longo do tempo. É recomendado para utilizadores que não apresentam qualquer tipo de mobilidade.

Vantagens: sistema automático, extremamente confortável, bateria de longa duração, durável, fácil manuseamento.

Desvantagens: Preço elevado e necessidade de recarregar a bateria.

Classificação Almofadas de Posicionamento - Design de Superfície

Plana



É a superfície de mais baixo custo e de fácil produção, no entanto é pouco eficaz na diminuição de pressões nas proeminências ósseas.

Contorno Padrão



O design de superfície é baseado nas medidas antropométricas da população e estão disponíveis em vários tamanhos.

Contorno Customizado



O design da superfície é desenvolvido para se ajustar às formas do utilizador. Para tal são utilizadas tecnologias como CAD/CAM, moldação e mapeamento de pressões, digitalizador 3D.

Figura 28 - Gráfico tipo de design de superfície

Classificação Almofadas de Posicionamento - N° de camadas

Monocamada com ou sem abertura posterior pélvica



Sem abertura posterior pélvica

Com abertura posterior pélvica

Multicamada com ou sem abertura posterior pélvica



Sem abertura posterior pélvica

Com abertura posterior pélvica

Figura 29 - Gráfico n° de camadas

4.4 ERGONOMIA

A Associação Internacional de Ergonomia (2020) define a ergonomia como uma disciplina científica com foco na compreensão da interação entre os seres humanos e outros elementos de um sistema. Usa teorias, princípios e métodos em projetos, com a finalidade de permitir o desempenho adequado e saudável do sistema.

A ergonomia é conhecida como a ciência do trabalho, mas atualmente aplica-se a todos os aspectos da atividade humana e encontra-se presente em situações do nosso cotidiano. Por exemplo, quando entramos num automóvel e temos de ajustar o assento para chegar aos pedais ou ajustar o encosto para nos aproximarmos do volante. Este ato permite-nos alcançar uma condução mais segura e também ter mais conforto na condução.

Em todo o mundo mais de 500 milhões de pessoas têm algum tipo de incapacidade, mental, física ou sensorial. Tem-se assistido a uma preocupação em melhorar as condições de vida destas pessoas, o que se tem refletido no desenvolvimento de produtos para esta população especial existindo uma preocupação relativamente às questões ergonômicas (Plos et al., 2012).

Lida & Buarque (2016) refere que os estudos em ergonomia, passaram a ter foco em determinadas minorias como por exemplo: pessoas idosas, obesas, pessoas com deficiência, etc. Sendo necessário gerar novos conhecimentos com o objetivo de promover projetos adaptados a estes indivíduos.

4.4.1 ANTROPOMETRIA

A antropometria é uma área fundamental para a ergonomia, e pode ser descrita como a ciência que estuda os valores métricos globais e parcelares do corpo humano, das suas inter-relações e amplitude dos seus movimentos (Panero & Zelnik, 2002). No entanto, é necessário ter em consideração que a dimensão corporal varia consoante a idade, o sexo, e o grupo etnológico.

O fato de os seres humanos não apresentarem todos as mesmas medidas, é um dos problemas da antropometria, tendo-se criado grupos tipo partindo de medidas estatísticas. Para desenvolver projetos de produtos, as informações dos dados antropométricos podem ser recolhidas em bancos de dados ou na literatura (Brendler & Teixeira, 2016).

As dimensões antropométricas para cada população, são classificadas por tamanho e descritas em percentis. Geralmente, os objetos são projetados para atender o intervalo de 5% a 95% da população devido à amplitude muito elevada de dimensões.

Relativamente a amplitude e abrangência dos cálculos acerca dos percentis, Panero & Zelnik, (2002, p. 37) referem:

Um erro muito sério na aplicação de dados é pressupor que uma dimensão de percentil 50 represente as medidas de “um homem médio” e criar um projeto para acomodar os dados desse percentil. A falácia de tal hipótese é que, por definição, 50% desse grupo podem sofrer consequências de um mal projeto. O chamado “homem médio” simplesmente não existe. Dependendo da natureza do problema de projeto, ele poderia ser concebido para acomodar o percentil 5 ou 95, de modo que maior parte da população seja atendida.

Como determinar medidas

Para determinar **dimensões mínimas** utiliza-se o percentual 95 masculino, porque os homens quase sempre possuem medidas maiores. No entanto, podem ser exceção o dimensionamento de um assento em que se utiliza a largura da anca do percentual 95 feminino, porque as mulheres tem uma anca mais larga que os homens.

No dimensionamento de **medidas máximas**, usa-se o percentil 5 feminino, assim ao conceber por exemplo um dispositivo de acionamento, este será acessível para pessoas baixas e todas as outras também o poderão utilizar (Lida, 2005).

Este autor refere que no meio industrial, o ideal seria fabricar produtos padronizados, de modo a reduzir custos. No entanto, nem sempre isso possibilita, para o utilizador/ consumidor, conforto e segurança, especialmente no caso de produtos de uso individual. Os indivíduos apresentam diferenças antropometrias não só na idade, sexo e peso mas também pelas condições físicas e individuais. Por exemplo as pessoas com deficiência física, podem apresentar várias condições como paralisia cerebral, artroses e distrofia muscular.

Dianat, et al., (2018) referem que existem poucas pesquisas antropométricas para grupos especiais como a população idosa ou com deficiência, sendo a maioria dirigida a indivíduos sem deficiência. O que é um impedimento para o desenvolvimento de projetos (Bendler & Teixeira, 2016). Panero & Zelnik (2002), referem que:

Não existem em grande escala dados sobre a antropometria de usuários utilizadores de cadeira de rodas, tal estudo encontra inúmeras dificuldades, tendo em vista as variáveis envolvidas: os tipos de deficiência, os membros ou segmentos afetados, a extensão da paralisia, o grau de disfunção muscular, o efeito cumulativo na mobilidade global do membro devido ao uso constante da cadeira de rodas (Panero & Zelnik, 2002 p.50).

Todos estes fatores dificultam a definição de uma escala antropométrica certa. Assim, de modo a obter medidas de referência, usou-se a informação de dados gerais apresentados para indivíduos

na posição sentada, da norma alemã DIN 33402 de junho de 1981, **(fig.30)**. Esta norma é considerada por Lida (2005), como uma das mais completas tabelas antropométricas, apresentando para cada variável o ponto a ser medido e a postura adotada.

De acordo com Lida (2005) o assento foi uma das invenções que mais contribuiu para modificar o comportamento humano. Muitas pessoas chegam a passar 20h por dia nas posições sentada e deitada. A problemática do assento tem motivado um grande interesse dos pesquisadores de ergonomia.

No design do assento e encosto para a cadeira de rodas, consideram-se os dados/padrões ergonômicos e antropométricos humanos, de forma a adequar o mais possível o ajustamento ao utilizador.

	Mulheres			Homens		
	5%	50%	95%	5%	50%	95%
1. Altura da cabeça, a partir do assento, tronco ereto	80,5	85,7	91,4	84,9	90,7	96,2
2. Altura dos olhos, a partir do assento, tronco ereto	68,0	73,5	78,5	73,9	79,0	84,4
3. Altura dos ombros, a partir do assento ,tronco ereto	53,8	58,5	63,1	56,1	61,0	65,5
4. Altura do cotovelo, a partir do assento, tronco ereto	19,1	23,3	27,8	19,3	23,0	28,0
5. Altura do joelho, sentado	46,2	50,2	54,2	49,3	53,5	57,4
6. Altura poplítea (parte inferior da coxa)	35,1	39,5	43,4	39,9	44,2	48,0
7. Comprimento do antebraço, na horizontal, até centro da mão	29,2	32,2	36,4	32,7	36,2	38,9
8. Comprimento da nádega - poplítea	42,6	48,4	53,2	45,2	50,0	55,2
9. Comprimento da nádega-joelho	53,0	58,7	63,1	55,4	59,9	64,5
10. Comprimento nádega-pé, perna estendida na horizontal	95,5	104,4	112,6	96,4	103,5	112,5
11. Altura da parte superior das coxas	11,8	14,4	17,3	11,7	13,6	15,7
12. Largura entre os cotovelos	37,0	45,6	54,4	39,9	45,1	51,2
13. Largura dos quadris, sentado	34,0	50%	45,1	32,5	36,2	39,1

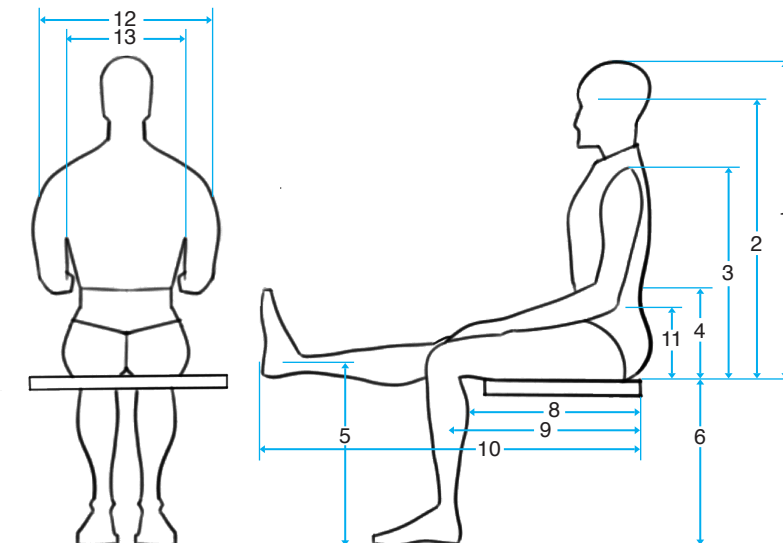


Figura 30 - Medidas de antropometria estática

5 PROCESSOS DE DESIGN

5.1 PERCEBER

Esta fase do projeto consiste na compreensão acerca dos seus problemas, bem como para gerar novos conhecimentos. Para tal foram utilizadas ferramentas como *mindmap*, *benchmark*, posicionamento mercado, questionário (*asking*), processos de fabrico (*looking*), e um caso de estudo que tem como base a biomimética.

5.1.1 MINDMAP

Esta ferramenta foi importante para a fase inicial do processo de desenvolvimento, na medida em que permitiu visualizar a informação (**fig.31**) relativa aos dados anteriormente recolhidos, de forma estruturada. Desta forma tornou-se mais fácil conectar os aspetos mais importantes da pesquisa, permitindo uma discussão mais clara com os elementos da equipa, acerca dos possíveis caminhos a seguir.

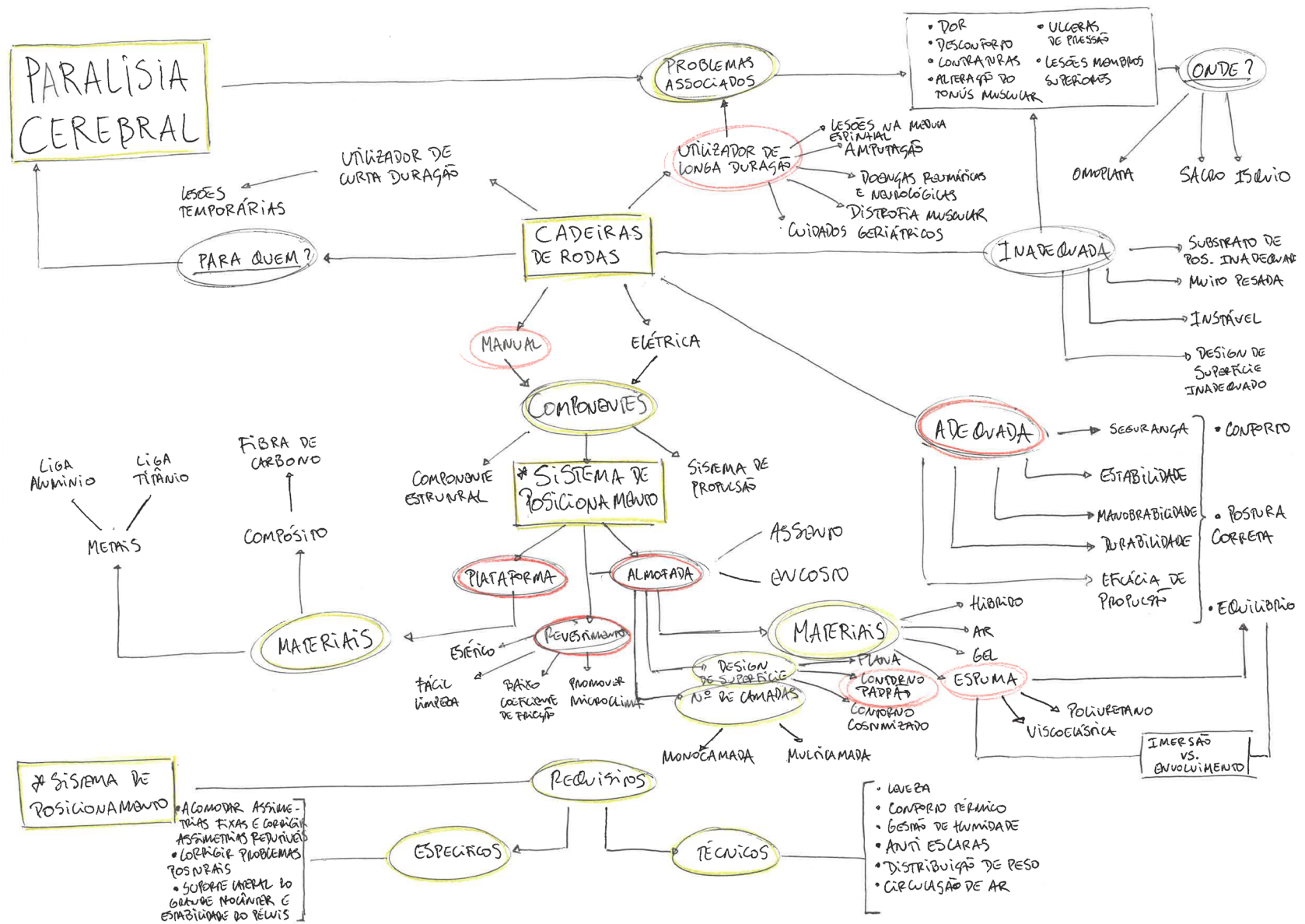


Figura 31 - Mindmap





5.1.2 BENCHMARKING

Enquanto designer é importante considerar aquilo que já existe no mercado e para isso foi utilizado o *benchmarking* (fig.32). Trata-se de um conceito que propõe analisar a concorrência e perceber o que já está a ser feito e o que ainda pode vir a ser feito, possibilitando identificar oportunidades de forma a aumentar o valor do produto que estamos a desenvolver.

Foram analisadas e comparadas as características de diferentes marcas de assento e encosto para cadeiras de rodas, bem como para outras áreas como aviação e automobilismo (Anexo 2, 3, 4 e 5), por serem ambas áreas de mobilidade, uma de transporte coletivo e outra de alta competição, é possível analisar produtos com características como o conforto e a alta performance dos equipamentos. A informação relativa a cada produto foi retirada dos sites das respetivas marcas, e desta forma as informações podem estar sujeitas a uma subvalorização das suas características.

Conclusões

Através da análise do benchmark torna-se mais evidente a compreensão dos diferentes aspetos que caracterizam e contribuem para uma melhor *performance* dos sistemas de posicionamento, nomeadamente os assentos e encosto para utilizadores com PC. Podemos por isso concluir que existe um maior cumprimento dos requisitos exigidos e da performance em sistemas de posicionamento com multicamada, com fluido ou ar. Contudo o preço também é relativamente maior, em relação a equipamentos com monocamada, devido a aspetos como os materiais e diferentes processos de fabrico necessários.

	1	2
Assento		
Marca		
Modelo	Matrix Flo-tech Contour	Evolution™
Preço	+/- 180 €	+/- 240 €
Tipologia	Almofada para pessoas com tendência a desenvolver úlceras de pressão	Discrepância no comprimento das pernas, amputações e outras obliquidades pélvicas
*Gestão de Humidade	★★☆☆☆	★★☆☆☆
*Pressão	★★★☆☆	★★★★☆☆
*Fricção	★★☆☆☆	★★★★☆☆
*Temperatura	★★★☆☆	★★★★☆☆
Almofada de fluido ou ar	✗	✓
Material	Base de Gel de Silicone	Espuma (híbrido)

Legenda:

*Cumprimento com os requisitos técnicos exigidos.

n/d - Não existe informação relativa a este parâmetro

 <p>3</p>	<p>Encosto</p>	 <p>4</p>	 <p>5</p>	 <p>6</p>	 <p>7</p>
	<p>Marca</p>				
<p>Jay Balance com Fluido</p>	<p>Modelo</p>	<p>AGILITY® MAX CONTOUR</p>	<p>AGILITY® ACTIVE CARBON (Min/Mid)</p>	<p>AGILITY® MID CONTOUR</p>	<p>Encosto Jay Care</p>
<p>Desde 685,45 €</p>	<p>Preço</p>	<p>720 €</p>	<p>870 €</p>	<p>650 €</p>	<p>770 €</p>
<p>Proteção da pele, estabilidade e conforto</p>	<p>Tipologia</p>	<p>Fornece o melhor da estabilidade com o menor peso possível</p>	<p>Fornece apoio e posicionamento do tronco/pélvis</p>	<p>Fornece apoio e posicionamento do tronco/pélvis</p>	<p>Usário geriátrico com coluna citófica estruturada</p>
<p>★★★★★★</p>	<p>*Gestão de Humidade</p>	<p>n/d</p>	<p>n/d</p>	<p>n/d</p>	<p>★★★★★★</p>
<p>★★★★★★</p>	<p>*Pressão</p>	<p>★★★★★★</p>	<p>★★★★★★</p>	<p>★★★★★★</p>	<p>★★★★☆</p>
<p>★★★★★★</p>	<p>*Fricção</p>	<p>n/d</p>	<p>n/d</p>	<p>n/d</p>	<p>n/d</p>
<p>★★★★★★</p>	<p>*Temperatura</p>	<p>n/d</p>	<p>n/d</p>	<p>n/d</p>	<p>n/d</p>
<p>✓</p>	<p>Almofada de fluido ou ar</p>	<p>✓</p>	<p>✓</p>	<p>✓</p>	<p>✗</p>
<p>Base espuma (híbrido)</p>	<p>Material</p>	<p>Estrutura de alumínio, almofada de espuma e células de ar</p>	<p>Estrutura em fibra de carbono e almofada de espuma e células de ar</p>	<p>Estrutura de alumínio, almofada de espuma e células de ar</p>	<p>Espuma suave (viscoelástica)</p>

(32)

Figura 32 - Benchmarking assento e encosto

5.1.3 POSICIONAMENTO DE MERCADO

Este conceito permite responder às necessidades do utilizador, por meio de uma posição de liderança e destaque que um produto deve ter, a partir dos diferenciais que o seu público-alvo valoriza.

Conclusões

Através da ferramenta mapa de posicionamento foi possível visualizar onde se posicionam os assentos (fig.33) e encostos (fig.34) analisados anteriormente no *benchmark*. Em conjunto com a Multiorthos, tendo sempre em conta as necessidades e capacidade da empresa em produzir estes produtos, foi definido (x no mapa) um posicionamento diferenciado de entre os aspetos mais valorizados (preço e *performance*) neste segmento de produto.

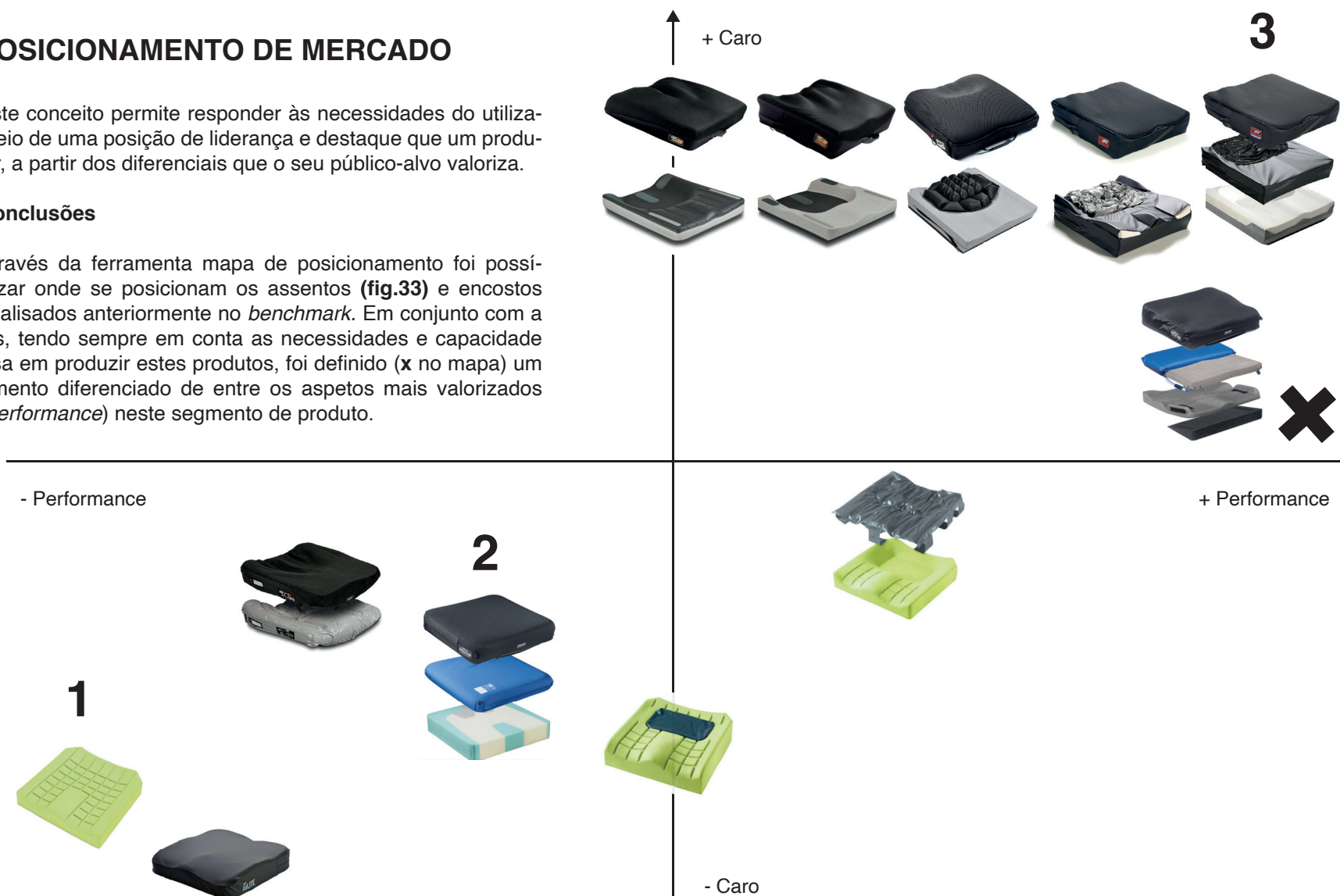


Figura 33 - Posicionamento de mercado do assento

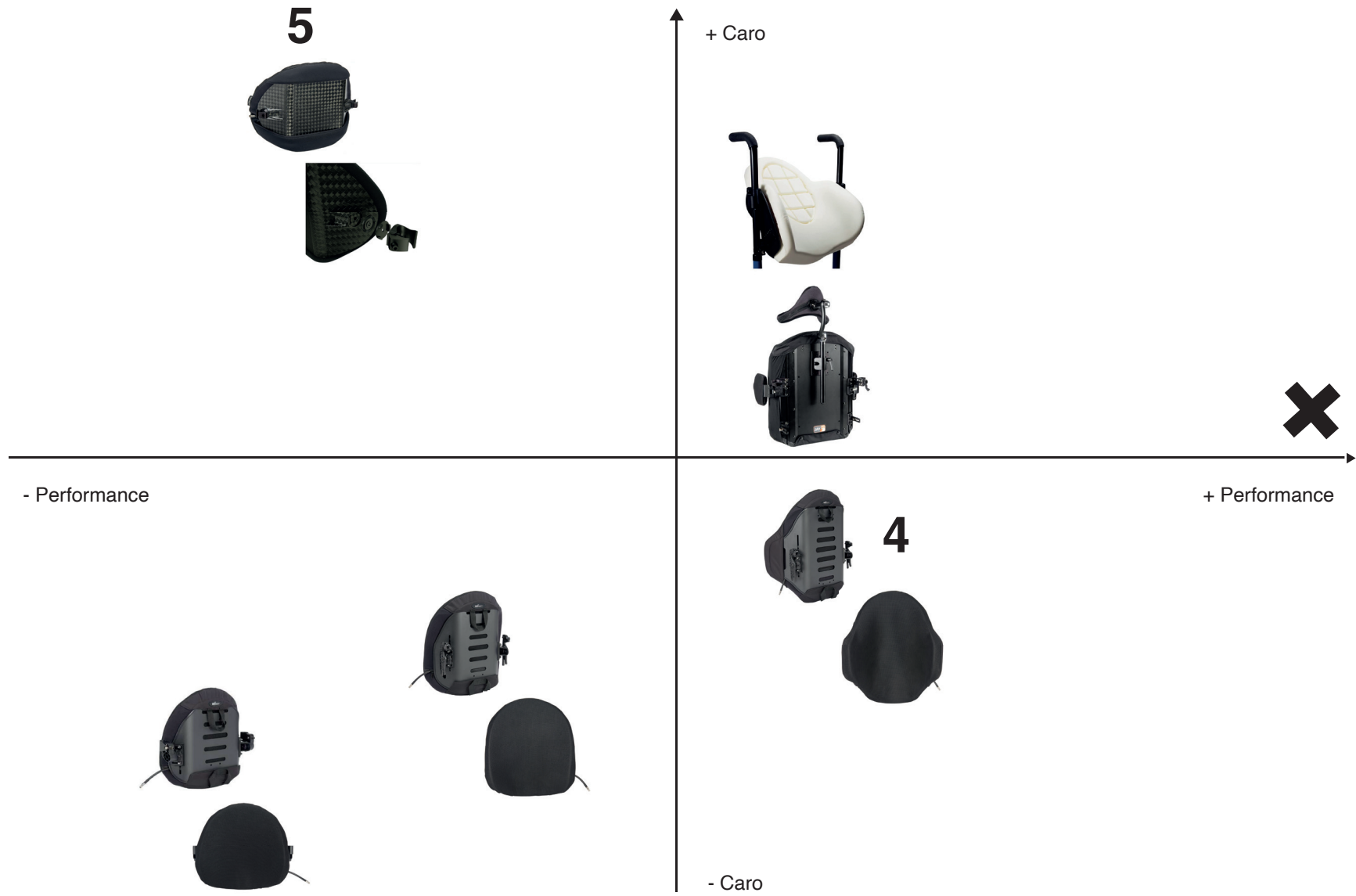


Figura 34 - Posicionamento de mercado do encosto

5.1.4 QUESTIONÁRIO

Através do questionário (**Anexo 6**) foi possível recolher dados quantitativos e qualitativos, com o principal objetivo de perceber quais são os aspetos das superfícies de assento e encosto, para aplicação em cadeiras de rodas, que podem ser melhorados, no sentido do utilizador bem como de quem está encarregue pelos seus cuidados.

Dados recolhidos

Analisando os dados recolhidos, podemos essencialmente entender o público-alvo, (utilizador e responsável pelos seus cuidados) saber melhor quem ele é (**fig.35**), e o que procura neste tipo de produtos. Inicialmente foram recolhidos dados que demonstrassem quais marcas têm maior representatividade neste mercado, onde são adquiridos (**fig.36**), quanto tempo demoram a ser entregues (**fig.37**) e há quanto tempo os utilizadores os têm. Os dados recolhidos vieram justificar a necessidade de produzir em Portugal estes produtos, face ao longo período de espera da receção dos mesmos, por serem de marcas estrangeiras.

Na segunda parte foi possível observar que no momento de adquirir um equipamento destes, o público tem mais em consideração o aconselhamento de um profissional de saúde, a durabilidade do produto, as características técnicas, o aspeto visual, a personalização e ainda adaptação e ajustes, do que comparativamente tem ao preço, aconselhamento de um vendedor, país de origem do produto e até mesmo a sua marca. É importante referir que face aos apoios financeiros prestados pela segurança social, se justifica a despreocupação pelo preço, e a total preocupação pelo desempenho do sistema de posicionamento.

De seguida são apresentados alguns constrangimentos e preferências de utilização relativos às cunhas de posicionamento. No que diz respeito aos constrangimentos causados no momento de aplicação, o participante está totalmente de acordo que estas são difíceis de colocar, são necessárias muitas ações para coloca-las e têm limitações de aplicação. Já em relação à colocação das mesmas sobre o sistema de posicionamento, denota preferência em coloca-las diretamente sobre a espuma, com velcro (**fig.38**).

Já foi anteriormente referido que o aspeto visual é um fator bastante considerado, sendo a capa de revestimento o responsável pelo *look* do assento e do encosto, é importante trabalhar este aspeto (**fig.39**), criando novas oportunidades de personalização, com alternativas que se diferenciem, segundo as necessidades do utilizador. É evidente a falta de diversidade de oferta que existe no mercado, a fraca aposta das marcas na diversificação e personalização destes produtos e a crescente procura e necessidade dos cuidadores em criarem as suas próprias capas.

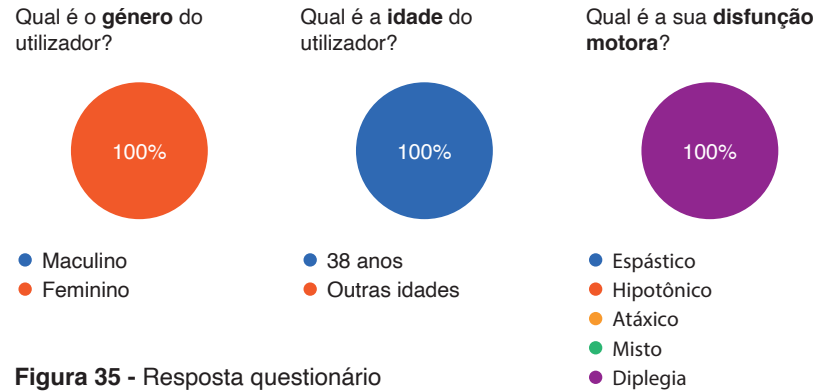


Figura 35 - Resposta questionário

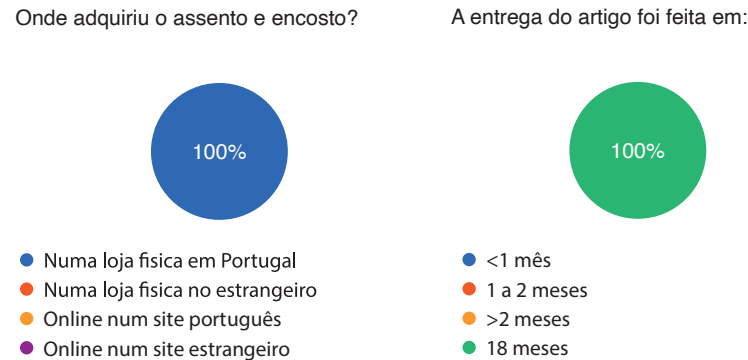


Figura 36 - Resposta questionário

Tem preferência em colocar as cunhas de posicionamento:

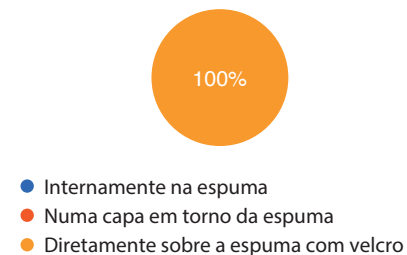


Figura 38 - Resposta questionário

Figura 37 - Resposta questionário

Gostaria de ver o mercado apostar mais na diversificação e personalização das capas de revestimento?



Figura 39 - Resposta questionário

Conclusões

A partilha e consequente participação neste questionário foi condicionada por alguns fatores, nomeadamente o período de confinamento atravessado, que correspondeu com o período da elaboração, partilha e recolha de dados do questionário, estipulados no calendário do projeto. Desta forma o questionário teve obrigatoriamente que ser divulgado *online*. Foi partilhado com algumas associações de paralisia cerebral como a APPC do Porto e a APPC de Faro, onde foi proposto a divulgação dos mesmos pela sua rede. Foi também partilhado em diversos grupos do Facebook, onde pais e responsáveis pelos cuidados de portadores de PC partilham experiências, conhecimento e conteúdo sobre esta problemática.

Ouve apenas uma participação no questionário, sendo que, das diferentes formas que o questionário foi partilhado, o único participante foi um familiar da equipa da Pixartidea. Ainda assim é importante considerar que num nicho de mercado como este, a opinião de uma pessoa tem uma representatividade maior, do que provavelmente teria em mercados de massa.

Desta forma podemos considerar que todas as informações são úteis e pertinentes para a próxima fase de desenvolvimento do projeto.

5.1.5 PROCESSOS DE FABRICO

Esta fase do projeto foi importante para perceber em que consiste cada tipo de processo de fabrico a ser utilizado, quais as suas diferentes etapas e ainda as suas limitações. Desta forma é possível obter mais considerações para a fase seguinte do projeto.

Ficou inicialmente definido pela multiorthos que as espumas deveriam ser maquinadas por uma CNC, sempre que fosse necessário o seu desbaste para obtenção de geometrias complexas - como acontece em tipologias de assento e encoto com contorno padrão. Também para as capas de revestimento, em tecido, ficaram estipuladas nesta fase quais seriam as etapas mais importantes para trabalhar o tecido.

Desta forma cada um destes processos divide-se pela seguinte ordem e etapas:

Espuma



Figura 40 - Marcação da espuma

1 - A primeira etapa consiste em marcar a espuma (**fig. 40**), que é adquirida em bruto, os limites das dimensões do assento e do encoto, de modo a sinalizar o local onde deverá posteriormente ocorrer o corte.

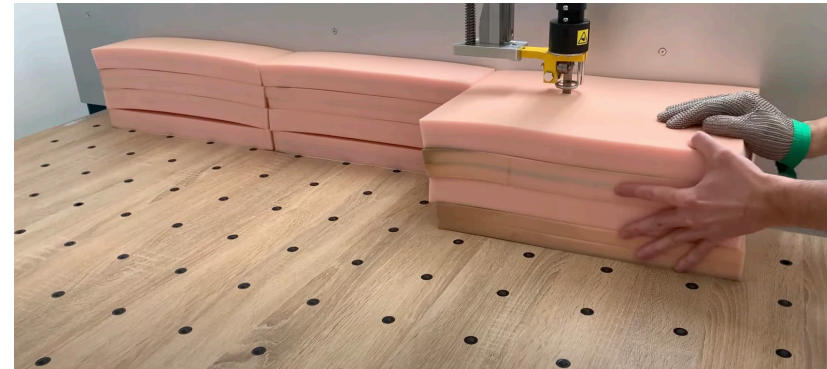


Figura 41 - Corte com serra da espuma

2 - Posteriormente, para obter blocos de espuma dimensionados, as espumas são cortadas numa serra de fita (**fig. 41**), através de cortes longitudinais e transversais.



Figura 42 - Maquinação da espuma com CNC

3 - O bloco anteriormente recortado deve agora ser devidamente colocado e apertado na área de trabalho da CNC (**fig. 46**), para que seja detectada a área de espuma a ser fresada. Antes de dar início a esta fase é necessário ter o objeto que queremos maquinar guardado em STEP, onde posteriormente será transformado em linguagem CNC, que irá permitir desbastar a área onde se encontra o bloco de espuma.

As cabeças da fresa devem ser escolhidas tendo em conta as áreas a serem desbastadas, bem como a densidade do material escolhido. Embora este processo de fabrico seja automatizado, deve ser previamente programado por etapas. Geralmente, uma das programações feitas deve-se à necessidade de trocar de cabeça de fresa, ao longo do processo de maquinagem. Isso pode dever-se à geometria do objeto ou simplesmente por uma questão de otimização do tempo total de maquinação.



Figura 43 - Colas as espumas

4 - Já com as peças cortadas e maquinadas, estas são coladas umas sobre as outras (**fig. 43**).



Figura 44 - Acabamentos das espumas

5 - Na última fase é possível termos que recorrer a uma fita de serra manual (**fig. 44**), para aparar eventuais excessos de material, que tenham sido anteriormente colados.

Tecido



Figura 45 - Criar formas

1 - Inicialmente devemos ter desenhos das vistas das respectivas peças, de forma a recortá-los e criar formas (**fig. 45**) em papel ou cartão.

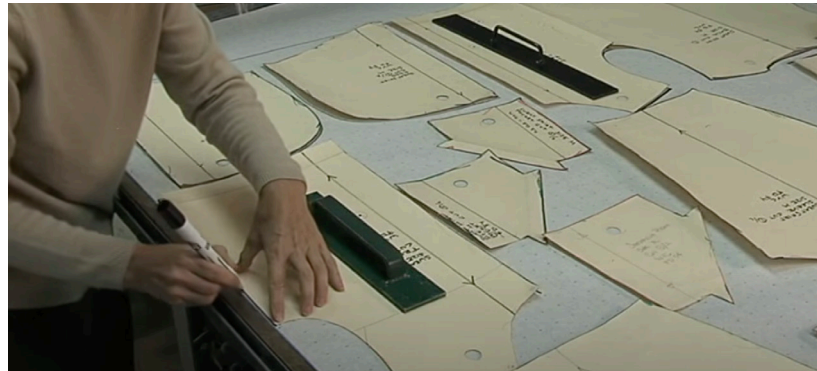


Figura 46 - Marcação no tecido através das formas

2 - De seguida, as formas anteriormente recortadas são nesta fase contornadas e marcadas no tecido (**fig. 46**).



Figura 47 - Recorte das formas marcadas no tecido

3 - Já com o tecido marcado, este é cortado (**fig. 47**) com uma tesoura (em grande escala - laser ou serra de fita)



Figura 48 - Coser

4 - Por fim, já com todas as peças cortadas, é altura de coser e unificar as peças (**fig. 48**) umas às outras.

5.1.6 CASO DE ESTUDO BIOMIMÉTICA

A Biomimética

Arruda (s.d), considera que a Biomimética, não tenta apenas imitar a natureza, mas sim aprender com ela a partir da observação minuciosa e categórica dos seus elementos e aplicar os seus conceitos na produção de artefatos. Este autor refere ainda que, esta ciência tem o objetivo de integrar-se em áreas em que está envolvida a criação do ser humano, nomeadamente a engenharia, arquitetura, e o design.

Edifício Eastgate

Meira (2008), apresenta o caso de estudo do edifício Eastgate Centre no Zimbábue, como sendo demonstrativo de que alguns organismos vivos pertencentes aos sistemas biológicos apresentam mecanismos que através da analogia podem ser aplicados nos processos de desenvolvimento do projeto.

Segundo Ask Nature (2021), este edifício foi projetado pelo arquiteto Mick Pearce em parceria com os engenheiros da empresa Arup Associates. A construção, ainda que não possua ar condicionado, consegue manter a temperatura interna naturalmente fresca graças a um sistema de ventilação inspirado no sistema de auto arrefecimento presente nos ninhos de térmitas da espécie *Macrotermes Subhylinus* (fig. 49).



Figura 49 - Ninho de térmitas

É através desse sistema de ventilação, que as térmitas conseguem manter a temperatura dentro dos ninhos. Estas estruturas verticais podem medir vários metros de altura assemelhando-se a chaminés, possuem pequenos orifícios nas paredes que possibilitam a circulação do ar, mantendo a temperatura baixa no ambiente interno. Por outro lado, na base do ninho existem pequenas aberturas que permitem a entrada do ar fresco e denso.

O sistema de ventilação do Eastgate Center absorve, através de condutas incorporadas na estrutura do edifício, todo o calor que se vai gerando ao longo do dia no seu interior. À noite o calor interno é dissipado e sugado naturalmente para cima através das condutas (fig. 50), uma vez que o ar quente é menos denso até chegar às chaminés. Este processo continua ao longo de toda a noite até que o edifício alcance a temperatura ideal para o próximo dia (Meira, 2008, pp 5-7).

A analogia a este caso de estudo, surge da necessidade de criar uma solução para reduzir a temperatura interna da espuma, assento e encosto, que aumenta quando está em contacto com o corpo humano, proporcionando o microclima.

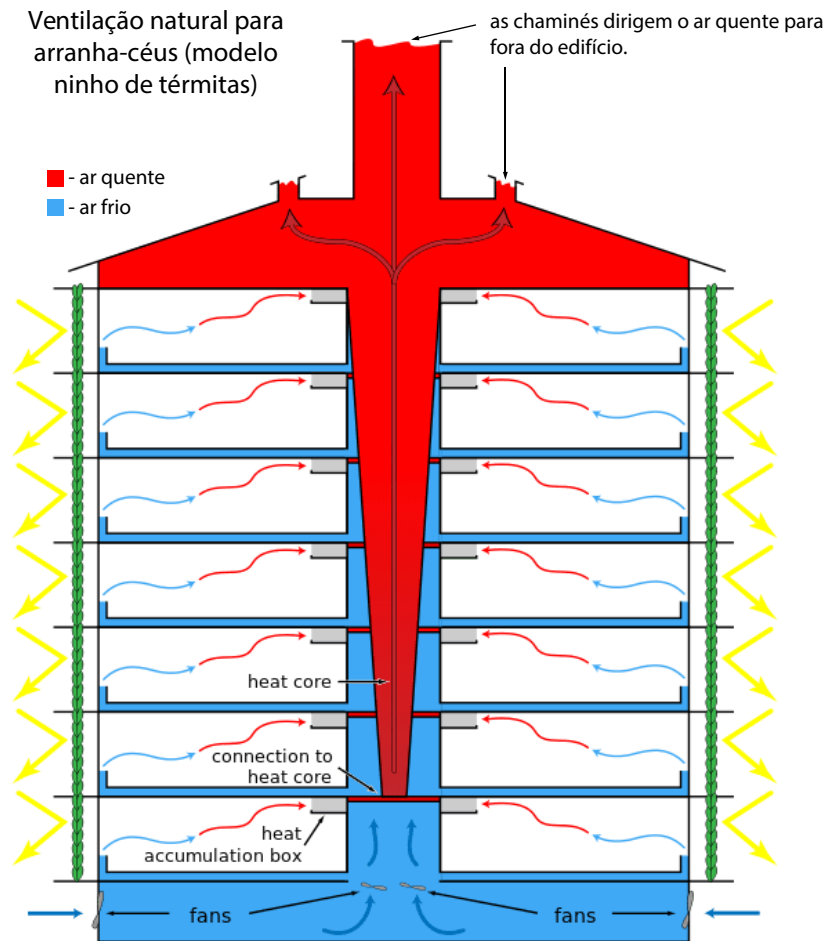


Figura 50 - Esquema do sistema de ventilação do edifício Eastgate

5.2 DEFINIR

Esta fase do projeto consiste em estabelecer ligações entre os dados recolhidos e os objetivos do projeto, e começar a gerar as primeiras ideias e conceitos. São agora gerados o máximo de conceitos possíveis, através das considerações dos dados anteriormente recolhidos e definidos de entre os quais, se adaptam melhor às necessidades do utilizador.

5.2.1 PESQUISA VISUAL

Foi feita uma pesquisa visual, para recolher imagens que ilustrassem possíveis soluções e tendências a serem utilizados, no projeto. Através de imagens agrupadas por categorias, foi possível criar a primeira ideia daquele que deveria ser o espírito do projeto, o que permitiu comunicar e debater com mais clareza, possíveis soluções com a equipa.

Moodboard

Para tal foi utilizada a ferramenta *moodboard* (fig.51), utilizada nas diferentes áreas do *design*, com o objetivo de nos criar uma maior empatia visual com o projeto. Neste *moodboard* as imagens utilizadas são referentes à forma, textura, material, acabamentos em têxtil e cor, que por sua vez são na sua maioria imagens referentes a outros contextos. Posto isto, cabe ao *designer* estabelecer as ligações entre as imagens e os objetivos do projeto.

Conclusões

A criação de *moodboards* contribuiu para ter uma base de referências visuais que contextualizem o espírito do projeto e para ter a primeira noção visual de como deverá ser a aparência do produto.

Forma

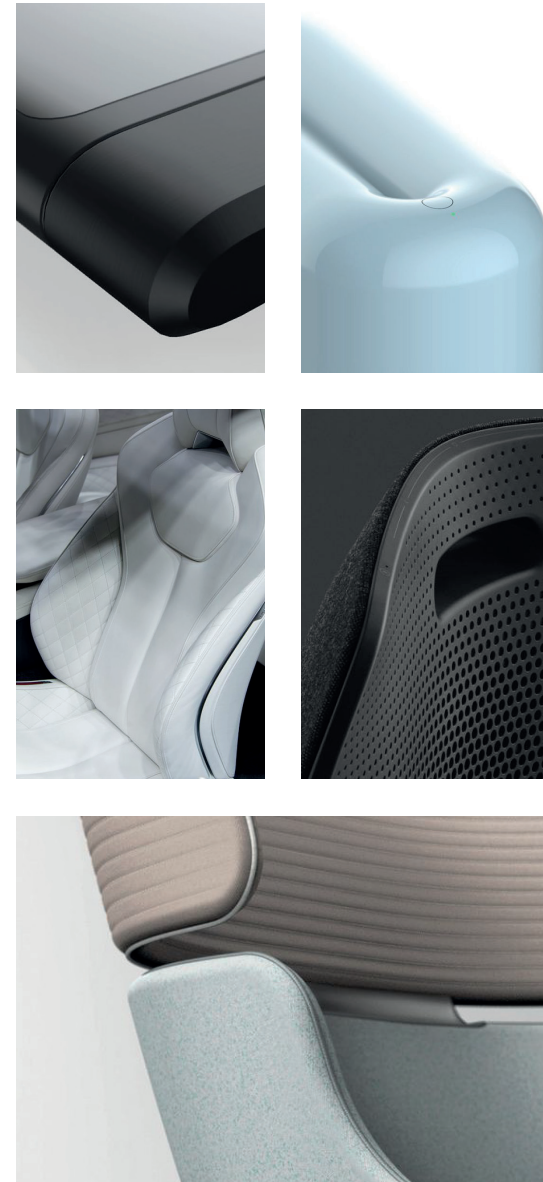


Figura 51 - Moodboard

Textura



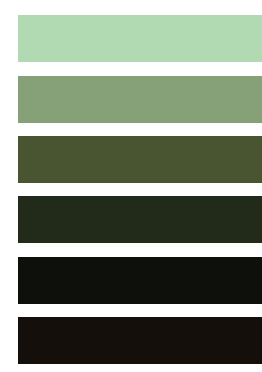
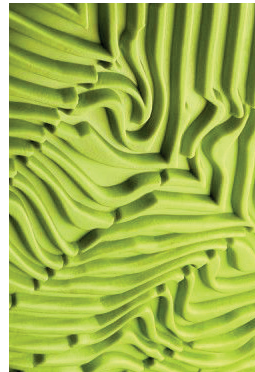
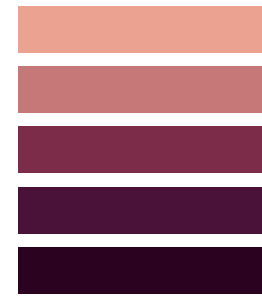
Materiais



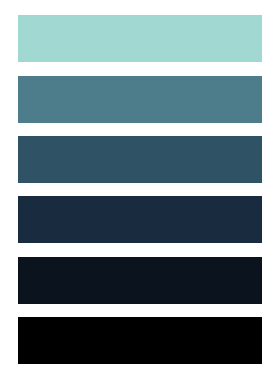
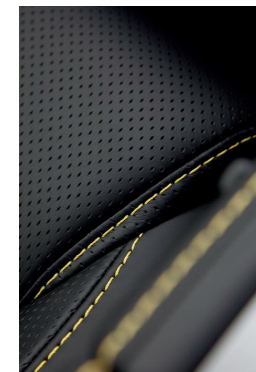
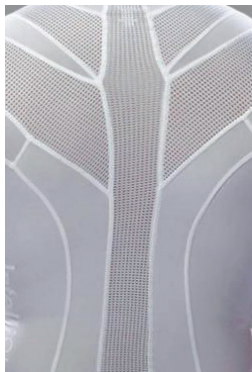
Cor - espumas



Cor - capa



Acabamentos em têtil



5.2.2 ESBOÇOS INICIAIS

A necessidade de criar esboços e explorar as primeiras formas surge numa fase mais madura do projeto, onde já existe a informação e o conhecimento necessários para estipular novos caminhos. É através da visualização dos primeiros desenhos (**fig.52**), que se criam debates entre os elementos da equipa, e são propostos e definidos novos caminhos.

Inicialmente o foco foi o assento, devido ao papel mais ativo no desempenho das funções. Após serem definidos alguns caminhos para o assento, começou-se a desenvolver o encosto e a capa de revestimento.

Foram feitos alguns estudos de volume em *roofmate* (**fig.53**) para visualizar melhor os cortes feitos para sectionar as espumas por camadas.

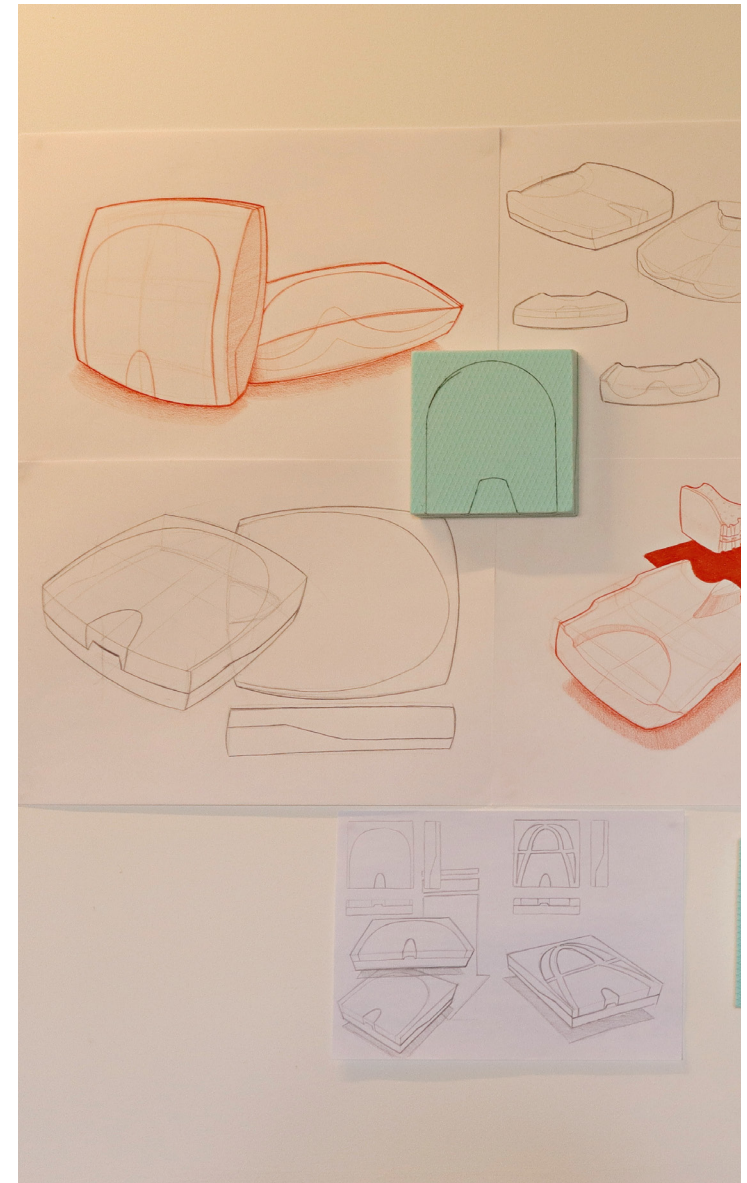


Figura 52 - Primeiros esboços

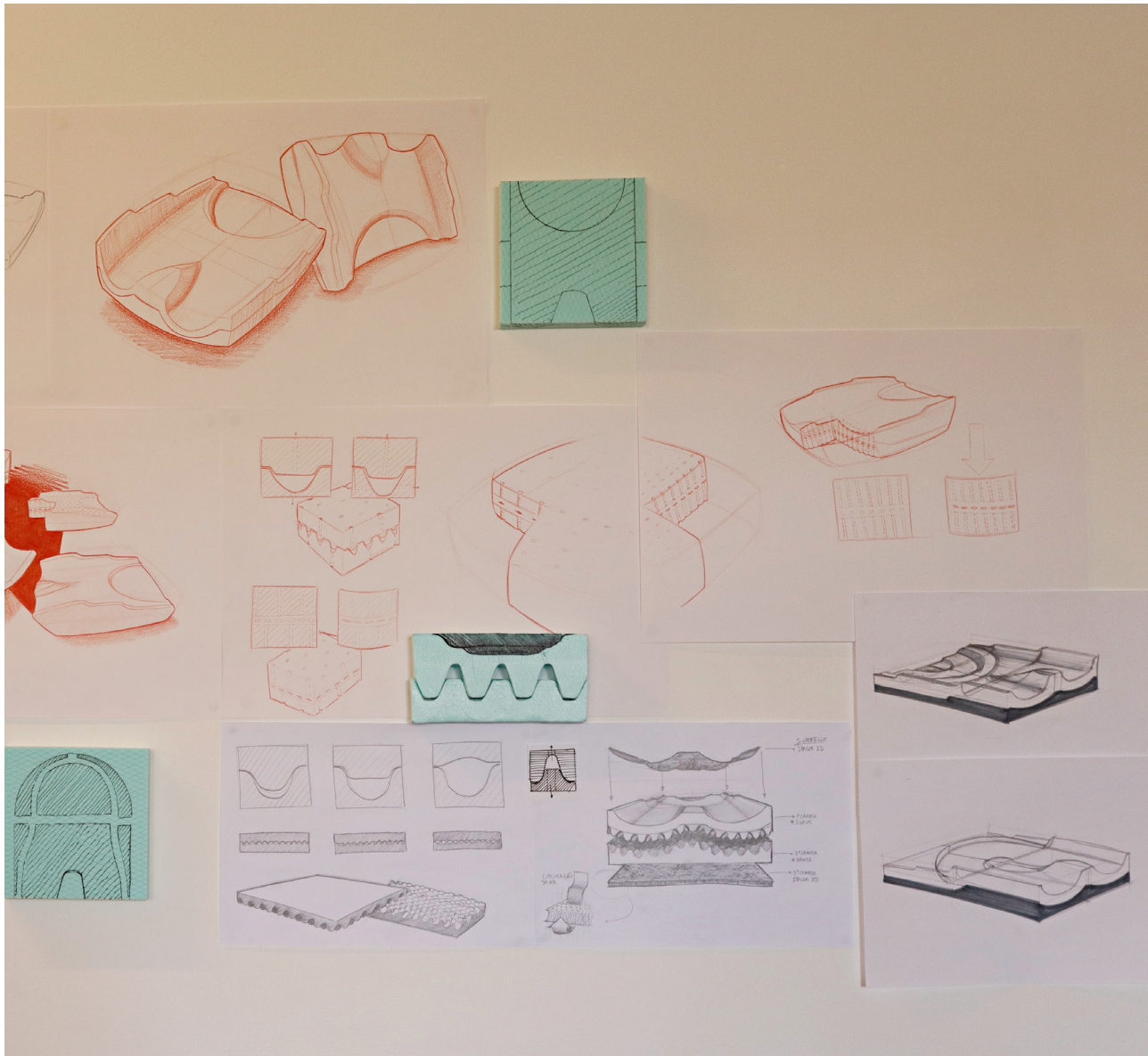


Figura 53 - Estudos em *roofmate*

Plana - Almofada/Assento

Através da geometria de uma almofada plana, foi possível entender as camadas e identificar áreas de maior contacto entre o sistema de posicionamento e o utilizador.

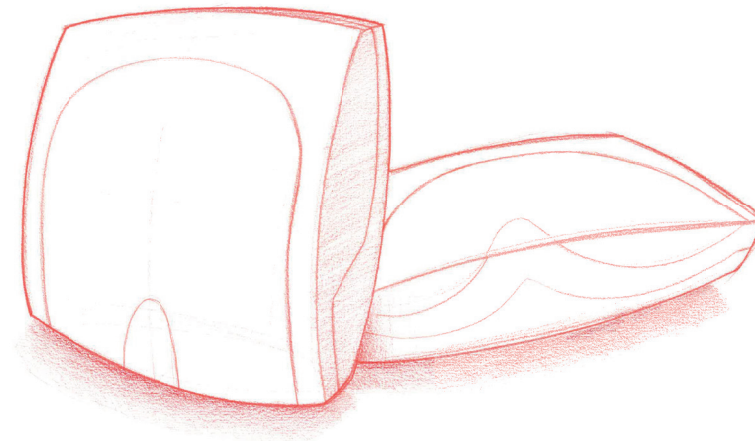


Figura 54 - Esboço almofada plana

Contorno Padrão com poço - Almofada/Assento

O tipo de geometria pretendida para um melhor desempenho das funções de conforto, deve ajustar-se às zonas de menor contacto entre o assento e o utilizador (**fig.55**), bem como as de maior contacto.

Para uma descarga de pressão mais eficiente foi criado um poço na almofada, que permitisse transferir o peso exercido nas tuberosidades isquiáticas, para os trocanter.

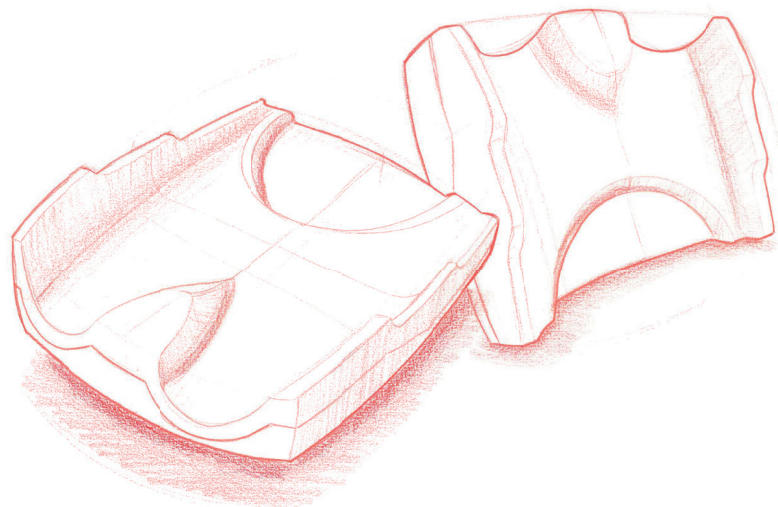


Figura 55 - Esboço almofada contorno padrão

Rasgos - Almofada/Assento

A ideação dos rasgos internos na espuma (**fig.56**) foi explorado com base na solução apresentada no caso de estudo - Edifício Eastgate - e através da bio-inspiração por meio de imagens (*moodboard*).

Foi possível identificar um conjunto de oportunidades, que visam aumentar a *performance* do sistema de posicionamento. Desta forma os rasgos deverão permitir uma melhor eficiência das funções de descarga de pressão, gestão de humidade, temperatura e conforto.

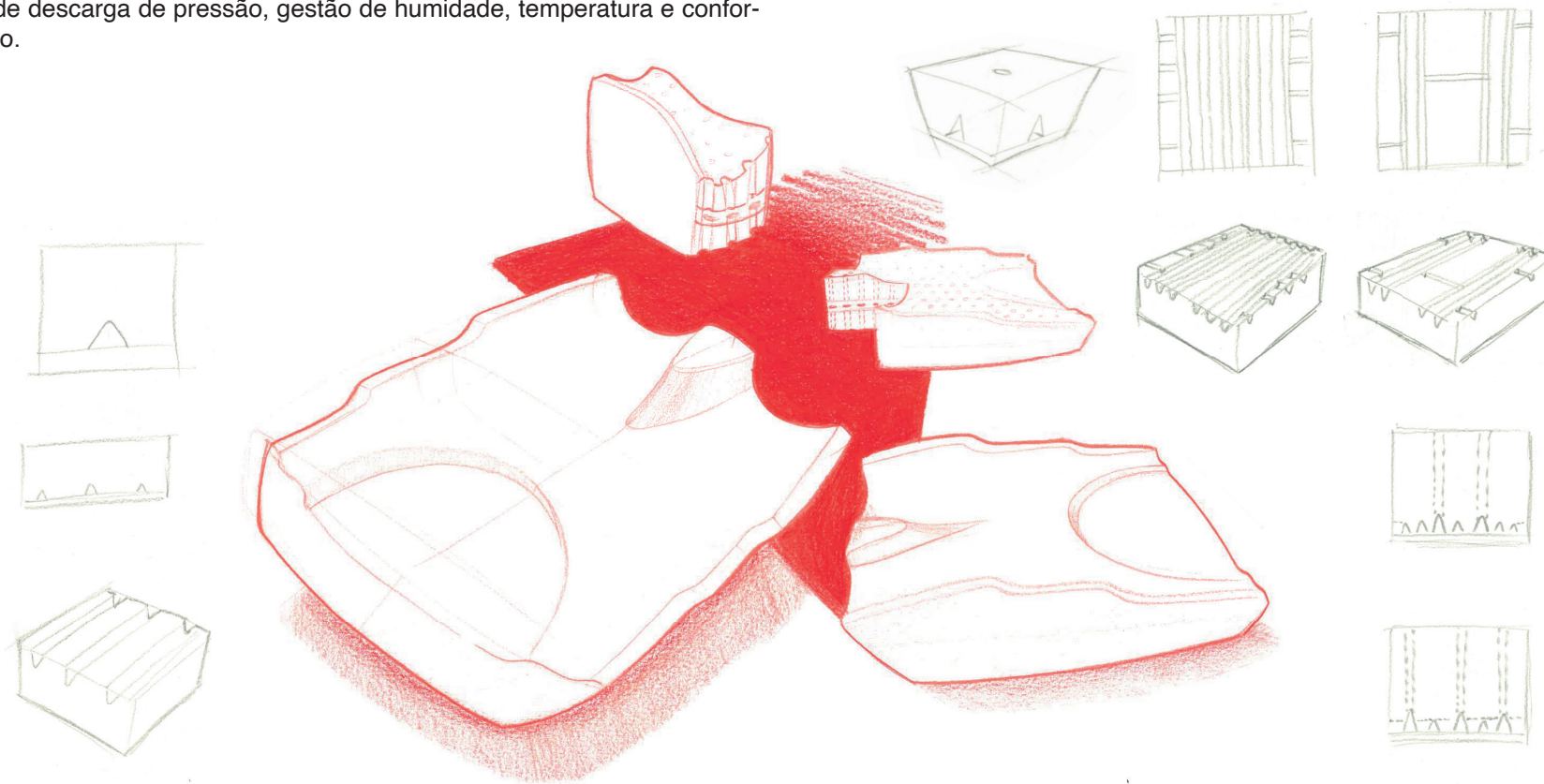


Figura 56 - Sistema de rasgos da almofada do assento

5.2.3 ESTUDO DIMENSIONAL

A par dos esboços iniciais foi feito um estudo das dimensões gerais dos sistemas de posicionamento, segundo o modelo de cadeira de rodas - Little Wave Flip da marca Ki Mobility (**fig.57**). Esta cadeira de rodas foi facultada pela Multiorthos, como referência para o dimensionamento do assento e do encosto. A par dos primeiros esboços, também foi feito um estudo para as proporções do poço, com considerações retiradas dos estudos antropométricos anteriormente desenvolvidos.

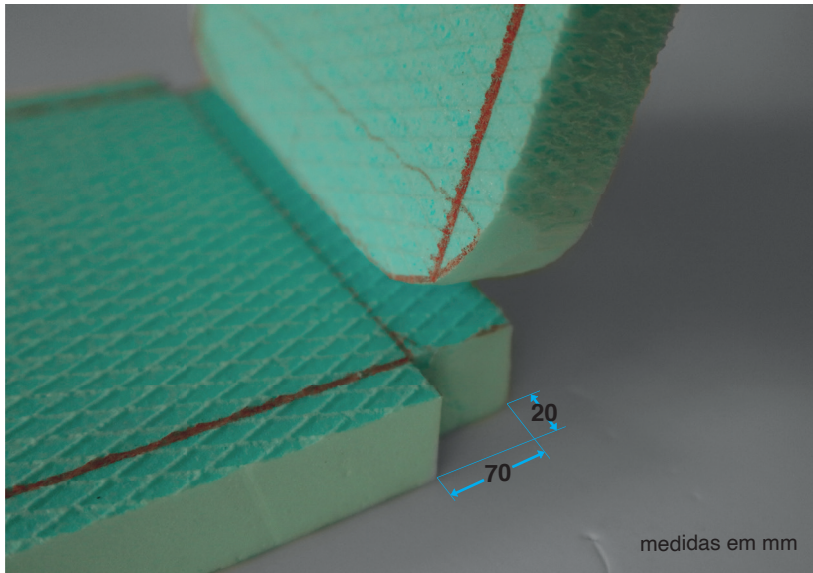
Cadeira de rodas - Assento e Encosto

O chassi da cadeira, é composto por tubos de 25 mm de diâmetro, que podem ser regulados à medida do utilizador. Através de um sistema telescópico, que permite os tubos crescerem sobre si, é possível regular a largura (**A**) e a profundidade (**B**) ajustando-as às medidas do assento do utilizador, e a altura (**C**) para o encosto. A variação destas medidas é feita de 3 em 3 centímetros.

Através das medidas máximas deste modelo de cadeira de rodas, definiu-se que para as seguintes fases de desenvolvimento do projeto, as almofadas do assento e o encosto deveriam albergar estas medidas.



Figura 57 - Estudo dimensional cadeira LittleWaveFlip



Profundidade almofada - Almofada/Assento

Foram definidas as necessidade de que o assento deveria crescer em profundidade sobre o componente estrutural do assento (**fig. 58**), para abranger utilizadores em fase de crescimento e potenciar a durabilidade do assento.

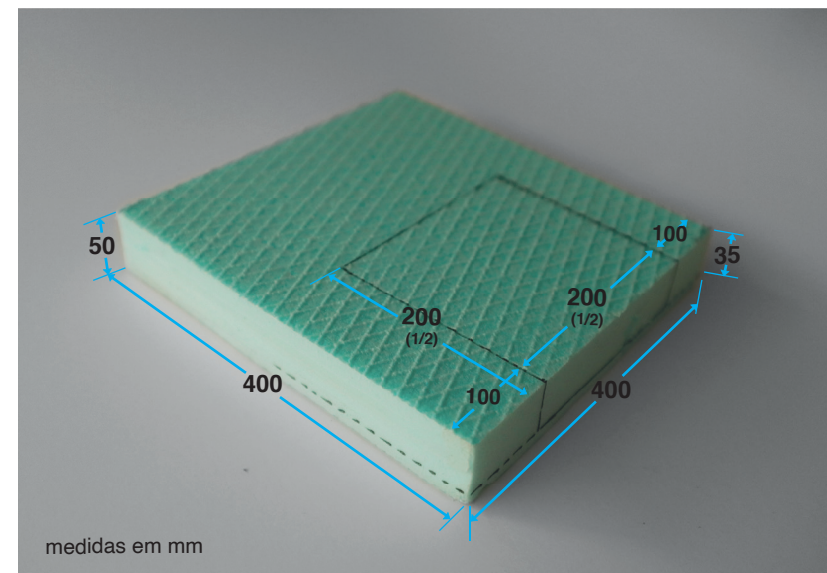
Figura 58 - Crescimento da almofada em profundidade

Poço - Almofada/Assento

As medidas e proporções a serem utilizadas para o poço (**fig.59**) sofrem alterações de utilizadores jovens para utilizadores adultos.

Referente ao poço a largura deve ser 1/2 da largura da almofada do utilizador ou 20 cm (o que for mais pequeno), a profundidade 1/2 da largura da almofada ou 20 cm (o que for mais pequeno), a altura 35 mm em adultos e 20-25 mm em crianças (**Physiopedia, 2018**).

Figura 59 - Dimensão do poço



5.2.4 MATERIAIS

Ficou inicialmente estipulado que as soluções a desenvolver para este projeto teriam de ser projetadas para usar como materiais, espumas, no caso da almofada do assento e encosto, e têxtil para a capa de revestimento.

A almofada do assento e do encosto é dividida em camadas, com espumas de diferentes densidades (**Anexo 7**) e características (**fig.62**) para uma melhor distribuição da pressão do utilizador, exercida sobre a superfície do sistema de posicionamento.

Através da exploração de soluções, anteriormente apresentadas, foi possível identificar oportunidade de adicionar novos materiais. A ideia de criar um sistema de rasgos, que aumentasse a eficiência das funções de descarga de pressão, gestão de humidade, temperatura e conforto, trouxe a necessidade de inserir um novo material - *spacer 3d* - esta malha de ar tridimensional, possibilita criar um *gap* entre as camadas da espuma e os rasgos feitos, proporcionando a circulação do ar. Trata-se também de um material já conhecido e utilizado pela Pixartidea em anteriores projetos desenvolvidos, o que nos dá uma maior garantia face aos resultados pretendidos.

Para perceber melhor as espumas, houve a necessidade de identificar um novo potencial parceiro nacional, com forte *know how* na área do fabrico das espumas. Neste sentido foi agendada uma visita à Flex2000, sediada em Ovar, Aveiro, que conta com mais de 30 anos de experiência na produção de espumas de poliuretano flexíveis, destinadas à indústria do conforto. Esta visita permitiu interagir diretamente com os materiais e perceber do ponto de vista técnico as suas características e funcionalidades.

A partilha de informação acerca dos materiais e dos objetivos do projeto, conduziram para o uso de uma espuma Hypersoft - espuma impermeável com características similares às da viscoelástica. Esta espuma é uma excelente opção para a camada superior do assento, em utilizadores com incontinência urinária.

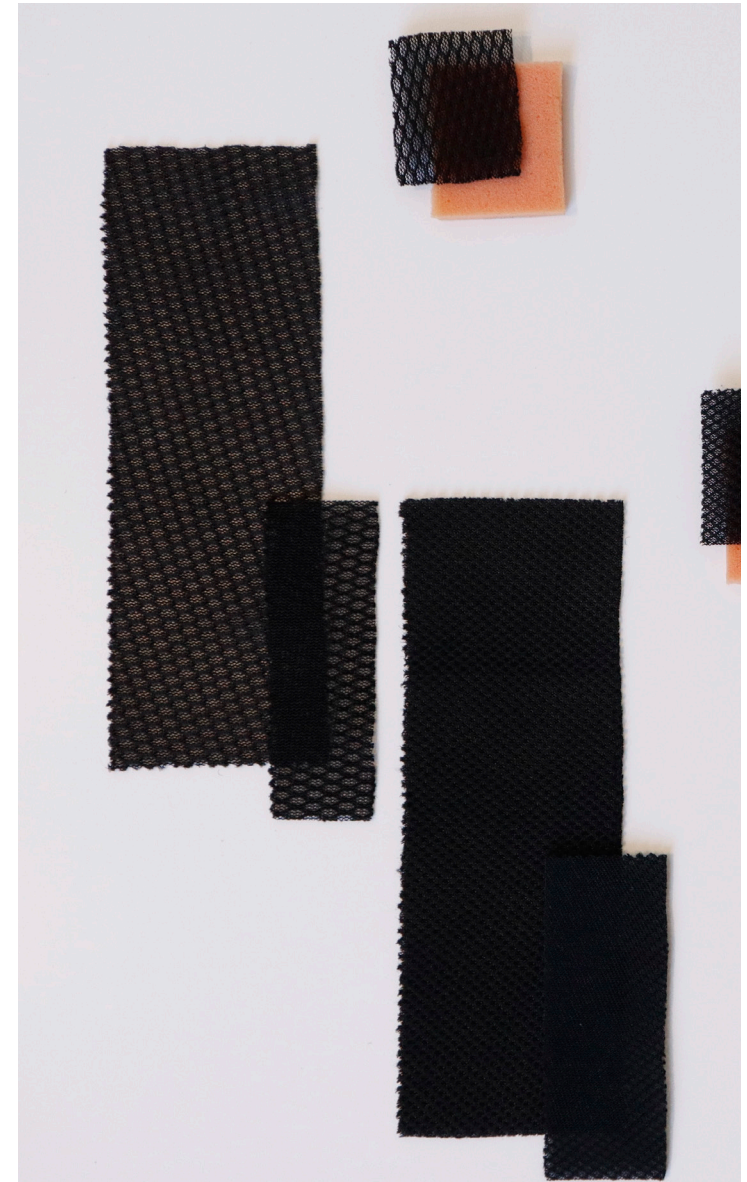
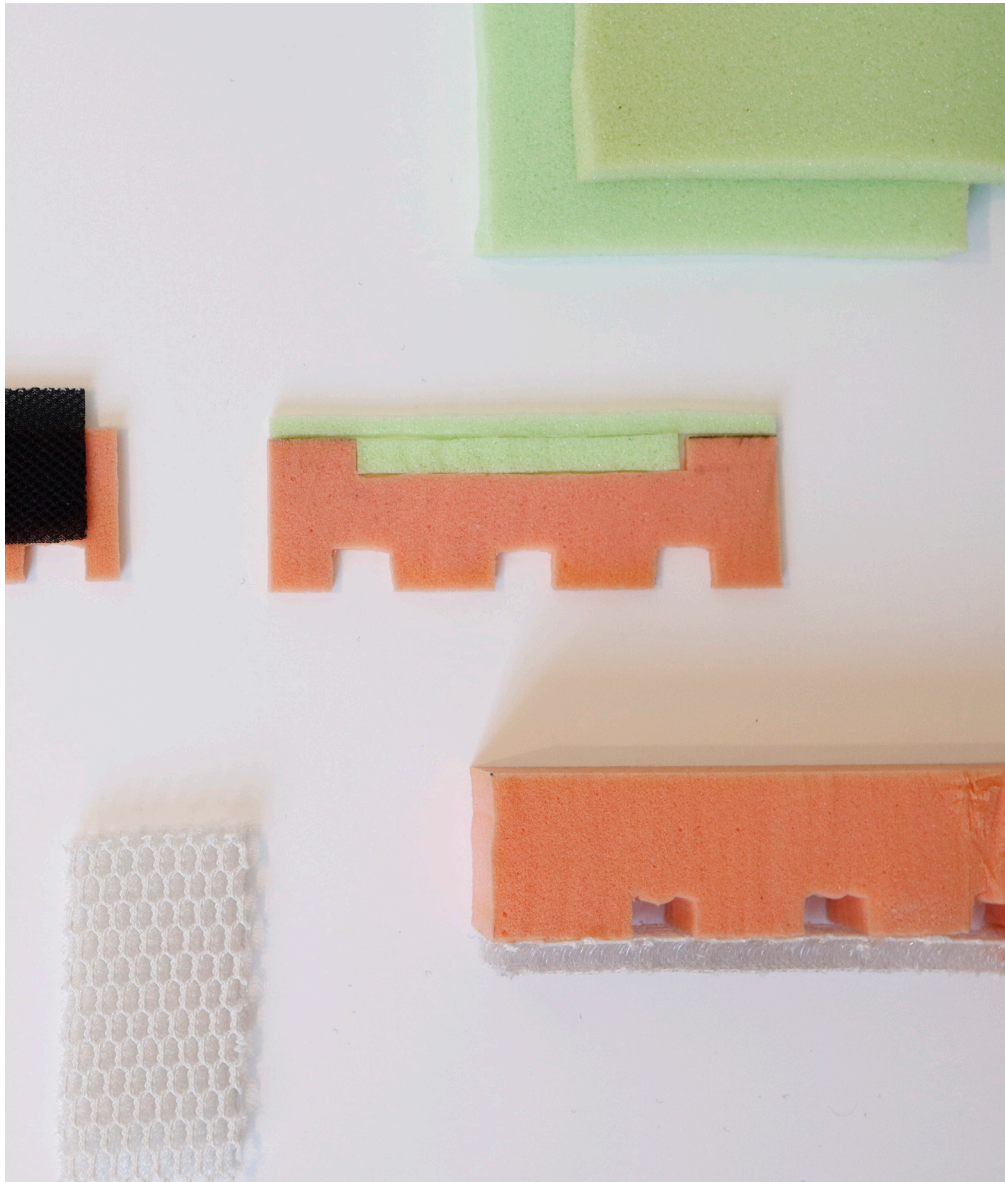


Figura 60 - Materiais



Ficaram assim definidos os seguintes materiais da almofada do assento e encosto, por camadas:

- Camada 1 - espuma viscoelástica - encosto/
espuma hypersoft - assento
- Camada 2 - espuma PU
- Camada 3 - espuma PU
- Camada 4 - *spacer 3D* (espessura 10mm)
- Camada 5 - espuma EVA

A principal função da capa é proteger as espumas, sem condicionar as funções pretendidas para o aumento da *performance* do assento e encosto. Por isso foi identificado um *spacer 3D* mais fino, para proteger as laterais do assento e do encosto, promovendo a respirabilidade. A face superior e inferior do assento e encosto são revestidas com tecido impermeável. Já a copulação ao *hardware* é feito por meio da aplicação de velcro nas partes inferiores da capa do assento e do encosto, por ser um material barato.

Para a capa de revestimento, ficaram estipulados os seguintes materiais:

- Capa - *spacer 3D* (espessura 2mm) e tecido impermeável
- Componentes - pegas em tecido antracite e fecho metálico
- Hardware - velcro

5.2.5 IDEIAS-CHAVE

Nesta fase as principais ideias são validadas, através da análise dos requisitos exigidos para a almofada do assento e do encosto, bem como para a capa de revestimento.

Almofada do Assento e Encosto (fig.60)

Contorno Padrão - Adapta-se melhor às zonas de menor contacto, entre o assento e o utilizador;

Camadas - As diferentes camadas, vão de uma camada mais *soft* até a uma camada mais rija, distribuindo melhor a pressão do corpo sobre o assento e encosto;

Rasgos - Através de rasgos com diferentes medidas, é possível criar zonas de maior imersão da espuma, promovendo a circulação de ar e descarga de pressão;

Poço - O poço permite descarregar a pressão efetuada na almofada pelo peso do corpo, da zona do sacro para a zona dos trocânteres. O fato da zona do poço afundar mais em relação ao resto da almofada, faz com que o utilizador fique mais apoiado ao encosto, evitando que seja projetado para fora da cadeira.

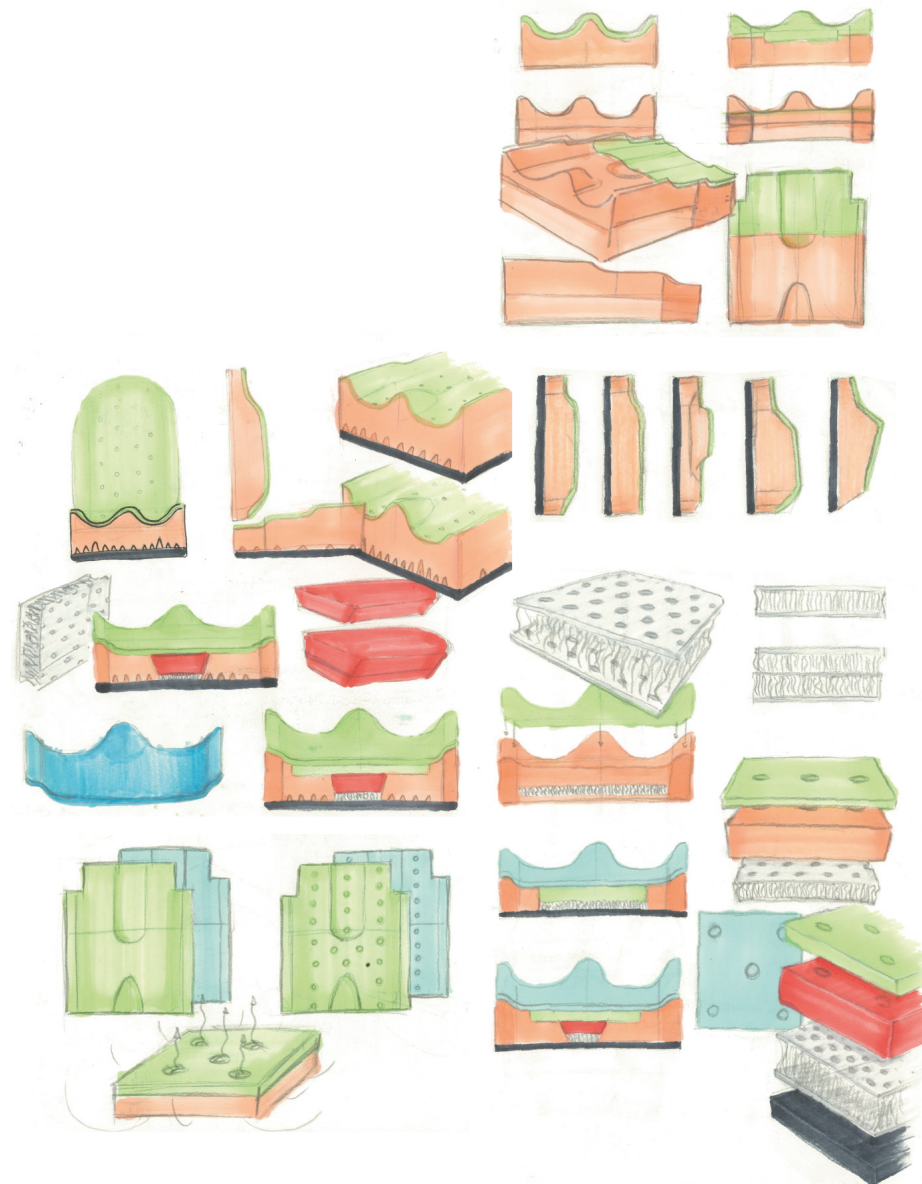


Figura 61 - Ideias chave almofada do assento e encosto

Capa de revestimento (fig.61)

Respirabilidade - O uso de *spacer 3d* nas laterais do assento e do encosto, por se tratar de uma malha aberta, promove a respirabilidade entre o seu interior e o seu exterior.

Impermeabilidade - Têxtil impermeável para utilizadores com incontinência urinária, na superfície superior e inferior da capa de revestimento.

Estético - O *spacer 3D* nas laterais do assento e do encosto, também vem criar um aspeto visual mais leve, através do contraste da espuma visível sob a capa. Desta forma o utilizador pode combinar cores entre o interior (almofada) e o exterior (capa de revestimento). Foi através da função que se pretendia dar ao *spacer 3d* na capa de revestimento, que surgiu esta oportunidade.

Fácil utilização - O fato de ter fitas de velcro na parte inferior do assento e do encosto, facilita o modo de acoplamento do sistema de posicionamento sobre o *hardware* que está encaixado ao chassi da cadeira de rodas, em comparação a sistemas de acoplamento por encaixe, que necessitam mais ações para serem acoplados e desacoplados.

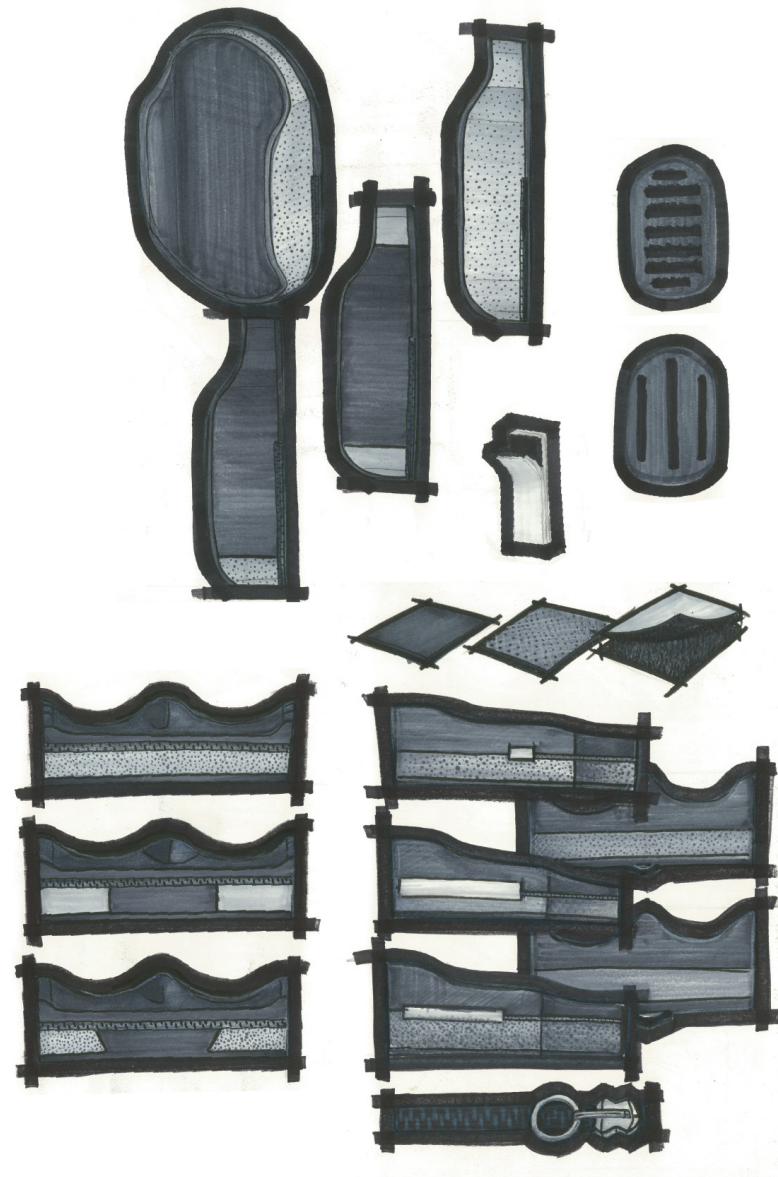


Figura 62 - Ideias chave capa de revestimento

5.3 FAZER

Esta fase do projeto ocorre quando já existem objetivos bem delineados. Através de modelos de estudo 3D (CAD) e da prototipagem rápida (impressão 3D e protótipo à escala), foi possível melhorar a visualização do produto no espaço e desenvolver futuras melhorias a partir da análise dos resultados obtidos.

5.3.1 MODELOS DE ESTUDO 3D

Os estudos feitos a partir de modelos 3D, permitiram uma exploração e validação mais eficiente dos conceitos, e dos resultados esperados (**Anexo 8**).

MODELOS CAD - Assento

Nesta fase foi utilizado o *software* Fusion360 da Autodesk, para visualizar com precisão e rigor, diferentes geometrias e medidas do o assento e do encosto.

Os primeiros modelos foram explorados a par dos esboços iniciais, para ajudar a definir melhor as geometrias do contorno padrão da almofada, do poço e dos rasgos. A visualização das diferentes camadas e dos rasgos através de vistas explodidas (**fig.63 e fig.64**) foi importante para definir o modo de aplicação dos componentes que constituem as almofadas e das cunhas de posicionamento na almofada (**fig.66**), bem como simplificar geometrias que otimizassem o tempo de maquinação das espumas sem sacrificar a sua performance.

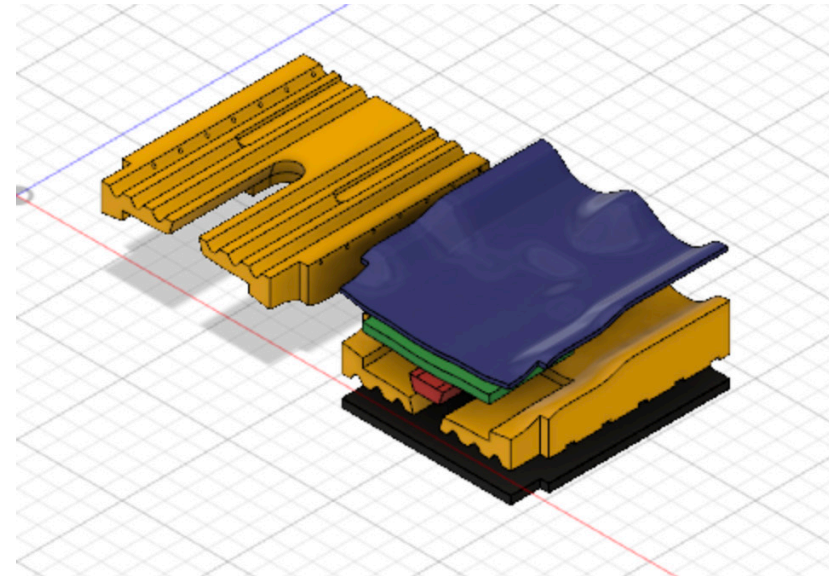


Figura 63 - Modelos CAD assento

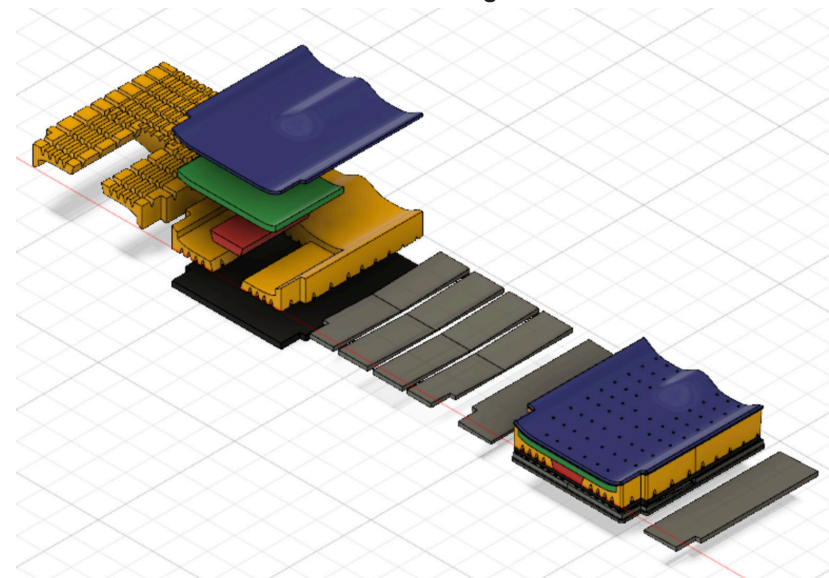


Figura 64 - Modelos CAD assento

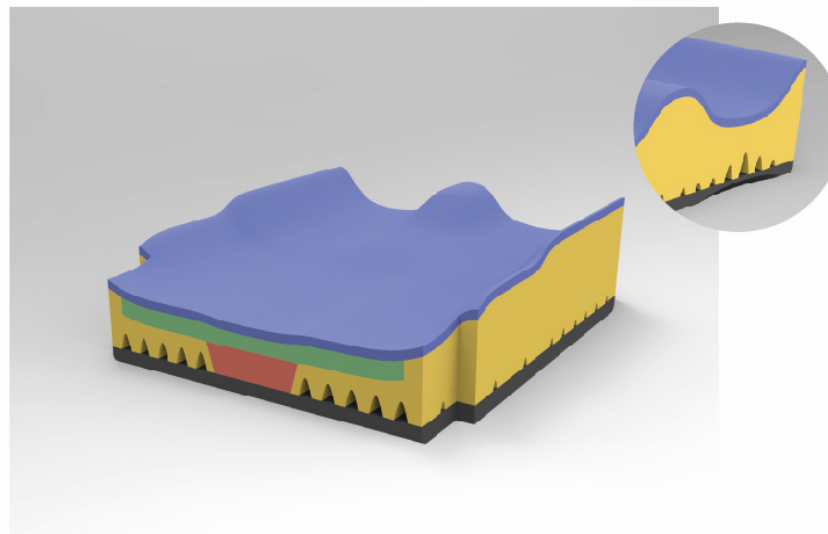


Figura 65 - Render modelo CAD assento

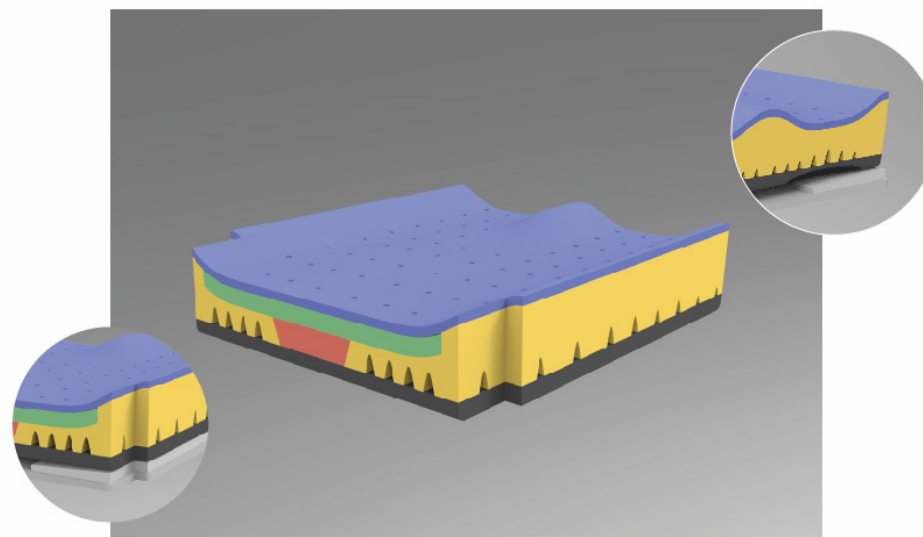


Figura 66 - Render modelo CAD assento

MODELOS CAD - Encosto

Após definidos os caminhos a seguir para o assento, foram gerados diferentes tipos de contorno da almofada do encosto (fig.67,68,69), em busca de uma forma que desse a melhor resposta na utilização de cunhas de posicionamento, para que a almofada se adapte às necessidades de cada utilizador.

A almofada da fig.69 foi a selecionada em função das cunhas de posicionamento e da sua forma, por apresentar um contorno menos expressivo, pode ser manipulada internamente e ganhar volume nas áreas pretendidas, para aconchegar zonas como a lombar.

Os rasgos feitos foram desenvolvidos para que o corpo afunde mais na zona dos omoplatas e menos na zona lombar.

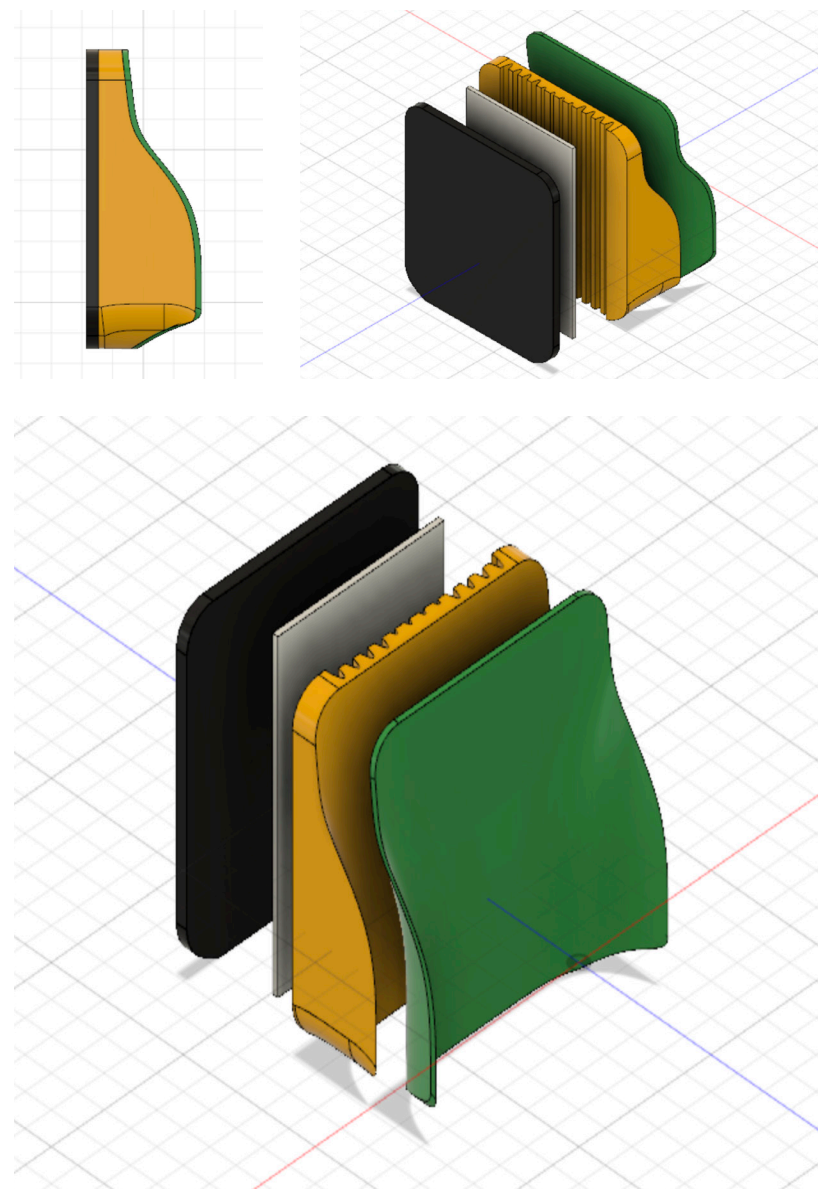


Figura 64 - Modelo CAD encosto

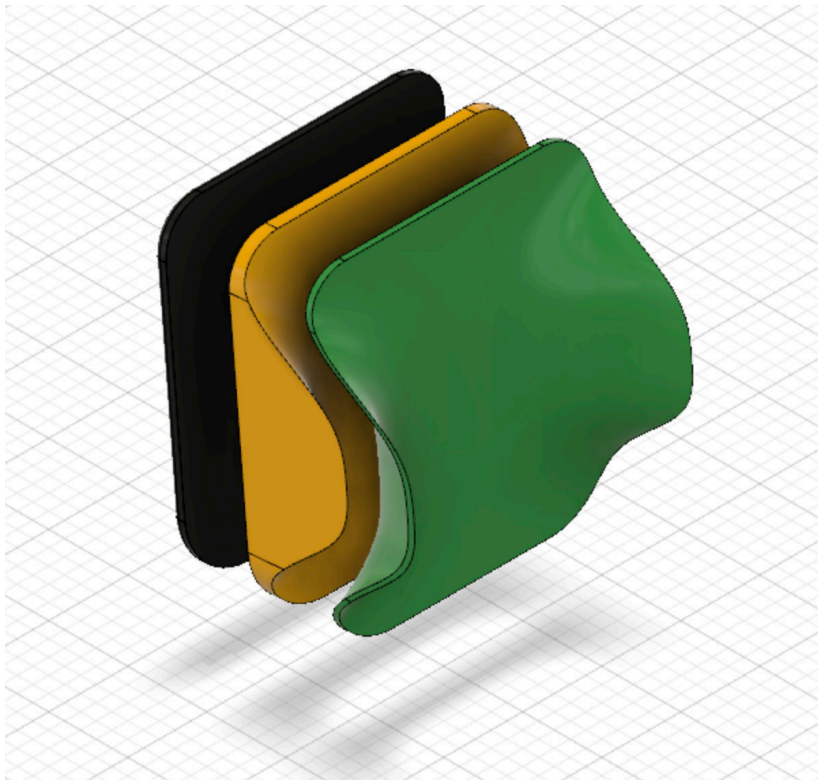
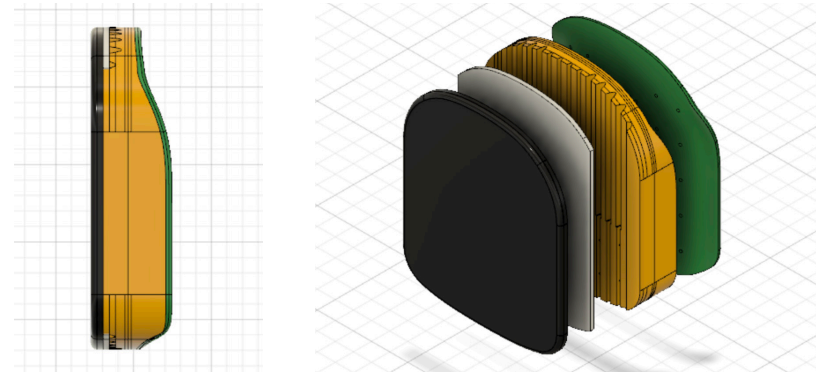
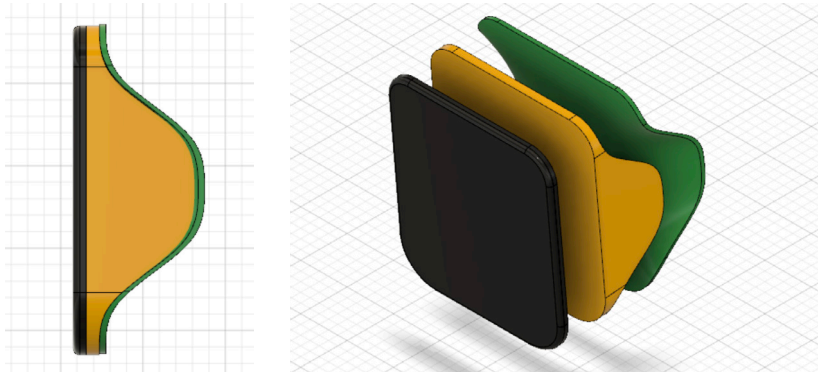


Figura 68 - Modelo CAD encosto

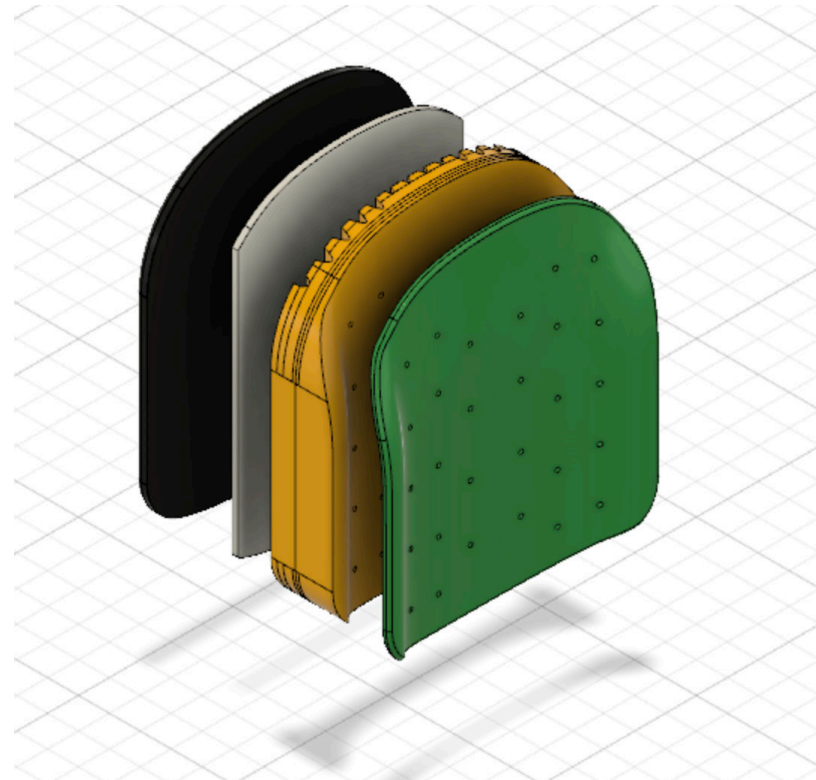


Figura 69 - Modelo CAD encosto

MODELOS 2D e 3D - Capa de revestimento

Para esta fase foi utilizado o *software* Marvelous Design. Este *software* foi desenvolvido com o intuito de podermos criar superfícies dinâmicas em tecido (roupas) e visualizá-las em 3D.

Por estar perante um programa com o qual nunca tinha antes trabalhado, numa primeira fase houve a necessidade de auto aprendizagem e exploração do mesmo. De seguida foram feitos testes, para entender o modo de aplicação do tecido sobre o sistema de posicionamento (**Anexo 9**). A partir dos testes desenvolvidos seguiu-se a exploração dos conceitos anteriormente apresentados nas ideias chave.

Foi possível planificar as faces do assento e do encosto e criar os diferentes componentes em tecido (**fig. 70**), aplicar texturas, cor e visualizar em 3D o resultado pretendido (**fig. 71**).

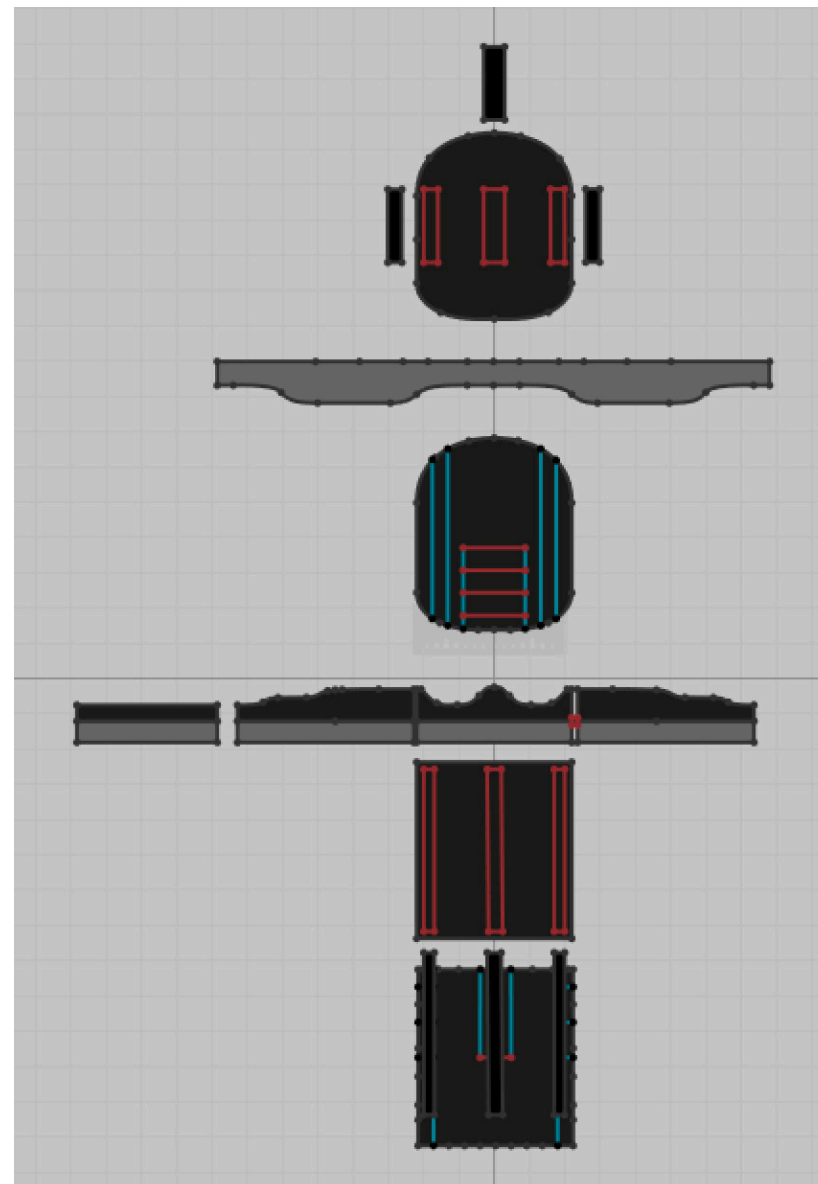


Figura 70 - Modelo 2D capa de revestimento

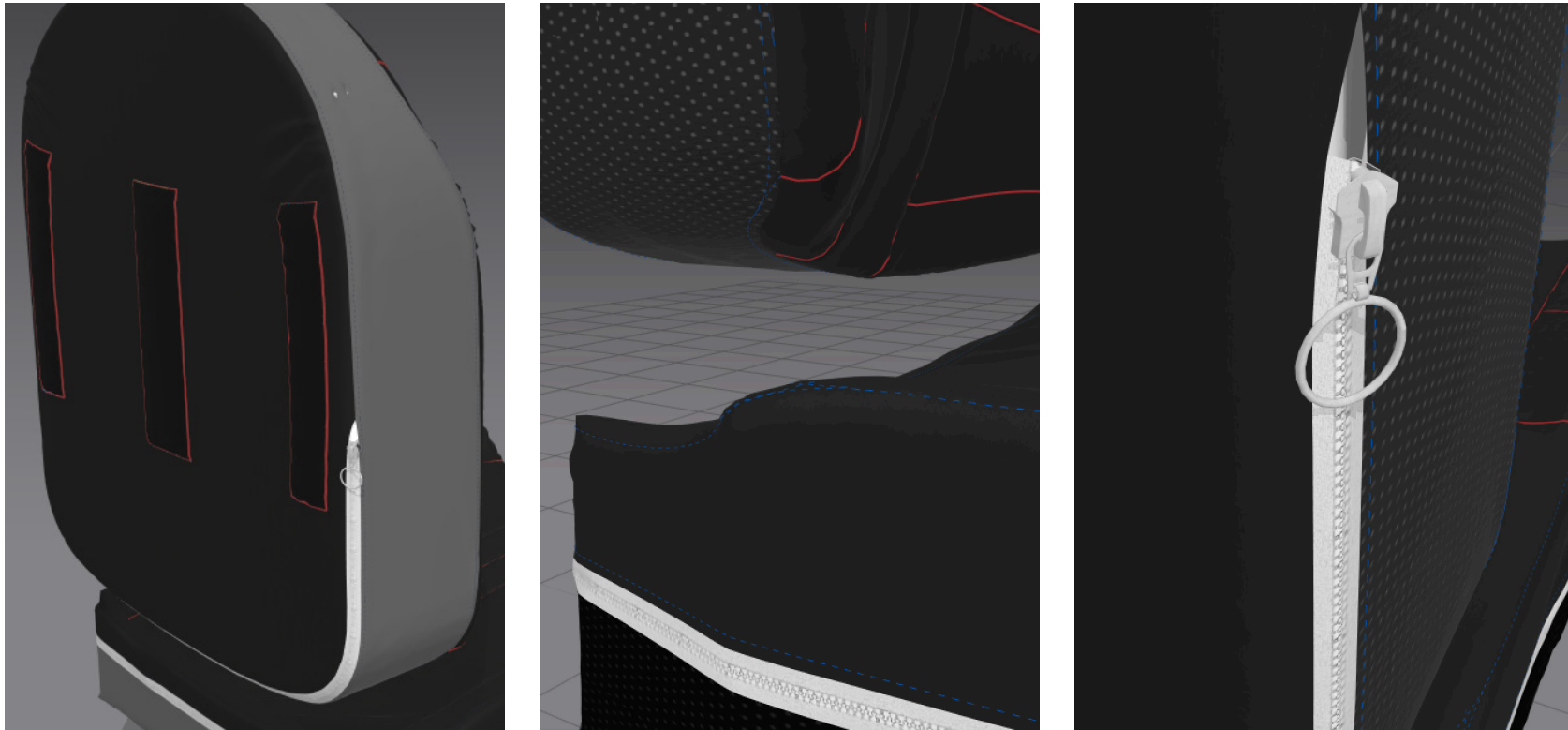


Figura 71 - Modelo 3D capa de revestimento

5.3.2 PROTÓTIPOS

IMPRESSÃO 3D

Os modelos CAD anteriormente desenvolvidos, foram impressos, componente por componente, numa impressora 3D de resina - Anycubic Photon S. Estes componentes foram impressos para uma visualização e comunicação mais clara das funções do sistema de posicionamento.

O tipo de tecnologia utilizado pela impressora, SLA - *Stereolithography*, permite um acabamento muito suave da superfície do objeto impresso. Desta forma é possível visualizar de uma forma mais clara as características dos diferentes componentes e validar.

A impressão dos componentes da almofada do assento e do encosto em 3D (**fig.74**) permitiu analisar e fazer novas alterações durante o decorrer do desenvolvimento do projeto de forma mais eficiente, tanto na fase de exploração de ideias-chave como de modelos CAD. As principais alterações desenvolvidas foram referentes a otimizações de geometria e seccionamento das diferentes camadas.



Figura 72 - Impressão 3D à escala com rasgos no encosto

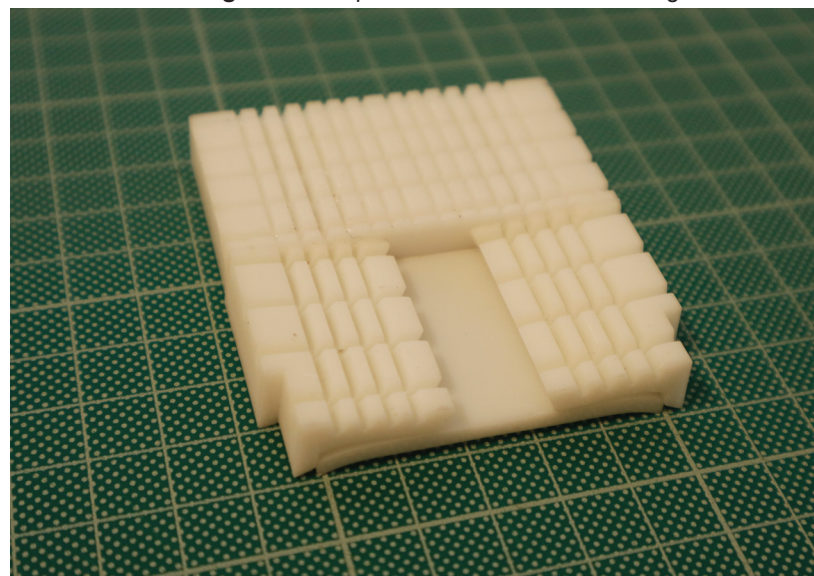


Figura 73 - Impressão 3D à escala com rasgos no assento

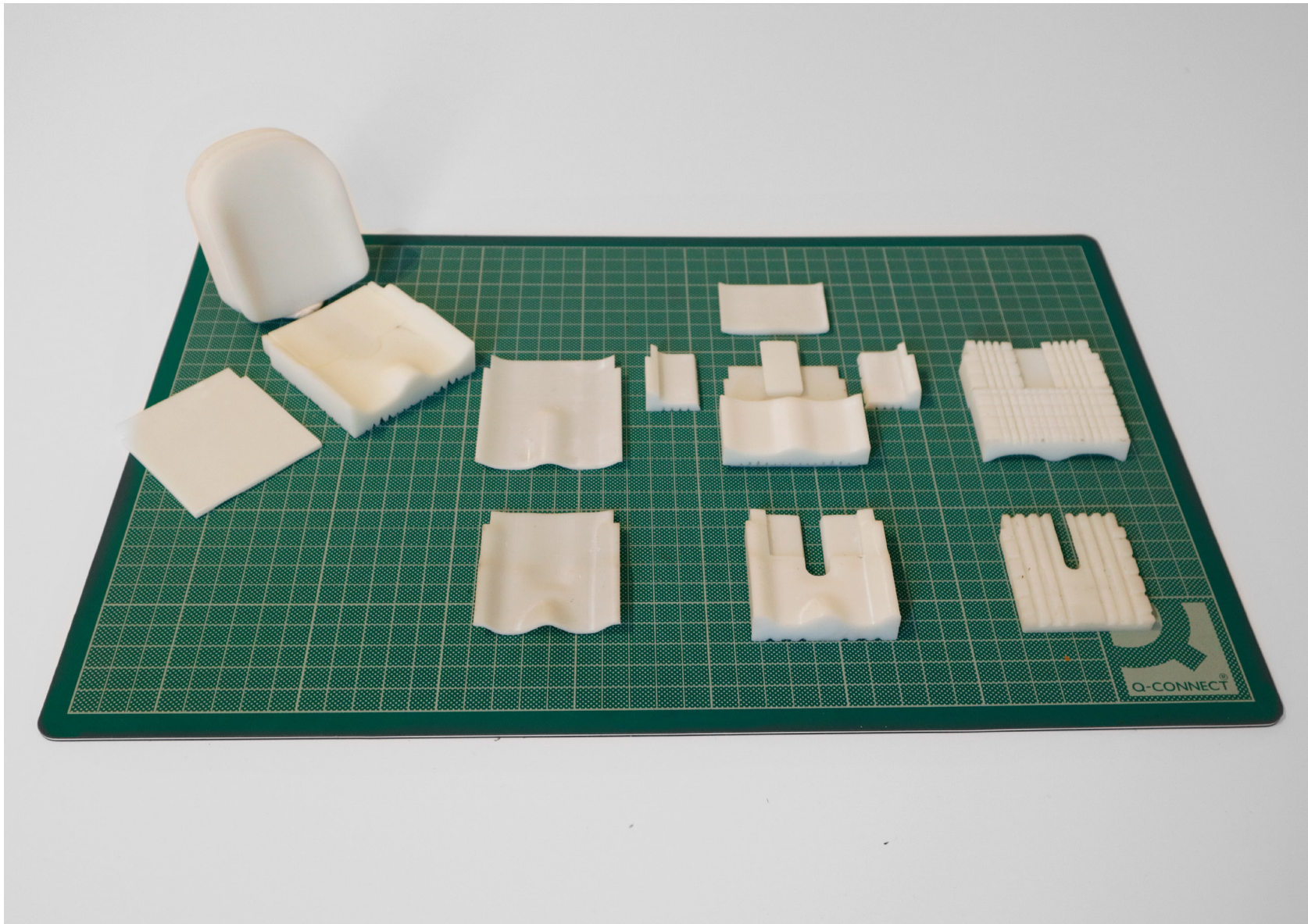


Figura 74 - Componentes impressos em 3D

PROTÓTIPO 1:1

Foi feito um protótipo à escala real, dos conceitos desenvolvidos para a almofada do assento e encosto. O sistema de posicionamento apresentado (**fig.77**) reflete os caminhos definidos e o cruzamento dos vários resultados obtidos até aqui.

Durante o desenvolvimento desta fase (**Anexo 10 e 11**) foram utilizados materiais como o cartão, o esferovite e o barro, para criar a forma da superfície das almofadas, e ainda algumas amostras de espumas e *spacer 3d* para demonstrar o local de aplicação destes materiais.

Conclusões

Este protótipo à escala permitiu sentar sobre o modelo e perceber de que forma a geometria do contorno das almofadas se envolve com o corpo e com isso, detetar possíveis reajustamentos geométricos e dimensionais a serem feitos.



Figura 75 - Processo protótipo encosto 1:1



Figura 76 - Processo protótipo assento 1:1

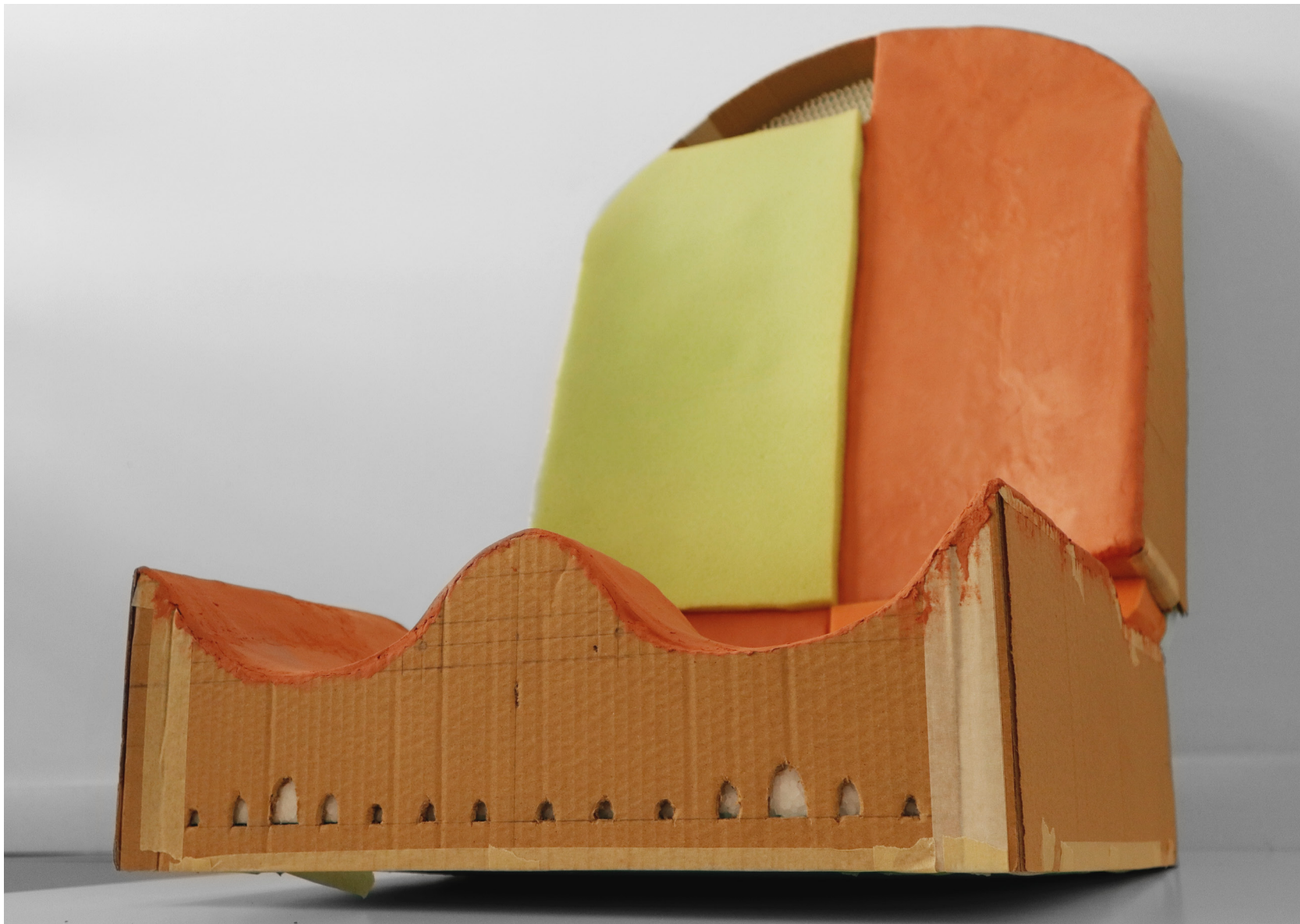


Figura 77 - Protótipo 1:1

5.4 ENTREGAR

A última fase do desenvolvimento do projeto consiste na apresentação de uma proposta final, através de imagens realistas e desenhos técnicos.

5.4.1 DESIGN FINAL

Após terminados os modelos CAD da almofada e da capa do assento e do encosto, é agora possível avançar para a fase final de visualização avançada, através de imagens que simulem o produto com maior rigor e atenção aos detalhes.

Para a elaboração destas imagens foi utilizado o *software* Keyshot, onde foram aplicados materiais, texturas, luzes e cenários, de forma a criar representações detalhadas do produto final.

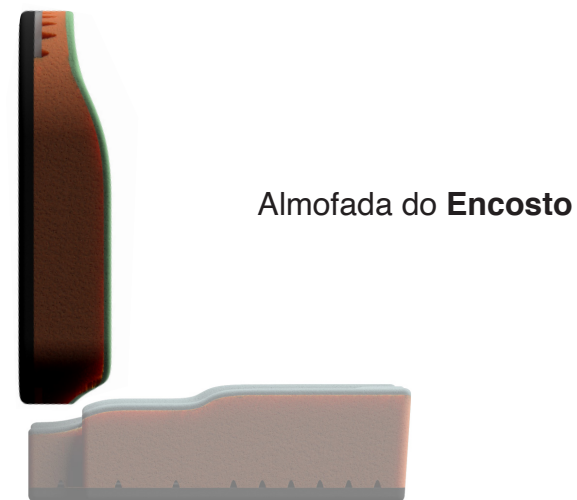


Figura 78 - Render vista lateral da almofada do encosto

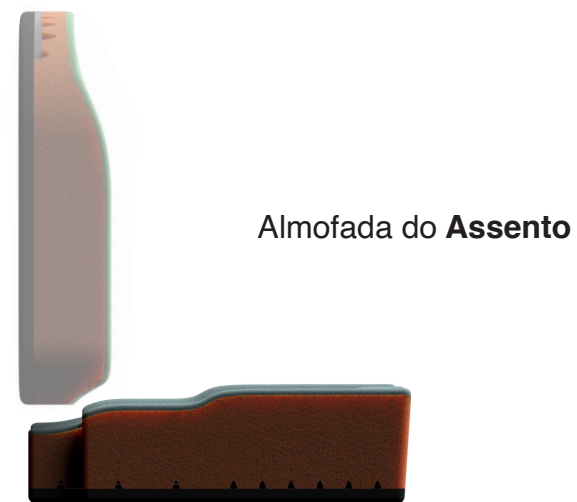


Figura 79 - Render vista lateral da almofada do assento

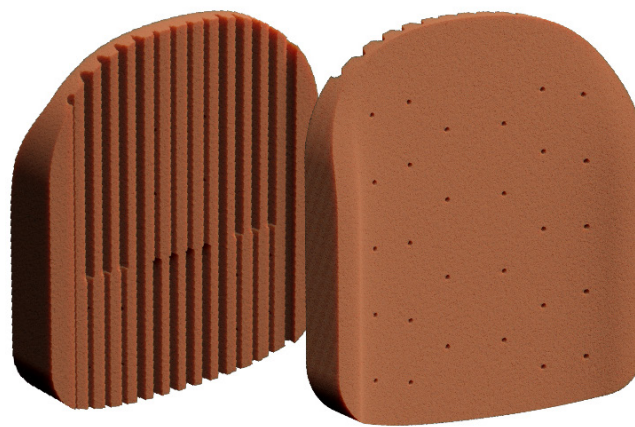


Figura 80 - *Render* espuma principal do encosto

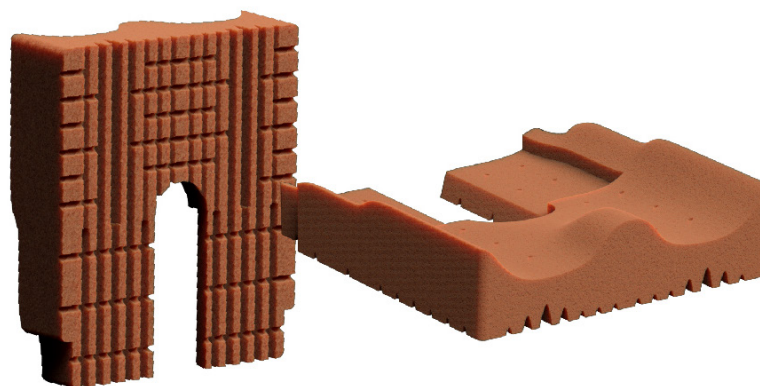


Figura 81 - *Render* espuma principal do assento

Almofada do Encosto - Componentes

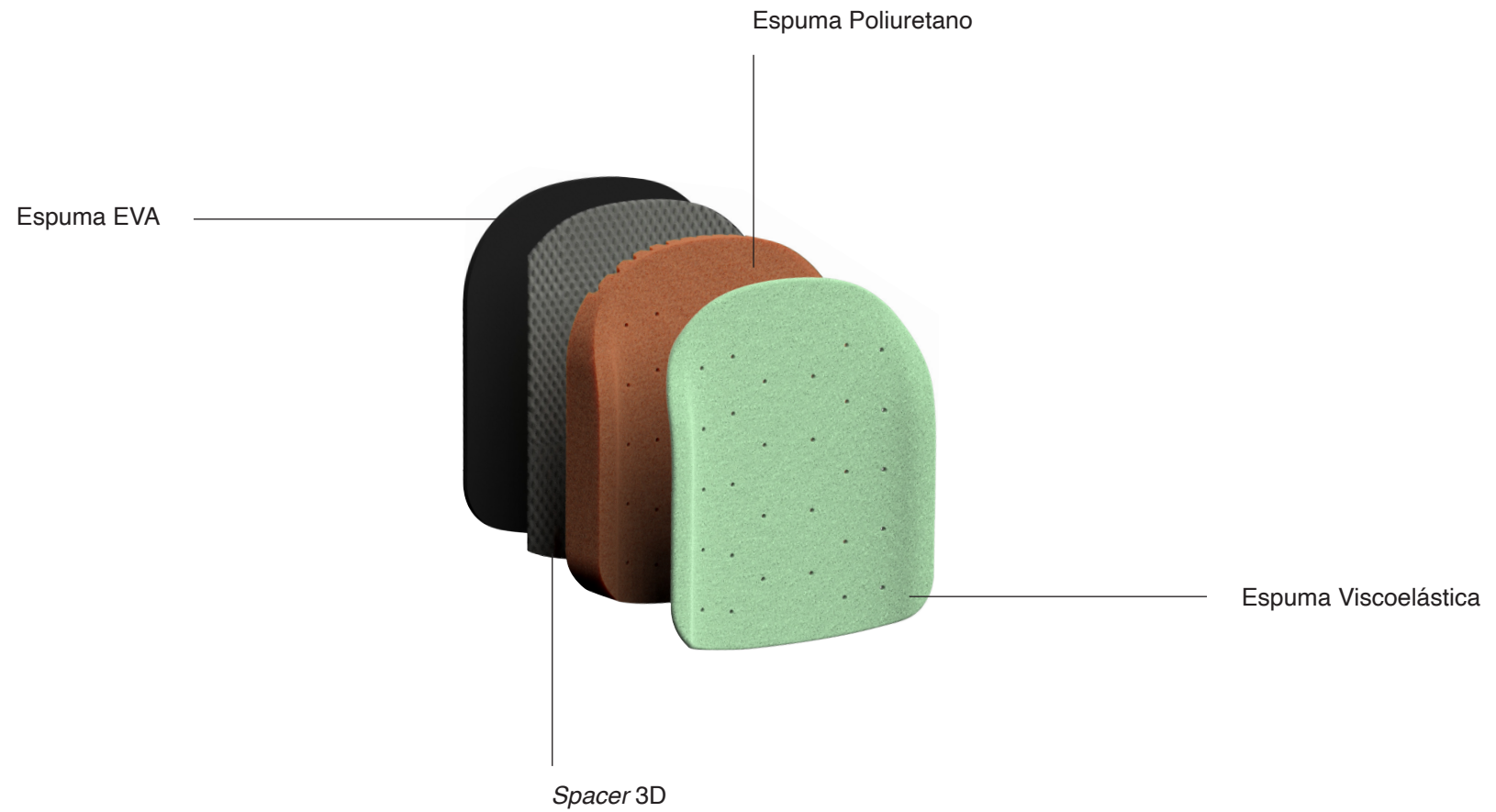


Figura 82 - Render componentes do encosto

Almofada do Assento - Componentes

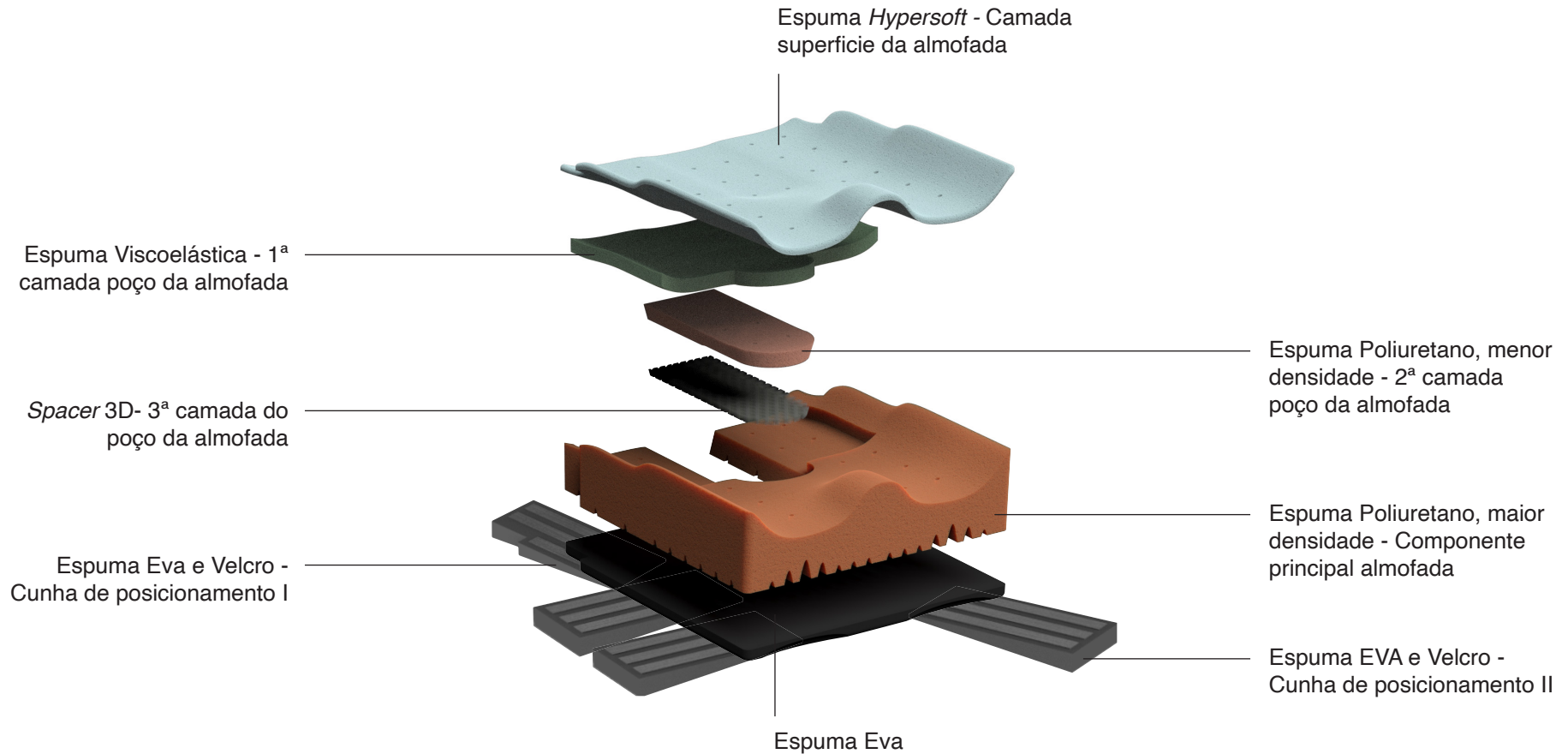


Figura 83 - Render componentes do assento

Capa de Revestimento - Aplicação



Figura 86 - Render aplicação da capa de revestimento

Capa de Revestimento - Cores



Masculino

Feminino

Figura 87 - Render cores sexo masculino e feminino



Unisexo

Figura 88 - Render cores unisexo

Sistema de Posicionamento - Aplicação

Hardware do Assento com velcro



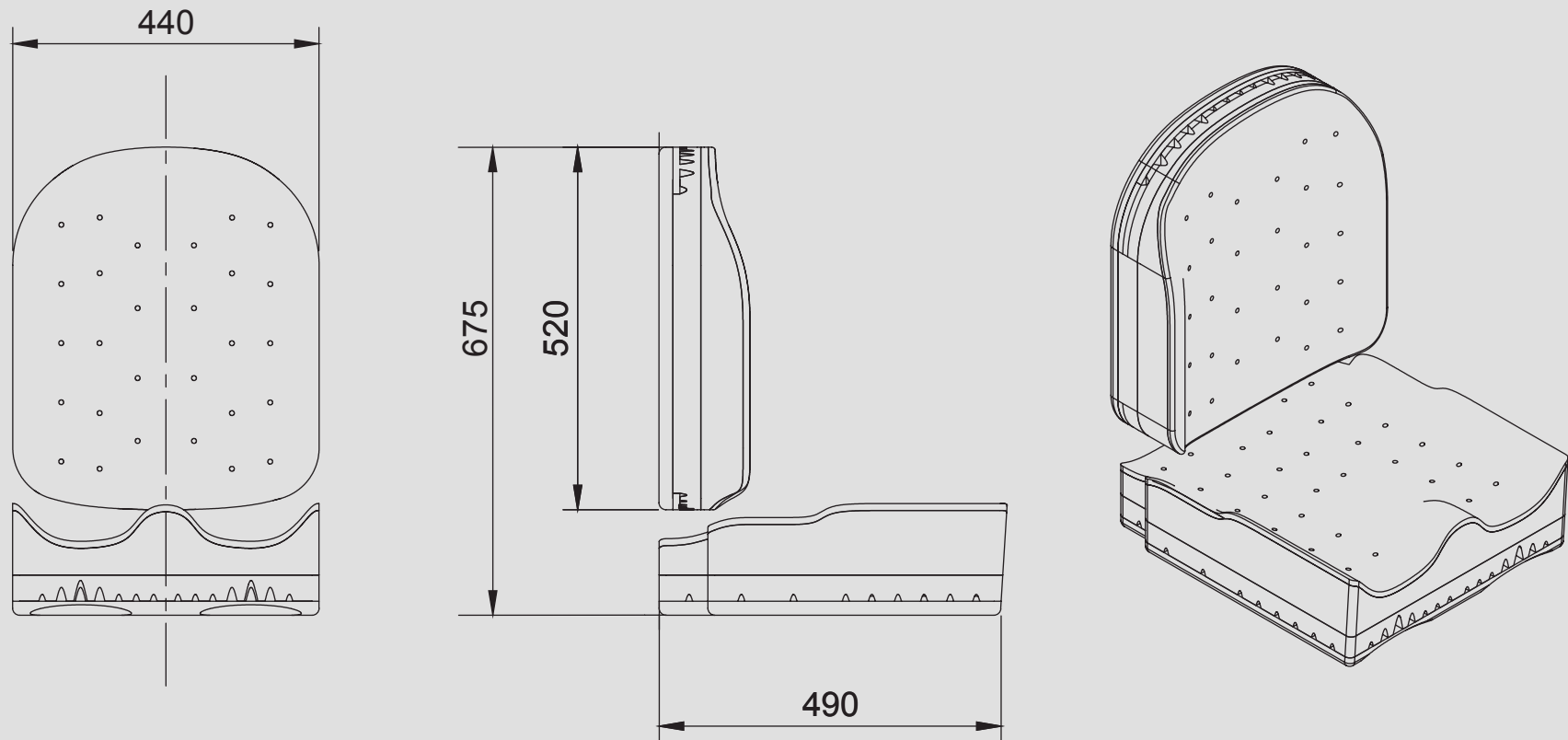
Hardware do Encosto com velcro

Figura 89 - *Render* aplicação na cadeira de rodas



Figura 90 - Render aplicação na cadeira de rodas

5.4.2 DESENHOS TÉCNICOS



Escala 1:10

Figura 91 - Desenho técnico

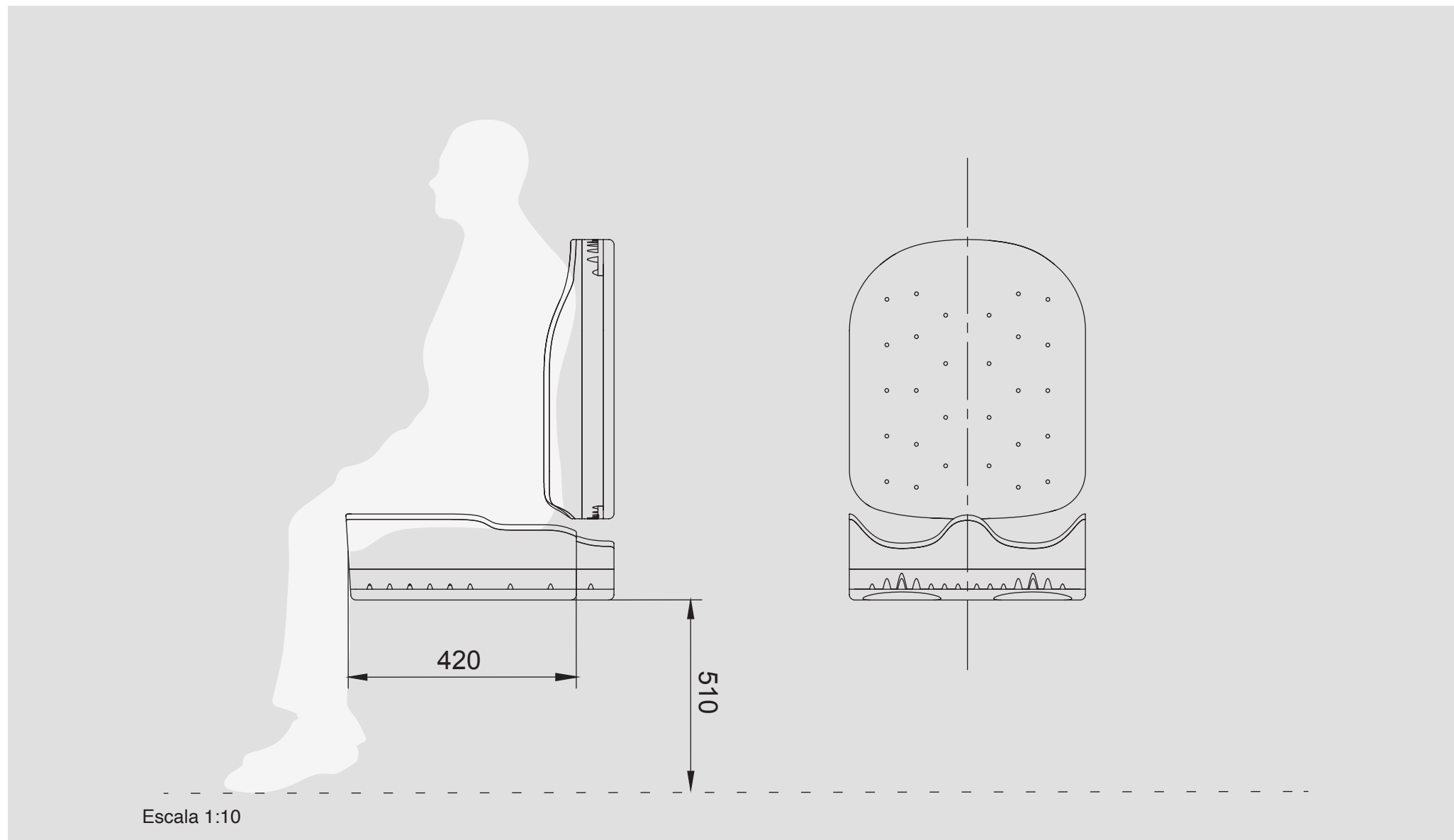
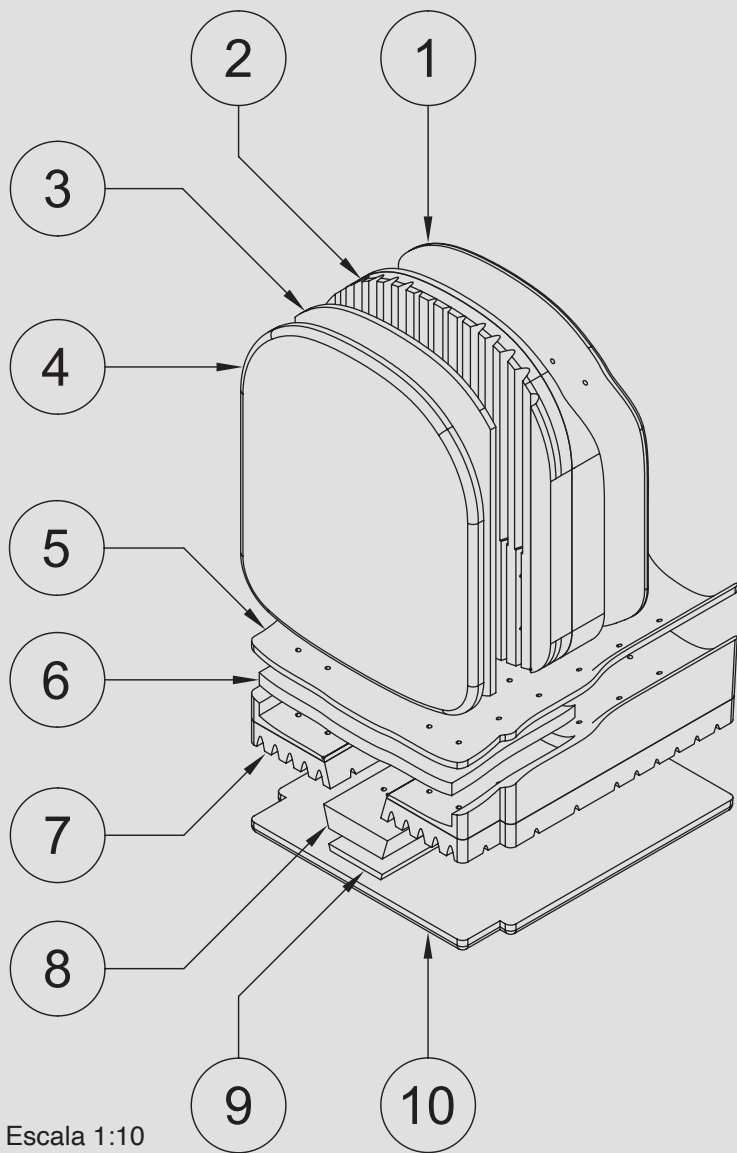


Figura 92 - Desenho técnico relação humana



Escala 1:10

Nº	Nome	Material	Unidades
1	1ª camada do encosto	Espuma viscoelástica	1
2	Camada principal encosto	Espuma poliuretano	1
3	Camada circulação de ar do encosto	Spacer 3D	1
4	Base do encosto	Espuma EVA	1
5	1ª camada do assento	Espuma hypersoft (impermeável)	1
6	1ª camada do poço da almofada	Espuma viscoelástica	1
7	Camada principal assento	Espuma poliuretano	1
8	2ª camada do poço do assento	Espuma poliuretano	1
9	Camada circulação de ar do assento	Spacer 3D	1
10	Base do assento	Espuma EVA	1

Figura 93 - Desenho técnico lista de materiais

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

6.1 CONCLUSÕES

Inicialmente foi feito o enquadramento e foram apresentados os objetivos deste projeto, que deu origem à investigação sobre a PC e a tecnologia de apoio.

A investigação tem a premissa de estudar e compreender os problemas associados ao uso de sistemas de posicionamento, em utilizadores de longa duração, como é o caso dos portadores de PC. Esta primeira fase foi importante para empatizar com um problema, que por estar ligado à área da saúde e bem estar, deve ter como base o conhecimento multidisciplinar, para que mais tarde seja possível fundamentar e definir caminhos com maior viabilidade.

Um dos principais objetivos deste projeto era conseguir responder aos problemas identificados pelo cliente e pela equipa de I&D da Fibrenamics. Para tal, foram utilizadas ferramentas e métodos do modelo de design Double Diamond, que através de processos dinâmicos permitiram estimular o pensamento criativo em busca de conceitos que respondessem aos requisitos exigidos pelo cliente.

A par dos requisitos exigidos para este projeto, houve sempre a tentativa de adquirir novos dados relativos à experiência, como foi o caso da partilha do inquérito destinado aos encarregados de portadores de PC e o contacto com o tecido industrial.

Através de reuniões, entre os vários elementos da Multiorthos, Pixartidea e Fibrenamics, foi possível apresentar os conceitos desenvolvidos. Contudo, ao longo do desenvolvimento do projeto, houve a necessidade de identificar um parceiro que permitisse o contacto com as espumas, para entender as suas características. Foi fundamental reunir com a empresa Flex2000, que permitiu obter um conhecimento mais aprofundado sobre as espumas. A troca de informações acerca do projeto, também foi importante para verificar a viabilidade da produção dos conceitos apresentados.

A necessidade de criar um sistema integrado que potencializasse a performance das espumas, foi desde cedo considerado e para tal foi desenvolvido um sistema de rasgos baseado num caso de

estudo de biomimética. Através da analogia de mecanismos naturais de gestão de humidade e gestão de temperatura, foi possível identificar mais oportunidades e criar novas soluções.

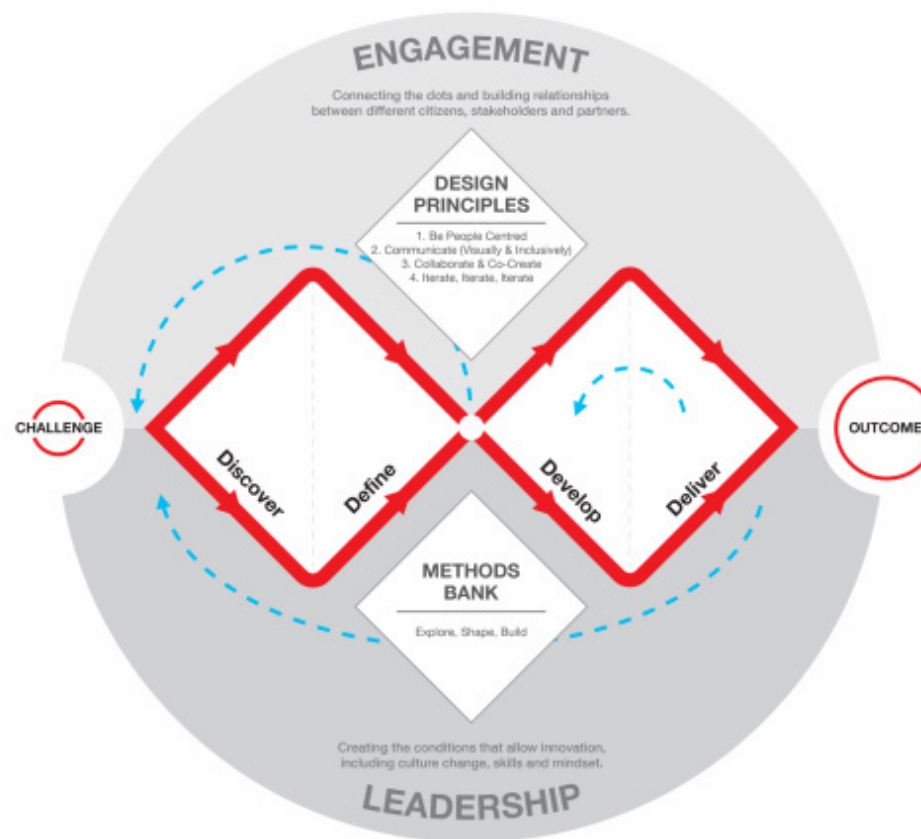
Para o desenvolvimento e consolidação de ideias foi importante criar uma narrativa visual, através de imagens, esboços e modelos de estudo. Foi através desta narrativa que as diferentes fases foram apresentadas e se foram definindo caminhos em conjunto com os elementos da equipa.

Tendo em conta os objetivos estipulados podemos concluir que a proposta apresentada foi cumprida do ponto de vista conceptual, através da apresentação de conceitos, que perspetivaram determinados resultados. Estas perspetivas devem ser consideradas e só podem ser tomados como certas, após serem realizados protótipos em espuma e testes aos protótipos, como é o exemplo dos testes de análise de pressão e térmica, que devem ser feitos ao sistema de posicionamento, para entender a viabilidade dos rasgos e das suas geometrias. É importante considerar que face à pandemia não foi possível avançar durante o período do estágio com estes testes, bem como desenvolver mais protótipos. Contudo existe a clara consciência de que, através da produção de novos protótipos em espuma e de novos testes aos protótipos, será possível comparar resultados e abordar com maior precisão os resultados pretendidos.









O estágio foi para além das atividades estipuladas para o projeto apresentado, contou também com a colaboração em algumas etapas no desenvolvimento do componente estrutural da cadeira de rodas, bem como outros projetos e atividades que se desenrolaram dentro da empresa. O ambiente proporcionado entre a Pixartidea e a Fibrenamics, possibilitaram uma interação num meio profissional multidisciplinar.

Este trajeto esteve cheio de desafios, que foram superados com o desenrolar do tempo, especialmente devido à atual situação pandémica, alguns objetivos foram condicionados.

7 ANEXOS










Anexo 1 - Modelo Double Diamond. Design Council

Assento	 Não ajustável	 Não ajustável		 Não ajustável		
Marca						
Modelo	AirLite	Matrix Flo-tech Solution	Flotech Plus	Matrix Flo-tech Contour	ProForm NX™	Evolution™
Preço	Desde: 120€	+/- 488€	+/- 217€	+/- 180€	+/- 500€	+/- 240€
Tipologia	Almofada livre de manutenção	Risco de desenvolver úlceras de pressão e danos de pressão já estabelecidos	_____	Almofada para pessoas com tendência a desenvolver úlceras de pressão.	Discrepâncias no comprimento das pernas, amputações e outras obliquidades pélvicas.	Discrepâncias no comprimento das pernas, amputações e outras obliquidades pélvicas.
Tipo Utilizador	Risco Moderado Estão em risco de ruptura da pele / tecidos moles.	Risco Alto Pac. c/tendência a feridas ou sofrem danos nos tecidos.	Risco Alto	Risco Baixo	Risco Alto	Risco Moderado/Alto
Gestão de Humidade	Capa impermeável	Totalmente Impermeável	Capa impermeável	_____	Não absorve água e é resistente a bactérias	O tecido é resistente a perfurações e à água.
Pressão	_____	Promove boa circulação	_____	Redução de pressão ativa	Laterais e um tanque isquiático profundo fornecem imersão máxima e distribuição de pressão.	Válvula reguladora de pressão Conforme o ar é liberado, a pressão interna diminui
Fricção	Capa elástica	_____	_____	_____	_____	Parte inferior em material antiderrapante resistente com gancho e laço para maior segurança
Temperatura	Capa respirável	_____	_____	_____	A espuma reticulada no interior promove a troca de ar e melhora a distribuição da pressão.	A espuma reticulada no interior promove a troca de ar
Tecnologia de fluido ou ar / posicionamento	 Incorporado	_____	_____	_____	Válvulas de ar bidirecionais que liberam o ar para imergir o usuário na espuma.	PSV - válvula reguladora de pressão
Material		Base de gel de silicone com Almofada de fluido	Base de gel de silicone com bolsa de fluido	Base de gel de silicone		Espuma (híbrido)
Notas						Ultra leve O cliente fecha o PSV (Azul), liberando o ar.


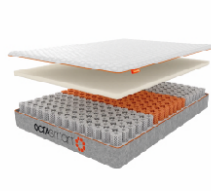






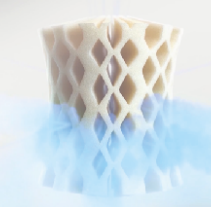
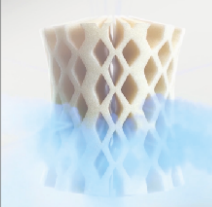
Anexo 2 - Benchmark do Assento

Assento						
	Ajustável	Ajustável	Ajustável	Ajustável	Ajustável	Ajustável
Marca						
Modelo	JAY 2	JAY 2 Profundo	JAY 3	JAY Balance	JAY Balance com Fluido	JAY Care
Preço	Desde: 685,45€	Desde: 685,45€	Desde: 685,45€	Desde: 685,45€	Desde: 685,45€	Desde: 323,15€
Tipologia	Estabilidade e posicionamento com alta proteção anti-escaras	Máxima proteção anti-escaras com alto posicionamento	Sistema de Sedestação modular mais completa	Proteção da pele, estabilidade e conforto	Proteção da pele, estabilidade e conforto	Postura e proteção anti-escaras idosos
Tipo Utilizador	Risco Alto	Risco Alto	Risco Alto	Risco Alto	Risco Alto	Risco Moderado
Gestão de Humidade	Funda microclimática	Funda microclimática	Funda microclimática ou resistente à incontinência.	Funda interior impermeável	Funda microclimática	Capa resistente à incontinência
Pressão	—————	Base firme com recorte pélvico	Tamanho e forma anatómica do recorte pélvico	—————	Fluido Cryo (distribui de forma uniforme a pressão)	Forma da almofada, proporciona estabilidade antero-posterior moderada
Fricção	Fluido Jay	Fluido Jay	—————	Funda exterior (microclimática, elástica ou de incontinência)	Fluido Cryo (reduz a fricção)	Fluido Jay e capa ampla e flexível
Temperatura	Funda micro climática	Funda micro climática	Funda microclimática ou resistente à incontinência.	Funda exterior (microclimática, elástica ou de incontinência)	Fluido Cryo (o calor da pele é transferido para o fluido)	—————
Tecnologia de fluido ou ar / posicionamento						 Incorporado
Material	Base espuma firme (hibrido), fitas velcro e almofada fluida	Base espuma firme(hibrido), fitas velcro e almofada fluida	—————	Base espuma e opção de bolsa fluido ou ar; funda int. resistente água e funda ext. elástica, microclimática ou p/ind	—————	Base espuma (hibrido)
Notas						

Anexo 3 - Benchmark do Assento

Encosto						
Marca	permobil <small>R3H3 SEATING + POSITIONING</small>	permobil <small>R3H3 SEATING + POSITIONING</small>	permobil <small>R3H3 SEATING + POSITIONING</small>	permobil <small>R3H3 SEATING + POSITIONING</small>	JAY <small>Support Clinical Seating</small>	JAY <small>Support Clinical Seating</small>
Modelo	AGILITY® MINIMUM CONTOUR	AGILITY® MID CONTOUR	AGILITY® MAX CONTOUR	AGILITY® ACTIVE CARBON (Min/Mid)	Encosto FIT	Encosto Jay Care
Preço	550€	650€	720€	870€	750€	770€
Tipologia	Pessoas que tenham bom controlo de tronco e necessitem de suporte postural básico	_____	Fornecer o melhor da estabilidade com o menor peso possível	Fornecer apoio e posicionamento do tronco/pélvis	Solucionar os posicionamentos mais complexos (suporte nas escolioses)	Usário geriátrico com coluna cifótica estruturada
Tipo Utilizador	_____	Risco Moderado	Risco Alto	_____	Risco Alto	Risco Alto
Gestão de Humidade	_____	_____	_____	_____	Tecido Microclimático 3Dx	Funda resistente à incontinência
Pressão	_____	_____	_____	_____	_____	Espuma suave que envolve a coluna cifótica reduzindo a pressão
Fricção	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Temperatura	_____	_____	_____	_____	Tecido Microclimático 3DX	_____
Tecnologia de fluido ou ar / posicionamento	Não inclui Hardware (ajustável)	Não inclui Hardware (ajustável)	Não inclui Hardware 	Hardware fixo	Inclui Hardware ajustável	Carcaça ajustável em ângulo, altura e profundidade
Material	Estrutura de alumínio, almofada de espuma e células de ar	Estrutura de alumínio, almofada de espuma e células de ar	Estrutura de alumínio, almofada de espuma e células de ar	Estrutura em fibra de carbono e almofada de espuma e células de ar	Capa microclimática e espuma suave	Espuma suave
Notas	_____	_____	_____	_____	_____	_____

Anexo 4 - Benchmark do Encosto

Cunhas de Pos.		Colchões e Assentos Mobilidade			
Marca		Marca			
Modelo	Kit 1 e Kit 2	Modelo	OCTASMART® FIRST CLASS SLEEP	OCTA ECO-COMFORT™ PILOT SEAT	F1 Driver Seat
Preço	Kit 174€ e 226€ Unidade entre 20€ a 57€	Preço	_____	_____	_____
Tipologia	Ajuste de posicionamento	Tipologia	_____	Conforto Adaptável ao contorno do corpo	Assento feito á medida do piloto
Tipo Paciente	_____	Tipo Utilizador	Procura conforto	_____	Profissional
Notas	_____	Fricção	Não existe na posição deitada	_____	_____
	_____	Pressão	Sistema de ar atua como centenas de pequenas bombas de ar que respondem à pressão do corpo, expelindo ar quente e úmido e puxando o ar fresco para dentro	_____	_____
Nomes Técnicos	Lombar pequena	Gestão de Humidade	_____	_____	_____
	Lombar grande	Temperatura	_____	_____	_____
	Cunha triangular	Tecnologia			Acopulaçã feita por 4 encaixes
Cunha retangular curva	Material	Menos 50% material na criação da tecnologia (até 50% mais leves)	Menos 50% material na criação da tecnologia (até 50% mais leves)	Fibra de Carbono	
Cunha retangular plana	Notas	_____	_____	_____	
Cunha pélvica lateral	_____	_____	_____	_____	
Cunha semi-circular lateral	_____	_____	_____	_____	
Almofada enchimento pequena	_____	_____	_____	_____	
Almofada de enchimento grande	_____	_____	_____	_____	

Anexo 5 - Benchmark das cunhas de pos. e colchões e assentos

Desenvolvimento de uma superfície de assento/encosto, para aplicação em cadeiras de rodas, direcionada para pessoas com Paralisia Cerebral.

O meu nome é Ricardo Martins e sou estudante no Mestrado de Design de Produto na Escola Superior de Artes e Design - Matosinhos, e estou neste momento a elaborar a respetiva tese.

Este questionário tem como objetivo perceber de que forma a performance das superfícies de assento e encosto, para aplicação em cadeiras de rodas podem ser melhoradas, tanto no sentido do utilizador como de quem está encarregue pelos seus cuidados.

A sua participação neste questionário é voluntária, sendo que é livre de participar ou não, bem como de desistir a qualquer momento. Lembre-se que não existe qualquer risco envolvido em responder a qualquer uma das seguintes questões. No entanto, as suas respostas são muito importantes, completamente anónimas e confidenciais, e serão meramente utilizadas para fins académicos.

Solicito que preencha o questionário da forma mais honesta possível, apelando à sua experiência pessoal, que é fundamental para o sucesso deste estudo.

Obrigado pela sua colaboração!

Caso exista alguma questão ou dúvida, por favor, não existe em contactar-me:

2019273@esad.pt

* Required

Parte I

1. Qual o seu género? *

Mark only one oval.

Masculino

Feminino

Other: _____

2. Qual a sua idade? *

3. Qual a sua relação com a pessoa? *

4. Qual o género da pessoa? *

Mark only one oval.

Masculino

Feminino

Other: _____

5. Qual a idade da pessoa? *



Anexo 6 - Questionário desenvolvido para os responsáveis pelos cuidados de portadores de PC.

Verifique a densidade ideal						
Peso (kg) \ Altura (m)	até 1,50	1,51 a 1,60	1,61 a 1,70	1,71 a 1,80	1,81 a 1,90	acima de 1,90
até 50	D23	D23*/20	D23*/20	D20		
51 a 60	D26	D26*/23	D26*/23	D23		
61 a 70	D28	D26*/28	D26*/28	D26*/28	D26	
71 a 80		D33	D28*/33	D28*/33	D28	
81 a 90			D33	D33*/28	D33/28*	D28
91 a 100			D40	D40*/33	D33	D33
101 a 120			D45	D40	D40	D40/33*
121 a 150				D45	D45*/40	D40

*Preferencialmente. A escolha para casais: deve ser de acordo com o cônjuge que requeira maior densidade.
A escolha para recém-nascidos e crianças: D18 é indicado para recém-nascidos e crianças até 3 anos.

Tabela de adequação por biotipo – Recomendação Técnica

Altura até 1,5m
Peso até 50 kg: D-23
Peso entre 51/60 kg: D-26
Peso maior que 60kg: D-28

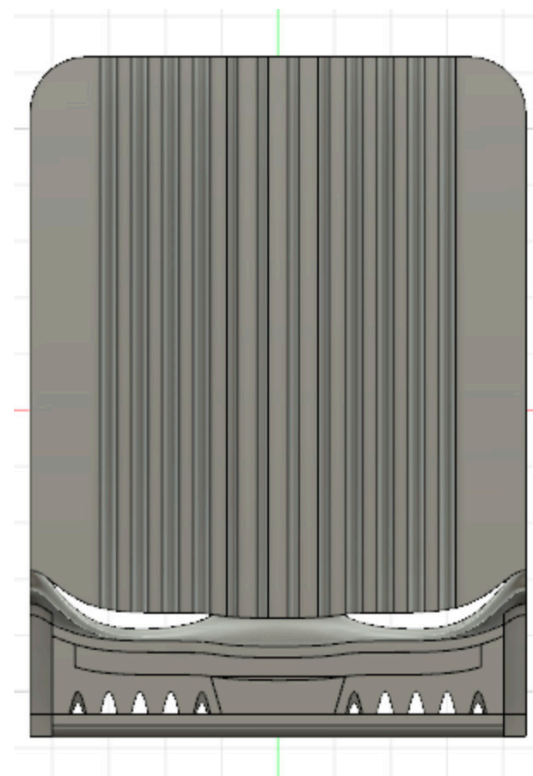
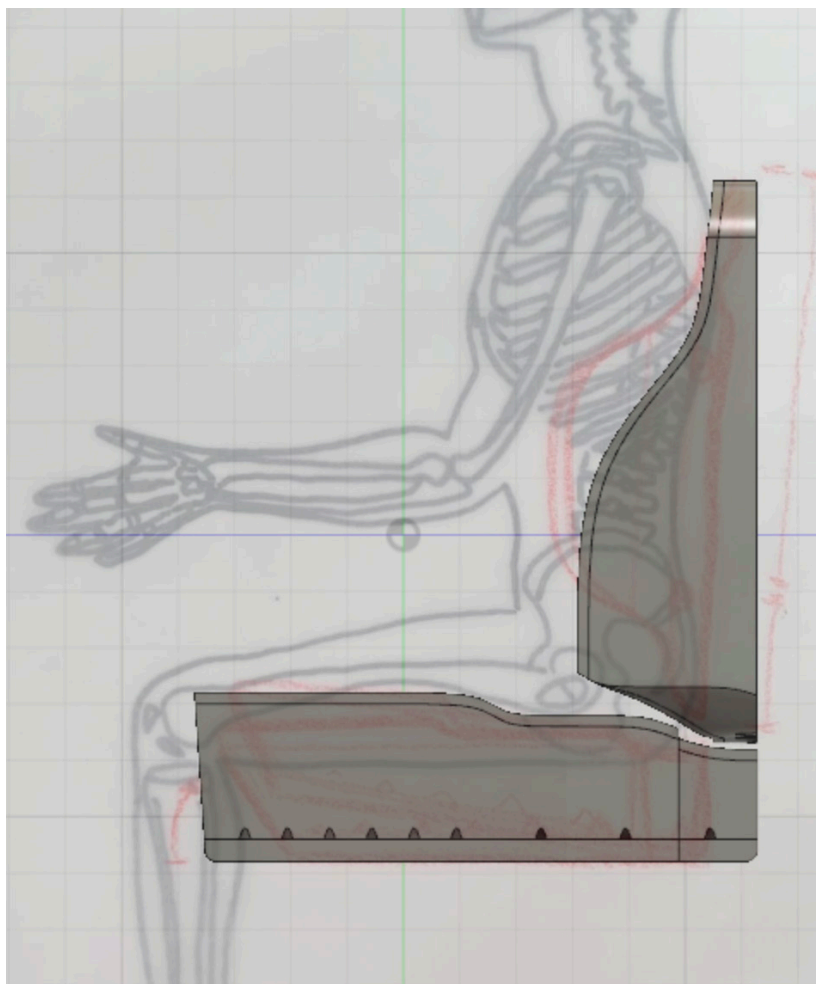
Altura entre 1,5m e 1,6m
Peso até 50 kg: D-23
Peso entre 51/60kg: D-26
Peso entre 61/70 kg: D28

Altura entre 1,7m e 1,8m
Peso até 50 kg: D-20
Peso entre 51/60 kg: D-23
Peso entre 61/70 kg: D-26
Peso entre 71/80 kg: D-28
Peso entre 81/90 kg: D-33
Peso entre 91/100 kg: D-33

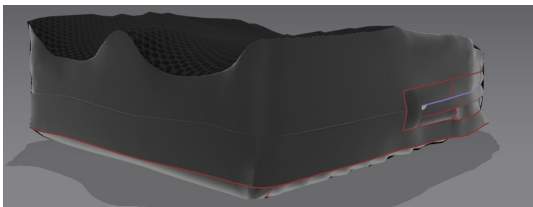
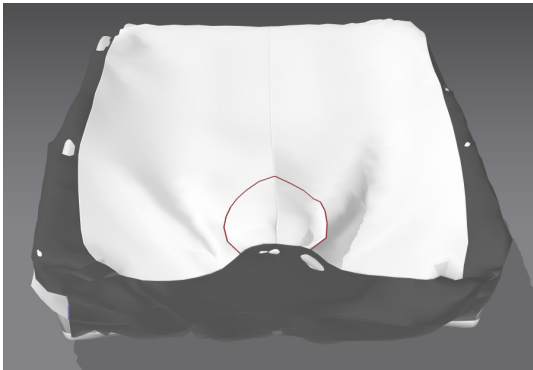
Altura entre 1,8m e 1,9m
Peso entre 61/70 kg: D-26
Peso entre 71/80 kg: D-28
Peso entre 81/90 kg: D-28
Peso entre 91/100 kg: D-33

Altura acima de 1,9 m
Peso entre 81/90 kg: D-28
Peso entre 91/100 kg: D-33

Anexo 7 - Tabela densidade das espumas de poliuretano



Anexo 8 - Exploração ampotométrica dos modelos CAD desenvolvidos



Anexo 9 - Exploração de modelos 3D - capa de revestimento



Anexo 10 - Exploração de modelos 3D - capa de revestimento



Anexo 11 - Exploração de modelos 3D - capa de revestimento

8 BIBLIOGRAFIA

8.1 REFERÊNCIAS

A

Administração Regional de Saúde do Algarve. (2017). Úlceras de pressão - atuação na prevenção e tratamento. <http://www.arsalgarve.min-saude.pt/wpcontent/uploads/sites/2/2017/11/UP.pdf>

Alvarelhão, J. (2018). Medição de desempenho de intervenção em contexto em crianças com paralisia cerebral [Doctoral dissertation, Universidade de Aveiro]. <http://hdl.handle.net/10773/28012>

Andrada, M., Folha, T., Calado, E., Gouveia, R., & Virella, D. (2010). Paralisia cerebral aos 5 anos de idade em Portugal. Crianças nascidas em 2001. (1a ed.). Federação Das Associações Portuguesas de Paralisia Cerebral, FAPPC. https://www.researchgate.net/publication/235350298_PARALISIA_CEREBRAL_AOS_5_ANOS_DE_IDADE_EM_PORTUGAL_Criancas_nascidas_em_2001

Arruda, A. (n.d.). Como a biônica e biomimética se relacionam com as estruturas naturais na busca de um novo modelo de pesquisa projetual. - PDF download grátis. Docplayer.com.br. <https://docplayer.com.br/9716431-Como-a-bionica-e-biomimetica-se-relacionam-com-as-estruturas-naturais-na-busca-de-um-novo-modelo-de-pesquisa-projetual.html>

Ask Nature. (2021). Passively Cooled Building Inspired by Termite Mounds — Innovation — AskNature. Biomimicry Institute. <https://asknature.org/innovation/passively-cooled-building-inspired-by-termite-mounds/>

Associação Internacional Ergonomia. (2020). What is Ergonomics? International Ergonomics Association. <https://iea.cc/what-is-ergonomics/>

B

Bartley, C., & Stephens, M. (2019). Development of pressure ulcers when sitting. *Wounds UK*, 15(1), 34–39. https://omniamedsso.om-systems.net/sso/check_site_login/site_id/12/login_type/2/ip_hash/94d74bd5923e24ccbfc1a027dba5e26a

Bax, M., Goldstein, M., Rosenbaum, P., Leviton, A., Paneth, N., Dan, B., Jacobsson, B., & Damiano, D. (2005). Proposed definition and classification of cerebral palsy, April 2005. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 47(8), 571–576. <https://doi.org/10.1017/s001216220500112x>

Brendler, C., & Teixeira, F. (2015). Método para obtenção de medidas antropométricas utilizando um digitalizador 3D de baixo custo. *Design & Tecnologia*, 6(11), 53–68. <https://doi.org/10.23972/de-t2016iss11pp53-67>

C

Cans, C., Dolk, H., Platt, M., Colver, A., Prasauskene, A., & Rangeloh-Mann, I. K. (2007). Recommendations from the SCPE collaborative group for defining and classifying cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 49, 35–38. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2007.tb12626.x>

D

Design Council. (2019, Setembro 10). What is the framework for innovation? Design Council's evolved Double Diamond. Design Council; Design Council. <https://www.designcouncil.org.uk/news-opinion/what-framework-innovation-design-councils-evolved-double-diamond>

Dianat, I., Molenbroek, J., & Castellucci, H. I. (2018). A review of the methodology and applications of anthropometry in ergonomics and product design. *Ergonomics*, 61(12), 1696–1720. <https://doi.org/10.1080/00140139.2018.1502817>

E

Encarnação, P., Azevedo, L., & Londral, A. (2015). Tecnologia de apoio para pessoas com deficiência. Fundação para a Ciência e a Tecnologia,. <https://www.acessibilidade.gov.pt/livros/tapd/html/index.html>

Esteves, A. (2011). Desenvolvimento de uma Cadeira de Rodas Manual Adaptável [Master's thesis, Universidade de Aveiro]. In <http://hdl.handle.net/10773/8117>. <http://hdl.handle.net/10773/8117>

G

Goulart, D., & Pazmino, A. (2019). Processo de adaptação de cadeira de rodas para usuários com paralisia cerebral nível 5 no GM-FCS. *Design E Tecnologia*, 9(17), 01–09. <https://doi.org/10.23972/det2019iss17pp01-09>

L

Lida, I. (2005). Ergonomia: Projeto e produção (2nd ed.). Blucher. https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5599930/mod_resource/content/2/C%C3%B3pia%20de%20IIIDA%2C%20Itiro%2C%20Ergonomia%20projeto%20e%20produ%C3%A7%C3%A3o.pdf

Lida, I., & Buarque, L. (2016). Ergonomia: projeto e produção (3a ed.). Blucher. https://books.google.pt/books?hl=en&lr=&id=LcGP-DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=Ergonomia+Projeto+e+Produ%C3%A7%C3%A3o&ots=iaNgQuIhI8&sig=BBIRw9xM58rYneEPD-JsbN8dxsY&redir_esc=y#v=onepage&q=Ergonomia%20Projeto%20e%20Pr%20du%C3%A7%C3%A3o&f=false

M

Meira, G. (2008). A biomimetica utilizada como ferramenta alternativa na criação de novos produtos. <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/221934/A-biomime%cc%81trica-utilizada.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Monteiro, C., Abreu, L., & Valenti, V. (2015). Paralisia cerebral teoria e prática. Editora Plêiade. https://www.researchgate.net/profile/Carlos-Monteiro-2/publication/309414291_Paralisia_Cerebral_Teoria_e_Pratica/links/580f551008aef2ef97afc1cf/Paralisia-Cerebral-Teoria-e-Pratica.pdf

Moore, Z., & Etten, M. (2021). Ten top tips: seating and pressure ulcer prevention. *Woundsinternational.com*. <https://www.woundsinternational.com/resources/details/ten-top-tips-seating-and-pressure-ulcer-prevention>

Morris, C. (2007). Definition and classification of cerebral palsy: a historical perspective. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 49(109), 3–7. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2007.tb12609.x>

Muller, P., Rodrigues, A., & Passin, J. (2012). Análise do Posicionamento de crianças com Paralisia Cerebral em cadeira de rodas. *Revista Inspirar*, 4(20). <https://www.inspirar.com.br/wp-content/uploads/2012/11/posicionamento-criancas-artigo-281.pdf>

N

National Institute of Neurological Disorders and Stroke. (2019, Março 27). Cerebral Palsy Information Page. [Www.ninds.nih.gov](http://www.ninds.nih.gov). <https://www.ninds.nih.gov/Disorders/All-Disorders/Cerebral-Palsy-Information-Page#disorders-r1>

National Pressure Ulcer Advisory Panel, European Pressure Ulcer Advisory Panel and Pan Pacific Pressure Injury Alliance. (2014). Prevention and Treatment of Pressure Ulcers: Quick Reference Guide (2nd ed.). Emily Haesler (Ed.). <https://www.epuap.org/wp-content/uploads/2016/10/quick-reference-guide-digital-npuap-epuap-pppia-jan2016.pdf> (Original work published 2009)

O

Organização Mundial da Saúde. (2012). Cadeira de rodas pacote de treinamento em serviços - manual de referencia para os participantes - nível básico. Organização Mundial da Saúde. https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/78236/9789241503471_reference_manual_por.pdf?sequence=48&isAllowed=y

P

Panero, J., & Zelnik, M. (2002). Dimensionamento humano para espaços interiores um livro de consulta e referência para projetos. Barcelona Gili.

Paschoarelli, L., & Menezes, M. (2009). Design e ergonomia: aspectos tecnológicos. Cultura Acadêmica Editores. <https://static.scielo.org/scielobooks/yjxnr/pdf/paschoarelli-9788579830013.pdf>

Passively cooled building inspired by termite mounds — innovation — asknature. (n.d.). Asknature.org; The Biomimicry Institute. <https://asknature.org/innovation/passively-cooled-building-inspired-by-termite-mounds/>

Pazmino, A. V., & Martins, D. G. (2018). ADAPTAÇÃO DE CADEIRA DE RODAS PARA USUÁRIA COM PARALISIA CEREBRAL NÍVEL 5 NO GMFCS. *MIX Sustentável*, 4(1), 144–145. <https://doi.org/10.29183/2447-3073.mix2018.v4.n1.144-145>

Physiopedia. (2018, Maio 21). Cushions. Physiopedia. <https://www.physio-pedia.com/Cushions>

Plos, O., Buisine, S., Aoussat, A., Mantelet, F., & Dumas, C. (2012). A Universalist strategy for the design of Assistive Technology. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 42, 533–541. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2012.09.003>

Prestes, R. (2011). Tecnologia Assistiva: Atributos de Design de Produto Para Adequação Postural Personalizada na Posição Sentada [Master's thesis, Universidade Federal do Rio Grande do Sul]. <http://hdl.handle.net/10183/36038>

R

Rosenbaum, P., Paneth, N., Leviton, A., Goldstein, M., Bax, M., Damiano, D., Dan, B., & Jacobsson, B. (2007). A report: the definition and classification of cerebral palsy April 2006. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 49(109), 8–14. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2007.tb12610.x>

T

The Golden Concepts. (2021, Março 18). Educating Yourself: Pressure Sores. The Golden Concepts. <https://www.thegoldenconcepts.com/blogs/health/educating-yourself-pressure-sores>

W

World Health Organization. (2012). Wheelchair Service Training Package: Reference manual for participants. World Health Organisation. https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/78236/9789241503471_reference_manual_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y

7.2 LISTA DE IMAGENS

Figura 1 - ESAD, Matosinhos

Fonte: <https://bityli.com/Xnw8b7>

Figura 2 - Escritório Pixartidea, Edifício Gnratio

Fonte: <https://bityli.com/WVdWjP>

Figura 3 - Cronograma das atividades do estágio

Fonte: Feito pelo autor

Figura 4 - Componentes a serem desenvolvidos

Fonte: Feito pelo autor

Figura 5 - Objetivos das partes envolvidas no projeto

Fonte: Feito pelo autor

Figura 6 - Etapas processo metodológico

Fonte: Feito pelo autor

Figura 7 - Tipos de Paralisia Cerebral

Fonte: <https://bityli.com/TQBLOo>

Figura 8 - Partes do corpo afetadas

Fonte: <https://bityli.com/TQBLOo>

Figura 9 - Níveis do Sistema de Classificação da Função Motora

Grossa

Fonte: <https://bityli.com/4NPc9DX>

Figura 10 - Evolução das cadeiras de rodas entre o sec. XIX e XX

Fonte: <https://bityli.com/RjWUP4>

Figura 11 - Cadeira de rodas manual - Ivancare

Fonte: <https://bityli.com/0UVE9o>

Figura 12 - Cadeira de rodas elétrica - Ivancare

Fonte: <https://bityli.com/0UVE9o>

Figura 13 - Cadeira de rodas desportiva - Offcarr

Fonte: <https://bityli.com/oQHWgp>

Figura 14 - Cadeira de rodas stand up - Sunrise Medical

Fonte: <https://bityli.com/YuQMP9>

Figura 15 - Componentes estrutural da cadeira de rodas

Fonte: I&D Fibrenamics, ilustrado pelo autor

Figura 16 - Sistema de propulsão da cadeira de rodas

Fonte: I&D Fibrenamics, ilustrado pelo autor

Figura 17 - Sistema de posicionamento da cadeira de rodas

Fonte: I&D Fibrenamics, ilustrado pelo autor

Figura 18 - Áreas com risco de lesão de úlcera de pressão na posição sentado.

Fonte: I&D Fibrenamics, ilustrado pelo autor

Figura 19 - UP estágio I

Fonte: <https://bityli.com/NAq8IA>

Figura 20 - UP estágio II

Fonte: <https://bityli.com/NAq8IA>

Figura 21 - UP estágio III

Fonte: <https://bityli.com/NAq8IA>

Figura 22 - UP estágio IV

Fonte: <https://bityli.com/NAq8IA>

Figura 23 - UP inclassificável

Fonte: <https://bityli.com/NAq8IA>

Figura 24 - UP suspeita de lesão nos tecidos profundos

Fonte: <https://bityli.com/NAq8IA>

Figura 25 - Áreas de aplicação de força

Fonte: I&D Fibrenamics

Figura 26 - Fricção e forças de cisalhamento

Fonte: I&D Fibrenamics

Figura 27 - Gráfico classificação almofadas de posicionamento

Fonte: I&D Fibrenamics

Figura 28 - Gráfico tipo de design de superfície

Fonte: I&D Fibrenamics

Figura 29 - Gráfico nº de camadas

Fonte: I&D Fibrenamics

Figura 30 - Medidas de antropometria estática

Fonte: Medidas de antropometria estática, adaptado da norma alemã DIN 33402 de 1981 (Lida, 2005)

Figura 31 - Mindmap

Fonte: Realizado pelo autor

Figura 32 - Benchmarking assento e encosto

Fonte: Realizado pelo autor

Figura 33 - Posicionamento de mercado do assento

Fonte: Realizado pelo autor

Figura 34 - Posicionamento de mercado do encosto

Fonte: Realizado pelo autor

Figura 35 - Resposta questionário

Fonte: Realizado pelo autor

Figura 36 - Resposta questionário

Fonte: Realizado pelo autor

Figura 37 - Resposta questionário

Fonte: Realizado pelo autor

Figura 38 - Resposta questionário

Fonte: Realizado pelo autor

Figura 39 - Resposta questionário

Fonte: Realizado pelo autor

Figura 40 - Marcação da espuma

Fonte: <https://bityli.com/XImXZK>

Figura 41 - Corte com serra da espuma
Fonte: <https://bityli.com/XlmXZK>

Figura 42 - Maquinação da espuma com CNC
Fonte: <https://bityli.com/XlmXZK>

Figura 43 - Colar as espumas
Fonte: <https://bityli.com/XlmXZK>

Figura 44 - Acabamentos das espumas
Fonte: <https://bityli.com/XlmXZK>

Figura 45 - Criar formas
Fonte: <https://bityli.com/oh8kfQ>

Figura 46 - Marcação no tecido através das formas
Fonte: <https://bityli.com/oh8kfQ>

Figura 47 - Recorte das formas marcadas no tecido
Fonte: <https://bityli.com/oh8kfQ>

Figura 48 - Coser
Fonte: <https://bityli.com/oh8kfQ>

Figura 49 - Ninho de térmitas
Fonte: <https://bityli.com/Ylyils>

Figura 50 - Esquema do sistema de ventilação do edifício Eastgate
Fonte: <https://bityli.com/rl1PX9>

Figura 51 - Moodboard
Fonte: Realizado pelo autor

Figura 52 - Primeiros esboços
Fonte: Ilustrado pelo autor

Figura 53 - Estudos em *roofmate*
Fonte: Realizado pelo autor

Figura 54 - Esboço almofada plana
Fonte: Ilustrado pelo autor

Figura 55 - Esboço almofada contorno padrão
Fonte: Ilustrado pelo autor

Figura 56 - Esboço sistema de rasgos da almofada do assento
Fonte: Ilustrado pelo autor

Figura 57 - Estudo dimensional cadeira LittleWaveFlip
Fonte: Foto do autor

Figura 58 - Crescimento da almofada em profundidade
Fonte: Realizado pelo autor

Figura 59 - Dimensões do poço
Fonte: <https://bityli.com/M36x5T>

Figura 60 - Materiais
Fonte: Foto do autor

Figura 61 - Ideias chave almofada do assento e encosto
Fonte: Ilustrado pelo autor

Figura 62 - Ideias chave capa de revestimento
Fonte: Ilustrado pelo autor

Figura 63 - Modelo CAD assento
Fonte: Realizado pelo autor

Figura 64 - Modelo CAD assento
Fonte: Realizado pelo autor

Figura 65 - *Render* modelo CAD assento
Fonte: Realizado pelo autor

Figura 66 - *Render* modelo CAD assento
Fonte: Realizado pelo autor

Figura 67 - Modelo CAD encosto
Fonte: Realizado pelo autor

Figura 68 - Modelo CAD encosto
Fonte: Realizado pelo autor

Figura 69 - Modelo CAD encosto
Fonte: Realizado pelo autor

Figura 70 - Modelo 2D capa de revestimento
Fonte: Realizado pelo autor

Figura 71 - Modelo 3D capa de revestimento
Fonte: Realizado pelo autor

Figura 72 - Impressão 3D à escala com rasgos no encosto
Fonte: Realizado pelo autor

Figura 73 - Impressão 3D à escala com rasgos no assento
Fonte: Realizado pelo autor

Figura 74 - Componentes impressos em 3D
Fonte: Realizado pelo autor

Figura 75 - Processo protótipo encosto 1:1
Fonte: Realizado pelo autor

Figura 76 - Processo protótipo assento 1:1
Fonte: Realizado pelo autor

Figura 77 - Protótipo 1:1
Fonte: Realizado pelo autor

Figura 78 - *Render* vista lateral da almofada do encosto
Fonte: Realizado pelo autor

Figura 79 - *Render* vista lateral da almofada do assento
Fonte: Realizado pelo autor

Figura 80 - *Render* espuma principal do encosto
Fonte: Realizado pelo autor

Figura 81 - Render espuma principal do assento
Fonte: Realizado pelo autor

Figura 82 - Render componentes do encosto
Fonte: Realizado pelo autor

Figura 83 - Render componentes da almofada
Fonte: Realizado pelo autor

Figura 84 - Render componentes da capa de revestimento
Fonte: Realizado pelo autor

Figura 85 - Render componentes da capa de revestimento
Fonte: Realizado pelo autor

Figura 86 - Render aplicação da capa de revestimento
Fonte: Realizado pelo autor

Figura 87 - Render cores sexo masculino e feminino
Fonte: Realizado pelo autor

Figura 88 - Render cores unisexo
Fonte: Realizado pelo autor

Figura 89 - Render aplicação na cadeira de rodas
Fonte: Realizado pelo autor

Figura 90 - Render aplicação na cadeira de rodas
Fonte: Realizado pelo autor

Figura 91 - Desenho técnico
Fonte: Realizado pelo autor

Figura 92 - Desenho técnico relação humana
Fonte: Realizado pelo autor

Figura 93 - Desenho técnico lista de materiais
Fonte: Realizado pelo autor

pixartidea



esad
arte+
design