

MESTRADO EM DESIGN INDUSTRIAL E DE PRODUTO

UNIVERSIDADE DO PORTO

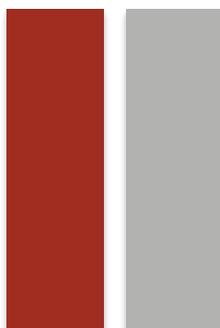
O DESIGN E A AVIAÇÃO

Desenvolvimento de uma cadeira de avião
ajustável

Ana Margarida Lima

M

2022



MESTRADO EM DESIGN INDUSTRIAL E DE PRODUTO
UNIVERSIDADE DO PORTO

O JÚRI

PRESIDENTE

Doutor Rui Mendonça

PROFESSOR AUXILIAR DA FACULDADE DE BELAS ARTES DA UNIVERSIDADE DO PORTO

ORIENTADOR

Doutor António Torres Marques

PROFESSOR CATEDRÁTICO DA FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

ARGUENTE

Doutor Rui Alexandre

PROFESSOR AUXILIAR DA UNIVERSIDADE LUSÍADA

14

28 JULHO 2022

MESTRE **Ana Lima**
MDIP/121

Resumo

Os progressos que marcam as sociedades atuais traduzem-se em novas rotinas, novos hábitos e novas formas de vida. A evolução tecnológica e humana resultam em constantes mudanças que exigem às empresas atualizações convenientes e rápidas. As viagens aéreas têm-se tornado cada vez mais frequentes ao longo dos anos e, todos os avanços tecnológicos relativos ao setor aéreo, permitiram executar percursos com distâncias cada vez mais longas.

O interior de um avião, assim como as cadeiras, desempenham um papel vital na satisfação dos passageiros durante a viagem. Em viagens de longo alcance, o tempo que os passageiros se encontram dentro do avião, maioritariamente sentados, podem tornar-se experiências tanto positivas como negativas. A cadeira de avião é um dos principais fatores que pode afetar diretamente o conforto ou desconforto durante o voo. Existiu um aumento de problemas relacionados com as cadeiras de classe económica e, conseqüentemente problemas de saúde relacionados- particularmente em viagens de longa distância, para indivíduos que sofrem de obesidade ou outros problemas- devido à diminuição de dimensões e espaçamento relacionados com a cadeira de avião da classe económica. Esta situação deve-se ao facto da desregulamentação relativa a dimensões mínimas exigidas. Estas reduções têm conseqüentemente influência não só na saúde, segurança e bem-estar dos passageiros, como também nas intenções comportamentais de compra de novas viagens.

A constatação destes fatores foi determinante à definição do tema do presente trabalho. Desta forma, esta investigação tem como foco desenvolver uma cadeira de avião ajustável de classe económica para voos de longa duração. O modelo tem como objetivo tornar as longas horas de viagem em momentos positivos, que permitam um conforto e descanso adequado, não prejudicando a saúde, segurança e bem-estar.

De modo a alcançar a clara perceção do produto a desenvolver, foram utilizadas diferentes metodologias, como por exemplo *design thinking* e *double diamond*. Numa fase inicial o tema foi abordado de uma forma mais ampla, através de uma revisão de literatura, sobre o design, uma breve história da aviação e da classe económica, assim como o conhecimento das implicações relativas à segurança, saúde e ergonomia. Passando para uma abordagem mais direcionada com o objetivo, foi elaborado um inquérito direcionado a passageiros de todas as idades, e tabelas comparativas de diferentes produtos da classe económica.

A proposta final resultou no desenvolvimento do conceito, não sendo possível a prototipagem. Conseguiu ir ao encontro de alguns problemas levantados, apesar de esta investigação ter possibilidade de evoluir a partir de pormenores identificados caso exista produção e testes de mercado.

Para concluir, o produto desenvolvido caso fosse implementado poderia ter um impacto positivo na experiência do passageiro. É possível verificar ainda que o design dá um contributo fundamental neste caso concreto para aperfeiçoar a solução das necessidades constatadas.

Palavras-chave:

Redesign; Cadeira de avião; Classe económica; Experiência do passageiro

Abstract

The progress that marks today's societies translate into new routines, new habits and new ways of life. Technological and human evolution result in constant changes that require companies to update convenient and fast. Air travel has become more and more frequent over the years, and all the technological advances related to the air sector have made it possible to run routes with increasingly longer distances.

The interior of an airplane, like the seats, plays a vital role in passenger satisfaction during the journey. On long-haul trips, the time passengers spend on the plane, mostly seated, can become both positive and negative experiences. The airplane chair is one of the main factors that can directly affect the comfort or discomfort during the flight. There has been an increase in problems related to economy class seats and, consequently, related health problems - particularly in long-distance travel, for individuals suffering from obesity or other problems - due to the decrease in dimensions and spacing related to the airplane seat. of the economy class. This situation is due to the deregulation of minimum dimensions required. These reductions therefore have an influence not only on the health, safety and well-being of passengers, but also on behavioral intentions to purchase new trips.

The verification of these factors was crucial to the definition of the theme of the present work. Therefore, this research focuses on developing an economy class adjustable airplane seat for long-haul flights. The model aims to turn the long hours of travel into positive moments, which allow for adequate comfort and rest, without harming health, safety and well-being.

In order to achieve a clear perception of the product to be developed, different methodologies were used, such as design thinking and double diamond. In an initial phase, the topic was addressed in a broader way, through a literature review, on design, a brief history of aviation and economy class, as well as knowledge of the implications regarding safety, health and ergonomics. Moving on to a more targeted approach, a survey was designed for passengers of all ages, and comparative tables of different economy class products.

The final proposal resulted in the development of the concept, not being possible to prototyping. It managed to address some of the problems raised, although this investigation has the possibility to evolve from the details identified if there is production and market tests.

To conclude, the product developed, if implemented, could have a positive impact on the passenger experience. It is also possible to verify that the design makes a fundamental contribution in this specific case to improve the solution of the identified needs.

Key words:

Redesign; Airplane chair; Economic class; passenger experience

Agradecimentos

Ao Professor António Torres Marques, o orientador deste trabalho, pela orientação, disponibilidade e supervisão;

À minha mãe, pela paciência, tolerância e incondicional apoio;

Ao Tiago, que contribuiu para ultrapassar momentos de desalento e pela sua ilimitada dedicação;

À Teresa Ramos, pela cooperação e disponibilidade;

Índice

Resumo.....	4
Abstract	5
Agradecimentos	6
1.....	13
Introdução.....	13
1.1 Contexto de partida	14
1.2 O problema.....	15
1.3 Objetivos da investigação	16
1.4 Metodologia	16
1.5 Estrutura da dissertação	17
2.....	18
Revisão de literatura	18
2.1 Design.....	19
2.1.1 Design centrado no ser humano	22
2.2 Breve evolução histórica da aviação	24
2.3 Tipos de classes de voo	25
2.4 Tipos de cadeiras de avião	27
2.4.1 Empresas de cadeiras de avião	27
2.4.2 Cadeiras de avião	28
2.4.3 Tabela comparativa de cadeiras de diferentes classes	37
2.5 Origem e evolução da classe económica	38
2.6 Tipos de cadeiras da classe económica.....	40
2.6.1 Comparação de modelos classe económica para voos de longa duração	45
2.7 Constrangimentos da classe económica	46
2.8 Aspetos técnicos de avaliação da qualidade dos assentos	47
2.8.1 Segurança de pessoas	47
Regulamentação em vigor.....	47
2.8.2 Saúde.....	50
Obesidade	51
Implicação da obesidade nas cadeiras de avião	52
Soluções em vigor para acomodação de pessoas mais volumosas	52
2.8.3 Ergonomia	53

Perfis dos passageiros	55
Antropometria.....	55
Idade.....	58
Sexo	58
Grupos Étnicos	59
Tendências Seculares	59
3.....	61
Desenvolvimento do produto	61
3.1 Inquérito.....	62
3.2 Conceito	62
3.3 Configuração do espaço	63
3.4 Principais atividades durante o voo	63
3.5 Comparação e análise de cadeiras de avião de diferentes classes.....	64
3.6 Processo de desenvolvimento	66
3.6.1 Esboços.....	67
3.6.2 Modelação 3D	68
3.7 Materiais	68
4.....	73
Resultados e Discussão	73
4.1 Resultados do inquérito	74
4.2 Descrição do produto final.....	75
4.2.1 Estrutura.....	75
4.2.2 Encosto	75
4.2.3 Assento.....	77
4.2.4 Largura do assento	77
4.2.5 Diferentes ajustes.....	78
.....	78
4.2.6 Profundidade do assento	79
4.2.7 Almofada do assento.....	80
4.2.8 Apoio da cabeça	81
4.2.9 Apoio de braços.....	82
4.2.10 Traseira do assento	83
4.2.11 Sistema de entretenimento	83
4.2.12 Tabuleiro	83

4.2.13	Bolso	84
4.2.14	Distância entre cadeiras (<i>pitch</i>).....	84
4.3	Proposta Final.....	85
4.4	Dimensões Gerais.....	88
4.5	Avaliação de usabilidade	89
5	92
Conclusão		92
5.1	Conclusão	93
Referências.....		95
Apêndices		110

Índice de figuras

Figura 1 - Aviointeriors SpA: Monalisa (Aero Expo, 2021b)	29
Figura 2 - JPA Design: The JAL Suite (Aero Expo, 2021a)	30
Figura 3 – RECARO: CL4710 (RECARO, 2021a)	31
Figura 4 - Collins Aerospace: Super Diamond (Collins Aerospace, 2021)	32
Figura 5 – RECARO: BL3530 (RECARO, 2020)	33
Figura 6 – ZIM: EC00 ZIMunique (ZIM Aircraft Seating, 2021).....	34
Figura 7 – <i>Seymourpowell</i> : Morph (The Verge, 2013)	35
Figura 8 - Layer: Move (Layer, 2018).....	36
Figura 9 - Interior do Super Constellation com divisão de cabines (exemplo preservado em França) (Simple Flying, 2021)	39
Figura 10 – RECARO: CL3710 (RECARO, 2013)	41
Figura 11 – Aviointeriors: Michelangelo (Aviointeriors, 2018)	42
Figura 12 - Z400: Safran (Safran, 2022).....	43
Figura 13 – Airgo: Carbon (Airgo, 2021).....	44
Figura 14 - As três dimensões mínimas descritas no Airworthiness Notice N. 64(Civil Aviation Authority, 2020)	49
Figura 15 - Conjunto de esboços	67
Figura 16 - Modelação 3D	68
Figura 17 – Expliseat: TiSeat E2 S-Line (Expliseat, 2022).....	69
Figura 18 – RECARO: SL3510 (RECARO, 2022)	72
Figura 19 - Classificação do grau de dificuldade ao entrar/ sair do lugar durante o voo	74
Figura 20 - Identificação de 3 zonas mais afetadas durante a viagem	74
Figura 21 - Identificação de 3 elementos mais importantes para o conforto e bem-estar, durante o voo.....	75
Figura 22 - Vista pormenorizada do assento.....	80
Figura 23 - Diferentes possibilidades de alteração da almofada	81
Figura 24 - Modelação 3D do produto (vista traseira).....	85
Figura 25 - Modelação 3D do produto (vista frontal)	85
Figura 26 - Modelação 3D do produto (laterais diminuídas)	86
Figura 27 - Modelação 3D do produto (laterais aumentadas).....	86
Figura 28 - Modelação 3D do produto (assento recuado)	87
Figura 29 - Medidas Gerais.....	88
Figura 30 - Produto com os três lugares com a mesma largura.....	89

Figura 31 - Produto com as larguras diminuídas nos lugares laterais.....	90
Figura 32 - Produto com as larguras aumentadas nos lugares laterais	91
Figura 33 Produto com as larguras aumentada nos lugares laterais.....	91

Índice de tabelas

Tabela 1 - Características Monalisa.....	29
Tabela 2 - Características The JAL Suite	30
Tabela 3 - Características CL4710.....	31
Tabela 4 - Características <i>Super Diamond</i>	32
Tabela 5 - Características BL3730.....	33
Tabela 6 - EC00 ZIMunique	34
Tabela 7 - Características Morph	35
Tabela 8 - Características Move	36
Tabela 9 - Comparação e análise de cadeiras de avião.....	37
Tabela 10 - Características CL3710.....	40
Tabela 11 - Características Michelangelo.....	42
Tabela 12 - Características Z400.....	43
Tabela 13 - Características Carbon.....	44
Tabela 14 - Comparação e análise modelos classe económica para voos de longa duração	45
Tabela 15 - Airworthiness Notice N. 64, dimensões mínimas.....	49
Tabela 16 - Dimensões antropométricas correspondentes às dimensões dos bancos (Hiemstra- van Maastricht, 2015)	56
Tabela 17 - Recolha de dados da norma alemã DIN 33 402 e do Estudo Antropométrico da População Portuguesa (em mm) (Iida, 2005; Pedro Arezes et al., 2006)	56
Tabela 18 - Comparação e análise de cadeiras de avião de diferentes classes com cadeiras de classe económica para voos de longa duração	65
Tabela 19 - Tabela comparativa entre materiais	70

Nota prévia:

As presentes citações foram traduzidas para português de forma a melhorar a leitura da dissertação

1

Introdução

1.1 Contexto de partida

Nos últimos anos, viajar de avião tornou-se cada vez mais acessível a seres humanos de todas as idades. A sociedade hodierna está em constante movimento e as viagens revelam diferentes propósitos como lazer, negócios ou visitas familiares. Assim, as viagens de avião são uma oportunidade crescente para as companhias aéreas.

O interior da aeronave e as respetivas cadeiras desempenham um papel crucial na satisfação dos passageiros. Contudo, a classe económica tem vindo a ser alvo de reclamações e desagrado, pois grande número de utilizadores que nela circulam enfrenta alguns constrangimentos. As dimensões e espaço inerente às cadeiras de avião foram reduzidos consideravelmente, ao longo dos últimos anos, levando a uma diminuição nos preços das viagens. Esta situação deve-se ao facto da desregulamentação relativa a dimensões mínimas exigidas.

Estas reduções têm conseqüentemente influência na saúde, segurança e bem-estar dos passageiros. Uma série de problemas de saúde podem afetar as pessoas que viajam de avião. Podem surgir devido a vários fatores como por exemplo, posição da cadeira, postura adotada, duração do voo, entre outros, e podem ser agravados após a viagem. No que concerne à segurança, o impacto das reduções de espaço e dimensões pode ser alarmante. Em casos de evacuações de emergência em 90 segundos, os assentos podem não só atrasar, como prender certos passageiros, para além de poderem transforma-se obstáculos para a rápida circulação.

Viajar de avião demonstrou ser uma oportunidade crescente para as empresas aéreas. De forma a atrair mais clientes, é necessário conhecer quais as referências que levam os passageiros a eger uma companhia aérea, da qual estudos revelam que entre preço e tempo, o conforto dos assentos é, de facto, um dos elementos principais (Sheng-Hshiang Tsaur et al., 2002). Já para *Richards*, referenciado por Al-Murakshi (2021), a seleção da companhia aérea depende dos assentos de avião, considerado a componente mais importante para garantir uma experiência confortável e de aceitação. Como afirma *Mark Hiller*, CEO da *Recaro Aircraft Seating* “A cadeira de avião pode contribuir para uma proposta de venda única – o cartão-de-visita de uma companhia aérea”(Dubois, 2020).

Porém, os passageiros da classe económica geralmente são os que enfrentam mais constrangimentos, nomeadamente, desconforto, resultando em inúmeras reclamações, sendo os assentos dos aviões comerciais a maior fonte. Antes de 1980, os lugares da classe económica eram grandes, mas os preços eram bastante mais altos em relação a hoje em dia. Contudo, a inclinação, a largura e o espaço subjacente às cadeiras foram reduzidos consideravelmente, levando a uma diminuição nos preços das viagens, de maneira a tornar os valores mais razoáveis (Al-Murakshi, 2021).

Na classe económica, as três principais dimensões (distância entre duas filas de assentos, espaço para as pernas e a largura do assento), tem vindo a ser reduzidas em muitas companhias aéreas por motivos comerciais, afetando inevitavelmente o conforto, segurança e saúde. Estas alterações devem-se à procura por transportar o maior número de passageiros por viagem, como por exemplo a companhia europeia *Ryanair Holdings Plc*, em 2014, encomendou aviões de alta densidade à empresa *Boeing* com oito cadeiras a mais do que o normal. Embora possa

demonstrar algumas vantagens em termos comerciais, como o caso da transformação da indústria aeronáutica nos EUA, nos últimos anos; e na Ásia os assentos pequenos não serem tão controversos, (em parte devido à constituição dos asiáticos que tende a ser mais pequena do que os americanos e europeus), os clientes pagantes estão menos satisfeitos (Angus Whitley & Sybilla Gross, 2019).

1.2 O problema

O facto de não existir nenhuma lei internacional que exija o cumprimento das dimensões mínimas, na maioria das vezes, o design das cadeiras de avião da classe económica não vai ao encontro do tamanho e proporções corporais dos seus potenciais passageiros, isto é não são projetadas com dimensões antropométricas adequadas, prejudicando principalmente os passageiros obesos (Jordi Porta et al., 2019). Como referido por Angus Whitley and Sybilla Gross (2019) na revista *Time*, as viagens aéreas estão a tornar-se num teste à resistência física, com o encolhimento dos assentos e a diminuição do espaço para as pernas.

O aumento do tamanho do ser humano ao longo das décadas (massa corporal e estatura), tanto como as variações nas proporções, devem ser considerados quando se é projetado algum produto. Quando um artefacto é desenvolvido com o objetivo de ter um longo período de vida e utilizado por diferentes pessoas, quer seja uma cadeira de avião ou de escritório, a evolução humana deve ser obrigatoriamente tida em conta (Jordi Porta et al., 2019).

Numa abordagem ergonómica, a cadeira de avião deve ser adaptada para acomodar pelo menos o percentil 95 da população, apesar de existir uma tendência secular no tamanho da população mundial, que se tem vindo a acentuar. Com o foco voltado para o preço e não para o conforto, é indispensável ter conhecimento sobre o que tal situação pode implicar na saúde. A imobilidade durante os voos, principalmente de longa duração, pode desenvolver diversas patologias, como trombose venosa profunda, desconforto gastrointestinal e postural, entre outras. Posto isto, o aumento das dimensões dos assentos na classe económica tem-se demonstrado necessário. De acrescentar ainda, a invasão do espaço pessoal também se trata de uma situação comum, influenciando principalmente a perceção de conforto e bem-estar. A variedade de invasões de espaço pessoal que os passageiros sofrem pode incluir ruído corporal, conversas indesejadas, olhares indesejados, cheiros, contacto físico e proximidade física. São situações que se estendem para além da partilha do apoio de braço, resultando numa reação emocional negativa (Air Travel Design, 2022).

A exigência por conforto aumenta em voos de longa duração, que são consideradas viagens cansativas psicológica e fisicamente, devido à duração da viagem, pouca distância entre assentos, largura, pouco espaço para as pernas e inclinação do encosto. Uma série de estudos indicam que geralmente os passageiros necessitam de mais espaço para movimento, assentos mais largos e mais espaço para as pernas (Al-Murrahshi, 2021; P. Vink et al., 2012). De acordo com Quigley et al. (2001), os passageiros da classe económica podem sentir desconforto e considerar aborrecido sair dos seus assentos, devido à dificuldade exigida. A movimentação

e/ou deslocação não se trata apenas de um problema para o próprio passageiro, mas também para as pessoas ao seu redor.

Trata-se de um assunto de relevância na indústria, pois se os assentos de avião não forem repensados, mais concretamente, as suas dimensões mínimas, alguns passageiros não serão acomodados. O aumento do espaço das cadeiras da classe económica no setor aeronáutico deve ser considerado como uma medida importante para reduzir os riscos na saúde e segurança e aumentar o conforto (Jordi Porta et al., 2019).

Desta forma, o principal problema identificado da classe económica que afeta a segurança, a saúde e o bem-estar é, efetivamente, a falta de espaço. Posto isto, são levantadas várias questões pertinentes do ponto de vista da investigação que se resumem a uma pergunta que está na origem deste projeto: de que forma poderá o design intervir na falta de espaço das cadeiras da classe económica?

1.3 Objetivos da investigação

Esta investigação tem como foco desenvolver uma cadeira de avião ajustável de classe económica para voos de longa duração. O produto integra não só características e necessidades dos passageiros, como também o espaço a que se destina, pelo que a cadeira é projetada para o interior de uma aeronave. O modelo tem como objetivo tornar as longas horas de viagem em momentos positivos, que permitam um conforto e descanso adequando, não prejudicando a saúde, segurança e bem-estar.

Procurou-se que o produto tenha durabilidade no mercado e acomode diferentes pessoas, permitindo e acompanhando as necessidades e evolução da sociedade atual e futura. O produto e a investigação concebida têm como principal objetivo melhorar a experiência do passageiro.

1.4 Metodologia

O designer *Charles Eames* afirma que o design tem a ver com o propósito, dependendo, em grande parte das limitações (Vitra, 2020). É necessário primeiramente definir o problema, as limitações e função do produto, o que leva a uma sequência de procedimentos dispostos numa ordem lógica que tem como propósito alcançar um melhor resultado.

O processo de design não é linear, composto por avanços, recuos, escolhas, cedências, sucessos e insucessos. No processo de design são variadas as metodologias que se podem abordar. O *Design Thinking* é um processo que tem uma abordagem centrada no ser humano com foco na inovação, através da utilização de vários métodos como reunir o máximo de informação sobre o tema, analisar vários casos de estudo, gerar ideias, selecionar as melhores, examiná-las e torná-las tangíveis com a prototipagem e por fim, avaliar e testar o conceito e a solução. No

design thinking as decisões são tomadas com base nas necessidades dos utilizadores, ao invés de se apoiar apenas em dados históricos (Ideo, 2022).

O Design Council (2022) aborda o processo de design através de uma abordagem denominada como *Double Diamond*, dividida em quatro fases “descobrir”, “definir”, “desenvolver” e “entregar”. Este conceito representa um processo que explora, numa fase inicial, uma questão de forma mais ampla e profunda (pensamento divergente) e, em seguida, parte para uma decisão mais focada e direcionada com o objetivo (pensamento convergente).

No desenvolvimento desta dissertação, a abordagem foi guiada pelas metodologias referidas, de modo a encontrar o melhor processo para a presente temática. No capítulo 2, foi executada uma pesquisa bibliográfica detalhada sobre o design, o tema da aviação, das cadeiras de avião e uma abordagem relativa à segurança, saúde e ergonomia, de forma a procurar quais as implicações na cadeira de avião. O capítulo 3, com a recolha dos conhecimentos, destinou-se ao desenvolvimento do produto, com base na informação adquirida anteriormente, num questionário para compreender as necessidades e constrangimentos dos passageiros de avião e também, em tabelas comparativas de diferentes produtos da classe económica.

1.5 Estrutura da dissertação

A dissertação está estruturada em cinco capítulos. No primeiro capítulo inclui-se um contexto de partida, o problema levantado, os objetivos que se pretendem alcançar, as diferentes metodologias e a estrutura da dissertação.

O segundo capítulo integra uma revisão de literatura mais aprofundada e pormenorizada sobre o design, a temática da aviação e das cadeiras de avião, assim como uma abordagem sobre a segurança, saúde, ergonomia.

O terceiro capítulo é referente ao desenvolvimento do produto, com uma definição do conceito, processo de desenvolvimento do produto e apresentação de um questionário, com o objetivo de identificar as necessidades do utilizador.

No quarto capítulo são apresentados os resultados finais, juntamente com a discussão, tanto do questionário como do produto concebido.

O quinto capítulo contém uma análise do trabalho desenvolvido, dificuldades sentidas e sugestões para eventuais necessidades de aperfeiçoamento do modelo desenvolvido.

2

Revisão de literatura

2.1 Design

O design industrial, apesar de já se encontrar na vida da sociedade de forma despercebida, teve um grande impacto no século XX. *Peter Behrens* foi considerado um dos primeiros designers industriais, altamente influenciado por *William Morris* e o movimento *Arts and Crafts*, começando por desenvolver edifícios industriais e daí partiu para o desenvolvimento de produtos e bens destinados para o público. Ao longo da sua vida *Behrens* foi um dos principais membros da *Deutscher Werkbund*, sociedade de artistas, arquitetos e artesãos, influenciando bastantes personalidades entre as quais *Walter Gropius*, fundador da Bauhaus (Zukowsky, 2021). Fundada em 1919, a Bauhaus tinha como missão atribuir à arte uma missão social, conceber um espaço aos artistas e desenvolver cidades adaptadas às necessidades humanas. Esta escola colocava a tecnologia ao serviço da arte, de forma a diminuir o valor dos produtos e facilitar a sua reprodução, tentando chegar ao maior número de pessoas (Observador, 2019). Na sua época de funcionamento, foram produzidos artefactos destacados pela sua simplicidade e utilidade. Numa época caracterizada pela ornamentação, a simplicidade foi revolucionária, resultando numa nova era do design. *Mies van der Rohe*, diretor da Bauhaus entre 1930 a 1933, criou o lema “*Less is more*”, apoiando-se no facto da forma seguir a função. Cada produto é reduzido ao seu essencial, sem lugar para ornamentos, resultando num design austero (Cook, 2017).

O funcionalismo representa a ideia de que as qualidades funcionais devem surgir em primeiro lugar, manifestando-se na arquitetura e design, com base na utilização estritamente racional de materiais, inovação estrutural e eliminação de ornamentos. Consistiu num movimento dominante adjacente ao Movimento Moderno, com o foco no universalismo (Architecture, 2022; Gurevich, 2013).

Um dos vários exemplos icónicos deste estilo é o *Braun T3 Pocket Radio*, da autoria de *Dieter Rams*. Caracteriza-se como um rádio de bolso feito em plástico com o objetivo de ser portátil e caber no bolso do utilizador. O aparelho apenas tem uma cor, branco, para além de pequenas marcas vermelhas. Não existem instruções explícitas de como utilizar o sintonizador, mas as marcações de frequência e sulcos no mostrador convidam o utilizador a tocar e interagir com o dispositivo. Para além disso, na sua face retangular encontra-se uma roda de volume combinada com o botão de ligar/desligar, de forma a reduzir o número de elementos e, principalmente, a desordem e confusão. Trata-se de um aparelho projetado para dar destaque à sua função, sendo o som que produz o elemento principal (Chadgar, 2015). Para Grabes (2019), atual diretor de design na *Braun*, refere que o desafio do design está em tornar as coisas melhores, tentar perceber o que é que vale a pena resolver, “É uma maneira de olhar constantemente para o mundo em redor e tentar torná-lo melhor e, principalmente, torná-lo mais fácil. Eu quero simplificar as coisas para que não se perca tempo em coisas desnecessárias”.

Já na cadeira “*Barcelona*” de *Mies van der Rohe*, um dos grandes contribuintes do modernismo, existe pouca relação entre a forma da cadeira e o corpo humano, quando a sua função se trata de suportar. A cadeira é referida no *The Wall Street Journal* por Colman (2014) como sendo sedutora, no entanto é comicamente impraticável como peça de mobiliário. Embora tenha sido considerada de uso ocasional, não tem uma função específica e não cumpre, de certa forma, a

função pela qual uma cadeira é concebida: suportar (Stephen Pheasant & Haslegrave, 2006). O design de autoria, por vezes, invalida a figura do cliente, priorizando a opinião pessoal ou menos abrangente, sendo, por isso, essencial responsabilidade ética por parte do designer (Moura, 2005).

Existem três aspetos inerentes ao design, como a forma, função e emoção, através da qual o sucesso é alcançável com a combinação dos três. Por cada produto comprado, os utilizadores têm necessidades funcionais conscientes, necessidades formais subconscientes e, muitas vezes, preocupações emocionais inconscientes (Elaver, 2012). A interação com um produto produz emoções, boas ou más, agradáveis ou frustrantes. Design emocional consiste na forma como um produto ou interação com ele, afeta o utilizador. Os designers quando projetam devem ter como objetivo não só atribuir funcionalidade e utilidade ao produto, mas também gerar um efeito emocional positivo ao utilizador final enquanto o utiliza, tentando que essa sensação se prolongue durante o maior período de tempo. As emoções afetam a maneira como o cérebro humano funciona. Experiências negativas focam o cérebro no que está errado, criando no utilizador sensações de ansiedade e tensão. Nos anos 90, dois investigadores japoneses criaram dois *layouts* diferentes de um multibanco, com o objetivo de descobrir como é que a estética afetava a usabilidade. As funções do multibanco eram idênticas, mudando apenas as interfaces, sendo uma esteticamente mais aprazível do que a outra. O resultado atingido foi que o multibanco mais atraente era considerado mais fácil de utilizar e perceber. Para além disso, a existência de uma ligação emocional com o produto pode melhorar a experiência do utilizador final. Contudo a capacidade de desenvolver tais características num produto produzido em massa é limitada, apesar de, em alguns casos, ser possível deixar espaço para conexões pessoais, permitindo aos utilizadores uma sensação de controlo, posse e expressão individual.

É necessário usar o poder da pesquisa de utilizadores e testes de produto para configurar e avaliar o efeito emocional (e não só), do produto com o público final. Na fase de testes e pesquisas é possível identificar as frustrações que o utilizador pode encontrar ao utilizar o produto. O papel do designer tem como objetivo eliminar as deceções e encontrar oportunidades que tragam prazer ao utilizador, transformando momentos críticos em experiências emocionais e físicas positivas. O design emocional eficaz desempenhará uma entrega de uma experiência ideal ao cliente que, por sua vez, levará a uma vantagem competitiva e ao crescimento (Elaver, 2012; Philips, 2022).

O design está presente em todo o lado, em todos os objetos do dia-a-dia, desde produtos físicos como digitais. No entanto, o bom design, é aquele que corresponde às necessidades de forma eficaz e, por isso, por vezes, torna-se invisível. Uma soma de detalhes pensados e desenvolvidos para melhorar a experiência do utilizador, refletem a essência do design, assim como refere o designer Yongzhong (2019) “Existe uma história por trás de cada linha e detalhe. Acho que encontrar essas coisas na vida, que as pessoas normalmente não prestam muita atenção, são as coisas que eu quero tornar realidade.” Os pormenores de cada produto, na maioria das vezes, contêm um significado, uma vez que o design fornece pistas subconscientes apropriadas que permitem ao utilizador eleger um produto e integrá-lo na sua vida (Elaver, 2012).

Relativamente à comunicação no design do produto com o utilizador, surge em prol da função, como a forma externa e a interface humana de um produto poderem reforçar a usabilidade,

ajudando o utilizador a interagir claramente com o produto. A forma de um produto resulta de uma linguagem visual de sinais culturais, linguagem conhecida como semântica do produto. A tarefa do designer é alinhar os sinais apropriados com utilizador final para que perceba o significado correto. A calculadora *Braun ET 66*, é um exemplo de produtos onde existem elementos que comunicam com o utilizador, através da qual *Dieter Rams* utiliza a cor para restringir a função que pretende transmitir (Chadgar, 2015).

Contudo, não se trata apenas de desenvolver novos produtos. Charles Eames quando questionado sobre a definição de Design, numa exibição em Paris, respondeu que tem tudo a ver com o propósito, referindo ainda “O design depende em grande parte das limitações. Aqui está uma das poucas chaves efetivas para o problema do design: a habilidade do designer de reconhecer o maior número de restrições; a sua vontade e entusiasmo por trabalhar dentro dessas restrições. Restrição de preço, tamanho, força, equilíbrio, superfície, tempo e assim por diante. Cada problema tem a sua própria lista peculiar” (Vitra, 2020).

Fadell (2016), antigo designer da Apple, acredita que enquanto seres humanos habituamo-nos às coisas rapidamente. Contudo, é a função do designer observar essas coisas do dia-a-dia, percebê-las e tentar melhorá-las. Acredita ainda, que é necessário entender as pessoas e o produto, uma vez que é fácil resolver um problema que toda a gente vê. No entanto, o difícil está em solucionar um problema que quase ninguém vê. No desenvolvimento de um produto é crucial o designer ter empatia pelo utilizador final. Os objetos devem ser fáceis de utilizar e óbvios desde o início, tal como sugere *Dieter Rams* num dos princípios sugeridos para um bom design (The School of Life, 2022). Neste seguimento, o foco do design deve ser centrado no ser humano, entender a perspetiva do utilizador que vivencia um problema, as necessidades e se solução para esse caso é realmente eficaz. Para além da usabilidade, Papanek (1997) acredita que deve existir responsabilidade social, valorizando questões éticas e sustentáveis. Ao projetar, deve existir preocupação pelas necessidades, não só do utilizador como indivíduo, mas também pela sociedade, estando ciente da evolução humana. Trata-se de uma área que lida com a forma, função e usabilidade, o que torna imprescindível o conhecimento de questões ambientais, sociais e culturais. Para além disso, é importante considerar que um bom design terá em conta o futuro e não apenas tendências atuais ou curtos prazos de uso (Medium, 2018; Skidmore, 2020).

O desenvolvimento de um projeto em design requer a multidisciplinaridade que relaciona várias áreas científicas, abrangendo várias disciplinas e, por isso, profissionais de diferentes áreas. Como afirma Manzini (1993), “é necessário que estabeleçam entre si uma forma de comunicação e uma perceção recíproca da especialidade de cada um, ou seja, o conhecimento do que cada uma sabe e do que é capaz de fazer”

A tecnologia em tempos era bastante difícil de usar e o design mudou isso. Um computador, seja qual for a sua forma (pc, tablet, telemóvel ou relógio), é um meio para outro espaço: o que exhibe o ecrã. Assim, um designer tem de equilibrar o desejo de tornar o produto invisível enquanto cria um objeto desejável que seja vendido no mercado. Tornar um produto invisível, por vezes requer que a forma siga a função, implicando a sua função seja o suficiente para definir a sua forma (Dezeen, 2019; Wired, 2022b).

2.1.1 Design centrado no ser humano

Em tempos remotos, um produto era criado através de uma abordagem apenas com base nas vendas, isto é era idealizado, construído e esperava-se que os consumidores comprassem, colocando o utilizador em segundo plano. Atualmente, a mentalidade é diferente, os designers devem adotar uma abordagem centrada no ser humano. Um produto deve ser criado com base no utilizador final, indo ao encontro dos desejos e necessidades (Edit., 2019).

Um dos princípios fundamentais para um bom design é entender as pessoas que irão utilizar o produto antes de o projetar. É crucial conhecer as necessidades, problemas e todo o meio envolvente, tratando-se, portanto, de uma das fases imprescindíveis e indispensáveis no processo de desenvolvimento de um produto. (Medium, 2017a).

Como refere Elaver (2012) o sucesso de um produto vai além da sua aparência (forma) ou como funciona (função). Existe um aspeto mais sensível de como as pessoas se sentem em relação a um produto (emoção), com base na aparência, utilização, histórias, associações pessoais e culturais. Um designer deve ter a capacidade de sintetizar estes três aspetos em soluções convincentes.

A comunicação na conceção de um produto também se reflete na usabilidade. A forma exterior e a interface humana de um produto ajudam o utilizador a compreender claramente como utilizar um produto. No livro “The Design of Everyday Things” Norman (2013) refere que um bom design torna os produtos aprazíveis e a sua usabilidade perceptível. Contrariamente, o mau design cria constrangimentos na utilização, uma vez que força o utilizador a comportar-se de forma que o produto impõe, em vez de como deseja. Logo, o bom design significa que existe uma boa comunicação entre o objeto e o utilizador. O autor explora o papel do design de interação na relação entre o produto e o utilizador, através de princípios de um design centrado no ser humano.

Uma “affordance” trata-se da ação que um utilizador pode fazer com um objeto com base nas suas capacidades. Este termo, definido por Norman (2013), não é uma propriedade presente no objeto, mas sim uma possibilidade de ação entre o utilizador e o objeto.

O designer tem um papel fundamental no processo de desenvolvimento do produto, pois deve encontrar soluções para facilitar a compreensão do utilizador e conduzir a atenção para elementos fundamentais para a melhor utilização do artefacto. Norman (2013) definiu o termo *affordance* como possibilidades de ação perceptíveis, ou seja apenas ações que a pessoa considera possíveis quando se depara com um objeto. *Affordances* claras são vitais para a usabilidade. Ao se deparar com determinado produto, o utilizador projeta as possibilidades de ação de acordo com o que entende o que tal objeto deve fazer (por exemplo, ao colocar as mãos na maçaneta de uma porta, esta abrirá ou fechará). As propriedades devem ser visíveis e de fácil reconhecimento para que, quem utilize o produto, saiba como deve ser usado (Interaction Design Foundation, 2022).

Já um “signifier” é um tipo de pista perceptível sobre a *affordance*. Norman (2013) introduziu o termo para fazer uma distinção clara entre o sinal que uma *affordance* pode fornecer a uma pessoa. O designer deve minimizar ou evitar erros de quem utiliza um produto e atrito cognitivo. Os erros de utilização ocorrem quando os utilizadores não conseguem mapear entre as ações que percebem que podem realizar com um objeto e as ações que tal permite. O atrito cognitivo resulta de ações inesperadas do sistema depois de uma pessoa tentar desenvolver uma tarefa. Logo, pistas corretas, feedback imediato e eficaz são essenciais (Interaction Design Foundation, 2022).

A diferenciação entre o design centrado no ser humano e outras abordagens de resolução de problemas é o foco obsessivo em perceber a perspectiva da pessoa que vivencia um problema, as suas necessidades e se as soluções projetadas correspondem eficazmente (Medium, 2017a).

Apesar dos principais clientes das empresas de cadeiras para aeronaves serem as companhias aéreas, quem as utiliza são os passageiros e, por isso, é necessário ter em conta fatores ergonómicos, conforto e segurança. É fundamental perceber todas as necessidades para o bem-estar do utilizador, juntamente com todas as diferenças antropométricas. Assim, a questão que se coloca é como é que o design pode melhorar a experiência dos passageiros e obedecer a todas as regras.

As cadeiras são dos elementos mais importantes no interior dos transportes, uma vez que é onde o passageiro passa maior parte da viagem. Isto significa que as características da população, as atividades que realizam, entre outros fatores, devem ser consideradas para o desenvolvimento do assento. Relativamente ao conforto, este é considerado uma parte da competitividade de uma companhia aérea e, reconhecendo que cada vez mais pessoas viajam de avião, incluindo idosos e deficientes, o conforto é um atributo necessário e um ponto de venda (Kokorikou, 2014).

Vink and Brauer (2011, p. 47) realizaram pesquisas que demonstram que existem alguns fatores que contribuem para melhorar o conforto do assento, bem como etapas importantes no processo de desenvolvimento e fabricação de um assento eficaz. Algumas das mais importantes diretrizes são trazidas e levadas em consideração para o desenvolvimento de um novo assento de avião:

- Possibilita a leitura no banco com o encosto inclinado para trás;
- Possibilita diferentes posturas ao longo da viagem;
- Acomoda vários tamanhos de corpos;
- Fornece uma distribuição de pressão ideal;
- Permite realizar diversas atividades confortavelmente no assento;
- Ser esteticamente apazível à primeira vista;
- Inclui opção para levantar os pés do chão;
- Proporciona a sensação de que o encosto acompanha a curva do corpo;
- É facilmente ajustado;
- É absolutamente necessário realizar testes finais de qualquer projeto com utilizadores finais reais

2.2 Breve evolução histórica da aviação

Um avião é um artefacto que carece de asas fixas e motores para permanecer no ar. Este meio de transporte aéreo, mais pesado que o ar, permite percorrer longas distâncias num menor tempo, comparativamente com os transportes rodoviários, ferroviários e marítimos.

Posto isto, até ao surgimento do primeiro avião, inúmeras foram as personalidades que trabalharam para alcançar um objetivo desejado por muitos: voar.

A primeira tentativa relatada, aconteceu em 1882 numa cidade perto de São Peterburgo, Rússia (National Geographic Portugal, 2020). O aparelho criado por Aleksander Mozhaisky consistiu numa estrutura de madeira revestida a seda, alimentado por duas máquinas a vapor que impulsionavam três hélices. No entanto, como não conseguiu que o veículo se levantasse durante tempo suficiente – devido à falta de um terceiro motor-, não pôde ser considerado um “voo”. Porém, a sua tentativa serviu de estudo para mais tarde conseguirem criar um aparelho que se elevasse durante o tempo desejado. Em 1889, surgiu a obra “O Voo dos Pássaros” do engenheiro Otto Lilienthal que serviu como base de aviação, acreditando que se o Homem quisesse voar teria de simular o bater das asas das aves. Albert de Dion e Georges Bouton, em 1900, inventaram um motor unicamente para aeronaves, mais leve e menos volumoso do que os motores que já existiam. (National Geographic Portugal, 2020)

Todas estas descobertas permitiram novas conquistas. Wilbur e Orville Wright (que outrora trabalhavam numa oficina de reparações de bicicletas) eram fascinados pela aviação e seguiram os passos de Otto Lilienthal. Após a morte do engenheiro numa das experiências, tomaram por base as suas teorias e trabalharam incansavelmente para conseguirem criar a primeira aeronave. Assim, em 1903, tornaram-se os criadores do primeiro avião, após várias tentativas. Ao adicionarem, às asas do veículo em madeira, o mecanismo de dobragem conseguiram que este voasse durante 59 segundos, a 825 pés. Foi neste momento inédito que os irmãos Wright criaram o primeiro avião motorizado. (History.com Editors, 2009)

Depois deste enorme passo, foram desenvolvidas bastantes melhorias, não só mecânicas como também em relação à segurança. Em 1914, surgiu o primeiro sistema de piloto automático concebido por Lawrence Sperry (Greatest Achievements, 2020). Este sistema revelou-se uma das maiores invenções no ramo aeronáutico, devido à capacidade de controlo eficiente da altitude e direção do avião sem necessidade de intervenção direta humana. Durante a Primeira Guerra Mundial, os aviões tornaram-se elementos imprescindíveis de combate, resultando num aumento da velocidade, aumento de altitude e maior capacidade de manobra. Aperfeiçoaram-se formas aerodinâmicas da aeronave, os sistemas de propulsão eram mais potentes e os materiais selecionados eram mais resistentes.

Anos mais tarde, o avião começou a ser utilizado como meio de distribuição de correspondência, selecionado por algumas empresas, de forma a agilizar a forma de repartição, permitindo uma ação mais rápida, principalmente quando o destino era mais distante. Com toda a progressão, surgiu o primeiro avião comercial, onde foram transportados vinte e seis passageiros, marcando o início da aviação civil. (Greatest Achievements, 2020)

Nos primeiros aviões, todo o espaço interior, especialmente os assentos, tinham um aspeto bastante peculiar. Era inegável a falta de conforto, uma vez que o único material eleito para a estrutura das cadeiras era vime entrelaçado, sendo que os passageiros sentavam-se diretamente no material, não existindo qualquer revestimento.

Com o aumento do número de viagens e também da sua duração, houve uma necessidade de aperfeiçoamento dos bancos, de forma a proporcionar bem-estar a quem neles se sentasse. Em 1929 apareceu o *Fokker-IX*, onde o conforto já era notório: as cadeiras eram reclináveis, com a estrutura em madeira e o revestimento em pele de crocodilo (Condé Nast Traveler, 2011). De acrescentar ainda, o botão de chamada e a luz de leitura individual foram acrescentados à estrutura do avião. Contudo, no mesmo ano iniciou-se uma crise económica, intitulada a Grande Depressão, o que fez com que os materiais utilizados na aeronave, nomeadamente a pele de crocodilo, se tornassem algo inalcançável, devido ao seu elevado preço. Este modelo foi repensado e, devido à depressão instalada, passou de avião comercial a um bombardeiro.

Em 1930 houve uma redução no preço do alumínio puro e, como resultado, surgiram as primeiras cadeiras de avião com estrutura em alumínio, introduzidas pela Companhia Americana do Alumínio, o que anulou os problemas associados à madeira, como a sua grande deformação, inflamabilidade e infestações.

As viagens transcontinentais de passageiros começaram a aumentar e, com a necessidade de tornar estas viagens mais agradáveis, surgiram os primeiros aviões equipados com camas. Em 1934, a *American Airlines* introduziu o *Curtiss Condor*, com dezoito camas no seu interior para os passageiros repousarem durante a viagem de costa a costa (Condé Nast Traveler, 2011). Um dos requisitos fulcrais nas cadeiras de avião era, sem dúvida, a questão do conforto. A título de exemplo, o modelo *Douglas DC-3* (1936) revelou-se uma referência com a sua inovadora cadeira com almofadas de espuma de borracha e a companhia americana *PanAm* introduz as cadeiras reclináveis a 90°, possibilitando várias posições ao longo do percurso.

A junção da estrutura de alumínio com as almofadas de espuma de borracha resultou na criação de cadeiras de avião *standard*, servindo, ainda atualmente, de referência.

No final da década de 80 apostou-se sobretudo no entretenimento, surgindo inúmeras novidades, como por exemplo: a companhia aérea *Virgin Atlantic* integrou ecrãs de vídeo individuais nos assentos da classe executiva, sendo estendida mais tarde para todas as classes. No que concerne ao conforto, as classes superiores foram melhoradas e, para além disso, em 1998, a *British Airways* adicionou, às cadeiras, suportes de descanso para a cabeça. (Condé Nast Traveler, 2011).

2.3 Tipos de classes de voo

A parte frontal dos aviões (primeira classe) é a zona com maior flexibilidade e possibilidade de inovação enquanto ao seu design, demonstrando melhores condições. Todavia os preços para viajar nesta zona podem ser consideravelmente mais elevados em relação à classe económica.

Alguns exemplos de companhias aéreas que investiram bastante nesta classe são a *Emirates* e *Ethan*, com espaços comparados a quartos de hotel, essencialmente a nível de conforto e privacidade (Design Council, 2015). Para a *Emirates*, todo o investimento na primeira classe, focado no bem-estar e conforto do passageiro, resultou no primeiro lugar de Melhor Primeira Classe do Mundo de 2020, nos prémios *TripAdvisor Travellers' Choice Awards* (Emirates, 2021). De uma forma geral, a primeira classe caracteriza-se pelos seus bancos extremamente confortáveis, espaçosos e ainda alguns com possibilidade de se transformarem numa cama, com controladores elétricos que permitem inclinar o encosto na totalidade. Existem diferentes tipos de assentos nesta classe, os assentos reclináveis (não permitem uma total inclinação, mas oferecem bastante espaço e conforto); os assentos planos angulares (na sua posição expandida são ligeiramente angulares e não totalmente horizontais); os assentos de cama plana (assim que são totalmente inclinados são horizontais, transformando-se em camas); e, por último, as suites (oferecem o máximo de privacidade e conforto, cada suite apresenta uma cabine individual que inclui uma cama totalmente plana, espaço de trabalho e televisão)(Seat Guru, 2021b). Na primeira classe o *pitch* (distância de qualquer ponto do assento até exatamente o mesmo ponto no assento à frente ou atrás) varia entre os 152 a 224 cm e a largura dos lugares entre 48 a 91 cm; existem apoios de pernas e lombares; cada assento possui uma televisão de grande qualidade; entradas de carregamento para aparelhos eletrónicos; mais privacidade, uma vez que esta classe apresenta uma cabine exclusiva para os passageiros; inclui *kits* com alguns bens como pijamas, chinelos, máscaras de olhos e produtos de higiene pessoal (Seat Guru, 2021b); estes lugares, usualmente têm um compartimento ou divisórias, de forma a permitir maior privacidade (Forbes, 2018).

Abaixo desta classe ainda existem outros tipos como a classe executiva, económica *premium*, económica *plus* e classe económica. Todas as classes variam consoante as companhias, no entanto existem características semelhantes em cada grupo. Olhando para a classe executiva, segunda melhor classe dentro do avião, o preço é menor relativamente à primeira classe. Os lugares são bastante espaçosos, com controladores de inclinação elétricos; o *pitch* é entre 76 a 262 cm e a largura de cada assento 43 a 76 cm; cada assento apresenta apoio de pernas e lombar; as televisões são de grande qualidade e individuais; entradas de carregamento para aparelhos eletrónicos; inclui *kits* com alguns bens de higiene; em termos de alimentação e bebidas, existe uma vasta gama e variedade (Seat Guru, 2021c). Algumas companhias aéreas possibilitam a inclinação total do encosto, principalmente em voos internacionais (Forbes, 2018).

Quanto à *premium*, é uma categoria entre a classe executiva e a económica e, por isso, dentro do avião encontra-se numa zona distanciada da classe económica. Esta classe encontra-se essencialmente em voos internacionais e, para além disso, é 65% mais barata do que a classe executiva, resultando em espaços e comodidades são menores (Seat Guru, 2021d). Em relação à classe económica regular os passageiros têm espaço extra para as pernas; a amplitude de inclinação do encosto é maior, mas não na totalidade; o *pitch* encontra-se entre 76 a 152 cm e a largura entre 43 a 61 cm; os assentos possuem encostos de cabeça ajustáveis, apoios de pernas ou apoio lombar; os ecrãs são maiores; entradas de carregamento para aparelhos eletrónicos (Seat Guru, 2021d); auscultadores de boa qualidade; refeições completas e existem menos lugares tornando a zona mais silenciosa e menos caótica (Condé Nast Traveler, 2019). No que

concerne à económica *plus*, trata-se uma classe bastante semelhante à anterior referida, caracterizada pelo espaço adicional para as pernas; assentos mais largos; os passageiros têm prioridade nas filas de embarque; as refeições estão incluídas. O que diferencia a classe *premium* da *plus*, é essencialmente o preço, sendo a *plus* mais acessível, mas também menos luxuosa e encontra-se junto da classe económica (Travel and Leisure, 2020).

Por último, encontra-se a classe económica, apresentando as condições mais simples e menos comodidades: o preço é o mais acessível; no caso de voos de longa duração o pitch é entre 71 a 96 cm, variando entre companhias, à exceção de companhias como a TAP, no Airbus A330-200 (332) Layout 5, com 152 cm e ANA, no Airbus A380 (388), com 157 cm que são, de facto, as companhias com as maiores medidas; relativamente à largura dos assentos varia entre os 41 a 61 cm; algumas companhias apresentam televisões incorporadas nos bancos, enquanto outras têm televisões comuns e maior parte não tem entradas de carregamento de aparelhos (Seat Guru, 2021a).

2.4 Tipos de cadeiras de avião

A nível mundial existe uma gama alargada de bancos de avião de diferentes classes e todos eles são diferentes, variando no tamanho, peso, conforto, estrutura, cor. Alguns traços estéticos que caracterizam cada assento são guiados pelas companhias aéreas, criando elementos caracterizadores, de forma a criar uma identidade especialmente a nível visual. Os dois principais fabricantes de aeronaves mundialmente são a *AirBus* (com foco nas companhias europeias) e a *Boeing* (com foco nas companhias americanas) (Aerospace Technology, 2020). A atenção dos grandes produtores esta voltada para o desenvolvimento de aviões comerciais de nova geração, isto é que apresentem consumo reduzido de combustível, redução de ruído e diminuição de emissões de carbono. Para além do desenvolvimento de novos aviões, também existiu um crescimento do mercado global de assentos para este meio de transporte aéreo, impulsionado pelo aumento do tráfego global de passageiros e com a procura de aviões com baixo consumo de combustível (Business Wire, 2017).

O mercado de cadeiras para aviões comerciais tem-se revelado bastante competitivo, tanto em termos de qualidade, confiabilidade e custo do produto. Para valorizar estes artefactos e vender aos clientes finais, os fornecedores estão a aperfeiçoá-los, incorporando materiais e componentes tecnologicamente avançados (Business Wire, 2017) .

2.4.1 Empresas de cadeiras de avião

Segundo a Technavio (2021), empresa britânica líder em pesquisa de mercado com cobertura global, os cinco principais fornecedores de assentos de aviões do mercado, são:

- *Aviointeriors*, empresa italiana que produz interiores de cabines de aviões e assentos de passageiros há mais de 40 anos, desenvolvendo produtos de alta qualidade para as principais companhias aéreas, operadores *premium* e fabricantes de aeronaves mundiais (Aviointeriors, 2021);
- *Geven*, produz assentos de avião e produtos de interior para diferentes companhias aéreas, para a classe económica e executiva com tecnologia avançada (Business Wire, 2017);
- *Recaro*, recebeu o *Boeing Performance Excellence Award 2016* pelas suas conquistas como fornecedor que apresenta consistência no que remete a qualidade e entrega;
- *Rockwell Collins (B/E Aerospace)* líder em soluções tecnologicamente avançadas e inteligentes para a indústria aeroespacial (Collins Aerospace);
- *Zodiac Aerospace*, atual *Safran*, com design sofisticado que utiliza equipamento de alta tecnologia, oferecendo produtos personalizados aos clientes (Business Wire, 2017).

2.4.2 Cadeiras de avião

Tendo em consideração a variedade de modelos de assentos desenvolvidos por diferentes marcas, será realizada uma análise dos conceitos de modelos em utilização ou em desenvolvimento, das várias classes dentro da aeronave.

Aviointeriors SpA – Monalisa

Monalisa (figura 1) é uma cadeira desenvolvida para se inserir na primeira classe. A cadeira, inserida num compartimento, transforma-se em cama totalmente plana, para um conforto superior a qualquer outra classe (Aero Expo, 2021b). Todos os movimentos são operados eletricamente. É um modelo que dispõe de apoio para as pernas e para os braços, inegavelmente amplos. A cadeira tanto desliza para a frente como para trás e possui um suporte lombar pneumático. Predispõe de vários compartimentos de arrumação, uma mesa de refeição dobrável, deslizante e giratória e um ecrã de 21 polegadas. Dentro do compartimento, ainda existe uma luz de leitura individual e luz ambiente. Possui incorporado, sistemas de carregamento de aparelhos eletrónicos e também um sistema de massagem. *Monalisa* apresenta variadas características, estando apresentadas as principais na tabela 1. Como referido por *Ermanno De Vecchi*, diretor administrativo e CEO da empresa, se não existir grandes volumes, a cadeira pode ser personalizada com todos os acessórios que a companhia desejar ter (Walton, 2016).

Tabela 1 - Características Monalisa

Transição para cama
Apoio de braços
Apoio de perna
Suporte lombar pneumático
Vários compartimentos de arrumação
Luz de leitura individual ambiente
Entradas de carregamento de aparelhos eletrónicos
Sistema de massagem
Mesa de refeição dobrável, deslizante e giratória
Ecrã de 21 polegadas

**Figura 1 - Aviointeriors SpA: Monalisa (Aero Expo, 2021b)**

JPA Design - The JAL Suite

A *Japan Airlines* selecionou a JPA Design para projetar uma suite de primeira classe para a sua nova aeronave *Boeing 777-300ER* (Aero Expo, 2021a). Assim surgiu a *The JAL Suite* (figura 2) com os principais traços caracterizadores com referência à cultura japonesa. Foi desenvolvida para oferecer aos passageiros conforto, luxo, espaço e privacidade. Visualmente, a forma da cadeira lembra uma poltrona tradicional e através de um botão, os apoios de braços encolhem à medida que o assento se converte numa cama totalmente plana.

Relativamente ao compartimento que envolve a cadeira, é formado por materiais compósitos. Na extremidade oposta à cabeça, encontra-se um apoio acolchoado que permite diferentes opções: quando está no formato cama, serve de apoio para os pés; enquanto cadeira, o apoio serve de segundo assento, caso o passageiro queira partilhar o espaço com mais alguém. O compartimento possui um ecrã de 19 polegadas, apoio de braços acolchoados, espaços de armazenamento e entradas de carregamento para aparelhos eletrónicos (Japan Airlines, 2008). No que concerne aos colchões, foram desenvolvidos exclusivamente para a *The JAL Suite* pela empresa *Tempur-Pedic International Inc.* O material viscoelástico é sensível à temperatura que se molda ao corpo, cede lentamente sob compressão até que a carga seja distribuída em toda a área. Assim que a carga é removida, o material recupera lentamente (Japan Airlines, 2008). O *pitch* da cadeira é de 211 cm e a largura do assento 59 cm (JAL Flyer, 2013). As principais características são apresentadas na tabela 2.

Tabela 2 - Características The JAL Suite

Transição para cama
Apoio de braços acolchoado
Apoio de perna + segundo lugar
Compartimento formado por materiais compósitos
Vários compartimentos de arrumação
Luz de leitura individual ambiente
Entradas de carregamento de aparelhos eletrónicos
Colchões adaptáveis ao corpo humano
Pitch da cadeira é de 211 cm
Largura do assento 59 cm
Ecrã de 19 polegadas



Figura 2 - JPA Design: The JAL Suite (Aero Expo, 2021a)

RECARO - CL4710

O modelo CL4710 (figura 3) da marca *Recaro* utilizado na classe executiva em aviões que percorrem curtas e médias distâncias (RECARO, 2021a). Com uma configuração ergonómica, o encosto desta cadeira permite uma inclinação de 20,32 cm, permitindo uma posição sentada relaxada. O apoio de cabeça pode ser ajustado pelo passageiro em altura, forma e posição. O modelo incorpora um apoio para as pernas, ajustável em comprimento e ângulo. O assento apresenta uma camada tripla de almofada, que contribui para uma descanso eficaz, devido ao seu elevado conforto. O apoio de braço pode ser compartilhado facilmente por duas pessoas, graças à sua amplitude.

Esta cadeira apresenta bastantes opções de armazenamento e um tabuleiro de duas partes, que não necessita de ser guardado quando o utilizar se quiseres levantar. Cada assento tem incorporado um ecrã até 13 polegadas, que pode ser controlado com a Unidade de Controlo de Passageiros (PCU). A PCU está integrada na estrutura da cadeira, assim como a fonte de alimentação para computadores e entradas USB. Segundo a RECARO (2021a) CL4710 possui tudo o que os passageiros precisam para poder trabalhar em movimento – sem comprometer o conforto. Cada cadeira pesa cerca de 27kg e uma largura de 53,34 cm e pode ser visível em companhias com a *WestJet* (Aircraft Completion, 2017; Paxex Aero, 2018). A tabela 3 dispõe, de forma sucinta, as principais características do modelo CL4710.

Tabela 3 - Características CL4710

Encosto inclinável até 20,32 cm
Apoio de cabeça ajustável em altura, forma e posição
Entrada USB
Apoio para as pernas, ajustável em comprimento e ângulo
Camada tripla de almofada
Tabuleiro de duas partes



Figura 3 – RECARO: CL4710 (RECARO, 2021a)

Collins Aerospace- Super Diamond

Super Diamond (figura 4) trata-se de um modelo desenvolvido para incorporar a classe executiva, maximizando o espaço e fornecer várias opções de configuração e recursos *premium* (Collins Aerospace, 2021). Oferece um nível extra de privacidade e poupa o utilizador de passar por cima de outros passageiros quando se quiser movimentar dentro do avião, através de uma cabine.

A cadeira foi introduzida na companhia aérea *Finnair* com uma característica pouco comum para assentos da classe executiva: o encosto não é inclinável. A zona interior da cabine é acolchoada na sua totalidade. Apesar do compartimento não dispor de uma porta deslizante, como muitas outras companhias tem, as paredes altas e curvas não permitem que o passageiro consiga visualizar outras pessoas sentadas. A grande vantagem deste modelo ocupar uma área tao grande, é que oferece bastante espaço pessoal e privacidade para cada passageiro (Smithson, 2021).

Super Diamond dispõe de vários compartimentos de arrumação, nomeadamente uma prateleira perto do apoio de pés para armazenar os sapatos. Possui um painel de controlo para as configurações do ecrã, um pequeno compartimento para o lixo e entradas de carregamento USB. Visto que oferece poucas partes móveis, é um modelo leve e de fácil manutenção. Para os utilizadores é fácil de operar, graças às suas poucas configurações. Para descanso das pernas, apresenta um suporte acolchoado rebatível, que assim que se encontra na horizontal, faz ligação com o compartimento à frente e permite ao passageiro esticar as pernas na totalidade. Dispõe um ecrã de 18 polegadas (Smithson, 2021). Na tabela 4 podem ser verificadas as principais características do modelo *Super Diamond*.

Tabela 4 - Características *Super Diamond*

Encosto não é inclinável
Zona interior da cabine é acolchoada na sua totalidade
Entrada USB
Apoio para as pernas
Modelo leve e de fácil manutenção
Ecrã de 18 polegadas



Figura 4 - Collins Aerospace: Super Diamond (Collins Aerospace, 2021)

RECARO - BL3530

Este modelo é *bestseller* da classe económica da empresa *Recaro*, como pode ser observado na figura 5. Trata-se de uma cadeira confortável, sofisticada, com peso bastante reduzido, projetada de forma a simplificar o uso de aparelhos eletrónicos e trata-se de um assento para viagens de curso a médio alcance. Apresenta um suporte para *tablet* (o seu design permite um posicionamento ergonómico para um ângulo de visão ideal para todos os *tablets* padrão), um bolso prático de armazenamento, fontes de alimentação para carregar os dispositivos eletrónicos, um apoio para a cabeça móvel, encosto móvel de cabeça ajustável em seis posições, um sistema de gancho para colocar o casaco, um suporte para copos e capas de tecido ou couro. A BL3530 pesa pouco mais de 10kg por assento, o *pitch* do assento varia entre os 71 a 86 cm e ajuda a reduzir o consumo de combustível e de emissões. A sua manutenção é simplificada e os custos mínimos ao longo do ciclo de vida do produto (RECARO, 2020).

Para além disso, a TAP Air Portugal é, novamente, uma das companhias que integra este modelo, pelo menos, nos aviões A319 e A320, na qual a otimização do *layout* permitiu coubessem mais doze assentos do que o habitual (RECARO, 2016). Outro exemplo, é a companhia aérea privada chinesa *Juneyao Air* que optou por utilizar estas cadeiras na sua classe económica (RECARO, 2019). A tabela 5 revela as características deste modelo de forma sucinta.

Tabela 5 - Características BL3730

Bolso de armazenamento
Suporte para <i>tablet</i>
Entrada USB
Apoio de cabeça ajustável em seis direções
Gancho de casaco
Bolsos adicionais para itens pessoais



Figura 5 – RECARO: BL3530 (RECARO, 2020)

ZIM- EC00 ZIMunique

EC00 ZIMunique (figura 6) é um assento de classe económica para voos de curta duração (ZIM Aircraft Seating, 2021). Vencedor do *Crystal Cabin Award* na categoria de *Passenger Comfort Hardware* em 2014. O encosto da cadeira foi ergonomicamente projetado para maximizar o conforto. O *pitch* tem uma distância entre 71.12 cm a 93.98 cm. O modelo pesa cerca de 8,9 kg e possui entrada de carregamento USB. O encosto de cabeça é fixo, apresenta dois bolsos de armazenamento e um apoio de braço estreito. Possui uma mesa de refeição de braço único e uma reentrância entre o encosto e o revestimento para garantir a manutenção (APEX, 2017). A tabela 6 dispõe, de forma sucinta, as principais características do modelo CL4710.

Tabela 6 - EC00 ZIMunique

Encosto da cadeira foi ergonomicamente projetado
Fácil manutenção
Entrada USB
Encosto de cabeça é fixo
Dois bolsos de armazenamento
Mesa de refeição de braço único



Figura 6 – ZIM: EC00 ZIMunique (ZIM Aircraft Seating, 2021)

Seymourpowell - Morph

Trata-se de um modelo conceptual criado pela empresa de design britânica *Seymourpowell*, que desafia completamente o conceito de cadeira tradicional de classe económica. Segundo o chefe de transporte da empresa (The Verge, 2013): “Morph é uma solução – um produto padrão que atende às necessidades de muitos tipos diferentes de pessoas.”

O modelo Morph (figura 7) pode modificar-se atendendo às necessidades dos passageiros, isto é em vez de um trio de assentos individuais, cada um feito com diferentes peças de tecido e espuma, o modelo em questão é melhor denominado como um banco. É composto por uma única peça de tecido para formar o banco e outra para a zona traseira, o tecido é esticado e colocado numa estrutura que o molda. Para além disso, em vez de mover todo o encosto para trás para ajustar a inclinação da cadeira, os elementos que formam o assento são mecanizados e deslizam sob a estrutura e o tecido move-se, de forma a permitir que os utilizadores decidam a inclinação e o suporte que melhor se adapta a eles. A alteração de forma também permite que os passageiros levantem ou baixem o assento para maior conforto. Outra possibilidade de alteração é a largura do assento, os elementos que formam o lugar podem deslizar para os lados e prender para aumentar ou diminuir a largura, sendo portanto personalizados consoante as necessidades do utilizador. Consequentemente os passageiros podem comprar a quantidade de espaço que desejam, isto é se quiserem mais espaço podem pagar mais e se quiserem menos espaço pagam menos (New Atlas, 2013) A tabela 7 revela as características deste modelo de forma sucinta.

Tabela 7 - Características Morph

Única peça de tecido para formar o banco
Inclinação através de assento deslizante
Largura personalizável
Apoio de braço adaptável para 2 pessoas
Apoio lateral para cabeça



Figura 7 – Seymourpowell: Morph (The Verge, 2013)

Layer - Move

O modelo em questão trata-se de um protótipo de assento de avião para os *Airbus*, desenvolvido pela empresa *Layer. Move* (figura 8) utiliza tecidos com funcionalidades inteligentes para melhorar a experiência a bordo em curtas e médias viagens na classe económica. O tecido do assento é tricotado digitalmente, no qual o fio condutor apresenta várias densidades, oferecendo diferentes tipos de suporte ao corpo e possui sensores que permitem os utilizadores controlarem vários fatores, como a tensão do assento, temperatura, pressão e movimento – utilizando uma aplicação também desenvolvida pela empresa. Ao longo da viagem, a aplicação analisa os dados, como o peso, tamanho e movimento e ajusta-se automaticamente às necessidades do passageiro (Design Boom, 2019). O modelo apresenta uma estrutura leve e adaptável, reduzindo o peso a bordo do avião, tratando-se de uma abordagem mais ecológica para voar (Layer, 2018).

No que concerne aos materiais, o tecido inteligente é composto a partir de uma mistura de lã de poliéster (para regulação do calor, robustez e tato) com um fio condutor integrado, quanto à estrutura é fabricada em alumínio de grau aeronáutico e compósito de fibra de carbono. Estes materiais permitem uma redução significativa do uso de espumas tradicionais que aumentam o peso e são difíceis de reciclar (Design Boom, 2019). Em relação a alguns pormenores, na zona traseira do encosto está presente uma bandeja verticalmente armazenada e ajustável em altura e que pode ser dobrada ao meio, o sistema de entretenimento opcional com entradas USB para carregar dispositivos pessoais e bolsas de armazenamento feitas com um tecido sensível à pressão, informando o passageiro caso se esqueça de algum objeto. Posto isto, *Move* é um conceito que explora como é que os têxteis inteligentes podem melhorar o conforto na classe económica, ajudando as companhias a economizar peso e combustível (Business Insider, 2019). Foi elaborada uma tabela (tabela 8) com as principais características deste modelo, de forma sucinta.

Tabela 8 - Características Move

Tecidos com funcionalidades inteligentes
Bandeja verticalmente armazenada, ajustável em altura e dobrável ao meio
Sistema de entretenimento opcional
Entradas USB
Bolsas de armazenamento feitas com um tecido sensível à pressão
Apoio para cabeça fixo



Figura 8 - Layer: Move (Layer, 2018)

2.4.3 Tabela comparativa de cadeiras de diferentes classes

Na tabela seguinte (tabela 9) é possível verificar uma comparação das diferentes cadeiras de avião, enunciadas anteriormente, algumas no mercado, outras não e alguns modelos conceituais. Alguns modelos apresentam pontos em comum como:

- Encosto de cabeça (tanto ajustável como fixo);
- Ecrãs integrados no encosto;
- Encosto reclinável;
- Mesa de apoio;
- Apoio de braços;
- Procura pelo conforto;
- Minimizar o peso total;

Contudo cada um tenta diferenciar-se em alguns pontos, de maneira a contribuir para o bem-estar do passageiro. Em última análise, verificam-se algumas tendências de mercado, como por exemplo projetar assentos mais leves, maior inovação, mais confortáveis, com mais espaço para as pernas, com um bom suporte de cabeça e pescoço e utilização de materiais compósitos.

Tabela 9 - Comparação e análise de cadeiras de avião

	Modelo	Fabricante	Suporte cabeça	Duração	Peso	Outras características
	<i>Monalisa</i>	<i>Aviointeriors SpA</i>	Ajustável	Longa	-	Sistema de massagem Transição para cama
	<i>The JAL Suite</i>	<i>JPA Design</i>	Ajustável	Longa	-	Transição para cama
	<i>CL4710</i>	<i>Recaro</i>	Ajustável em altura, forma e posição	Curta/Médica	27kg	Apoio para pernas ajustável em comprimento e largura
	<i>Super Diamond</i>	<i>Collins Aerospace</i>		Curta/Médica	-	Zona interior da cabine acolchoada

O DESIGN E A AVIAÇÃO

Desenvolvimento de uma cadeira de avião ajustável

	<i>BL3530</i>	<i>Recaro</i>	Fixo	Curta	10 kg	<i>Bestseller</i> das cadeiras de classe económica da empresa
	<i>ECOO ZIMunique</i>	<i>ZIM</i>	Fixo	Curta	8,9 kg	Vencedor <i>Crystal Cabine Award</i>
	<i>Morph</i>	<i>Seymour-powell</i>	Fixo	-	-	Os apoios de braços são ajustáveis
	<i>Move</i>	<i>Layer</i>	Fixo	Curta e média duração	-	Utiliza tecidos com funcionalidades inteligentes para melhor a experiência a bordo em curtas e médias viagens na classe económica.

2.5 Origem e evolução da classe económica

Nos primeiros anos de aviação, não existia diferenciação entre classes dentro da mesma cabine (Simple Flying, 2021). Nas primeiras companhias aéreas apenas existia uma cabine para todos os passageiros e o estilo de serviço era oferecido de igual forma a todos os passageiros, tratando-se de algo que foi melhorando à medida que se tornou mais comum na década de 1920.

Cabines pressurizadas permitiram transportar mais passageiros mais rápido, mais longe e com mais conforto. Com os preços por viagem a reduzirem ligeiramente, mais pessoas viajavam, porém apenas existia uma classe. O conceito de classe económica surgiu na década de 1940 com a expansão da aviação após a Segunda Guerra Mundial (Simple Flying, 2021). As companhias aéreas dos EUA começaram a vender tarifas mais baixas para um serviço mais simples. Eram vendidos serviços separados, onde um permitia mais paragens e transporte de mais carga.

Foi no avião *Super Constellation*, da *TWA*, que surgiu o conceito de económica e primeira classe, com diferentes tarifas, assentos e serviços. Os novos aviões, como o *Boeing 707* e o *DC8*, ofereciam cabines económicas e de primeira classe separadas e, perante isto, os lounges, camas e comodidades começaram a desaparecer, com o objetivo, por parte das companhias aéreas,

de acomodar mais assentos em ambas as classes, como apresentado na figura 9 (Simple Flying, 2021).



Figura 9 - Interior do Super Constellation com divisão de cabines (exemplo preservado em França) (Simple Flying, 2021)

Por volta de 1969, a regulamentação dos bilhetes acabou nos EUA, concedendo às companhias bastante mais liberdade para definir novos tipos e opções de tarifas (Simple Flying, 2021). Com a expansão da aviação e a redução das tarifas, ao longo da década de 70, a classe económica tornou-se maior e mais preenchida. Outra situação que levou à diferenciação de classes, foi quando as companhias começaram a oferecer serviços aprimorados dentro da mesma classe, oferecendo aos passageiros regulares ou os que optavam por pagar mais, serviços sofisticados e um ambiente mais silencioso. Existiam diferentes versões de serviço criadas pelas companhias aéreas, porém inicialmente todas eram baseadas num serviço aprimorado dentro da classe económica. No final dessa década, esse serviço evoluiu para uma terceira classe, a atual classe executiva.

A introdução de novas cabines ou classes nas últimas quatro décadas resultou no pouco investimento da classe económica. Os assentos ficaram mais pequenos, o espaço para as pernas foi reduzido e cada vez mais serviços que outrora eram padrão, atualmente são pagos (Simple Flying, 2021).

2.6 Tipos de cadeiras da classe económica

A comparação enveredou por um caminho focado nas cadeiras de avião de classe económica para aviões que percorrem longas distâncias. Para isso, foram selecionadas quatro cadeiras que correspondessem a tais requisitos, uma vez que apresentam alguma semelhança ao tipo de produto que vai ser desenvolvido na presente dissertação. Os quatro produtos foram analisados e comparados (tabela 14) para um melhor entendimento.

RECARO CL3710

Este modelo (figura 10) foi apresentado mundialmente na *Aircraft Interiors Expo 2013* em Hamburgo pela empresa *Recaro Aircraft Seating* como um novo modelo da classe económica para voos de longo alcance. Destacando-se pela sua leveza, conforto e design moderno, oferece várias opções de personalização, devido à sua construção modular que, por sua vez, adapta-se facilmente às diferentes necessidades das companhias aéreas. Para desenvolver esta cadeira, foi analisado cuidadosamente cada material, tecnologia e processo de fabricação para obter o menor peso possível. Houve alguns detalhes que tornaram a CL3710 uma das mais inovadoras, tais como: posicionar uma das duas vigas sob a estrutura do assento ligeiramente para a frente, combinando com o posicionamento da caixa do *Inflight Entertainment System* de forma empilhada, criando uma otimização do espaço sob o assento, resultando numa quantidade bastante abrangente de espaço para as pernas do passageiro (RECARO, 2013).

Este modelo apresenta apoio para a cabeça ajustável em seis posições pensado de forma ergonómica e fornece suporte aprimorado para o pescoço e adapta-se facilmente a passageiros de diferentes tamanhos; apoio para os pés; monitor integrado até 13 polegadas; integração de vários itens de conectividade; suporte de copo; sistema mecânico liberal da mesa de suporte e bolso de armazenamento patenteado. O foco do desenvolvimento desta cadeira foi a criação de um assento que pode ser implantando a nível mundial. O peso otimizado torna o produto mais leve da sua classe, adicionando o facto de ser bastante confortável e espaçoso. Os apoios de braços do banco central podem ser rebatidos e nivelados com o encosto, mesmo que esteja para trás. No que concerne ao preço, a CL3710 é um modelo otimizado em termos de custos, uma vez que são relativamente baixos durante todo o ciclo de vida do produto (RECARO, 2021b). Na tabela 10 pode ser verificado de forma sucinta as características deste modelo.

A companhia aérea portuguesa TAP é um dos grandes clientes da empresa RECARO, utilizando o modelo CL3710 nas suas frotas, nomeadamente nas NEO (New Engine Option), especializadas em viagens de longo curso (TAP News, 2018) (TAP Air Portugal). A sua classe económica é considerada, segundo o jornal norte-americano USA Today (2020), a melhor de toda a Europa.

Tabela 10 - Características CL3710

Apoio de cabeça ajustável em seis direções com apoio para o pescoço
Bolso de armazenamento

O DESIGN E A AVIAÇÃO

Desenvolvimento de uma cadeira de avião ajustável

Apoio para os pés
Integração de monitores até 13 polegadas
Integração de várias entradas de conectividade
Suporte de copo



Figura 10 – RECARO: CL3710 (RECARO, 2013)

Aviointeriors- Michelangelo

Michelangelo (figura 11) é um modelo desenvolvido pela empresa *Aviointeriors* para viagens de longo alcance. Esta cadeira caracteriza-se pelo seu conforto; bastante espaço para os pertences dos passageiros; o monitor de vídeo é apresentado como o maior no segmento de mercado com 13,3 polegadas e simultaneamente reduz o peso em mais de 7% e diminui o custo de manutenção. *Michelangelo*, segundo a empresa *Aviointeriors*, elevará o padrão da classe económica em viagens de longo curso, aprimorando o conforto, design, inovação técnica e qualidade.

Em relação à sua configuração demonstra um apoio de cabeça ajustável em 4 posições; almofada traseira fina sem espuma; barra de bagagem com restrição lateral; caixa de colete salva-vidas; bolso de armazenamento; carenagens laterais do corredor à prova de choque; mesa de refeição traseira dobrável e deslizante; suporte de copo; bolso para cartão de segurança; compartimento de arrumação; o *pitch* varia entre 71 a 86 cm; o encosto apresenta uma inclinação de 15,24 cm; suporte para *tablet* e entrada USB adicional no apoio de braço (tabela 11) (Aviointeriors, 2018).

Tabela 11 - Características Michelangelo

Apoio de cabeça ajustável em 4 direções
Almofada traseira fina e sem espuma
Barra de bagagem com retenção lateral
Bolsa de armazenamento
Mesa de refeições traseira deslizante
Compartimento de arrumação
Pitch 71.12 - 86.36 cm
Inclinação 15.24 cm
Entradas USB/ISPS/PCU
USB adicional no apoio de braço



Figura 11 – Aviointeriors: Michelangelo (Aviointeriors, 2018)

Safran- Z400

A empresa *Safran* lançou o assento z400 (figura 12), que se trata de uma evolução de modelos anteriores. Este modelo foi idealizado com mais opções de conforto, de modo a facilitar o sono em voos de longa duração. O sistema de apoio de cabeça e pescoço permite mais alcance de deslizamento, tanto para cima como para baixo, ideal para os passageiros mais altos e também para os mais pequenos, nomeadamente crianças (Kirby, 2020; Safran, 2022). Para além disso, representa um novo paradigma no qual um conjunto de recursos foi projetado para oferecer uma experiência individualizada e aprimorada para o passageiro que viaja no assento do meio. Possui uma nova arquitetura modular que permite integrar uma ampla gama de recursos com um sistema “*plug-and-play*” (tabela 12) (The Design Society, 2022).

Tabela 12 - Características Z400

Apoio de cabeça ajustável em oito direções
Mesa de bandeja de dois andares
Suporte ajustável para tablet e telefone
Nova proteção antisséptica tensoativa na mesa de refeição
Apoio de braço para 2 pessoas



Figura 12 - Z400: Safran (Safran, 2022)

Airgo - Carbon

Este modelo desenvolvido pela empresa *Airgo*, projetou primeiramente o modelo *Carbon S* para aviões comerciais de corredor único, passando para o modelo *Carbon L* (figura 13) para viagens de longo curso, incluindo um sistema de entretenimento a bordo. Trata-se do primeiro assento de passageiros totalmente com materiais compósitos, 50 % mais leve do que os modelos convencionais feitos em alumínio. Com isto, existirá uma grande redução nos custos de combustível e nas emissões de CO2. O encosto e o assento são baseados na reconstrução 3D que segue o contorno do corpo humano para promover uma postura correta, através de bancos ergonômicos, oferecendo mais 10,16 cm extra de espaço para as pernas do passageiro do que o modelo *standard*. Relativamente à largura do assento, a cadeira do meio é de 43 cm e as restantes são de 42 cm e todos os modelos são totalmente personalizáveis consoante a companhia (tabela 13) (Airgo, 2021).

Tabela 13 - Características Carbon

Uso total de materiais compósitos
50 % mais leve do que os modelos convencionais feitos em alumínio
Encosto e o assento baseados na reconstrução 3D que segue o contorno do corpo humano
10,16 cm extra de espaço para as pernas
Largura do assento do meio maior que os laterais



Figura 13 – Airgo: Carbon (Airgo, 2021)

2.6.1 Comparação de modelos classe económica para voos de longa duração

Na tabela apresentada de seguida (tabela14) é possível verificar uma comparação exclusiva de cadeiras de avião da classe económicas para viagens de longo alcance. Alguns modelos apresentam alguns pontos em comum como:

- Encosto de cabeça (tanto ajustável como fixo);
- Mesa de apoio;
- Apoio de braços;
- Procura pelo conforto;
- Minimizar o peso total;

Os modelos diferenciam-se em alguns pontos, de maneira a contribuir para o bem-estar do passageiro. Em última análise, verificam-se algumas tendências de mercado, como por exemplo projetar assentos mais leves, mais confortáveis, com mais espaço para as pernas, com um bom suporte de cabeça e pescoço e utilização de materiais compósitos.

Tabela 14 - Comparação e análise modelos classe económica para voos de longa duração

	Modelo	Fabricante	Suporte cabeça	Duração	Peso	Outras características
	CL3710	Recaro	Ajustável em 6 direções	Longa duração	-	Mais espaço para as pernas
	Michelangelo	Aviointeriors SpA	Ajustável em 4 direções	Longa duração	-	Maior monitor de vídeo do mercado
	Z400	Safran	Ajustável em 8 direções	Longa duração	-	Sistema de apoio de cabeça e pescoço permite mais alcance de deslizamento
	Carbon	Airgo	Fixo	Longa duração	6 kg por assento	1º assento com materiais compósitos na sua totalidade

2.7 Constrangimentos da classe económica

As viagens aéreas têm-se tornado cada vez mais frequentes ao longo dos anos e com todos os avanços tecnológicos relativos ao setor aéreo permitiram percorrer percursos com distâncias cada vez mais longas. Um voo de curta distância tem uma duração de três horas, os de média duração entre três a seis horas e, por último, os voos de longa duração percorrem distância entre 6 a 12 horas. Atualmente o voo mais duradouro viaja entre Singapura e Nova Iorque. O *Airbus A350-900* percorre 15,334 km, um total de 18 horas e 30 minutos. Esta viagem dispõe de três classes, a executiva com 42 lugares, a económica *premium* com 25 lugares e, por último, a económica com 187 lugares (Yong, 2020).

As distâncias percorridas são cada vez maiores e o conforto dos assentos é de crescente preocupação, tanto por parte dos passageiros, como das companhias aéreas. Viajar de avião, especialmente longas distâncias, não é uma atividade natural para o ser humano, resultando muitas vezes em alguns problemas como a ansiedade, trombose venosa profunda, risco de infeção cruzada de outros passageiros, entre outros. Para além de viagens mais longas, as altitudes são cada vez maiores, estando associadas a uma pressão mais baixa dentro da cabine de passageiros, tendo um efeito fisiológico na saturação de oxigénio no sangue, tanto na tripulação, como nos passageiros, essencialmente nos muito jovens, idosos e menos aptos (Brundrett, 2001).

Posto isto, são vários os fatores que podem resultar na insatisfação dos passageiros durante a viagem, contudo as classes superiores à económica são as quais se direciona o investimento pela procura do conforto e qualidade. A satisfação dos passageiros, para além da segurança e interesses comerciais, é um dos principais pontos de preocupação das companhias aéreas. O bem-estar, resultante de uma boa experiência durante o voo, permite o retorno de clientes e, por isso, o seu crescimento. No que remete aos bancos de avião, existem bastantes restrições e regulamentos para a sua produção e prestação, uma vez que todas as regras têm como foco a segurança dos passageiros e não o conforto, estando preparados para possíveis acidentes ou facilidade de evacuações de emergência (Brundrett, 2001)

Segundo um estudo onde são investigados os principais indicadores de satisfação e insatisfação nas diferentes classes dentro do avião, realizado por Eren Sezgen et al. (2019), a simpatia e disponibilidade dos hospedeiros de bordo são os principais fatores positivos para quem viaja em classe económica. Para além disso, a pesquisa também demonstra que o desconforto das cadeiras, o pouco espaço para as pernas e perdas de bagagens são as principais razões de insatisfação dos passageiros entre todos os grupos.

Estes constrangimentos relativos aos assentos são bastante comuns na classe económica e, por isso, o design tem um papel fulcral na busca de soluções, uma vez que como o interior do avião é o único local onde os passageiros têm acesso e, por isso, é necessário transmitir bem-estar e segurança.

2.8 Aspectos técnicos de avaliação da qualidade dos assentos

2.8.1 Segurança de pessoas

Regulamentação em vigor

O modelo de assento de avião tem-se demonstrado um processo evolutivo e, por isso, encontra-se em constante desenvolvimento, no que concerne a questões de conforto, segurança, ambiente e economia. Tratando-se de uma cadeira de avião, existem vários critérios que a diferenciam de uma cadeira comum do dia-a-dia. Para além disso, está inserida num meio de transporte com várias legislações associadas, uma vez que, apesar de se tratar de um dos transportes mais seguros, existem bastantes riscos associados. Os protocolos são ditados por várias agências regulamentadoras para um melhor funcionamento do ramo da aviação.

A Organização da Aviação Civil Internacional (OACI) é uma agência especializada das Nações Unidas. Tem como função manter uma burocracia administrativa e especializada e procurar novas políticas de transporte aéreo e inovação de padronização, conforme direcionado pelos governos de cada país. Contudo, as estipulações dos padrões da ICAO não substituem os requisitos regulatórios nacionais, apenas constituem a base das regulamentações nacionais com estatuto jurídico (Aviation, 2014; ICAO, 2021).

Relativamente ao espaço europeu, a Agência da União Europeia para a Segurança da Aviação (EASA) é a entidade responsável pela aviação civil, criada em 2002 pela Comissão Europeia. A Agência é responsável pela elaboração da legislação de segurança da aviação; certificar e aprovar produtos e organizações; fornecer supervisão e apoio aos Estados Membros nos domínios onde tem competência partilhada, como por exemplo operações aéreas e gestão do tráfego aéreo; promover o uso de padrões europeus e mundiais (EASA, 2020).

Em relação a Portugal, a entidade responsável pelo acompanhamento e certificação dos requisitos definidos pela EASA é o Instituto Nacional de Aviação Civil (ANAC). O Instituto tem como função regular, fiscalizar e supervisionar o setor da aviação civil (ANAC, 2020).

Passando para o Reino Unido, a entidade reguladora é a Autoridade de Aviação Civil (CAA), saindo em dezembro de 2020 das instituições de aviação da União Europeia, incluindo a EASA (CAA, 2021).

Nos Estados Unidos da América, a Administração Federal de Aviação (FAA) é a autoridade de aviação civil, estando responsável por estabelecer os regulamentos. De acrescentar ainda, é responsável por variadas funções, entre as quais: pela gestão do espaço aéreo e do tráfego aéreo; apresenta um papel ativo na pesquisa e desenvolvimento de sistemas e tecnologias relacionadas com a aviação e desenvolve regulamentos e padrões mínimos que abrangem a fabricação, operação e manutenção de aeronaves (Federal Aviation Administration, 2021).

Para Florio (2011, p. 3) os regulamentos têm como objetivo promover a segurança ou atenuar as condições que podem causar a morte, ferimentos ou danos. A modificação de padrões já

definidos, a fim de adicionar algo novo, é algo cada vez mais caro, no entanto trata-se do valor para garantir a segurança do passageiro durante o voo.

O UK Parliament (2000) afirma que onde não existe limitação regulamentar acerca das características da cabine, a responsabilidade recai sobre os fabricantes. A configuração dos assentos será sujeita aos padrões mínimos de segurança das autoridades reguladoras, definidas pelas companhias aéreas compradoras.

As cadeiras de avião não são produzidas juntamente com o avião, mas por fabricantes especializados. Apesar da escassez de regulamentação relacionada com as cadeiras de avião, a Agência definiu que para se desenvolver um novo conceito estrutural de uma cadeira de avião comercial, devem-se seguir as Especificações de Certificação para Grandes Aeronaves (*EASA Certification Specification for Large Aeroplanes CS25 Amendment 9*). No capítulo CS 25.561 é referido que a estrutura deve ser projetada para dar a cada ocupante a oportunidade de escapar sem ferimentos graves numa aterragem forçada. Para isso, são estipuladas instruções dos testes de carregamento estático. Estas defendem que as cadeiras e respetivos suportes não devem deformar significativamente perante a aplicação das seguintes forças de inércia, atuando de forma independente relativamente à estrutura envolvente (EASA, 2018a):

- Para cima, 3.0 G;
- Para a frente, 9.0 G;
- Lateralmente, 4.0 G;
- Para baixo, 6.0 G;
- Para trás, 1.5 G.

Segundo o European Parliament (2015), na legislação da União Europeia, não existem dados prescritivos nos requisitos de certificação para a distância mínima entre bancos e a questão não é abrangida no regulamento (CE) no 261/2004 relativos aos direitos dos passageiros. A distância mínima entre lugares trata-se de uma decisão comercial tomada pelas companhias aéreas, uma vez que têm liberdade de oferecer diferentes serviços e cobrar diferentes taxas. Foi ainda referido que o único critério existente até à data, seria uma regra relacionada com a segurança, na qual cada configuração de cabine deve ser aprovada pela EASA, devendo cumprir os requisitos de segurança aplicáveis, entre os quais padrões de evacuação de emergência em 90 segundos.

Devido ao facto de não existirem requisitos sobre distâncias mínimas entre bancos de avião, muitas companhias aéreas optam por reduzir as distâncias a fim de aumentar o número de assentos. A largura dos assentos diminuiu cerca de 10 cm nos últimos 30 anos, sendo atualmente a largura mais pequena 40,6 cm. Quanto ao *pitch* este foi reduzido de 89 cm para 71 cm (CBS News, 2019; Seat Guru, 2021f). Como referido por Brundrett (2001) cadeiras com pouco distanciamento da cadeira frontal está associado a escassez de bem-estar e, para além disso, impedem o passageiro de adotar a posição de embate. O facto de existir pouco espaço dificulta a saída e entrada de passageiros caso queiram fazer exercício ou ir à casa de banho.

O único regulamento existente que especifica as dimensões mínimas pertence à CAA, denominado *Airworthiness Notice N. 64*, que define as dimensões mínimas para acomodar

passageiros sentados, contudo esse documento foi alterando e encontra-se em desuso (Jordi Porta et al., 2019).

Para definir as dimensões mínimas do assento foram tidos em conta os dados antropométricos desde o 5º percentil feminino até ao 95º percentil masculino, sendo as três dimensões principais as que se apresentam na tabela 9 (Civil Aviation Authority, 2020):

Tabela 15 - Airworthiness Notice N. 64, dimensões mínimas

A. Distância mínima entre a almofada de suporte das costas e as costas do assento em frente ou outra estrutura fixa em frente	66 cm
B. Distância mínima entre um assento e o assento ou estrutura fixa em frente	17,8 cm
C. Distância mínima projetada verticalmente entre as filas de assentos ou entre um assento e qualquer estrutura fixa em frente.	7,6 cm

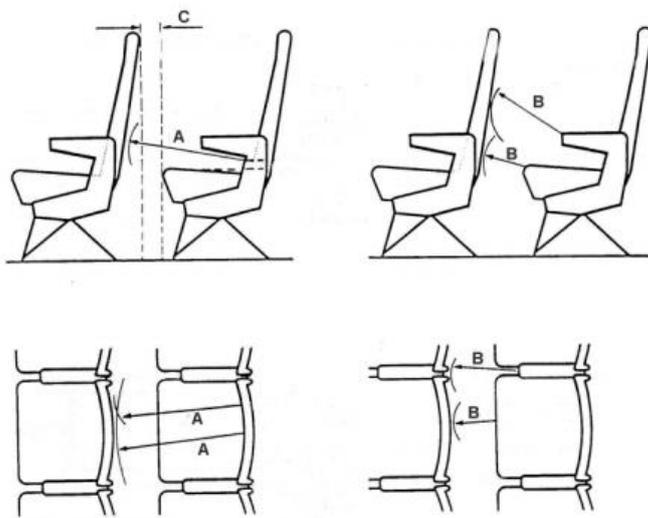


Figura 14 - As três dimensões mínimas descritas no Airworthiness Notice N. 64(Civil Aviation Authority, 2020)

2.8.2 Saúde

A questão da saúde é crucial quando se trata da aviação. São vários os problemas de saúde que podem afetar os passageiros, tanto antes, durante, como depois da viagem. Segundo Brundrett (2001), podem surgir problemas devido à ansiedade; falta de familiaridade com o aeroporto e os procedimentos; durante o voo, podem surgir complicações devido à comida servida a bordo, diferenças nas condições ambientais, risco de infecção cruzada de outros passageiros, posição do assento, postura e duração da viagem. Todos estes problemas, muitas vezes, sucedem-se no período de viagem, no entanto podem-se agravar após a chegada ao destino final.

Existe em média, um problema médico em 40 voos, sendo 26% considerados emergências, principalmente devido a perdas de consciência ou suspeitas de problemas cardiovasculares. Outros tipos de problemas com menor gravidade são os distúrbios gastrointestinais e síncope (Ruskin, 2019).

Para além disso, quando um passageiro fica sentado durante um longo período de tempo, principalmente em assentos apertados, a circulação sanguínea pode ser reduzida, o que pode resultar numa trombose venosa profunda (TVP). Trata-se de uma condição potencialmente fatal em que existe a formação de um coágulo sanguíneo nas veias mais profundas, nomeadamente nos membros inferiores, impedindo a normal circulação do sangue. Para além do bloqueio do fluxo sanguíneo poder causar edema, dor ou isquemia, os coágulos podem-se desprender e deslocar-se na corrente sanguínea, por exemplo até aos pulmões e resultar numa embolia pulmonar (Healthline, 2018; saudebemestar.pt, 2020).

No entanto, o risco pode variar muito entre os passageiros, uma vez que aumenta a sua probabilidade com certos fatores, sendo alguns deles o tabagismo, gravidez, idade superior a 60 anos, obesidade, entre outros (saudebemestar.pt, 2020). A inatividade prolongada e o ar seco da cabine de avião são os principais suspeitos para esta condição, ou seja, quanto mais longo for o voo, maior é o risco.

Atualmente existem viagens com uma duração de 18 horas, e tal situação não é bem aceite por todos, especialmente pela *The International Airline Passenger Association* (IAPA), principalmente pelas implicações na saúde dos passageiros (UK Parliament, 2000).

Como não existem leis que exijam dimensões mínimas nas cadeiras de avião, muitas companhias aéreas, por questões económicas, optam por diminuir as principais dimensões sobretudo as da classe económica, o que conseqüentemente afeta o conforto, segurança e saúde (Jordi Porta et al., 2019). Com as dimensões mais reduzidas, as cadeiras de avião dificilmente permitem que os passageiros (principalmente quem se encontra no 95º percentil) viajem confortavelmente e até mesmo em segurança, devido não só ao aumento do tamanho da população mundial desde o início do século 20, mas também ao facto das proporções corporais serem infundáveis (Jordi Porta et al., 2019; Quigley et al., 2001). Nesse caso, pode ser esperado que passageiros mais volumosos e/mais altos tenham menos probabilidade de voar novamente com uma companhia em que os assentos são estreitos e pequenos. Quando estes passageiros realizarem um voo de longa distância, tenderão a procurar outra companhia aérea em vez de voar novamente com a companhia que oferece cadeiras insatisfatórias na classe económica (Al-Murrakshi, 2021).

Obesidade

Uma das grandes doenças do século XXI é a obesidade. A World Health Organization (2021) define a obesidade e sobrepeso como a acumulação anormal ou excessiva de gordura, o que se trata de um risco para a saúde. Revela-se um problema que cresceu a nível mundial, tanto em adultos como em crianças, sendo que em crianças e adolescentes, de 1975 a 2016, aumentou de 4% para 18%. À exceção da África Subsariana e a Ásia, existem mais pessoas obesas do que abaixo do peso, em todas as regiões. Os números triplicaram a partir de 1975, sendo que em 2016 cerca de 1.9 biliões de adultos tinham excesso de peso, destes 650 milhões eram obesos.

A principal causa deste problema é o desequilíbrio energético entre as calorias consumidas face às calorias gastas. A inatividade física está associada ao modo de vida sedentária que, de facto, é cada vez mais notória. É inegável que os avanços da tecnologia proporcionaram inúmeros benefícios à sociedade, contudo também resultaram numa diminuição da atividade física. Um grande número de atividades executadas no dia-a-dia tem vindo a ser reduzidas ou substituídas por máquinas, tanto a nível doméstico como urbano/externo. De referir ainda, que o desenvolvimento de mais e melhores dispositivos eletrónicos, como por exemplo televisões e telemóveis, associados ao rápido acesso à internet e entretenimento, impactou negativamente a quantidade de atividade física (Woessner et al., 2021).

O desenvolvimento económico tende a trazer uma redução progressiva da atividade física. Para além disso, a interação entre uma dieta rica em gorduras e em energia prontamente disponível, associadas a estilo de vida cada vez mais sedentário é, sem dúvida, um fator importante para o aumento da obesidade a nível mundial. A escolha de uma dieta rica em energia derivada predominantemente de gorduras e açúcares pode ser determinada pelo preço barato dos alimentos processados e a sua disponibilidade imediata. (James, 2004)

Segundo um estudo desenvolvido por James (2004) existe uma diferença relevante de sobrepeso e obesidade entre sexos a nível mundial, sendo mais notória nas mulheres. A discrepância está associada à base biológica, uma vez que o corpo masculino, por norma, tem mais capacidade de depositar mais tecido magro (músculos) do que tecido adiposo quando ocorre desequilíbrio energético com ganho de peso.

Aproximadamente 3,4 milhões de pessoas morrem todos os anos por serem obesos ou por terem excesso de peso. O aumento deste problema tem sido gradual, mas constante a nível mundial. Os três países com as pessoas mais obesas são Nauru (com 61% da população obesa), Palau e Ilhas Marshall. Sendo estes países ilhas, todos os alimentos consumidos são importados, logo, os preços são elevados, tornando as redes de *fast-food* a alternativa mais barata e conveniente. Em países subdesenvolvidos ou em desenvolvimento, a população tem dificuldade em fazer uma dieta equilibrada e saudável, apoiando-se em alimentos com preços acessíveis, ou seja, por norma pouco saudáveis. (World Atlas, 2021)

Implicação da obesidade nas cadeiras de avião

Dada a situação atual em relação à obesidade e problemas de saúde associados a viagens de longa duração, as companhias aéreas e empresas do setor aéreo devem-se ajustar às mudanças demográficas. Em 2019, 52,7% da população europeia apresentava excesso de peso (Pordata, 2019) e este valor irá aumentar, tal como o número de passageiros que utilizam transportes aéreos (Aircraft Interiors International, 2012).

Muitos passageiros preferem viajar com pouco espaço e desconfortavelmente em troca de preços acessíveis de viagens. No entanto, até que ponto é aceitável colocar a saúde em perigo ou a segurança, caso exista uma emergência e os passageiros tem de evacuar em 90 segundos?

Esta situação levou o congressista *Steve Cohen* a propor a lei *Safe Egress In Ar Travel* (SEAT), onde exigia que a FAA estabelecesse os tamanhos mínimos dos assentos dos aviões e as distâncias mínimas entre filas para permitir que os passageiros circulassem mais facilmente, principalmente em situações de emergência. Apesar dos testes já terem começado, os resultados são ainda desconhecidos (CBS News, 2018; Congressman Steve Cohen, 2021).

Esta lei não foi bem aceite pela indústria aérea, sendo referido pelo porta-voz da *Airlines for America* que a FAA afirmou que todas as companhias americanas atendem ou exercem padrões de segurança federais em relação ao tamanho dos assentos. Contudo, os padrões datam do final dos anos 80, época em que os indivíduos eram menores em estatura e o número de pessoas com deficiências que viajavam era bastante menor. Os exercícios de simulação realizados nessa altura comprovaram que era possível uma evacuação em 90 segundos, no entanto esses testes foram realizados com pessoas jovens e saudáveis, cientes do que estavam a executar (CBS News, 2018).

Soluções em vigor para acomodação de pessoas mais volumosas

Atualmente são reduzidas as soluções implementadas para melhorar a acomodação de pessoas maiores nos aviões. Várias companhias aéreas implementaram medidas relativas a clientes de grande tamanho, que explicam as regras da companhia em relação aos passageiros com tais traços físicos e as possíveis consequências de não seguir as regras. A maioria das companhias que empregam essas medidas exige que os passageiros que não cabem num único assento comprem um bilhete extra, caso contrário podem ser impedidos de embarcar no avião por não caberem nos lugares destinados. Em 2009, a United Airlines recebeu mais 700 reclamações de passageiros que se sentiam apertados pela pessoa sentada ao seu lado. No entanto, comprar dois lugares, duplica o custo da viagem para esses passageiros e, para além disso, podem não necessitar da largura total dos dois assentos. (Aircraft Interiors International, 2012; Al-Murrakshi, 2021)

A dificuldade ou impossibilidade de apertar o cinto de segurança é outro problema enfrentado pelos passageiros mais volumosos. As companhias oferecem extensões de cinto de segurança gratuitamente, todavia, são, por norma bastante coloridas, o que, por vezes, resulta em

desconforto e causa algum constrangimento. Para além disso, o uso da extensão evita que o passageiro se sente na fila de saída de emergência, algo que seria desejável pelo espaço extra para as pernas. A extensão do cinto de segurança nas filas de saída de emergência pode representar um risco de tropeçar em caso de evacuação.

O aumento do número de passageiros, juntamente com o aumento da prevalência da obesidade, resultará numa ampliação do número de clientes maiores. Como formarão uma percentagem cada vez maior do mercado, numa perspetiva comercial e sanitária, melhorias necessitam de ser desenvolvidas, para evitar perder passageiros e com isso correr risco de perder lucros e provocar ou aumentar problemas de saúde aos passageiros. (Aircraft Interiors International, 2012)

Dada a situação atual em relação ao número de pessoas maiores, os provedores de transporte devem-se ajustar às mudanças demográficas. Toda a gente tem o direito à liberdade de deslocação e, apesar de existirem diferentes tipos, os transportes devem ser um meio para movimentar o passageiro ao local pretendido e não um entrave.

2.8.3 Ergonomia

Segundo a International Ergonomics Association (2021) a palavra ergonomia - “a ciência do trabalho” deriva do grego *ergon* (trabalho) e *nomos* (leis). Ergonomia (ou fatores humanos) é a disciplina científica que se preocupa com a compreensão das interações entre humanos e outros elementos de um sistema. A ergonomia aborda as interações dos seres humanos com todos os elementos do meio onde se encontra inserido e, por isso, o objetivo desta disciplina científica é obter conhecimento, ferramentas práticas e tecnologias para atender às necessidades do utilizador, garantindo o bem-estar e saúde (Pamela McCauley Bush, 2011).

Trata-se de uma disciplina baseada na ciência que reúne conhecimento de outras áreas como anatomia, fisiologia, psicologia, engenharia e estatística para garantir que os projetos complementem os pontos fortes e habilidades das pessoas e minimizem os efeitos das suas limitações. Para isso, procura-se impedir que sejam as pessoas a adaptarem-se a qualquer produto que as obrigue a agir de forma desconfortável, stressante e perigosa e sim, que seja o produto a adaptar-se às pessoas. Para conseguir tal resultado, é necessário ter em atenção a variabilidade representada na população, tendo em conta a idade, tamanho, força, capacidade cognitiva, experiência passada, cultura e objetivos. Desta forma, o bom design é aquele quase impercetível, uma vez que dá motivos para isso, contrariamente ao mau design (Chartered Institute of Ergonomics & Human Factors, 2021).

Recuando até à época renascentista, nomeadamente na arquitetura, os edifícios eram projetados à escala humana, atribuindo-lhe proporcionalidade e harmonia. Os artistas consideravam o homem como a medida de todas as coisas e, por isso, utilizavam cânones com a proporção humana, de forma a projetar edifícios, pinturas e esculturas (Cumming, 2005, p. 496). Passando para a época de Leonardo da Vinci, a teoria das proporções humanas estava ligada à “proporção de ouro”. *Da Vinci* desenvolveu o Homem Vitruviano, sendo para ele uma visão

divina do homem, concebido como exemplo supremo das harmonias proporcionais do corpo humano (Pearce, 2020). Durante as épocas clássicas, as tradições eram prescritivas, tratava-se de seres humanos idealizados, de acordo com princípios estéticos, em vez de seres humanos reais (Stephen Pheasant & Haslegrave, 2006, p. 19).

Stephen Pheasant and Haslegrave (2006, p. 22) apresentam 5 falácias fundamentais do design, sendo uma delas a seguinte: “Este design é satisfatório para uma pessoa normal – será, portanto, satisfatório para toda a gente”. Posto isto, é necessário ter em atenção que todos os seres humanos são diferentes. Apesar de se conseguirem adaptar aos meios ou ambientes onde estão inseridos, quando se trata de viagens de longa duração, a saúde e segurança podem ser afetadas. Todos os humanos nascem com dez dedos das mãos e dos pés, um nariz, uma boca, dois olhos e duas orelhas (a menos que sejam afetados por uma doença congênita) (University of Oslo, 2018). Estas características físicas são fixas, estando ligadas à composição genética dos humanos, no entanto todos são distintos, quer nas estaturas, proporções, formas, personalidade, idade, género, etnia, cultura, entre outros.

A ergonomia deve ser introduzida no projeto numa fase inicial de desenvolvimento, ao invés de ser utilizado como um método de avaliação final, em detrimento do sucesso do produto final em apoiar o desempenho e segurança do utilizador (Wickens et al., 2004).

No que remete a assentos de transportes públicos, geralmente são desenvolvidos permitindo uma acomodação do 5º ao 95º percentil, contudo Quigley et al. (2001) sugere que quaisquer requisitos de espaçamento mínimo devem ser baseados numa gama mais ampla, tal como do 1º ao 99º percentil, pois o espaçamento do assento é uma questão de segurança e, para além disso, a tendência de aumento das pessoas tende a continuar e, por isso, é necessário ter estes aspetos em conta para novos requisitos quando se produz objetos que podem ter uma vida de 10 anos ou mais. Já Stephen Pheasant and Haslegrave (2006, p. 40) recomendam que quando algo que é utilizado por diferentes pessoas, deve ser fornecido ajuste ou deve ser produzido em diferentes tamanhos.

O padrão de viagem e as necessidades da população mundial tendem a tornar-se cada vez mais complexos e, por isso, em relação às cadeiras dos transportes públicos, deve ser garantida a acomodação do máximo de pessoas possível. A adaptação das características de um produto às necessidades reais e concretas de quem o utiliza contribui para uma melhor aceitação e a perpetuação do seu uso no tempo (Baldaia, 2020).

Para definir as dimensões do volume da área dos assentos é usual utilizar valores do 95º percentil da largura, comprimento e altura dos assentos, no entanto estes valores não garantem uma acomodação de 95% (Molenbroek et al., 2017). Como refere Hiemstra-van Mastrigt (2015), é importante mencionar que não existe um passageiro *standard*.

Quando se fala de ergonomia, o conceito de conforto está inteiramente relacionado, apesar de não existir nenhuma definição aceite mundialmente (Lueder, 1983). O conforto do utilizador tornou-se uma questão fulcral não só na compra de certos produtos, mas também na venda. É um ponto cada vez mais explorado pelas empresas, uma vez que é um dos principais requisitos na decisão de compra, dado que é inegável que se trata de um fator bastante importante, no que concerne a produtividade e bem-estar. Quanto maior for a sensação de conforto, maior será

a probabilidade de uma pessoa voltar a fazer a mesma viagem ou utilizar o mesmo meio de transporte. Além disso, muitos passageiros estão dispostos a pagar mais para obterem melhores serviços e mais conforto (Kelvin Balcombe, 2009).

Perfis dos passageiros

Em 2020, antes da pandemia, 4723 milhões de pessoas viajaram de avião, tornando-se o ano com o maior número de passageiros de sempre. As razões deste aumento atribuem-se a três razões: aumento do número de companhias aéreas *low-cost*; crescimento da classe média global (especialmente na China, aumentando o número de consumidores que podem pagar viagens aéreas); e, por fim, investimento nas infraestruturas aeroportuárias. Em 2019, a região Ásia Pacífico registou o maior número de passageiros, sendo a região que inclui as rotas aéreas mais movimentadas (Statista, 2021).

São vários os estudos que demonstram que os jovens gostam mais de viajar do que os mais velhos (Hotelmize, 2021). Num estudo realizado pela *Expedia Media Solutions* com 1001 passageiros dos EUA, revelou que os *Millennials*, ou seja aqueles que nasceram entre 1981-1997 (Salesforce, 2021) são a faixa etária que viaja mais, seguindo-lhes a Geração z, geração que nasceu entre 1997-2015 (Skift, 2017b).

No Reino Unido, num dos aeroportos mais movimentados, nomeadamente *Stansted*, 30% dos passageiros tem entre 25-34, 19% tem 35-44, e a faixa etária com menos passageiros é dos 65 anos ou mais, correspondendo a 8% (Statista, 2020).

Os problemas de saúde são apontados como uma das principais causas pela qual a frequência com que as pessoas viajam é distinta, sendo as gerações mais velhas as mais prejudicadas. Já as gerações mais jovens, por norma, têm mais tempo livre, geralmente nas férias e mais disponibilidade quando se trata de viagens de trabalho. Para além disso, esta faixa etária usualmente viaja até destinos mais distantes, enquanto os mais velhos optam por viagens mais curtas (Hotelmize, 2021).

O design, as larguras e as profundidades dos assentos de avião estão identificados como fatores importantes na perceção de conforto dos passageiros que, no entanto são afetadas por questões económicas para aumentar o número de assentos dentro do avião (Ahmadpour et al., 2014).

Antropometria

Segundo o dicionário, antropometria é parte da antropologia que se ocupa da determinação de medidas nas diversas partes do corpo humano e, para além disso, trata-se do estudo, registo e/ou comparação de medidas, proporções ou traços distintivos de corpos humanos (Infopédia,

2021). A variedade antropométrica está relacionada principalmente com a etnia, sexo e idade, sendo características com tendência a mudar ao longo dos anos (Hiemstra-van Mastrigt, 2015).

Percentis

De forma a serem utilizados corretamente, os dados antropométricos devem considerar a variabilidade física entre seres humanos e, assim, para isso existem critérios de identificação como percentis. Uma das bases de dados antropométricos mais completa é a norma alemã DIN 33 402 de 1981. O 50º percentil da escala corresponde à média. O valor do 5º percentil de uma dimensão do corpo específica indica que 5% da população possui a medida deste segmento corporal com valor menor ou igual à do percentil (e 95% possuem esta medida com valor superior). Já o percentil 95º para a mesma dimensão informa que 95% da população possuiu uma medida com valor menor ou igual à do percentil e 5% uma medida com valor superior (Iida, 2005).

De maneira a assegurar o enquadramento da população portuguesa, foi comparada a norma alemã com o Estudo Antropométrico da População Portuguesa, desenvolvido pelo Instituto para a Segurança, Higiene e Saúde no Trabalho em 2006 (tabela 17). No estudo, foi utilizada uma amostra composta por 399 mulheres e 492 homens, com idades compreendidas entre os 17 e os 65 anos (Pedro Arezes et al., 2006). Na tabela 16 são apresentadas dimensões importantes da cadeira da aeronave, na qual são traduzidas para cada dimensão antropométrica correspondente.

Tabela 16 - Dimensões antropométricas correspondentes às dimensões dos bancos (Hiemstra-van Mastrigt, 2015)

Dimensão do assento	Medida antropométrica
Distância do tabuleiro ao assento	Espessura da coxa
Largura da base do assento	Largura das ancas sentado
Distância entre apoios de braços	Largura das ancas sentado
Espaço do joelho	Comprimento nádega-joelho
Altura do assento	Altura do poplíteo

Tabela 17 - Recolha de dados da norma alemã DIN 33 402 e do Estudo Antropométrico da População Portuguesa (em mm) (Iida, 2005; Pedro Arezes et al., 2006)

Estudo Antropométrico da População Portuguesa	DIN 33 402	Estudo Antropométrico da População Portuguesa	DIN 33 402

Dimensões	Percentil 5º Homens	Percentil 95º Homens	Percentil 5º Homens	Percentil 95º Homens	Percentil 5º Mulheres	Percentil 95º Mulheres	Percentil 5º Mulheres	Percentil 95º Mulheres
Espessura da coxa	146	204	-	-	140	190	-	-
Largura das ancas sentado	340	420	325	391	355	445	340	451
Comprimento nádega-joelho	432	538	554	645	421	520	530	631
Altura do poplíteo	358	442	399	480	327	403	351	434

A maioria das dimensões corporais segue uma distribuição normal, no entanto os percentis são distintos conforme as populações, por exemplo um homem no 95º percentil da Holanda é mais alto do que os homens do 95º percentil do Japão ou da América do Norte, sendo que o 50º percentil masculino da Holanda corresponde ao 95º percentil masculino do Japão. As populações não diferem apenas no tamanho geral do corpo, mas também nas proporções, tais como, o tronco dos japoneses são proporcionalmente mais longos do que as pernas, enquanto a população turca tem braços mais pequenos em comparação com as populações da Europa Ocidental (Hiemstra-van Mastrigt, 2015, p. 130).

Os países com as pessoas mais altas encontram-se na Europa, sendo a população mais alta a holandesa, com uma média de altura do homem holandês 1,84 m e a média da mulher holandesa 1,70 m. Já Timor-Leste é o país com a população mais baixa, sendo altura média do homem 1,59 m e da mulher 1,52 m (WorldData, 2019).

Segundo uma investigação realizada em coordenação com Organização Mundial de Saúde em que foram analisadas estaturas de 18 milhões de pessoas em 200 países, entre 1914 e 2014, concluiu que, de facto, as pessoas, principalmente dos países mais desenvolvidos, estão mais altas, devido à nutrição adequada, educação, boas condições de vida e à prosperidade económica. O mesmo estudo revelou que em alguns países como EUA e Reino Unido, o crescimento estagnou, lidando com problemas de obesidade, como referido anteriormente. Desta forma, é possível afirmar que a volumetria do corpo humano tem aumentado e possivelmente tenderá a aumentar (Expresso, 2016).

A taxa de aumento das medidas de largura dos seres humanos é maior comparada com as medidas das alturas, ao longo das décadas, existindo um aumento da massa corporal em relação à altura. Segundo um estudo realizado por Finucane et al. (2011), com mais de 9 milhões de participantes, foi demonstrado que o Índice de Massa Corporal (IMC) médio dos homens aumentou 0,4kg/m² por década e o IMC médio das mulheres aumentou 0,5 kg/m² por década desde 1980.

Segundo a Forbes (2007), os especialistas afirmam que o excesso de peso não é algo surpreendente, responsabilizando a urbanização e o estilo de vida ocidental, incluindo as várias opções de *fast-food*, pouco exercício físico e empregos stressantes.

Os transportes públicos desempenham um papel crucial na vida das pessoas e, por isso têm de as acompanhar, acompanhando a sua evolução e necessidades. Desta forma, um assento bem projetado deve ter em consideração a variabilidade antropométrica dos passageiros (Hiemstra-van Mastrigt, 2015, p. 134).

Idade

A população europeia será confrontada com mudanças demográficas na presente e próximas décadas: espera-se que a população com 65 anos ou mais duplique entre 1995 e 2050. Desta forma, os transportes representarão um papel importante para permitir uma vida independente e garantir a inclusão social (Fiedler, 2007).

No que concerne à idade, trata-se de um fator relevante, pois o ser humano vai modificando ao longo da vida. A estatura diminui com a idade, devido ao encolhimento que ocorre nos discos intervertebrais da coluna vertebral, enquanto o peso aumenta até por volta dos 50 anos e a partir daí tem tendência a diminuir. Contudo, a mobilidade é uma das características, por norma, afetada com a idade, sendo relevante para a circulação dentro do avião, nomeadamente para entrar e sair do lugar (Hiemstra-van Mastrigt, 2015). O avançar da idade associada por vezes com a pouca atividade física ou aparecimento de doenças, alguns fatores podem ser afetados, por exemplo existe uma perda de mobilidade dos membros, diminuição de força física, degradação da visão e audição, entre outros (Fiedler, 2007). Segundo Willem Lijmbach et al. (2014) revelam um estudo onde é demonstrado que os idosos levam mais tempo antes de se sentarem, utilizando bastante apoio das mãos. O estudo revelou que o apoio de cabeça, dos braços e a parte superior do encosto são os elementos mais utilizados para auxiliar quando se levantam. Para além disso, é indicado que quanto mais alto for o apoio de braço, a carga exercida sobre as ancas e os joelhos é reduzida (as cited in Wretenberg et al.).

Sexo

Existem evidências suficientes que confirmam a ideia de divergência sexual em quase todos os níveis da anatomia humana. Num estudo realizado por Adam M Fullenkamp et al. (2008) foi observado que existem pelo menos duas medidas do corpo humano que são, por norma, maiores nas mulheres do que nos homens, tais como largura das ancas na posição sentada e dobra cutânea dos tríceps.

No que concerne ao comprimento e largura da cabeça, não foram encontradas diferenças entre homens e mulheres, contudo os membros superiores e inferiores são, no geral, maiores nos homens. A gordura representa uma proporção maior no peso da mulher adulta comparada com o homem (Stephen Pheasant & Haslegrave, 2006, p. 73). A gordura subcutânea é um tipo de gordura mais notório nas mulheres, sendo o estrogénio (hormona feminina) que favorece uma acumulação dessa gordura nos seios, ancas, coxas e braços (Nutrição Prática, 2016). De forma

geral, a gordura representa uma proporção maior no peso corporal da mulher adulta do que no homem (Stephen Pheasant & Haslegrave, 2006).

Grupos Étnicos

Um grupo étnico é um grupo de indivíduos que habitam numa determinada zona geográfica, revelando certas características físicas em comum que servem, em termos estatísticos, para distinguir-se de outros grupos semelhantes de pessoas.

Os africanos revelam os membros inferiores proporcionalmente mais longos do que os europeus; a população do extremo oriente tem membros inferiores proporcionalmente mais curtos, sendo a diferença mais acentuada nos japoneses; as populações da Turquia, médio oriente e Índia têm proporções semelhantes às dos europeus, contudo com uma estatura menor (Stephen Pheasant & Haslegrave, 2006).

Tendências Seculares

Uma tendência secular trata-se da alteração das características físicas de uma população que ocorre ao longo de um período de tempo. Desde o nascimento, de forma geral, o comprimento do corpo humano aumenta entre 3 a 4 vezes, o peso aumenta cerca de 20 vezes e as proporções alteram-se. No entanto, a condição adulta não se trata de um estado estagnado. As proporções corporais são alteradas pelo estilo de vida e também devido ao envelhecimento, entre outras razões (Stephen Pheasant & Haslegrave, 2006).

De acordo com *Tanner*, citado por Stephen Pheasant and Haslegrave (2006), o autor concluiu que entre 1880 a 1960, em quase todos os países europeus, juntamente com os Estados Unidos, Canadá e Austrália, a magnitude da tendência foi semelhante, tal como: aumento de 15 mm por década em estatura e 0,5 kg por década em peso em crianças dos 5 aos 7 anos de idade; 25 mm e 2 kg por década no período da adolescência; 10 mm por década na estatura em adultos.

Nas sociedades mais evoluídas, a partir de 1900, as medidas antropométricas mostraram uma tendência crescente dos tamanhos corporais, especialmente na altura do corpo humano e no peso da população. A melhor nutrição (considerando a maior ingestão calórica e proteica), a melhoria das condições de higiene, saúde e fatores socioeconómicos são considerados responsáveis por esta mudança (Anna Farkas & Szmodis, 2019). Relativamente às crianças nascidas e criadas em condições mais favoráveis são maiores com o decorrer da idade e atingem mais cedo o estado de maturação do que aquelas que crescem em ambiente socioeconómicas inferiores (Santos, 2009).

Em sociedades como os países do norte da Europa e no Japão – sociedades altamente civilizadas – as mudanças seculares estão a estabilizar ou a serem interrompidas e países como o Brasil e Hungria, as mudanças ainda estão presentes (Anna Farkas & Szmodis, 2019). Alguns dos países

O DESIGN E A AVIAÇÃO

Desenvolvimento de uma cadeira de avião ajustável

que têm vindo a interromper a tendência secular positiva de crescimento, revelam um aumento na incidência da obesidade (Santos, 2009)

Quando se trata de produtos com um tempo de vida curto, estas tendências podem não ser relevantes, contudo para produtos que são desenvolvidos para durarem bastante tempo, como por exemplo assentos de transportes públicos, é fulcral antecipar e acompanhar as mudanças do corpo humano (Hiemstra-van Mastrigt, 2015).

3

Desenvolvimento do produto

Este capítulo destina-se à descrição de todas as etapas do processo de desenvolvimento do produto, desde a criação do conceito, até à realização do modelo. Quanto à organização, está dividido em subcapítulos, como a realização de um inquérito e explicação do conceito final. Integra a descrição do processo de desenvolvimento, qual a configuração do espaço, quais as principais atividades durante o voo e seleção dos materiais.

3.1 Inquérito

Atualmente, a Internet facilita o rápido acesso a um número elevado e variado de utilizadores. Assim, é possível num curto espaço de tempo fazer uma análise de mercado e das necessidades identificadas. Para realizar o questionário priorizou-se uma seleção de tipo de pessoas a abordar. O inquérito foi exclusivo a pessoas que já tivessem viajado de avião, a fim de conhecer as suas experiências e quaisquer possíveis problemas relacionados com a cadeira de avião. O questionário é composto por quinze questões, incluindo perguntas de escolha múltipla, resposta única e outras de resposta aberta. As primeiras perguntas pretendiam identificar o perfil do utilizador no que concerne a peso, faixa etária, altura e género. Posteriormente, as questões tinham o intuito de perceber qual a frequência com que o passageiro viajava e qual das classes a mais habitual. As perguntas que se seguiram tinham como foco perceber quantas vezes é que o utilizador se levantava do lugar, durante a viagem; se se levantava as vezes que pretendia; e qual o grau de dificuldade. Passando para questões no domínio da cadeira de avião, começou-se por saber se o passageiro já tinha sentido algum desconforto/ dormência/ dores corporais; se sim, onde. Procurou-se identificar quais os elementos mais importantes para o conforto e bem-estar, durante o voo; se já tivesse sentido constrangimentos com algum dos elementos anteriormente referidos, foi pedido para especificar qual e o motivo. Por último, perguntou-se se o entrevistado considerava a cadeira de avião adequada à sua estatura e para revelar, o que seria a cadeira de aeronave ideal.

O objetivo foi identificar os problemas mais comuns com o assento, para assim iniciar o seu processo de otimização, contribuindo para o bem-estar do passageiro.

3.2 Conceito

O conceito do presente projeto surgiu como resposta ao problema identificado: falta de espaço. Através da investigação de diferentes áreas, pesquisas e problemas, procurou-se otimizar o assento de avião, da classe económica, para voos de longa duração. Desta forma, a cadeira será ajustável, não só na largura dos assentos, como também na sua profundidade, através de suportes móveis.

Em vez de se manterem três bancos individuais, o produto consistirá num banco. Os apoios de braços são os elementos que dividem o banco nos três lugares, movimentando-se e formando lugares com as larguras pretendidas. A largura de cada lugar será definida no ato da compra do bilhete e não durante a viagem. Deste modo, o passageiro quando comprar a viagem terá as seguintes opções: padrão; mais espaço (+10 cm); mais extra espaço (+20cm); menos espaço (-10 cm); menos extra espaço (-20cm). Assim que selecionar uma das opções, aparecerão os lugares correspondentes no avião que poderá comprar.

Já a sua profundidade será igualmente ajustável, mas neste caso para quase metade. Como refere Quigley et al. (2001), os passageiros da classe económica podem sentir desconforto e considerar aborrecido sair dos seus lugares devido à sua dificuldade. Para além disso, em casos de evacuações de emergência de 90 segundo, recolhendo os assentos, a circulação será mais fácil e estará menos obstruída. A opção de regulação da profundidade, já poderá ser executada pelo passageiro

3.3 Configuração do espaço

Relativamente ao interior do avião, existem diferentes configurações de assentos possíveis na zona a que corresponde à classe económica, sendo as mais comuns 2x4x2 e 3x3x3 (Seat Guru, 2022a). Para este trabalho, será optada a configuração que dispõe de 9 pessoas por fila, ou seja estarão distribuídos em grupos de três. Desta forma, é necessário considerar que vários espaços e elementos são partilhados e, portanto, a perceção de invasão do espaço pessoal deve ser considerada no design dos assentos (Molenbroek et al., 2017). Evans e Winter citado por Molenbroek et al. (2017) repararam que essa perceção era bastante comum em viagens de comboio e, por isso, os passageiros, para evitar o lugar do meio, preferiam viajar a pé.

O produto desenvolvido será idealmente para ser utilizado num avião Airbus A321neo, sendo constituído por um corredor central e dois bancos triplos. A sua largura total de fuselagem, ou seja, o seu interior, tem 3,95 m (Airbus, 2022). Deste valor, 38 cm é o correspondente à largura mínima obrigatória do corredor a partir de 64 cm o chão (EASA, 2018b). Existem várias medidas de largura de cada assento, variando conforme as companhias aéreas. Para este projeto, a medida que definirá a largura de cada assento será 45,72 cm, sendo esta um valor bastante comum em diferentes companhias, nomeadamente na TAP (Seat Guru, 2022b).

3.4 Principais atividades durante o voo

Durante as viagens, o assento é o local onde os passageiros passam a maioria do tempo, logo é fundamental ter em conta as atividades preferidas durante as viagens de longa distância: ver filmes; dormir; comer e beber (Statista, 2022).

O conhecimento destas atividades é crucial, uma vez que a cadeira tem de apoiar e facilitar estas ocupações. Posto isto, traduziu-se o que é que essas atividades implicam no design do assento.

Para o entretenimento, os passageiros para além de assistir a filmes nos monitores inseridos na cadeira da frente, também utilizam os telemóveis, *tablets* e *pc*, ou seja é necessário um suporte adequado para tal. Para dormir, a largura do assento, a inclinação do encosto, o apoio lombar e da cabeça são características que apoiam essas ações. Para comer e beber, tanto o assento como a mesa frontal, tem de não só aguentar como facilitar essas tarefas.

3.5 Comparação e análise de cadeiras de avião de diferentes classes

Os quatro modelos de classe económica para voos de longo alcance (tabela 14) quando comparados com outras cadeiras de avião de outras classes (tabela 9), demonstram tanto aspetos em comum como alguma divergência (tabela 18). Alguns dos pontos em comum são:

- Apoios de cabeça ajustáveis;
- Ecrãs integrados nos assentos;
- Mesa de apoio, apoio de braços;
- Procura pelo conforto;
- Minimizar o peso total;

Como se trata da classe económica, existe menor flexibilidade e possibilidade de inovação, existem menos elementos e opções de conforto. A cadeira de classe económica tem menos possibilidade de personalização por parte da companhia aérea, daí existirem bastantes diferenças entre a primeira classe e classe executiva. Também são visíveis diferenças com as cadeiras de económica para voos de curta duração, pois as viagens de longo alcance exigem mais conforto e opções de entretenimento, visto que, por exemplo, em voos de curta distância, as cadeiras não dispõem de ecrãs.

Tabela 18 - Comparação e análise de cadeiras de avião de diferentes classes com cadeiras de classe económica para voos de longa duração

	Modelo	Fabricante	Suporte cabeça	Duração	Peso	Outras características
	CL3710	Recaro	Ajustável em 6 direções	Longa duração	-	Mais espaço para as pernas
	Michelangelo	Aviointeriors SpA	Ajustável em 4 direções	Longa duração	-	Maior monitor de vídeo do mercado
	Z400	Safran	Ajustável em 8 direções	Longa duração	-	Sistema de apoio de cabeça e pescoço permite mais alcance de deslizamento
	Carbon	Airgo	Fixo	Longa duração	6 kg por assento	1º assento com materiais compósitos na sua totalidade
	Monalisa	Aviointeriors SpA	Ajustável	Longa	-	Sistema de massagem -Transição para cama
	The JAL Suite	JPA Design	Ajustável	Longa	-	Transição para cama
	CL4710	Recaro	Ajustável em altura, forma e posição	Curta/Média	27kg	Apoio para pernas ajustável em comprimento e largura
	Super Diamond	Collins Aerospace		Curta/Média	-	Zona interior da cabine acolchoada
	BL3530	Recaro	Fixo	Curta	10 kg	Bestseller das cadeiras de classe económica da empresa
	EC00 ZIMunique	ZIM	Fixo	Curta	8,9 kg	Vencedor Crystal Cabine Award
	Morph	Seymour-powell	Fixo	-	-	Os apoios de braços são ajustáveis
	Move	Layer	Fixo	Curta e média duração	-	Utiliza tecidos com funcionalidades inteligentes para melhor a experiência a bordo em curtas e médias viagens na classe económica.

3.6 Processo de desenvolvimento

O presente projeto foi idealizado com o objetivo de otimizar cadeiras de aeronaves. Na fase de investigação foi identificada uma oportunidade de mercado – a classe económica, em aviões de percorrem longas distâncias. Trata-se de uma classe com as condições mais simples, existindo menor flexibilidade e possibilidade de inovação, em comparação com as restantes classes.

O processo de desenvolvimento desenrolou-se a partir de uma investigação detalhada a cerca de diferentes parâmetros envolvidos desde o design; estudos de características de uma cadeira de avião; a análise da história e evolução dos bancos de aeronave tanto como da classe económica; estudo sobre a segurança e regras associadas às cadeiras de avião; estudo sobre o impacto na saúde das viagens aéreas e das cadeiras nos passageiros; estudo ergonómico e antropométrico; e uma análise dos produtos já inseridos no mercado.

Para um maior aprofundamento, foi elaborado um questionário direcionado a pessoas que já tivessem viajado de avião. A recolha de informação contribuiu para identificar as necessidades dos passageiros, contribuindo para a validação de alguns problemas identificados, como a falta de espaço. No decorrer do projeto, mesmo com a oportunidade de mercado constatada e os conhecimentos da investigação apreendidos, existiu uma pesquisa constante sobre novas questões que foram surgindo.

Relativamente às dimensões do produto foram definidas através da análise feita sobre a ergonomia. Uma abordagem comercial também foi tida em conta, uma vez que todos os centímetros e quilogramas têm influência significativa no desempenho e economia do avião.

Foi realizada em recolha referente a diferentes materiais, formas e elementos dos diferentes produtos inseridos no mercado, constando-se uma tendência num investimento num bom apoio de cabeça, redução do número de elementos, materiais leves, entre outros. Posto isto, foi mantida presente, ao longo de todo o processo, a necessidade de gerar uma proposta de maior eficiência face aos produtos existentes no mercado.

Foram projetadas diversas formas para exploração de ideias, com o auxílio do desenho (figura 15), após a pesquisa e compreensão das características inerentes a este tipo de produto. A análise de diferentes cadeiras de avião foi relevante, não só para um melhor conhecimento do mercado, como também serviram de base para manter ou melhorar características que melhoram a viagem do passageiro. Desta forma, a cadeira *Morph* da empresa *Seymourpowell*, representa de certa forma, uma fonte de inspiração para o conceito desenvolvido.

A forma geral do produto é mantida com a forma tradicional de cadeira de aeronave, mesmo tratando-se de um banco com duas divisórias no interior móvel. A implementação da possibilidade de alteração, tanto da largura como da profundidade possibilita a integração de diferentes pessoas. De referir ainda, que com esta característica, questões como saúde, segurança e bem-estar são tidas em conta e poderão contribuir para resultados positivos na experiência do utilizador.

A modelação tridimensional (figura 16) permitiu corrigir e validar com maior precisão as dimensões e detalhes da cadeira, tendo em conta o espaço que os elementos técnicos ocupam. Através da modelação foram avaliados vários aspetos entre o quais as cores relativas aos materiais. No presente produto, cores claras ou pastel foram as selecionadas. As cores pastel são menos saturadas em relação às cores primárias, transmitindo leveza, suavidade e calma (Burgett, 2015). Contudo, as cores são elementos que ficam ao critério da companhia aérea, até por questões relativas ao *marketing*, isto é a linguagem de marca.

3.6.1 Esboços

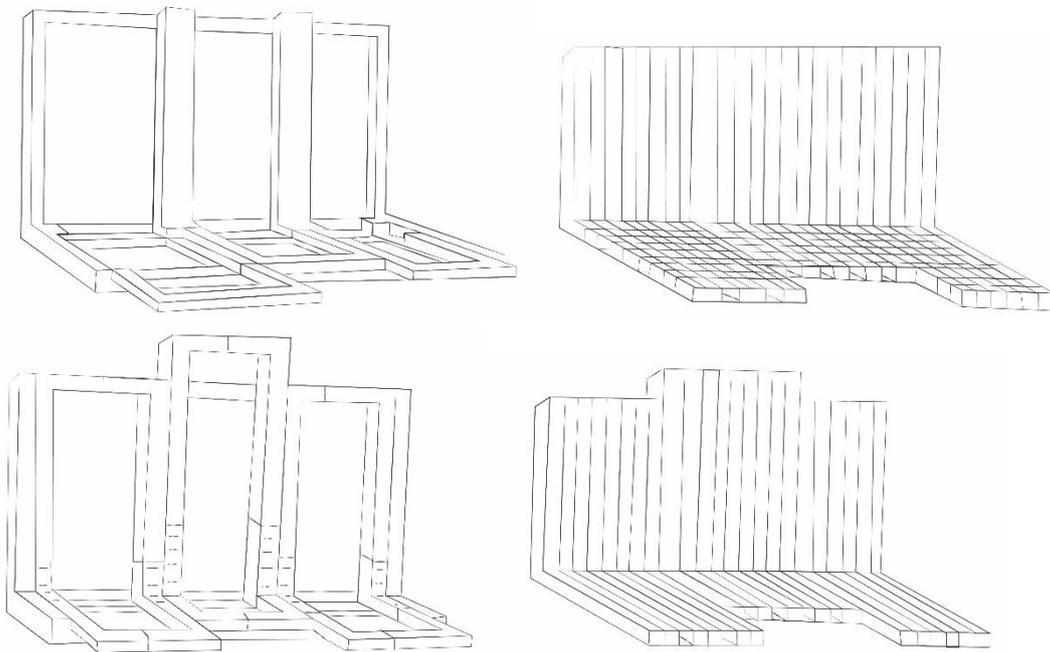


Figura 15 - Conjunto de esboços

3.6.2 Modelação 3D

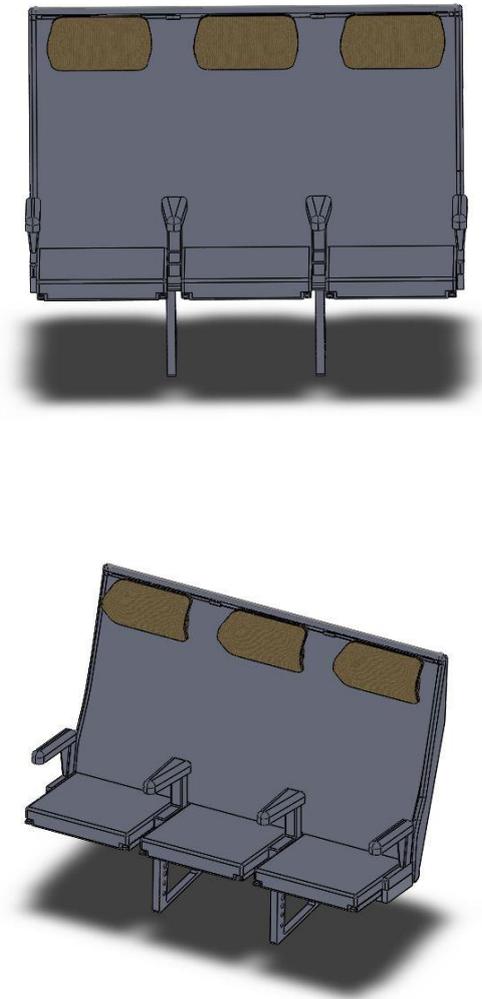


Figura 16 - Modelação 3D

3.7 Materiais

Outro destaque na fase de idealização foi a procura pelos materiais que pudessem ser utilizados, de forma a cumprir a sua função corretamente e tornar o assento mais leve e bom para o ambiente. Os materiais devem ser cuidadosamente escolhidos, uma vez que influenciam o peso, necessidades de manutenção e preço.

Para a estrutura das cadeiras de avião, os materiais mais utilizados são metais como diferentes tipos de alumínio e ligas de aço. Também são utilizados materiais plásticos, principalmente para partes menos críticas, principalmente para revestir a estrutura ou para as áreas de contacto com o utilizador.

São várias as empresas que tentam inovar na escolha dos materiais, tome-se como exemplo a *Acro Aircraft Seating* que no modelo básico da Série 3, a estrutura é feita de um material composto de vidro fenólico. Para além do peso reduzido, resinas fenólicas e os compostos fenólicos de vidro são inerentemente retardadores de fogo e possuem propriedades de inflamabilidade elevadas. Em classes superiores, a empresa utiliza fibra de carbono devido ao seu reduzido peso (Dubois, 2020).

A cadeira mais leve do mercado pertence a empresa *ExpliSeat* com um peso total de 5,8 kg por pessoa (figura 17). Nesta cadeira são utilizados materiais diferentes do tradicional, como fibra de carbono e titânio. Segundo *Bejamin Saada*, CEO da *ExpliSeat*, o metal foi escolhido em vez do alumínio por ter um maior grau de dureza e, para além disso, existe o risco de deformação profunda que pode levar à corrosão. Apesar do alumínio, como matéria-prima, pesar menos do que o titânio, para igualar a força é necessário mais material e daí as estruturas em alumínio serem mais pesadas (Composites Manufacturing, 2019; Dubois, 2020; ExpliSeat, 2022).

Embora sejam inúmeras as vantagens do titânio, o preço do material é bastante mais caro do que o alumínio e mais difícil de trabalhar em comparação com o alumínio, tornando o processo de produção mais caro. Apesar do peso desejável, o preço final tem bastante influência na decisão de compra, como afirma *Christian Kley*, chefe de compras de assentos da Airbus, que constatou uma adoção relativamente lenta dos produtos da *ExpliSeat* (Dubois, 2020; Watanabe, 2010).

Desta forma, o alumínio foi o selecionado para dar forma à estrutura do presente modelo. Sendo o elemento metálico mais abundante na crosta terrestre, o alumínio possui uma combinação de características e propriedades aliciantes e, daí ser bastante utilizado no mundo aeronáutico (Mesquita, 2013).

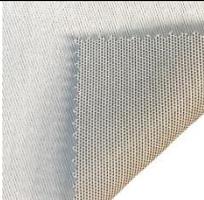


Figura 17 – ExpliSeat: TiSeat E2 S-Line (ExpliSeat, 2022)

Passando para o revestimento da estrutura, foi realizada uma tabela (tabela 19) onde foram comparados alguns materiais e algumas das suas características para selecionar o ideal para o

produto final. A pesquisa teve como objetivo encontrar alternativas para a espuma de poliuretano que é frequentemente utilizada como almofada nas cadeiras.

Tabela 19 - Tabela comparativa entre materiais

Material	Material	Prós	Contras	Reciclável	Peso
Espuma PU (Foam online, 2022)		-Durabilidade -Versatilidade -Leve -Confortável	-Requer uma camada de bloqueamento de fogo -precisa de tecido ou revestimento protetor	Não	0.54 kg/m ³
<i>Fibioseat</i>	-	-Conforto, -Suporte -Durabilidade -Não inflamável -Reciclável -Alternativa mais econômica em relação aos materiais que utilizam retardantes de chama não halogenados	-Fase de projeto	Sim	-
<i>Stimulite</i> Material em formato favo de mel flexível (Aerospace-basf, 2022)		-Formato favo de mel flexível à base de uretano termoplástico -Comprovado clinicamente -Conforto a longo prazo -Leve -Perfil fino que atribuiu mais espaço na cabine -Promove a saúde e o bem-estar -Não absorve umidade -Lavável	-Precisa de tecido ou revestimento protetor	Sim	3 camadas-1.4 kg
<i>Plastazote®</i> (Espuma de Polietileno de baixa densidade)(Zot e foams, 2022)		-Impede a passagem do ar e da água -Flexível -Durabilidade -Espuma leve e flutuante	- Precisa de tecido ou revestimento protetor	Não	15 kg/m ³
<i>Dymetrol®</i> Material em rede (Innovasia, 2022)		-Peso reduzido 3-4% de fluência máxima, o que significa que não cederá -Acabamento retardado por	-Para o assento, o passageiro pode tocar na estrutura subjacente em caso de colisão/turbulência	Sim	653 g / m

O DESIGN E A AVIAÇÃO

Desenvolvimento de uma cadeira de avião ajustável

		<p>chamas pode ser adicionado</p> <ul style="list-style-type: none"> -Conforto, durabilidade e desempenho -Perfil fino <p>Fixação rápida à estrutura mecanicamente ou manualmente</p>			
<p><i>Lantal</i> Almofada de ar pneumática (Lantal, 2022)</p>		<ul style="list-style-type: none"> -Conforto -Almofada pneumática do assento deteta automaticamente a forma do corpo do passageiro -Firmeza adaptável -Almofadas eliminam pontos de pressão -Leve -Motores pequenos, potentes, altamente precisos e confiáveis 	-necessita eletricidade	Sim	0,5 a 1 kg/PAX dependendo do sistema (com lombar)

O material em rede de suspensão, *Dymetrol*[®] nomeadamente o C150S, foi o selecionado para este projeto, de forma a substituir a espuma tradicionalmente usada no encosto. É um material ergonómico, económico e ecológico para todos os tipos de assentos (Innovasia, 2022). É fácil de instalar, poupando tempo e custos de instalação. A leveza e durabilidade são características que o acompanham. O material pode proporcionar conforto, é bastante flexível e leve, não existindo necessidade de uma parte estrutural no encosto, correspondendo perfeitamente ao produto desenvolvido. Optou-se por utilizar a versão C150S, uma vez que é a mais adequada para aplicações aeronáuticas e retardante de chama. O *Dymetrol*[®] necessita de ser alongado para ativar o efeito de suspensão, com um mínimo de 5% de alongamento, isto é para uma aplicação de 1 metro são necessário 95 cm de material. (Innovasia, 2022; Kokorikou, 2014).

A cadeira SL3510 (figura 18) da *Recaro* é um dos exemplos de utilização deste material para proporcionar leveza, apesar de ser revestida e daí não ser visível (RECARO, 2022).

O DESIGN E A AVIAÇÃO

Desenvolvimento de uma cadeira de avião ajustável



Figura 18 – RECARO: SL3510 (RECARO, 2022)

Para o assento foram selecionados dois materiais, material em formato de favo de mel flexível e material em rede de suspensão, para formarem uma almofada que permite o aumento e encolhimento da largura e profundidade. Apesar de o material em rede cumprir bem, isoladamente, a sua função, em caso de turbulência, para não existir a possibilidade do passageiro tocar na estrutura, foi adicionado o segundo material, em formato de favo de mel flexível, para atribuir mais conforto mesmo com uma espessura reduzida e devido à sua total reciclagem.

4

Resultados e Discussão

4.1 Resultados do inquérito

No questionário realizado exclusivo a pessoas que já tivessem viajado de avião, foram obtidas respostas de 271 passageiros, dos quais 261 quando viajam optam pela classe económica e 10 pela classe executiva. As idades dos participantes variam entre os 18 e 78, dos quais 158 são do sexo feminino e 113 do masculino. Em relação às alturas variam entre 1,48 cm e 1,91 cm e o peso entre 44 kg a 112 kg.

Ao longo do questionário tentou-se perceber se entrar/ sair do lugar durante o voo, se era uma ação difícil ou não, sendo que 60,9% dos participantes levante-se aproximadamente 1 a 2 vezes durante a viagem e 1,5% mais de 5 vezes. A figura 19 demonstra as percentagens de cada grau de dificuldade ao entrar/ sair do lugar durante o voo, escolhido por cada passageiro. Segundo os resultados, o grau de dificuldade revela-se maioritariamente médio, considerada logo a seguir uma ação difícil.

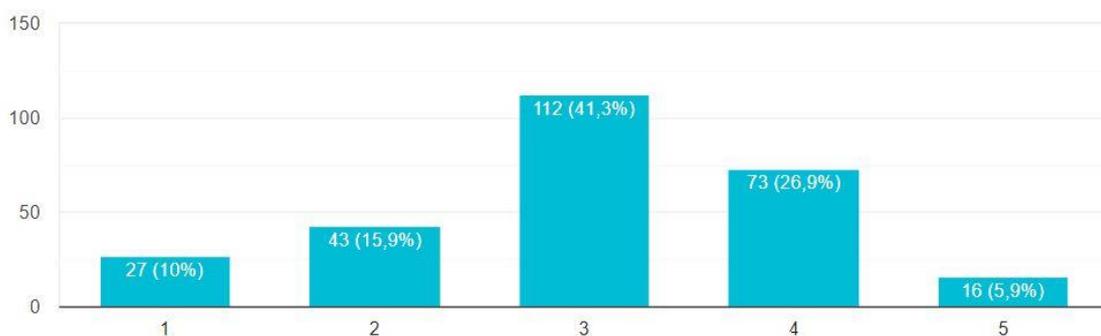


Figura 19 - Classificação do grau de dificuldade ao entrar/ sair do lugar durante o voo

Para além disso, 71,2% já sentiu desconforto/ dormência/ dores corporais durante o voo, sendo as três zonas mais afetadas a zona lombar (63,7%), o pescoço (56,5%) e os pés/tornozelos (36,8%) (figura 20).

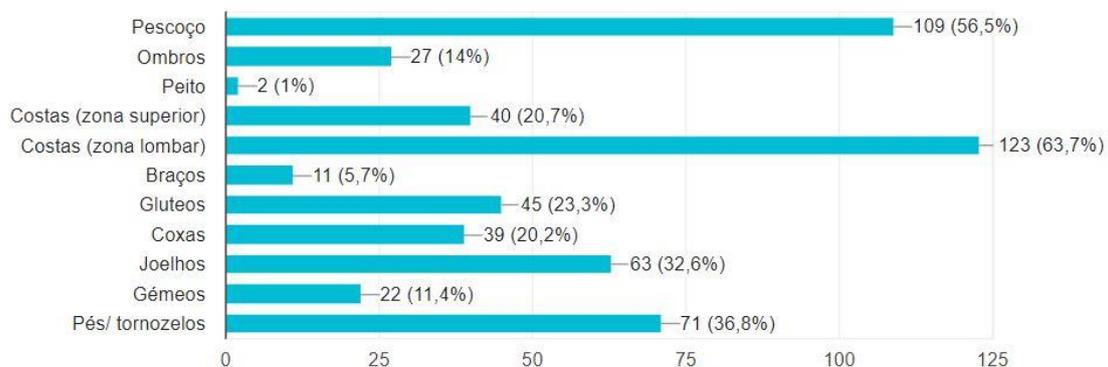


Figura 20 - Identificação de 3 zonas mais afetadas durante a viagem

Ao longo do inquérito foi questionado quais seriam os três elementos mais importantes para contribuir para o conforto e bem-estar quando se encontram sentados na cadeira de avião (figura 21), revelando ser a distância entre bancos (69%), o espaço para os joelhos (63,8%) e o apoio para a cabeça (60,9%).

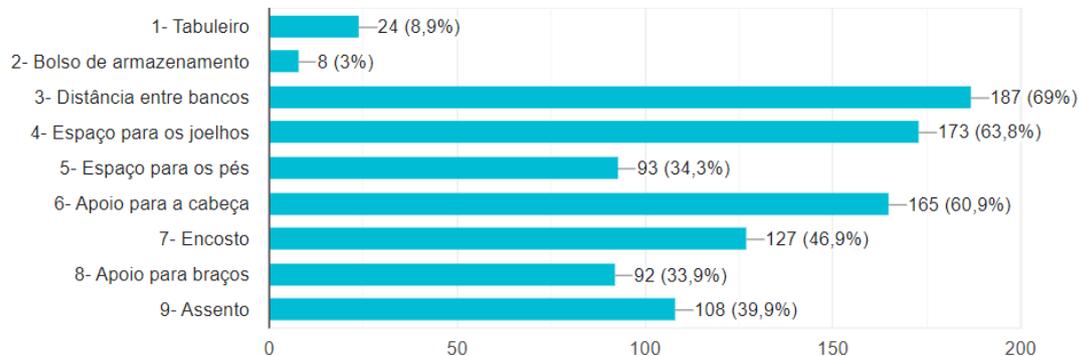


Figura 21 - Identificação de 3 elementos mais importantes para o conforto e bem-estar, durante o voo

Foi também pedido a quem já tivesse sentido algum constrangimento com alguma zona da cadeira para especificar qual o motivo, na qual a maioria destacou a falta de espaço em geral; a falta de apoio para a cabeça; banco pouco ergonómico. Por último, foi questionado o que seria, para o entrevistado, um bom banco de avião, sendo que um grande número realçou o espaço adequado e o conforto; espaço para as pernas; apoio para a cabeça; apoio lombar e cervical.

4.2 Descrição do produto final

4.2.1 Estrutura

Para além das suas várias funções, um assento de avião deve ser bastante resistente para suportar as cargas e turbulência que podem ocorrer durante o voo. Por isso, existe uma estrutura forte sobre a qual são fixadas outras peças, como almofadas, revestimentos e outros suportes adicionais. Os materiais desta zona devem ter elevada resistência mecânica, extensões significativas de forma a evitar fratura frágil, boa resistência à corrosão, baixa densidade para reduzir o peso, maquinabilidade e formabilidade, preço adequado (Mesquita, 2013). Assim, como referido anteriormente para a estrutura foi eleito o alumínio. Para além dos metais, são também utilizados materiais de origem polimérica.

4.2.2 Encosto

O encosto do assento é uma parte fundamental da cadeira de avião, sendo um dos elementos responsáveis para garantir conforto durante a viagem. Relativamente à sua estrutura, o encosto é, por norma, formado por dois pilares laterais ligeiramente verticais que suportam uma estrutura, variável na forma, tamanho e inclinação. Trata-se de uma zona de suporte lombar-dorsal, uma vez que é o local onde a coluna vertebral se apoia.

Quando se trata de voos de curta ou longa duração é necessário atribuir conforto ao espaço onde o passageiro permanece, sendo o assento o local onde se encontra mais tempo. Um assento confortável é, de uma forma subjetiva, aquele que dá a sensação de bem-estar ao utilizador, ou seja existe um conjunto de sensações aprazíveis tanto internas como externas, resultando no bem-estar de quem está sentado durante um período de tempo, visto que é uma posição na qual é poupada energia muscular.

A coluna vertebral apresenta três curvaturas que permitem executar movimentos complexos. Além disso, tem que apoiar a cabeça, os braços e está sujeita à tração abdominal do tórax, logo a posição vertical do torso, dita ortostática, é mantida voluntariamente. Portanto, é imprescindível fornecer assentos com encosto - equipado com suporte lombar e dorsal - corretamente moldado e inclinado, estando posicionado verticalmente para diminuir essencialmente o trabalho da musculatura do tronco. Ora, o encosto do assento deve ir ao encontro da posição ortostática -posição em que um indivíduo encontra-se ereto, sobre seus pés, com os braços estendidos paralelos ao corpo- do torso (Luigi Perali, 1998).

As cadeiras para fornecerem um suporte lombar adequado, a sua estrutura deve tentar acompanhar o ângulo de curvatura da coluna, sendo que a mesma deve manter uma curvatura em forma de S, semelhante à curvatura da coluna em pé. Para isso, a profundidade do ângulo da curvatura lombar deve ser entre 1,524 a 5,08 cm. Em relação à altura, os encostos mais altos proporcionam melhor suporte de peso do tronco e existe um apoio total da cabeça e pescoço, portanto de forma a abranger um homem do percentil 95, a altura deverá ser por volta dos 91,44 cm. Passando para a inclinação do encosto, o ângulo ideal deve estar entre os 100 e 110 graus. Uma boa postura sentada é aquela que é confortável e não coloca tensão nos glúteos, costas ou músculos do braço do utilizador e permite que os pés fiquem no chão (Cornell University Ergonomics Web, 2022; Scott Openshaw & Erin Taylor, 2006). Embora o apoio lombar deste projeto seja fixo e possa ser considerado o mínimo do ponto de vista do conforto, é um passo para tornar a cadeira da classe económica mais ergonómica e confortável sem adicionar peso extra.

Como referido anteriormente, o tecido de suspensão foi o selecionado para este projeto, devido às variadas vantagens, como por exemplo a redução de peso e adaptação ao corpo humano. É um material respirável e ajuda a dissipar rapidamente o calor do corpo do passageiro.

A inclinação do encosto para trás foi revelada no estudo desenvolvido pela The Sleep Judge (2022) que não contribui para tornar as horas de sono mais confortáveis, sendo um recurso que as companhias aéreas estão a eliminar, também devido aos vários conflitos que provoca entre passageiros. Desta maneira, este projeto não terá inclinação ajustável do encosto.

4.2.3 Assento

Atualmente existem assentos onde o encosto se pode inclinar cerca de 10 graus para trás e perante esta situação, o torso tem de se curvar para trás a fim de encontrar o suporte. Contudo, a posição inclinada apresenta algumas desvantagens, tais como: o torso num plano inclinado desliza, perdendo o suporte lombar e dorsal, o que causa tensão muscular, fadiga e os espaços intervertebrais na parte inferior das costas alargam, contribuindo para o aparecimento hérnias de disco; para além disso, quanto mais o tronco se inclina para trás, mais o pescoço se dirige para a frente a fim de apoiar a cabeça, contribuindo para o aparecimento de dores nos músculos do pescoço.

Desta forma, para se evitar situações não desejadas, o assento é usualmente inclinado para cima alguns graus para que o torso e a pélvis recuem na direção do encosto, uma vez que impede o deslizamento da bacia e das coxas em caso de variações de velocidade. Portanto, é possível afirmar que o correto posicionamento pode trazer alguns benefícios, tais como conforto, facilita o movimento de sentar e levantar e aumenta o espaço na cabine. (Luigi Perali, 1998)

4.2.4 Largura do assento

A largura dos assentos é definida não só pela distância das ancas na posição sentada, mas também pela largura dos ombros e largura de um cotovelo ao outro, uma vez que são medidas que diferem, principalmente nos homens que apresentam, por norma, os ombros mais largos do que as ancas. Trata-se de uma medida bastante importante para a perceção de conforto, pois quando essas dimensões são alteradas, pode existir uma evasão do espaço pessoal. A existência de privacidade é um ponto bastante relevante no design de assentos, nomeadamente em transportes públicos.

Foi observado num estudo desenvolvido por Molenbroek et al. (2017) que a largura das ancas na posição sentada tem aumentado cerca de 2 a 3% por década nos últimos 30 a 50 anos. O aumento da IMC em relação à altura nos seres humanos, em todo o mundo, impactará o bem-estar e a saúde dos passageiros quando viajarem de avião, uma vez que não acomodará adequadamente uma porção significativa da população, especialmente se as cadeiras continuarem a ser usadas por vários anos com as mesmas medidas ou com tendência a diminuir.

No que concerne à largura do assento, este deve ser largo o suficiente para acomodar a largura das ancas e roupas do utilizador e permitir o uso confortável dos apoios de braços. Segundo os critérios da BIFMA apresentados por Scott Openshaw and Erin Taylor (2006), usando mulheres e homens do 5 ao 95 percentil, a largura do assento não deve ser menos de 45,72 cm. Já a Cornell University Ergonomics Web (2022) revela que a largura deve ser entre 50.8 a 55.88 cm.

Portanto, indo ao encontro do pensamento de Stephen Pheasant and Haslegrave (2006) no capítulo 2, o produto será utilizado por diferentes pessoas e terá um longo período de vida, logo será ajustável e neste caso terá diferentes medidas. De maneira a criar um assento adaptável, a largura dos lugares laterais dará para aumentar ou diminuir 10 cm. Já o lugar central poderá ser

ajustável até 20 cm. Assim, o aumento de espaço também surge como resposta ao problema mais vezes identificado no questionário realizado, a “falta de espaço”.

A medida padrão (e mais utilizada a nível mundial (Seat Guru, 2021a) é 45,72 cm; poderá ser aumentada para 55,72 cm (nos lugares laterais) e 65,72 cm (no lugar do meio). Também permite ser diminuída até 35,72 cm (nos lugares laterais) e 25,72 cm (no lugar do meio). A medida padrão foi mantida por ser a mais comum a nível mundial, pois aumentando tal medida nos três lugares, retiraria espaço no resto do avião, nomeadamente no corredor principal. Em vez de se tratarem de três bancos individuais, consiste num banco. Os apoios de braços são os elementos que dividem o banco em três lugares, movimentando-se e formando lugares com as larguras definidas anteriormente. A movimentação do apoio para os lados é possível através de corrediças fixas na estrutura.

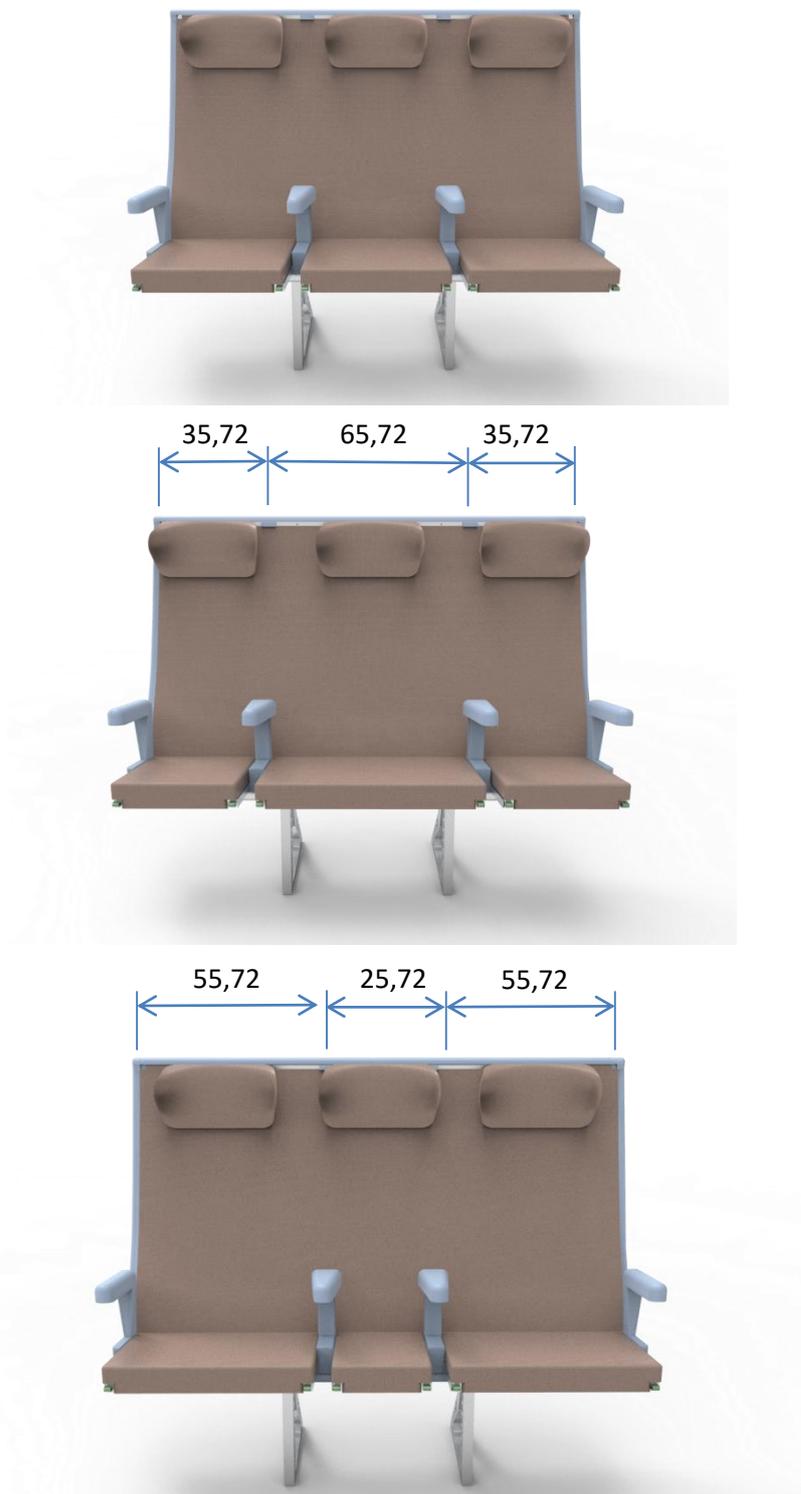
Contudo, o sistema de bloqueio das divisórias será algo a ser projetado futuramente, onde poder-se-á dar prioridade a diferentes soluções, uma vez que se tratará de um sistema que apenas os comissários de bordo terão acesso. A largura de cada lugar é algo que será definido no ato da compra da viagem e, desta forma, o passageiro não poderá ter acesso ao sistema que regula as dimensões quando estiver dentro do avião.

4.2.5 Diferentes ajustes



O DESIGN E A AVIAÇÃO

Desenvolvimento de uma cadeira de avião ajustável



4.2.6 Profundidade do assento

Num estudo realizado por Quigley et al. (2001) foi descoberto que o espaço disponível para sair era restritivo, obrigando os gémeos da perna a embater contra o assento do próprio lugar e a barriga a entrar em contacto com o encosto da cadeira à frente. Este movimento resulta numa

postura desequilibrada, obrigando o passageiro a utilizar o apoio de braços para evitar quedas ou agarrar-se ao banco da frente, criando a possibilidade de incomodar o passageiro que nele se encontra.

Através desta descoberta e por questões de segurança, surgiu a ideia de tornar a profundidade do assento ajustável. Na estrutura, juntamente com a divisória, estão incorporados três elementos em forma de U, que permitem o utilizador regular a profundidade do assento. Os elementos deslizam para a frente e para trás através de uma correição. Se o passageiro quiser ter mais espaço para as pernas, sair do lugar ou permitir a passagem de alguém sem sair do seu lugar, tem a possibilidade de empurrar a assento para trás. A profundidade recomendada é 42 cm, uma vez que se o assento for maior do que o comprimento nádega-poplíteo do 5º percentil feminino (42,6cm) (Iida, 2005), o utilizador não conseguirá utilizar corretamente o encosto (Cornell University Ergonomics Web, 2022).

A profundidade padrão do modelo desenvolvido é de 42 cm e através do recuo do assento poderá ser 23,5 cm (figura 22). A cor selecionada para o botão inserido na estrutura que permitirá o movimento, foi a verde. O uso de uma cor distinta do restante modelo, representa um *signifier*, isto é, é uma pista que conduz o utilizador a uma ação que poderá ser desconhecida (principalmente no início da viagem) e desta forma, reforça a usabilidade, ajudando o passageiro a interagir claramente com o produto.

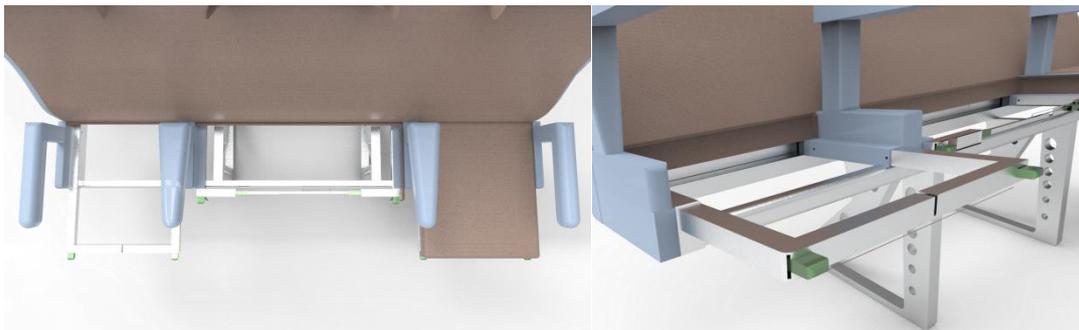


Figura 22 - Vista pormenorizada do assento

4.2.7 Almofada do assento

No assento, em vez de utilizar apenas tecido, como no encosto, para proporcionar mais conforto e, principalmente para o passageiro não correr o risco de tocar na estrutura subjacente em caso de colisão/turbulência, foi adicionada uma camada de almofada em formato de favo de mel flexível. O tecido e a almofada têm de acompanhar o movimento da estrutura e, por isso, a almofada está dividida em 4 partes envolvidas no material de rede/suspensão. Quando o lugar é alargado, surgem as zonas apenas de tecido que permitem uma extensão da almofada. Quando o lugar é encolhido, as zonas com almofada unem-se, escondendo as zonas apenas com tecido. A posição padrão terá sempre os dois tipos de zona (zonas com tecido e almofada e zonas com apenas tecido), daí permitir o seu encolhimento e alargamento. A figura 23 é uma

representação ilustrativa do movimento da almofada, demonstrando as diferentes opções. Na segunda linha da figura 24 encontram-se as três diferentes opções, com a profundidade reduzida a metade.

A espessura ideal da almofada está entre 3,81 a 5,08 cm, apesar do material em rede favo de mel apresentar conforto com apenas 2,54 cm de espessura, de acordo com a ficha técnica do material (BASF, 2022; Cornell University Ergonomics Web, 2022). Para o presente projeto, a espessura terá 5 cm.

-  Representa zonas só com tecido
-  Representa zonas com tecido e almofada

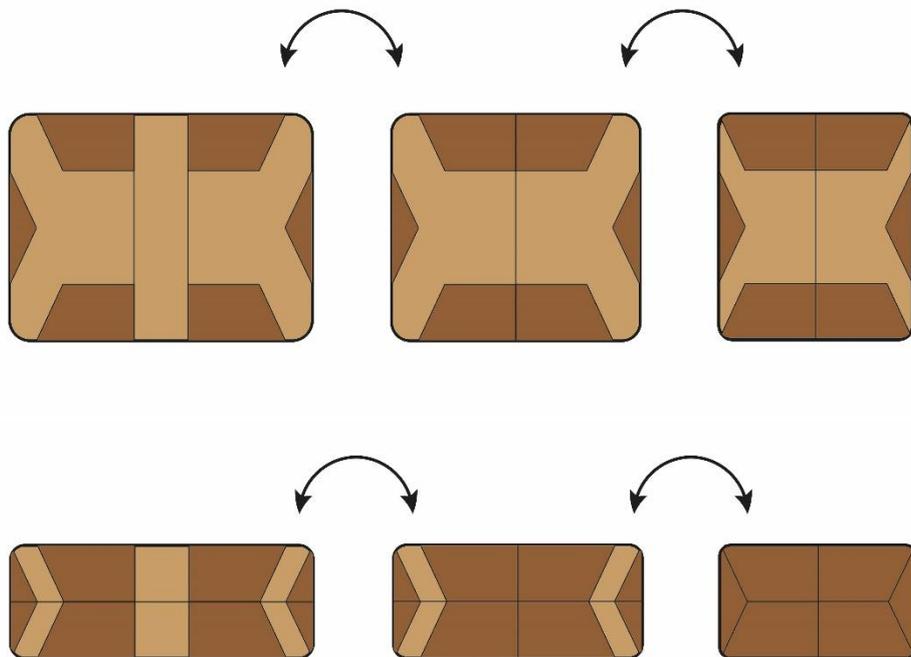


Figura 23 - Diferentes possibilidades de alteração da almofada

4.2.8 Apoio da cabeça

Um bom apoio de cabeça, para além de cumprir a sua função principal, minimiza as dores no pescoço, como também proporciona um aumento da privacidade ao utilizador. Num voo de

longa duração, grande parte dos passageiros experienciam algumas horas de sono e relaxamento. No entanto, quando a viagem é longa pode ser difícil descansar adequadamente. Existem inúmeras dicas e pesquisas, incluindo quais as melhores almofadas, para usufruírem de horas de sono mais positivas. Num estudo desenvolvido por The Sleep Judge (2022) com 980 participantes concluiu-se que o lugar da janela na zona da frente do avião pode ser o melhor espaço para dormir. Apesar do lugar do meio ser considerado o pior do avião, o assento junto ao corredor central na zona da frente e atrás do avião foram considerados os piores para dormir. Quer a viagem seja de trabalho ou de lazer, dormir uma quantidade de horas de forma adequada pode melhorar a experiência.

Na classe económica, na sua grande maioria, existe uma almofada para a cabeça, porém quando uma pessoa dorme, a cabeça tem tendência a deslizar para os lados. Por isso, um apoio de cabeça e pescoço lateral torna as horas de sono, num assento de avião, em momentos mais confortáveis, como também impede a invasão do espaço do passageiro do lado e vice versa, para além de bloquear a visão periférica. Um exemplo premiado pelos Prémios *Crystal Cabin* é o apoio *HeadRest*, desenvolvido pela designer industrial *Manon Kühne* com objetivo de melhorar a viagem dos passageiros (Wired, 2022a).

Deste modo, neste projeto, nos três lugares existe um apoio para a cabeça, tendo em conta a altura sentada de uma mulher no 5º percentil (80,5cm) e a largura da cabeça do homem no 95º percentil (16,7 cm) (Iida, 2005). Desta forma, existe suporte lateral para o peso da cabeça e pescoço, sem restringir movimentos.

4.2.9 Apoio de braços

Os apoios para os braços ajudam a aliviar a tensão no pescoço, ombros e costas. Concedem suporte postural adicional e ajudam a levantar e a sentar. É uma estrutura que fornece apoio para o antebraço nas laterais de cada lugar. No contexto aeronáutico, este apoio ganhou uma importância simbólica na experiência do passageiro, uma vez que existe uma tendência por parte das companhias aéreas a apostarem em lugares cada vez mais estreitos e, assim, o apoio de braços tornou-se um ponto crítico na questão da falta de espaço pessoal no avião.

A existência de um único apoio de braço compartilhado entre dois lugares na classe económica é causa de alguns problemas entre passageiros, sendo que na primeira classe e na executiva são raros os apoios que são partilhados. É importante ter em conta que na classe económica o apoio de braços é um espaço partilhado e, portanto, tem de ser pensado para isso (Cornell University Ergonomics Web, 2022; Scott Openshaw & Erin Taylor, 2006).

Para este trabalho, a largura dos apoios de braço nas laterais do banco, sendo de uso individual tem uma largura de 5 cm. Já os que permanecerão no meio, divisores de lugares e compartilhados, tem uma largura de 9 cm, existindo espaço para alojar dois cotovelos e toda a sua estrutura é fixa. A altura ideal deve estar entre 20,32 cm e 25,4 cm e devem estar a uma distância um do outro de pelo menos 43,6 cm (Cornell University Ergonomics Web, 2022).

A opção de material preferencial para este elemento é o poliuretano termoplástico, sendo um material altamente resistente à abrasão, resistente aos raios UV, produtos químicos e elásticos (Air Travel Design, 2022).

4.2.10 Traseira do assento

Os elementos referidos neste subcapítulo são apenas ilustrativos, uma vez que com a possibilidade de alargamento e encolhimento dos lugares, estes três elementos serão fixos, ou seja poderão não se encontrar respetivamente em frente ao passageiro. Mais futuramente, poder-se-á dar prioridade a novas soluções, nomeadamente sistemas que possibilitem o ajuste ou direcionem estes elementos, sempre que o lugar for aumentado ou encolhido.

4.2.11 Sistema de entretenimento

As costas do assento são, por sua vez, a zona frontal do passageiro que se encontra imediatamente atrás. Em voos de longa duração o entretenimento a bordo é parte integrante da experiência, e portanto, a maioria das companhias aéreas tem vindo a apostar em ecrãs televisivos. Existem aviões com telas suspensas na zona superior, reproduzindo filmes e os passageiros ligam os auriculares, podendo assistir aos filmes. Porém, atualmente a opção mais evidente são os ecrãs individuais com diferentes conteúdos. Estes sistemas funcionam sem fios visíveis, escondidos nas paredes do avião, que se conectam aos postos de energia. Os ecrãs mais atuais não necessitam de muitos fios, permitindo que alguns cabos de fibra ótica transportem a maior parte dos dados e energia. Como resultado, os dispositivos são mais leves e simplificados, que outrora necessitavam de bastante espaço, retirando espaço para as pernas. Contudo para este trabalho, não foi dado grande ênfase ao dispositivo e o presente serve apenas como referência. (Simple Flying, 2020)

4.2.12 Tabuleiro

Cada lugar tem respetivamente à sua frente, para além do ecrã, um tabuleiro rebatível. Destinado para diferentes funções como comer, dormir, colocar o pc ou telemóvel, a bandeja está integrada verticalmente no encosto e assim que desbloqueada, é nivelada horizontalmente servindo de mesa durante a viagem. O bloqueador é estritamente obrigatório, uma vez que no momento da descolagem e aterragem, o tabuleiro tem de estar resguardado para que não impeça o passageiro de evacuar em caso de emergência. A descolagem e aterragem são as fases mais críticas do voo, pois de acordo com um estudo realizado pela *Boeing* em 2014, mais de 60% de todos os acidentes fatais ocorrem durante essas fases (Travel and Leisure, 2018).

4.2.13 Bolso

O bolso no fundo do assento destina-se a armazenar as revistas da companhia aérea e informações de segurança. O regulamento da FAA (Título 14 do Código de Regulamentos Federais (14 CFR) parte 121, § 121.589) foi desenvolvido para impedir a invasão do espaço necessário na ocorrência de uma saída de emergência, evitando que os itens diminuam a velocidade em caso de evacuação ou provoquem ferimentos. Os bolsos são projetados para conter 1,4 kg, não estando referenciados no regulamento com um local de armazenamento aprovado como para a bagagem de mão. Contudo, se objetos leves e pequenos, como óculos ou telemóvel, couberem no bolso sem exceder o limite de peso total podem ser colocados, pois não impedirão o movimento (Federal Aviation Administration, 2019).

4.2.14 Distância entre cadeiras (*pitch*)

O *pitch* trata-se da distância horizontal entre um ponto no assento e o mesmo ponto na cadeira exatamente à frente (ou atrás), isto é a distância entre cadeiras. O comprimento entre o joelho até à nádega - medida essencial para estabelecer a distância entre bancos (não só em aviões, mas também em autocarros e comboios) - mais a espessura do encosto, obtém-se a dimensão mínima que deve ser utilizada para distanciar os bancos. Trata-se de uma dimensão mínima, uma vez que geralmente não permite grande movimento, no então deve ser ligeiramente aumentada de forma a permitir a ser adicionado revestimento às cadeiras, mudanças posturais e entrada e saída dos passageiros (Quigley et al., 2001).

Apesar do espaço para as pernas ser uma das medidas mais apropriadas para determinar o espaço útil do assento, a maioria das companhias apenas fornecem duas medidas, sendo a distância entre cadeiras uma delas. De um modo geral, esta distância nos aviões que percorrem longas distâncias varia entre os 73,66 cm e 91,44 cm (Seat Guru, 2021a). Atualmente, o comprimento mais longo identificado entre os joelhos e as nádegas, pertencem aos homens holandeses, cujo percentil 95 tem o valor de 70,3 cm (Quigley et al., 2001). Assim, na proposta final, através do recuo do assento, isto é da alteração da profundidade, vai ao encontro do segundo problema mais identificado no inquérito realizado, a “falta de espaço para as pernas”.

4.3 Proposta Final

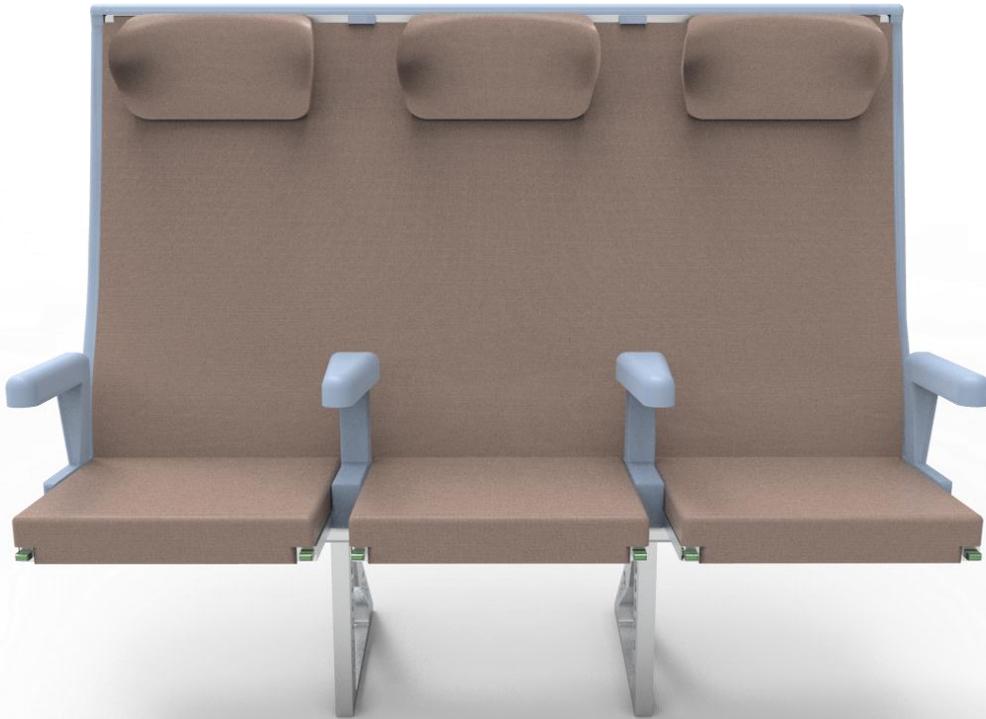


Figura 25 - Modelação 3D do produto (vista frontal)



Figura 24 - Modelação 3D do produto (vista traseira)

O DESIGN E A AVIAÇÃO

Desenvolvimento de uma cadeira de avião ajustável

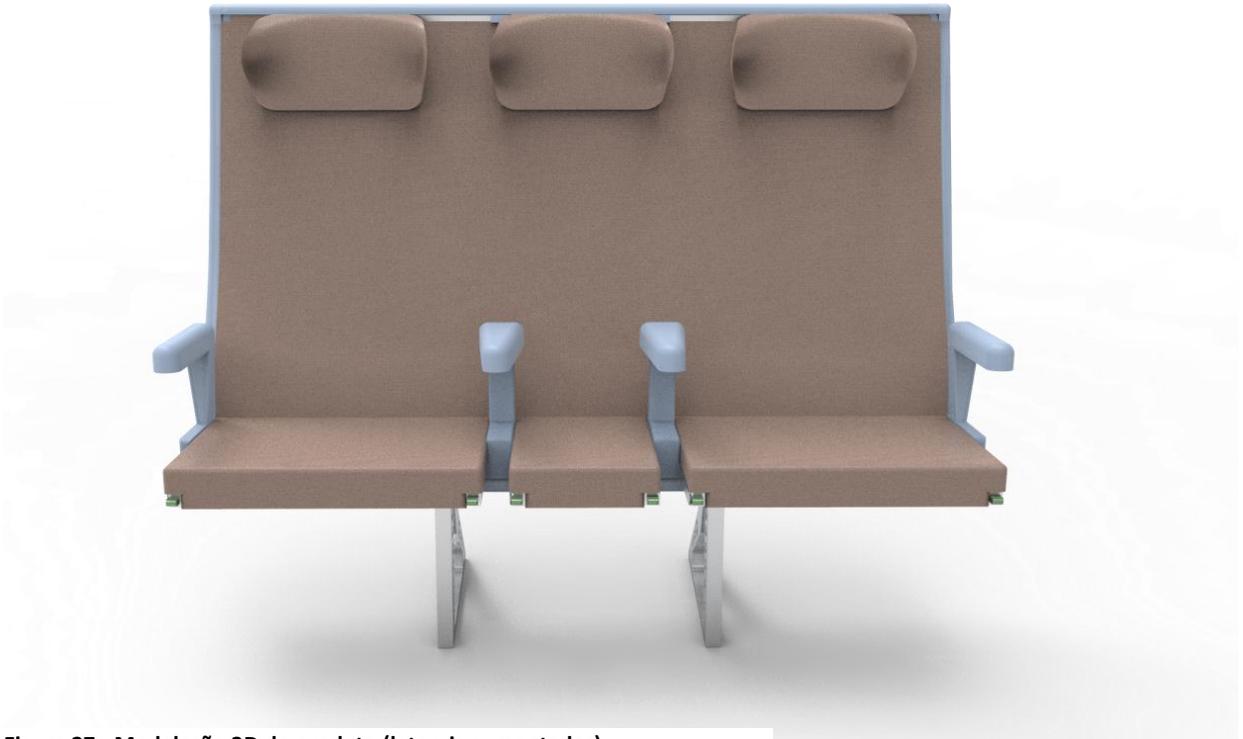


Figura 27 - Modelação 3D do produto (laterais aumentadas)

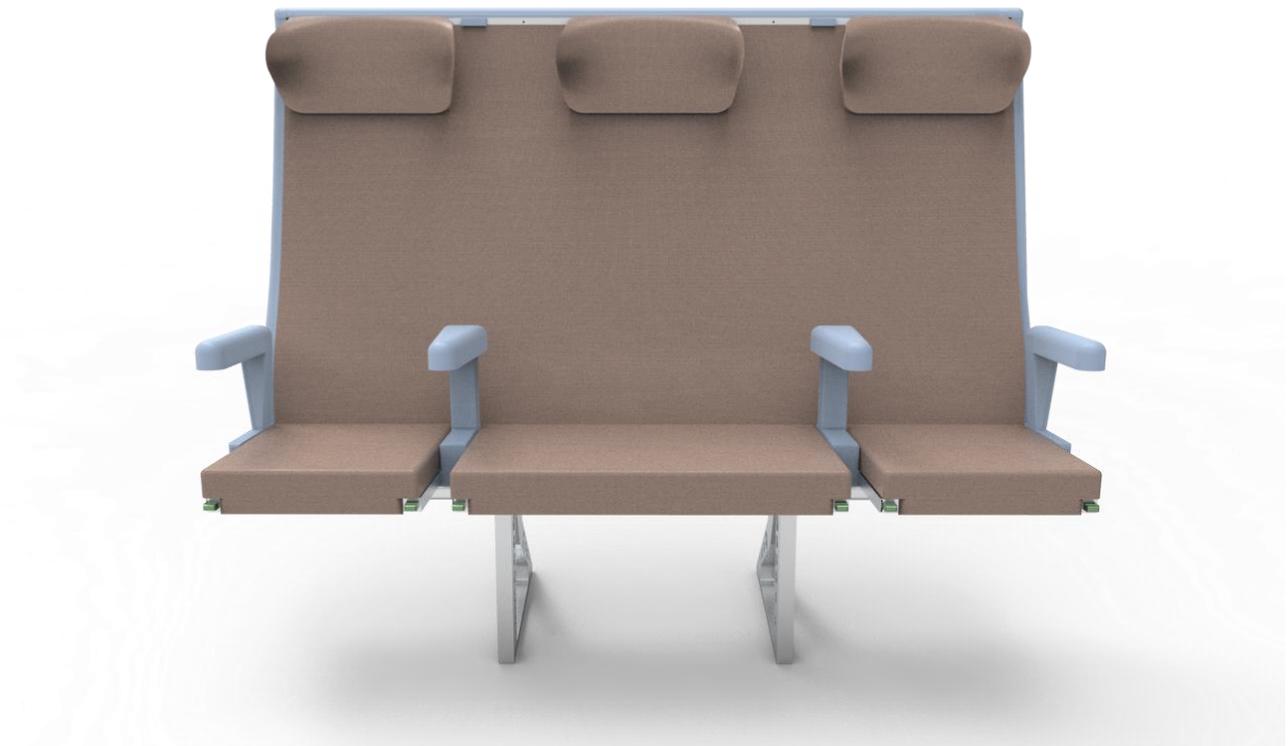
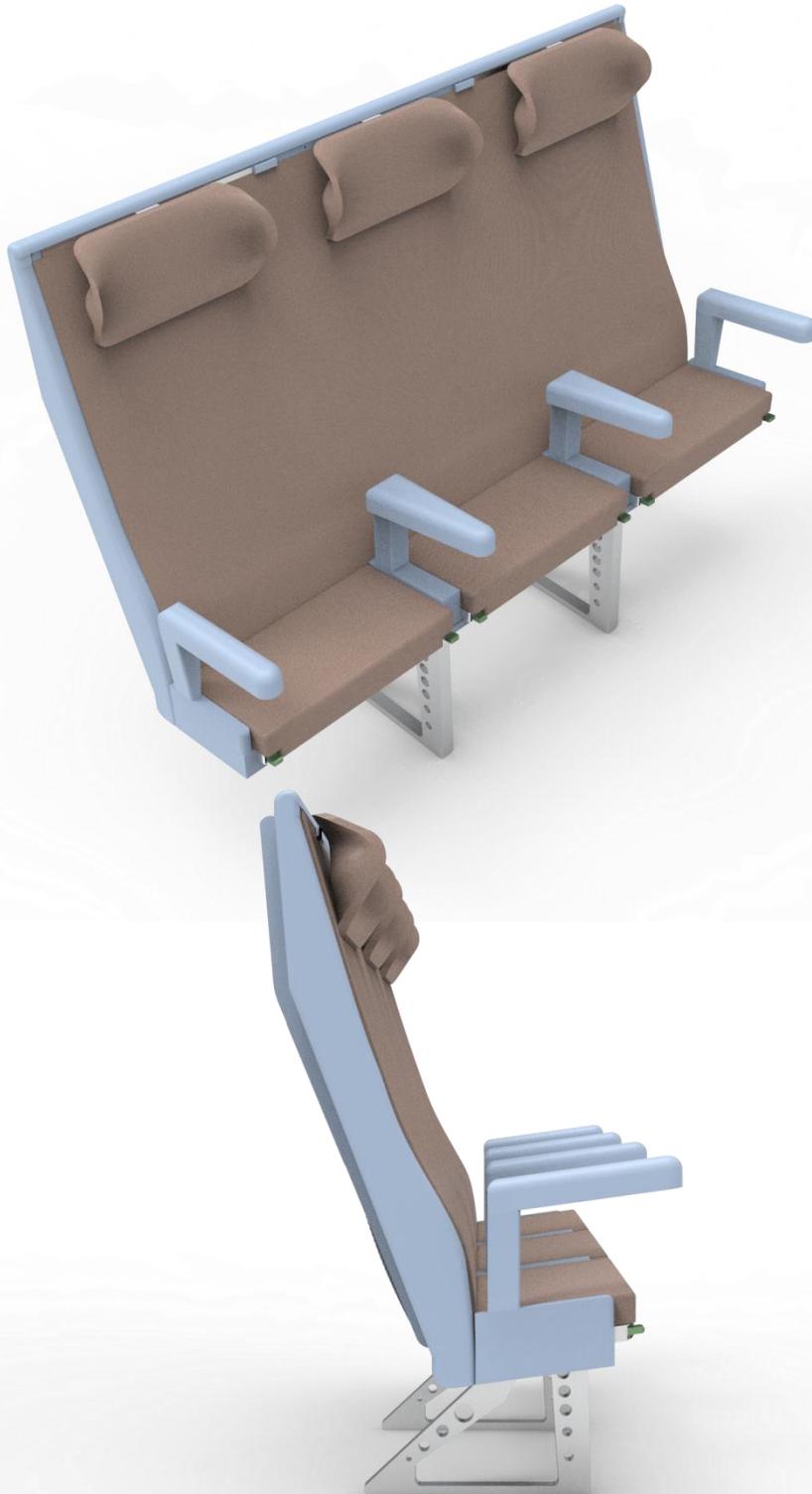


Figura 26 - Modelação 3D do produto (laterais diminuídas)

Figura 28 - Modelação 3D do produto (assento recuado)



4.4 Dimensões Gerais

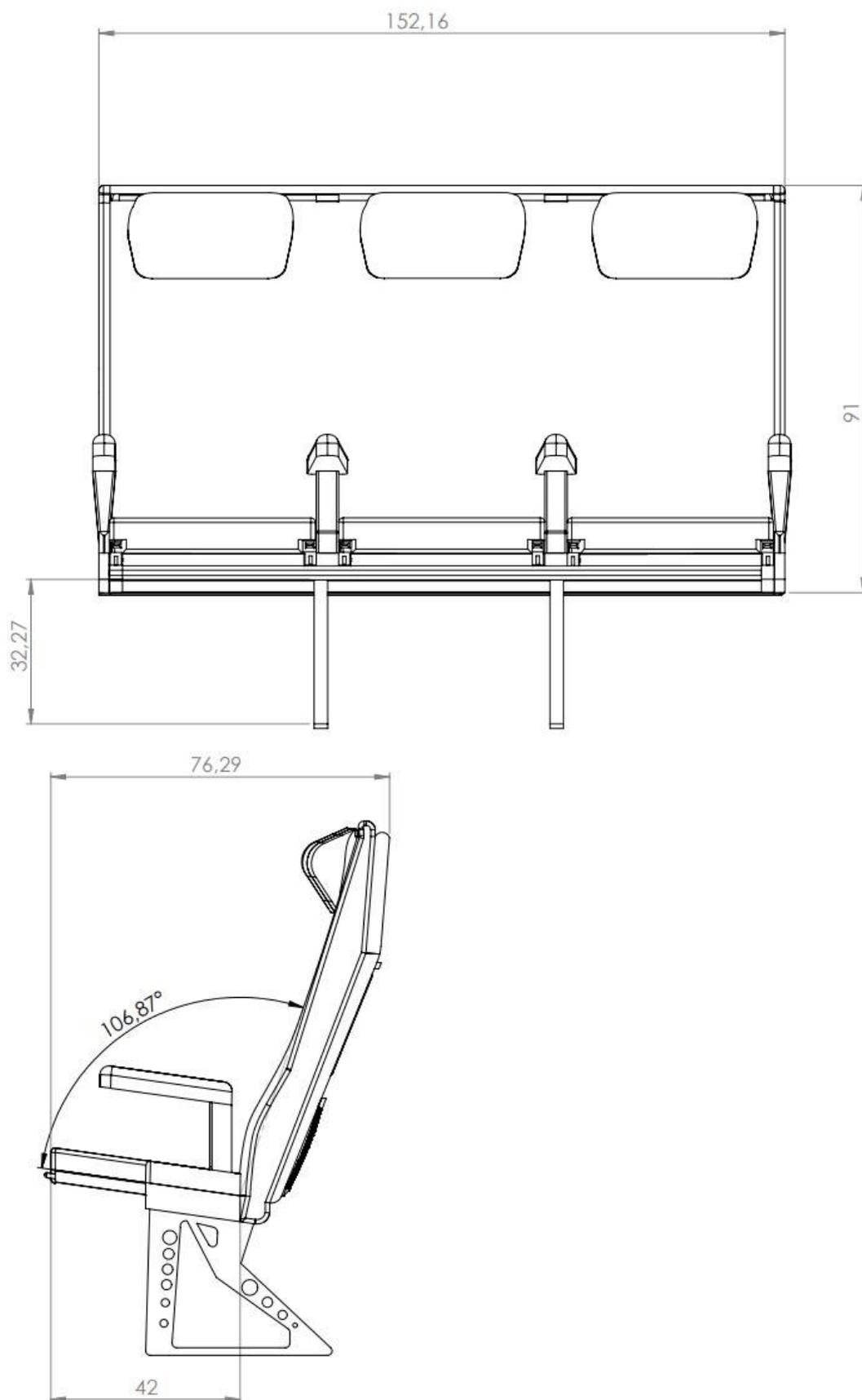


Figura 29 - Medidas Gerais

4.5 Avaliação de usabilidade



Figura 30 - Produto com os três lugares com a mesma largura

O DESIGN E A AVIAÇÃO

Desenvolvimento de uma cadeira de avião ajustável

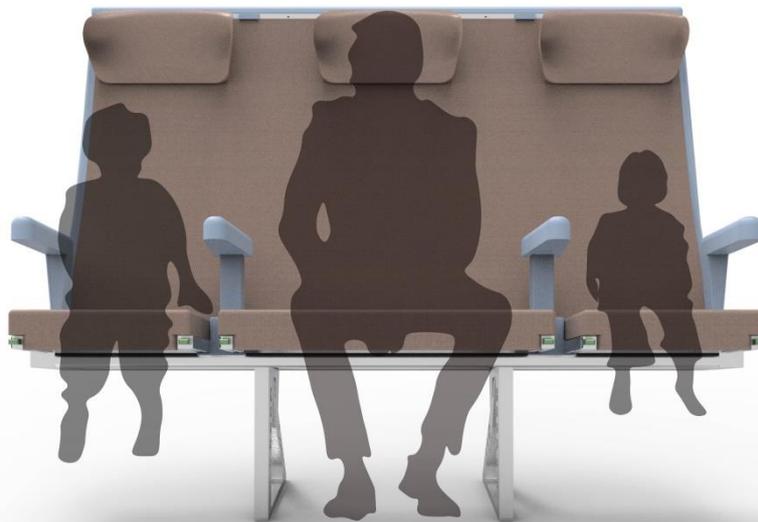


Figura 31 - Produto com as larguras diminuídas nos lugares laterais

O DESIGN E A AVIAÇÃO

Desenvolvimento de uma cadeira de avião ajustável

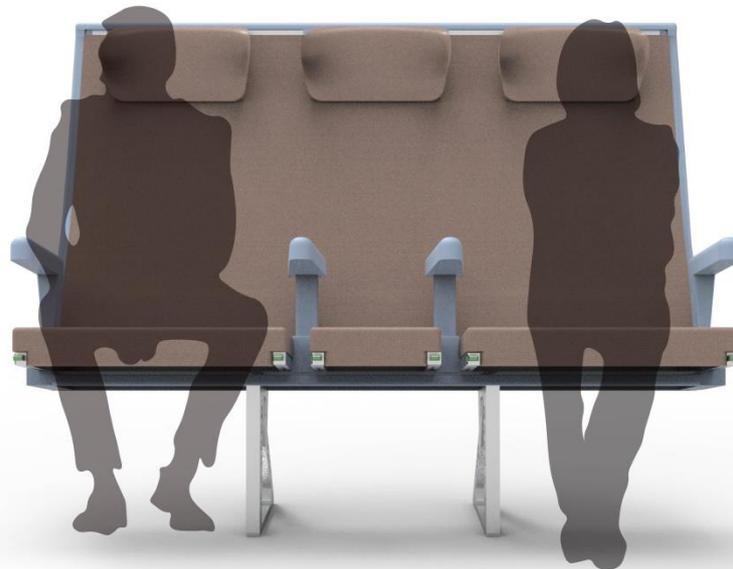


Figura 32 - Produto com as larguras aumentadas nos lugares laterais

5

Conclusão

5.1 Conclusão

Uma das características das companhias aéreas é o facto de cada centímetro e quilograma terem influência significativa no desempenho e economia do avião. A tendência progressiva da redução dos espaços tem e terá cada vez mais impacto na saúde e bem-estar dos passageiros. A investigação realizada e análise das problemáticas reconhecidas refletiram-se no setor aéreo, nas cadeiras de avião e em como o design pode contribuir com novas soluções.

O transporte aéreo desempenha um papel importante na vida das pessoas e, por isso têm de acompanhar a sua evolução e necessidades. Uma cadeira bem projetada terá em consideração a variabilidade antropométrica do ser humano e, para isso, a ergonomia deve ser introduzida no projeto numa fase inicial de desenvolvimento e ao longo de todo o processo de design. De modo a contribuir para a aceitação e perduração de um produto, a adaptação às necessidades reais e concretas de quem utiliza deve ser garantida.

A metodologia da presente dissertação manteve o foco essencialmente nas necessidades do utilizador, características do produto e onde este é inserido. Para alcançar um maior conhecimento na aérea, foram analisados conceitos referentes às cadeiras de aeronaves e os passageiros dos transportes aéreos. O design, a breve história da aviação e da classe económica foram estudados para contribuir para um maior entendimento, assim como questões relacionadas com a segurança, saúde e ergonomia. O aprofundamento destas temáticas foi imprescindível para o desenvolvimento e direcionamento desta investigação.

Nos dias de hoje, existem diferentes soluções no mercado para todos os tipos de voos e classes, no entanto a falta de espaço continua a ser mais evidente na classe económica. Assim, foi definido como objetivo, criar soluções eficazes para cadeiras de avião inseridas em aeronaves que percorrem longas distâncias, focando nas necessidades dos passageiros.

Foi permitida uma definição do conceito e de todas as características do produto, através dos conceitos apreendidos na revisão de literatura. Explorou-se a forma do produto com base em vários esboços e, assim que definida, a modelação 3D contribuiu para aperfeiçoar certas características e adquirir noção da volumetria do produto final.

É possível verificar que modelo concebido acomoda o percentil 95 feminino e masculino e, com o aumento de mais 10 cm ou 20 cm à largura padrão da cadeira, acomodará certamente passageiros acima deste percentil, como referido por Molenbroek et al. (2017) e Quigley et al. (2001). Assim, terá um impacto positivo na viagem dos passageiros de diferentes maneiras. Em termos de conforto, graças à existência de mais espaço o passageiro terá mais opções de posicionamento, diminuição da evasão da privacidade e apoio de cabeça e pescoço. Em relação à segurança, em caso de evacuação, será possível diminuir a profundidade do assento e, deste modo, o assento não será um obstáculo ou impedimento. Quanto à saúde, a pessoa terá mais espaço e possibilidade de, mais facilmente, entrar e sair do lugar para diferentes questões, principalmente para executar caminhadas, que são altamente aconselhadas em voos de longa duração. A questão da privacidade, foi aperfeiçoada com o apoio de cabeça com laterais salientes e a apoio de braços (na zona central) aumentados. A diminuição da profundidade contribuirá também para que, o passageiro que quiser sair do seu lugar, não se encontre numa

posição desequilibrada quando se colocar a pé e, assim não se agarrará ao banco da frente e, por isso não incomodará o passageiro que nela circula.

Os objetivos que foram propostos inicialmente na presente dissertação, como verificado, foram conseguidos, apesar de esta investigação ter possibilidade de evoluir a partir de pormenores identificados caso exista produção e testes de mercado.

Relativamente a perspetivas futuras, mesmo com toda a investigação realizada, a continuidade do presente projeto é pertinente para a otimização do produto. Existem diferentes aspetos que podem ser reformulados e aperfeiçoados. Assim, passa-se a enumerar sugestões para trabalhos futuro:

- Criação de um protótipo funcional, com o devido processo de fabrico;
- Testes do produto em contexto real para perceber como o modelo e os utilizadores se comportam em contexto real;
- Avaliação das dimensões e da ergonomia em contexto real;
- Pesquisa de soluções adequadas, por exemplo para o sistema de bloqueio das divisórias;
- Redução do número de elementos e de peso;

Referências

- Adam M Fullenkamp, Kathleen Robinette, & Daanen, H. A. M. (2008). *Gender Differences in NATO Anthropometry and the Implication for Protective Equipment*.
https://www.researchgate.net/publication/235133071_Gender_Differences_in_NATO_Anthropometry_and_the_Implication_for_Protective_Equipment
- Aero Expo. (2021a). *JPA Design*. Acedido 26 de janeiro de 2021 from
<https://www.aeroexpo.online/prod/jpa-design/product-180735-23009.html>
- Aero Expo. (2021b). *Mona Lisa*. Acedido 26 de janeiro de 2021 from
<https://www.aeroexpo.online/prod/aviointeriors-spa/product-171617-7703.html>
- Aerospace- basf. (2022). *Stimulite*. Acedido 30 de maio 2022 from
<https://aerospace.basf.com/stimulite.html>
- Aerospace Technology. (2020). *Airbus vs Boeing: a tale of two rivals*. Acedido 10 de dezembro de 2020 from <https://www.aerospace-technology.com/features/airbus-vs-boeing/>
- Ahmadpour, N., Gitte Lindgaard, Jean-Marc Robert, & Pownall, B. (2014). The thematic structure of passenger comfort experience and its relationship to the context features in the aircraft cabin. *Ergonomics*.
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1080/00140139.2014.899632>
- Air Travel Design. (2022). *Armrest*. Acedido 30 de maio de 2022 from
<https://airtraveldesign.guide/Armrest>
- Airbus. (2022). *A321neo*. Acedido 22 de fevereiro de 2022 from
<https://aircraft.airbus.com/en/aircraft/a320/a321neo>
- Aircraft Completion. (2017). *CL4710 business class seat unveiled by Recaro*. Acedido 26 de janeiro de 2021 from <https://aircraft-completion.com/seats-divans-soft-furnishing/cl4710-business-class-seat-unveiled-by-recaro/>
- Aircraft Interiors International. (2012). *Too fat to fly? Obesity and aircraft seating*. Acedido 4 de novembro de 2021 from
<https://www.aircraftinteriorsinternational.com/features/fat-fly-obesity-aircraft-seating.html>
- Airgo. (2021). *CARBON Lightweight Economy Seating*. Acedido 30 de janeiro de 2021 from
<https://www.airgodesign.com/economy-class>

- Al-Murrakshi, M. (2021). *Seat comfort issues in Economy Class and their effect on long-haul passenger satisfaction and future re-flying intentions* Faculty of Business, Economics and Law]. Auckland, New Zealand.
<http://orapp.aut.ac.nz/bitstream/handle/10292/14801/AlMurrakshiM.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- ANAC. (2020). *Missão, Visão e Valores*. Acedido 2 de novembro de 2020 from <https://www.anac.pt/vPT/Generico/ANAC/QuemSomos/Missao/Paginas/MissaoValores.aspx>
- Angus Whitley, & Sybilla Gross. (2019). Legroom on Planes Has Been Shrinking for Years. It's About to Get Much, Much Worse. *Time*. <https://time.com/5636154/airplane-legroom-shrinking-asia/>
- Anna Farkas, & Szmodis, M. (2019). About the Secular Growth Trend. *BioMedical - Journal of Scientific & Technical Research* <https://doi.org/10.26717/BJSTR.2019.17.003043>
- APEX. (2017). *Crystal Cabin Award-Winning Lightweight Seat Takes Off*. Acedido 26 de janeiro de 2021 from <https://apex.aero/articles/crystal-cabin-award-winning-lightweight-seat-takes-off/>
- Architecture. (2022). *Modernism*. Acedido 3 de maio de 2022 from <https://www.architecture.com/explore-architecture/modernism>
- Aviation. (2014). *What is the difference between ICAO, JAA, FAA, EASA, and CAA?* Acedido 31 de agosto de 2021 from <https://aviation.stackexchange.com/questions/1210/what-is-the-difference-between-icao-jaa-faa-easa-and-caa>
- Aviointeriors. (2018). *Michelangelo*. Acedido 27 de janeiro de 2021 from <http://aviointeriors.it/prodotti/michelangelo/>
- Aviointeriors. (2021). *Company*. Acedido 26 de janeiro de 2021 from <http://aviointeriors.it/company/>
- Baldaia, R. (2020). *O Design e a Praia* [Dissertação de Mestrado, Universidade do Porto].
- Basf. (2022). *Stimulite by Supracor*. Acedido 30 de maio de 2022 from <https://aerospace.basf.com/stimulite1.html>
- Brundrett, G. (2001). Comfort and health in commercial aircraft: a literature review. *The Journal of The Royal Society of the Promotion of Health*, 121.
<https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/146642400112100108>

- Burgett, S. (2015). *Spring Color Update: The Psychology of Pastels*. Xrite. Acedido 1 de junho de 2022 from <https://www.xrite.com/pt-pt/blog/spring-color-update-psychology-of-pastels>
- Business Insider. (2019). *This futuristic Airbus smart seat prototype may make the future of economy flying a bit less miserable*. Acedido 30 de janeiro de 2021 from <https://www.businessinsider.com/airbus-smart-seat-concept-economy-flying-better-2019-2>
- Business Wire. (2017). *Top 5 Vendors in the Commercial Aircraft Seating Market - Technavio*. Acedido 25 de janeiro de 2021 from <https://www.businesswire.com/news/home/20170927005792/en/Top-5-Vendors-in-the-Commercial-Aircraft-Seating-Market---Technavio>
- CAA. (2021). *UK EU transition*. Acedido 31 de agosto de 2021 from <https://www.caa.co.uk/Our-work/About-us/UK-EU-transition/>
- CBS News. (2018). *Are airplane seats too tight to be safe?* Acedido 9 de novembro de 2021 from <https://www.cbsnews.com/news/are-airplane-seats-too-tight-to-be-safe/>
- CBS News. (2019). *FAA tests airplane seat size safety for first time, but some critics call experiments "a sham"*. Acedido 10 de agosto de 2021 from <https://www.cbsnews.com/news/airplane-seat-size-faa-tests-safe-seat-size-space-between-rows-for-first-time/>
- Chadgar, A. (2015). *Dieter Rams and the Relevance of Functionalism*. Acedido 3 de maio de 2022 from <https://medium.com/@amarchadgar/dieter-rams-and-the-relevance-of-functionalism-65bf7c1af064>
- Chartered Institute of Ergonomics & Human Factors. (2021). *What is Ergonomics?* Acedido 11 de março de 2021 from https://www.ergonomics.org.uk/Public/Resources/What_is_Ergonomics.aspx
- Civil Aviation Authority. (2020). *Civil Aircraft Airworthiness Information and Procedures*. https://publicapps.caa.co.uk/docs/33/CAP562_Issue%204_Amendment3.pdf
- Collins Aerospace. *who we are*. Acedido 26 de janeiro de 2021 from <https://www.collinsaerospace.com/who-we-are/about-us>
- Collins Aerospace. (2021). *Diamond® Family for Business Class*. Acedido 26 de janeiro de 2021 from <https://www.collinsaerospace.com/what-we-do/industries/commercial-aviation/cabin/seating/business-class/diamond-family>

- Colman, D. (2014). The Barcelona Chair: Too Iconic to be Cozy? *The Wall Street Journal*.
<https://www.wsj.com/articles/SB10001424052702303369904579421242247572088>
- Composites Manufacturing. (2019). *Exliseat Produces the World's Lightest Aircraft Seat Using Carbon Fiber*. Acedido 30 de maio de 2022 from
<https://compositesmanufacturingmagazine.com/2019/06/exliseat-produces-the-worlds-lightest-aircraft-seat-using-carbon-fiber/>
- Condé Nast Traveler. (2011). *From Wicker to Wow*. Acedido 8 de outubro de 2020 from
<https://www.cntraveler.com/stories/2011-03-31/from-wicker-to-wow>
- Condé Nast Traveler. (2019). *What's the Difference Between Premium Economy and Economy Plus?* Acedido 19 de janeiro de 2021 from <https://www.cntraveler.com/story/whats-the-difference-between-premium-economy-and-economy-plus>
- Congressman Steve Cohen. (2021). *Congressman Cohen Demands Answers from FAA on Passenger Seat Safety in Commercial Airplanes*. Acedido 9 de novembro de 2021 from
<https://cohen.house.gov/media-center/press-releases/congressman-cohen-demands-answers-faa-passenger-seat-safety-commercial>
- Cook, W. (2017). *The endless influence of the Bauhaus*. Acedido 3 de maio de 2022 from
<https://www.bbc.com/culture/article/20171109-the-endless-influence-of-the-bauhaus>
- Cornell University Ergonomics Web. (2022). *Sitting and Chair Design*. Acedido 30 de maio de 2022 from
<https://ergo.human.cornell.edu/DEA3250Flipbook/DEA3250notes/sitting.html>
- Cumming, R. (2005). *Art*. DK Publishing
- Design Boom. (2019). *benjamin hubert unveils app-controlled seating concept for airbus*. Acedido 30 de janeiro de 2021 from <https://www.designboom.com/design/layer-benjamin-hubert-airbus-economy-class-seating-concept-move-02-12-2019/>
- Design Council. (2015). *Leading Business by Design: Aerospace sector*.
https://www.designcouncil.org.uk/fileadmin/uploads/dc/Documents/DC_Aerospace-Online.pdf
- Design Council. (2022). *Framework for Innovation: Design Council's evolved Double Diamond*. Acedido 26 de junho de 2022 from <https://www.designcouncil.org.uk/our-work/skills-learning/tools-frameworks/framework-for-innovation-design-councils-evolved-double-diamond/>

- Dezeen. (2019). *Jony Ive's legacy as the most important designer of the last two decades is assured*. Acedido 27 de abril de 2022 from <https://www.dezeen.com/2019/06/28/jony-ive-legacy-apple-head-designer/>
- Dubois, T. (2020). *Aircraft Passenger Seat Design Gets Smarter*. Acedido 30 de maio de 2022 from <https://aviationweek.com/mro/interiors-connectivity/aircraft-passenger-seat-design-gets-smarter>
- EASA. (2018a). *Easy Access Rules for Large Aeroplanes (CS-25) (Amendment 9)*. Acedido 6 de setembro de 2021 from <https://www.easa.europa.eu/sites/default/files/dfu/Easy%20Access%20Rules%20CS-25%20%28Amendment%209%29.pdf>
- EASA. (2018b). *Certification Memorandum - Evaluation of aisle width with respect to seat installations*. <https://www.easa.europa.eu/sites/default/files/dfu/CM-CS-007%20Issue%2001%20rev%2001%20Width%20of%20isle.pdf>
- EASA. (2020). *Agência da União Europeia para a Segurança da Aviação (EASA)*. Acedido 13 de outubro de 2020 from https://europa.eu/european-union/about-eu/agencies/easa_pt
- Edit. (2019). *PORQUE É O HUMAN-CENTERED DESIGN TÃO IMPORTANTE PARA OS PRODUTOS?* Acedido 1 de fevereiro de 2021 from <https://edit.com.pt/blog/porque-e-o-human-centered-design-tao-importante-para-os-produtos/>
- Elaver, R. (2012). *Form, Function, Emotion: Designing for the Human Experience* 14th International Conference on Engineering & Product Design Education, 06-07.09.2012, Bélgica. <https://www.designsociety.org/publication/33200/Form%2C+Function%2C+Emotion%3A+Designing+for+the+Human+Experience>
- Emirates. (2021). *Características da cabina Primeira Classe*. Acedido 19 de janeiro de 2021 from <https://www.emirates.com/pt/portuguese/experience/cabin-features/first-class/>
- Eren Sezgen, Keith J. Mason, & Robert Mayer. (2019). Voice of airline passenger: A text mining approach to understand customer satisfaction. *Journal of Air Transport Management*.
- European Parliament. (2015). *Parliamentary questions*. Acedido 22 de julho de 2021 from https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/E-8-2015-009701-ASW_EN.html
- Expliciseat. (2022). *TISEAT E2 S-LINE Focus on efficiency*. Acedido 30 de maio de 2022 from <https://www.expliciseat.com/products-seat-lines/>

Expresso. (2016). *Uma questão de tamanho*. <https://expresso.pt/sociedade/2016-10-29-Uma-questao-de-tamanho>

Fadell, T. (2016). *The first secret of great design | Tony Fadell*. Acedido 27 de abril de 2022 from <https://www.youtube.com/watch?v=9uOMectkCCs>

Federal Aviation Administration. (2019). *Stowage of Items in Seat Pockets* Federal Aviation Administration. https://www.faa.gov/other_visit/aviation_industry/airline_operators/airline_safety/info/all_infos/media/2009/InFO09018.pdf

Federal Aviation Administration. (2021). *What We Do*. Acedido 31 de agosto de 2021 from <https://www.faa.gov/about/mission/activities/>

Fiedler, M. (2007). *Older People and Public Transport: Challenges and Chances of an Ageing Society*. <https://www.rupprecht-consult.eu/project/ema.html>

Finucane, M. M., Gretchen A Stevens, Melanie J Cowan, Goodarz Danaei, John K Lin, Christopher J Paciorek, Gitanjali M Singh, Hialy R Gutierrez, Yuan Lu, Adil N Bahalim, Farshad Farzadfar, & Leanne M Riley, M. E. (2011). National, regional, and global trends in body-mass index since 1980: systematic analysis of health examination surveys and epidemiological studies with 960 country-years and 9.1 million participants. *Lancet*, 557–567. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(10\)62037-5](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0140-6736(10)62037-5)

Florio, F. D. (2011). *Airworthiness: An Introduction to Aircraft Certification*. Elsevier.

Foam online. (2022). *Polyurethane Foam*. Acedido 30 de maio de 2022 from <https://foamonline.com/polyurethane-foam/>

Forbes. (2007). *World's Fattest Countries*. Acedido 27 de dezembro de 2021 from https://www.forbes.com/2007/02/07/worlds-fattest-countries-forbeslife-cx_ls_0208worldfat.html?sh=6e5cc3a764f1

Forbes. (2018). *What's The Difference Between Business and First Class?* Acedido 19 de janeiro de 2021 from <https://www.forbes.com/sites/geoffwhitmore/2018/08/21/whats-the-difference-between-business-and-first-class/?sh=9141abd8d14f>

Grabes, O. (2019). *The Future of design - WIRED with Braun*. Acedido 27 de abril de 2022 from <https://www.youtube.com/watch?v=FwvLkmdV9QA&t=2s>

Greatest Achievements. (2020). *Airplane Timeline*. Acedido 5 de outubro de 2020 from <http://www.greatachievements.org/?id=3728>

Gurevich, A. (2013). *Modernism: Design History & Modern Design*. Acedido 3 de maio de 2022 from <https://fabriceleven.com/design/modernism-design-history-modern-design/>

Healthline. (2018). *Everything You Need to Know About Deep Vein Thrombosis (DVT) and Flying*. Acedido 8 de setembro de 2021 from <https://www.healthline.com/health/dvt-and-flying>

Hiemstra-van Mastrigt, S. (2015). *Comfortable passenger seats - Recommendations for design and research* [Tese de doutoramento, Technische Universiteit Delft]. <https://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid%3Aeedd25e6-c625-45e9-9d32-f818aa89c19d>

History.com Editors. (2009). *Wright Brothers*. Acedido 5 de outubro de 2020 from <https://www.history.com/topics/inventions/wright-brothers>

Hotelmize. (2021). *Travel Trends by Age Demographic: Age As The Key Factor in Tourism* Acedido 21 de dezembro de 2021 from <https://www.hotelimize.com/blog/travel-trends-by-age-demographic-age-as-the-key-factor-in-tourism/>

ICAO. (2021). *About ICAO*. Acedido 31 de agosto de 2021 from <https://www.icao.int/about-icao/Pages/default.aspx>

Ideo. (2022). *Design Thinking*. Acedido 26 de junho de 2022 from <https://www.ideo.com/pages/design-thinking>

Iida, I. (2005). *Ergonomia: Projeto e Produção* (E. E. Blucher, Ed. 2ª edição ed.).

Infopédia. (2021). Acedido 25 de novembro de 2021 from <https://www.infopedia.pt/dicionarios/lingua-portuguesa/antropometria>

Innovasia. (2022). *DYMETROL*. Acedido 30 de maio de 2022 from <https://www.innovasia.com/products/dymetrol>

Interaction Design Foundation. (2022). *Affordances*. <https://www.interaction-design.org/literature/topics/affordances>

International Ergonomics Association. (2021). *What Is Ergonomics?* Acedido 10 de fevereiro de 2021 from <https://iea.cc/what-is-ergonomics/>

JAL Flyer. (2013). *SAMPLING ONEWORLD PREMIUM SERVICES: JAPAN AIRLINES NEW YORK JFK TO TOKYO NARITA FIRST CLASS SEAT - JAL SUITE*. Acedido 26 de janeiro de 2021 from <https://www.jalflyer.com/2013/06/sampling-oneworld-premium-services.html>

James, P. T. (2004). Obesity: The worldwide epidemic. *Clinics in Dermatology*, 22(4), 276-280. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.clindermatol.2004.01.010>

Japan Airlines. (2008). *JAL To Introduce State-of-the Art First Class Suite & Business Class Seat*. Acedido 26 de janeiro de 2021 from <https://press.jal.co.jp/en/release/200806/003114.html>

Jordi Porta, Gonzalo Saco-Ledo, & Cabañas, M. D. (2019). The ergonomics of airplane seats: The problem with economy class. *International Journal of Industrial Ergonomics*, Volume 69, 90-95. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ergon.2018.10.003>

Kelvin Balcombe, I. F., Liam Harris. (2009). Consumer willingness to pay for in-flight service and comfort levelsA choice experiment. *Journal of Air Transport Management*, 15(5), 221-226. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2008.12.005>

Kirby, M. (2020). *Safran economy seat evolution underscores passenger desire for sleep*. Runway Girl Network. Acedido 11 de janeiro de 2022 from <https://runwaygirlnetwork.com/2020/01/14/safran-economy-seat-evolution-underscores-passenger-desire-for-sleep/>

Kokorikou, A. (2014). *A new aircraft seat using nature inspired design* [Delft University of Technology]. <http://resolver.tudelft.nl/uuid:dce728f5-dfdb-443f-85d8-0872c9793b21>

Lantal. (2022). *Lantal's Pneumatic Comfort System PCS*. Acedido 30 de maio de 2022 from https://www.lantal.com/fileadmin/Domain1/PDF/Aircraft/Produkte/PCS/Fact_sheet_PCS.pdf

Layer. (2018). *Move*. Acedido 30 de janeiro de 2021 from <https://layerdesign.com/project/move/#top-page>

Lueder, R. K. (1983). Seat Comfort: A Review of the Construct in the Office Environment. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 25(6), 701-711. <https://doi.org/https://doi.org/10.1177/001872088302500607>

Luigi Perali. (1998). *Ergonomics of the airplane seats*. Acedido 28 de fevereiro de 2021 from <http://www.katedra.it/English/Publications/Air%20seat.htm>

Manzini, E. (1993). *A matéria da invenção* (P. Editora, Ed.). Centro Português de Design.

- Medium. (2017a). *What Is Human-Centered Design?* Acedido 10 de fevereiro de 2021 from <https://medium.com/dc-design/what-is-human-centered-design-6711c09e2779>
- Medium. (2018). *The Importance of Design*. Acedido 21 de abril de 2022 from <https://medium.com/@aemetri/the-importance-of-design-187c3ce45961>
- Mesquita, R. J. M. (2013). *Projeto assistido por computador de assentos para aeronaves* [Dissertação de Mestrado, Técnico Lisboa].
- Molenbroek, J., Albin, T. J., & Vink, P. (2017). Thirty years of anthropometric changes relevant to the width and depth of transportation seating spaces, present and future. *Applied Ergonomics*, 65, 130-138.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.apergo.2017.06.003>
- Moura, M. (2005). O Cliente na Escola. *The Ressabiator*.
<https://ressabiator.wordpress.com/2005/01/31/o-cliente-na-escola/#more-23>
- National Geographic Portugal. (2020). *Grandes Invenções: o Avião*. Acedido 4 de outubro de 2020 from <https://nationalgeographic.sapo.pt/historia/grandes-reportagens/2224-grandes-invencoes-o-aviao>
- New Atlas. (2013). *Seymourpowell's Morph concept: Customizable airline seating for a price*. Acedido 30 de janeiro de 2021 from <https://newatlas.com/morph-seat/29802/>
- Norman, D. (2013). *The Design of Everyday Things*. Basic Books.
- Nutrição Prática. (2016). *Gordura subcutânea e gordura visceral*. Acedido 10 de dezembro de 2021 from <http://g1.globo.com/sp/presidente-prudente-regiao/blog/nutricao-pratica/post/gordura-subcutanea-e-gordura-visceral.html>
- Observador. (2019). *100 anos da Bauhaus: entre a utopia e o totalitarismo*. Acedido 3 de maio de 2022 from <https://observador.pt/2019/08/24/100-anos-da-bauhaus-entre-a-utopia-e-o-totalitarismo/>
- P. Vink, C. Bazley, I. Kamp, & M. Blok. (2012, March 2012). Possibilities to improve the aircraft interior comfort experience. *Applied Ergonomics*, 43(2), 354-359.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.apergo.2011.06.011>
- Pamela McCauley Bush. (2011). *Ergonomics: Foundational Principles, Applications and Technologies* University of Central Florida (UCF)].

- Papanek, V. (1997). *Arquitectura e design: ecologia e ética* (1ª ed.). Edições 70.
- Paxex Aero. (2018). *WestJet Plus goes legit with Recaro CL4710*. Acedido 26 de janeiro de 2021 from <https://paxex.aero/westjet-plus-goes-legit-with-recaro-cl4710/>
- Pearce, J. (2020). Leonardo's Vitruvian Man. *Hektoen International Journal*. <https://hekint.org/2020/07/30/leonardos-vitruvian-man/>
- Pedro Arezes, Mónica Barroso, Patrício Cordeiro, Luís Gomes da Costa, & Miguel, A. S. (2006). *Estudo antropométrico da população portuguesa* (H. e. S. n. T. Instituto para a Segurança, Ed.).
- Philips, M. (2022). *Design for Emotion to Increase User Engagement*. Acedido 3 de maio de 2022 from <https://www.toptal.com/designers/product-design/design-for-emotion-to-increase-user-engagement>
- Pordata. (2019). *Taxa de obesidade*. Acedido 4 de novembro de 2021 from <https://www.pordata.pt/Europa/Taxa+de+obesidade-3542-5044>
- Quigley, C., Dean Southall, Martin Freer, Alan Moody, & Porter, J. M. (2001). *Anthropometric study to update minimum aircraft seating standards*.
- RECARO. (2013). *The new dimension: the Recaro CL3710*. Acedido 27 de janeiro de 2021 from <https://www.recaro-as.com/en/press/press-releases/details/the-new-dimension-the-recaro-cl3710.html>
- RECARO. (2016). *Recaro equips short and medium-haul aircraft from TAP with SL3510 and BL3530 seats*. Acedido 29 de janeiro de 2021 from <https://www.recaro-as.com/en/press/press-releases/details/recaro-equips-short-and-medium-haul-aircraft-from-tap-with-sl3510-and-bl3530-seats.html>
- RECARO. (2019). *Juneyao Air takes off with full cabin Recaro seats*. Acedido 29 de janeiro de 2021 from <https://www.recaro-as.com/en/press/press-releases/details/juneyao-air-takes-off-with-full-cabin-recaro-seats.html>
- RECARO. (2020). *Always well connected RECARO BL3530*. Acedido 2 de novembro de 2020 from <https://www.recaro-as.com/en/aircraft-seats/economy-class/bl3530.html>
- RECARO. (2021a). *Luxury redefined for single-aisle RECARO CL4710*. Acedido 26 de janeiro de 2021 from <https://www.recaro-as.com/en/aircraft-seats/business-class/cl4710.html>

- RECARO. (2021b). *RECARO CL3710 The New Dimension*. Acedido 26 de janeiro de 2021 from <https://www.recaro-as.com/en/aircraft-seats/economy-class/cl3710.html>
- RECARO. (2022). *RECARO SL3510 Economy Class seat*. Acedido 30 de maio de 2022 from <https://www.recaro-as.com/en/aircraft-seats/economy-class/sl3510.html>
- Ruskin, K. J. (2019). In-flight medical emergencies: Who, what, and how many? *Anaesthesia and Intensive Care*, 47(1), 10-12. <https://doi.org/10.1177/0310057x18820187>
- Safran. (2022). *Economy class seat Z400*. Acedido 11 de janeiro d 2022 from <https://www.safran-group.com/products-services/economy-class-seat-z400>
- Salesforce. (2021). *Millennials vs. Gen Z: How Are They Different?* Acedido 21 de dezembro de 2021 from <https://www.salesforce.com/blog/how-millennials-and-gen-z-are-different/>
- Santos, P. d. (2009). *MORFOLOGIA E TENDÊNCIA SECULAR* [Dissertação de Mestrado, Universidade de Coimbra]. https://estudogeral.uc.pt/bitstream/10316/13083/1/Resumo_tese_PV.pdf
- saudebemestar.pt. (2020). *Trombose venosa profunda*. Acedido 8 de setembro de 2021 from <https://www.saudebemestar.pt/pt/clinica/cirurgia-vascular/trombose-venosa-profunda/>
- Scott Openshaw, A., & Erin Taylor, A. (2006). *Ergonomics and Design -A Reference Guide*. <https://ehs.oregonstate.edu/sites/ehs.oregonstate.edu/files/pdf/ergo/ergonomicsanddesignreferenceguidewhitepaper.pdf>
- Seat Guru. (2021a). *Long-haul Economy Class Comparison Chart*. Acedido 25 de janeiro de 2021 from https://www.seatguru.com/charts/longhaul_economy.php
- Seat Guru. (2021b). *Long-haul First Class Comparison Chart*. Acedido 25 de janeiro de 2021 from https://www.seatguru.com/charts/longhaul_first_class.php
- Seat Guru. (2021c). *Long-haul Business Class Comparison Chart*. Acedido 25 de janeiro de 2021 from https://www.seatguru.com/charts/longhaul_business_class.php
- Seat Guru. (2021d). *Premium Economy Class Comparison Chart*. Acedido 25 de janeiro de 2021 from https://www.seatguru.com/charts/premium_economy.php
- Seat Guru. (2021f). *Short-haul Economy Class Comparison Chart*. Acedido 10 de agosto de 2021 from https://www.seatguru.com/charts/shorthaul_economy.php

- Seat Guru. (2022a). *Long-haul Economy Class Comparison Chart*. Acedido 12 de janeiro de 2022 from https://www.seatguru.com/charts/longhaul_economy.php
- Seat Guru. (2022b). *TAP Portugal Seat Maps*. Acedido 23 de fevereiro de 2022 from https://www.seatguru.com/airlines/TAP_Portugal/TAP_Portugal_Airbus_A319_V2.php
- Sheng-Hsiung Tsaur, Te-Yi Chang, & Chang-Hua Yen. (2002). The evaluation of airline service quality by fuzzy MCDM. *Tourism Management*(Issue 2), Pages 107-115. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0261-5177\(01\)00050-4](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0261-5177(01)00050-4)
- Simple Flying. (2020). *How Do In Flight Entertainment Systems Work?* Acedido 30 de maio de 2022 from <https://simpleflying.com/in-flight-entertainment-systems/>
- Simple Flying. (2021). *The Evolution Of Economy Class*. Acedido 30 de maio de 2022 from <https://simpleflying.com/the-evolution-of-economy-class/>
- Skidmore, P. (2020). *Why Is Industrial Design Important for New Product and Prototype Development?* Acedido 21 de abril de 2022 from <https://www.cadcrowd.com/blog/why-is-industrial-design-important-for-new-product-and-prototype-development/>
- Skift. (2017b). *U.S. Millennials Travel the Most but Gen Z Is on the Rise*. Acedido 21 de dezembro de 2021 from <https://skift.com/2017/10/02/u-s-millennials-travel-the-most-but-gen-z-is-on-the-rise/>
- Smithson, B. (2021). *First impressions of Finnair's brand-new 'non-reclining' business-class seat*. The Points Guy. Acedido 26 de maio de 2021 from <https://thepointsguy.com/reviews/finnair-new-business-class/>
- Statista. (2020). *Age distribution of air passengers in the United Kingdom (UK) in 2019, by airport*. Acedido 21 de dezembro de 2021 from <https://www.statista.com/statistics/304641/age-distribution-of-air-passengers-by-airport-uk/>
- Statista. (2021). *Number of scheduled passengers boarded by the global airline industry from 2004 to 2022*. Acedido 17 de novembro de 2021 from <https://www.statista.com/statistics/564717/airline-industry-passenger-traffic-globally/>
- Statista. (2022). *Favorite activities during a long-haul flight in 2015 and 2016*. Acedido 14 de janeiro e 2022 from <https://www.statista.com/statistics/539619/air-passengers-activities-during-long-haul-flight/>

Stephen Pheasant, & Haslegrave, C. M. (2006). *Bodyspace: Anthropometry, Ergonomics and the Design of Work, Third Edition* (3ª edição ed.).

TAP Air Portugal. *Frota neo*. Acedido 26 de janeiro de 2021 from <https://www.flytap.com/pt-pt/neo>

TAP News. (2018). CADEIRAS DO NOVO AIRBUS A330NEO: TÉCNICOS DA ME RECEBERAM FORMAÇÃO DA RECARO. <https://jornal.tap.pt/Pages/TAPNews2/cadeirasA330neo.aspx>

Technavio. (2021). *About Us*. Acedido 26 de janeiro de 2021 from <https://www.technavio.com/content/about-us>

The Design Society. (2022). *Safran z400*. Acedido 11 de janeiro de 2022 from <http://thedesignsoc.com/z400-seat-safran/>

The School of Life. (2022). *Dieter Rams*. Acedido 25 de abril de 2022 from <https://www.theschooloflife.com/article/dieter-rams/>

The Sleep Judge. (2022). *Hacking Sleep While Flying*. Acedido 30 de maio de 2022 from <https://www.thesleepjudge.com/hacking-sleep-while-flying/>

The Verge. (2013). *Morph: A bold seating concept for flexible air travel*. Acedido 30 de janeiro de 2021 from <https://www.theverge.com/2013/11/13/5096636/morph-airplane-seating-concept-seymourpowell>

Travel and Leisure. (2018). *The Real Reason You Have to Stow Your Tray Table Before Takeoff and Landing*. Acedido 30 de maio de 2022 from <https://www.travelandleisure.com/airlines-airports/why-tray-tables-must-go-up-takeoff-landing>

Travel and Leisure. (2020). *The Major Differences Between Economy, Premium Economy, and Economy Plus — and What's Right for You*. Acedido 25 de janeiro de 2021 from <https://www.travelandleisure.com/airlines-airports/difference-between-premium-economy-economy-plus-and-economy>

UK Parliament. (2000). *Regulatory Arrangements* Acedido 6 de setembro de 2021 from <https://publications.parliament.uk/pa/ld199900/ldselect/ldsctech/121/12105.htm#a51>

University of Oslo. (2018). *Why are we all different? Why does personality exist?* Acedido 14 de dezembro de 2021 from <https://www.sv.uio.no/psi/english/research/news-and-events/events/guest-lectures-and-seminars/nettle.html>

- USA Today. (2020). *Best Economy Class* Acedido 2 de novembro de 2020 from <https://www.10best.com/awards/travel/best-economy-class/>
- Vink, P., & Brauer, K. (2011). *Aircraft Interior Comfort and Design* (T. a. F. Group, Ed.). CRC Press.
- Vitra. (2020). *What Is Your Definition of “Design,” Monsieur Eames?* Acedido 21 de abril de 2022 from <https://www.vitra.com/en-us/magazine/details/what-is-your-definition-of-design-monsieur-eames>
- Walton, J. (2016). *Seatmaker AvioInteriors talks first class customisation*. Runway Girl Network. Acedido 26 de janeiro de 2021 from <https://runwaygirlnetwork.com/2016/12/seatmaker-aviointeriors-talks-first-class-customisation/>
- Watanabe, L. (2010). *Aluminium vs. Titanium*. Mobility Management. Acedido 30 de maio de 2022 from <https://mobilitymgmt.com/Articles/2010/03/01/Aluminum-vs-Titanium.aspx>
- Wickens, C., Gordon, S., & YD, L. (2004). *An Introduction to Human Factors Engineering*. Pearson-Prentice Hall
- Willem Lijmbach, Peter Miehke, & Peter Vink. (2014). Aircraft Seat in- and Egress Differences between Elderly and Young Adults. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting, 58*, 520-524. <https://doi.org/10.1177/1541931214581108>
- Wired. (2022a). *A Clever Headrest That Could Make Flying Actually Bearable*. Acedido 30 de maio de 2022 from <https://www.wired.com/2016/04/clever-headrest-make-flying-actually-bearable/>
- Wired. (2022b). *The Future of Design*. Acedido 27 de abril de 2022 from <https://www.wired.com/wiredinsider/2018/08/the-future-of-design/>
- Woessner, M. N., Tacey, A., Levinger-Limor, A., Parker, A. G., Levinger, P., & Levinger, I. (2021, 2021-May-28). The Evolution of Technology and Physical Inactivity: The Good, the Bad, and the Way Forward [Mini Review]. *Frontiers in Public Health, 9*(672). <https://doi.org/10.3389/fpubh.2021.655491>
- World Atlas. (2021). *The 10 Most Obese Countries In The World*. Acedido 23 de dezembro de 2021 from <https://www.worldatlas.com/articles/29-most-obese-countries-in-the-world.html>

- World Health Organization. (2021). *Obesity and overweight*. Acedido 15 de outubro de 2021 from <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
- WorldData. (2019). *Average height and weight by country*. Acedido 23 de dezembro de 2021 from <https://www.worlddata.info/average-bodyheight.php>
- Yong, C. (2020). SIA to launch new non-stop flights to New York in November amid early signs of recovery in air travel. *The Straits Times*.
<https://www.straitstimes.com/singapore/sia-to-launch-new-non-stop-flights-to-new-york-in-november-amid-early-signs-of-recovery-in>
- Yongzhong, L. (2019). *Uncovering the design philosophy of Lu Yongzhong | Braun*.
https://www.youtube.com/watch?v=cTP5hdwdF_M
- ZIM Aircraft Seating. (2021). *ZIMunique*. Acedido 26 de janeiro de 2021 from https://www.zim.aero/featured_item/zimunique/
- Zote foams. (2022). *Plastazote® LD15*. Acedido 30 de maio de 2022 from https://uploads-ssl.webflow.com/5ed8d7797cc9150afc58be28/5f47bbac5df04138e6d96d63_LD15-December-2017.pdf
- Zukowsky, J. (2021). *Industrial design*. Acedido 3 de maio de 2022 from <https://www.britannica.com/topic/industrial-design>

Apêndices

Formulário do inquérito

Banco de Avião

Questionário desenvolvido para uma dissertação de Mestrado em Design de Produto e Industrial da FEUP/FBAUP. Este inquérito servirá para investigar as experiências dos passageiros (boas e más) e quaisquer possíveis problemas relacionados com uma cadeira de avião, procurando a sua otimização. (Nota: a informação é confidencial e meramente para tratamento estatístico)

***Obrigatório**

1. Já viajou de avião? *

Marcar apenas uma oval.

Sim

Não *Avançar para a pergunta 2*

Obrigada pela disponibilidade, mas este questionário é direcionado para pessoas que já viajaram de avião.

2. Peso (kg) *

3. Altura (m) *

4. Idade *

5. Sexo *

Marcar apenas uma oval.

- Feminino
 Masculino

6. Qual é a frequência com que viaja de avião? *

Marcar apenas uma oval.

- Semanalmente
 Mensalmente
 Anualmente
 Mais de uma vez por ano
 Raramente

7. Qual é a classe em que viaja? *

Marcar apenas uma oval.

- Económica
 Executiva
 Primeira classe
 Outra

8. Durante a viagem, quantas vezes é que se levanta? (Aproximadamente) *

Marcar apenas uma oval.

- 0
 1 a 2
 3 a 5
 Mais de 5

9. Levanta-se as vezes que gostaria? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
 Não

10. Se já saiu do seu lugar durante o voo, classifique o grau de dificuldade: *

Marcar apenas uma oval.

- 1 2 3 4 5
Muito fácil Muito difícil

11. Durante o voo, já sentiu desconforto/ dormência/ dores corporais? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
 Não

12. Caso a última resposta seja "Sim", pode especificar as zonas mais afetadas?

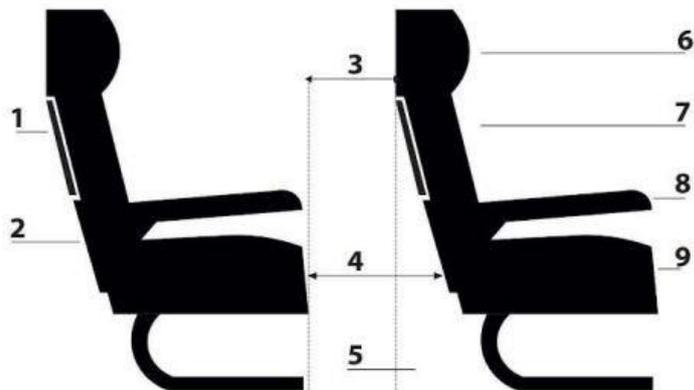
Marcar tudo o que for aplicável.

- Pescoço
 Ombros
 Peito
 Costas (zona superior)
 Costas (zona lombar)
 Braços
 Gluteos
 Coxas
 Joelhos
 Gêmeos
 Pés/ tornozelos

O DESIGN E A AVIAÇÃO

Desenvolvimento de uma cadeira de avião ajustável

13. Escolha 3 elementos que considere mais importantes para o conforto e bem-estar, * durante o voo:



Marcar tudo o que for aplicável.

- 1- Tabuleiro
- 2- Bolso de armazenamento
- 3- Distância entre bancos
- 4- Espaço para os joelhos
- 5- Espaço para os pés
- 6- Apoio para a cabeça
- 7- Encosto
- 8- Apoio para braços
- 9- Assento

O DESIGN E A AVIAÇÃO

Desenvolvimento de uma cadeira de avião ajustável

14. Se já sentiu constrangimentos com algum dos elementos anteriormente referidos, especifique qual e o motivo (ex: apoio para a cabeça- pequeno/pouco espaço)

15. Considera o banco de avião adequado para a sua estatura? *

Marcar apenas uma oval.

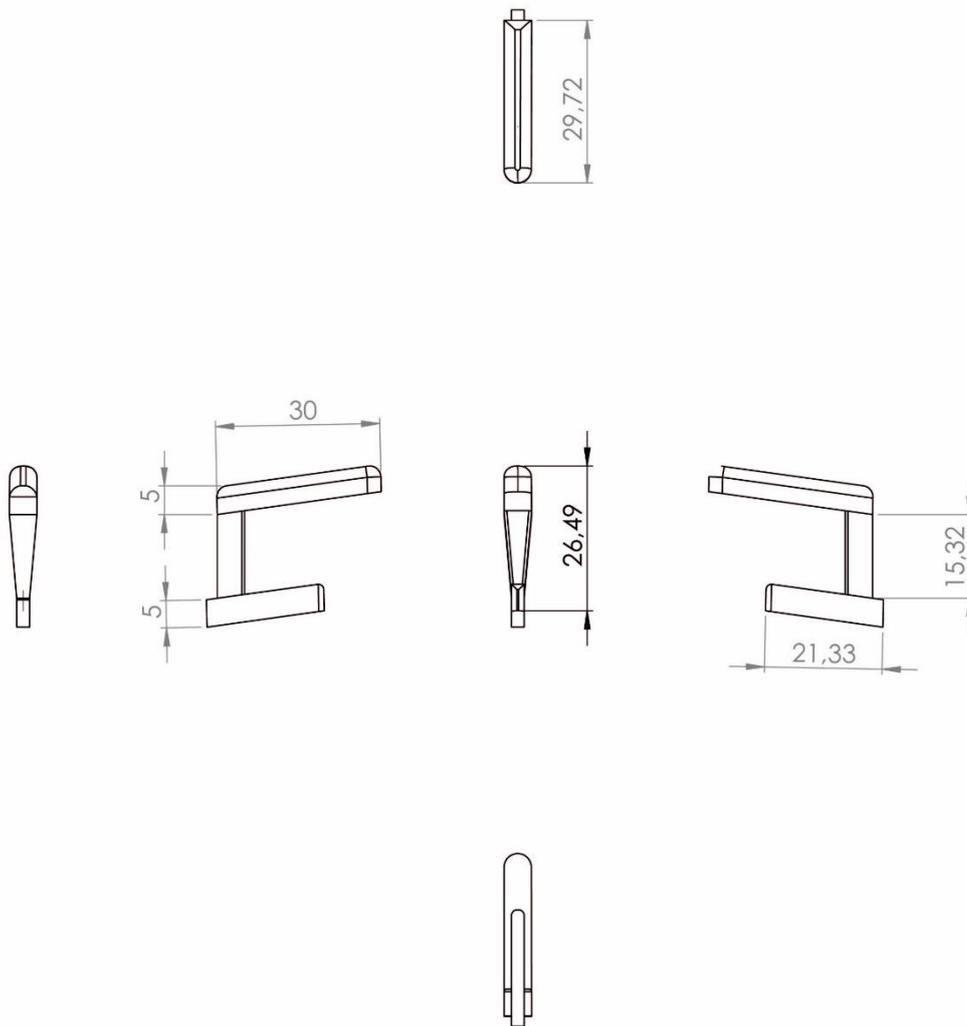
Sim

Não

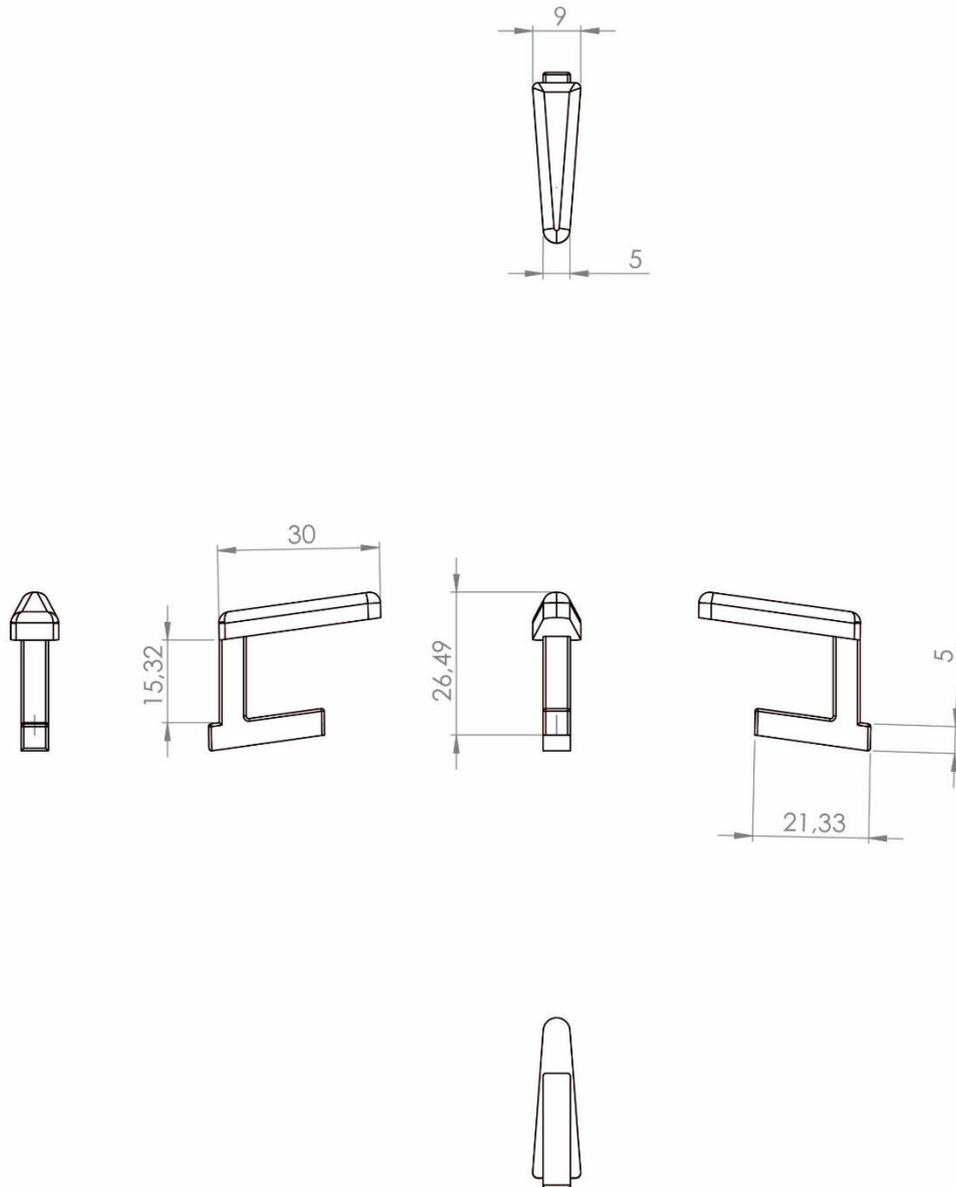
16. Para si o que é um bom banco de avião?

Desenhos técnicos

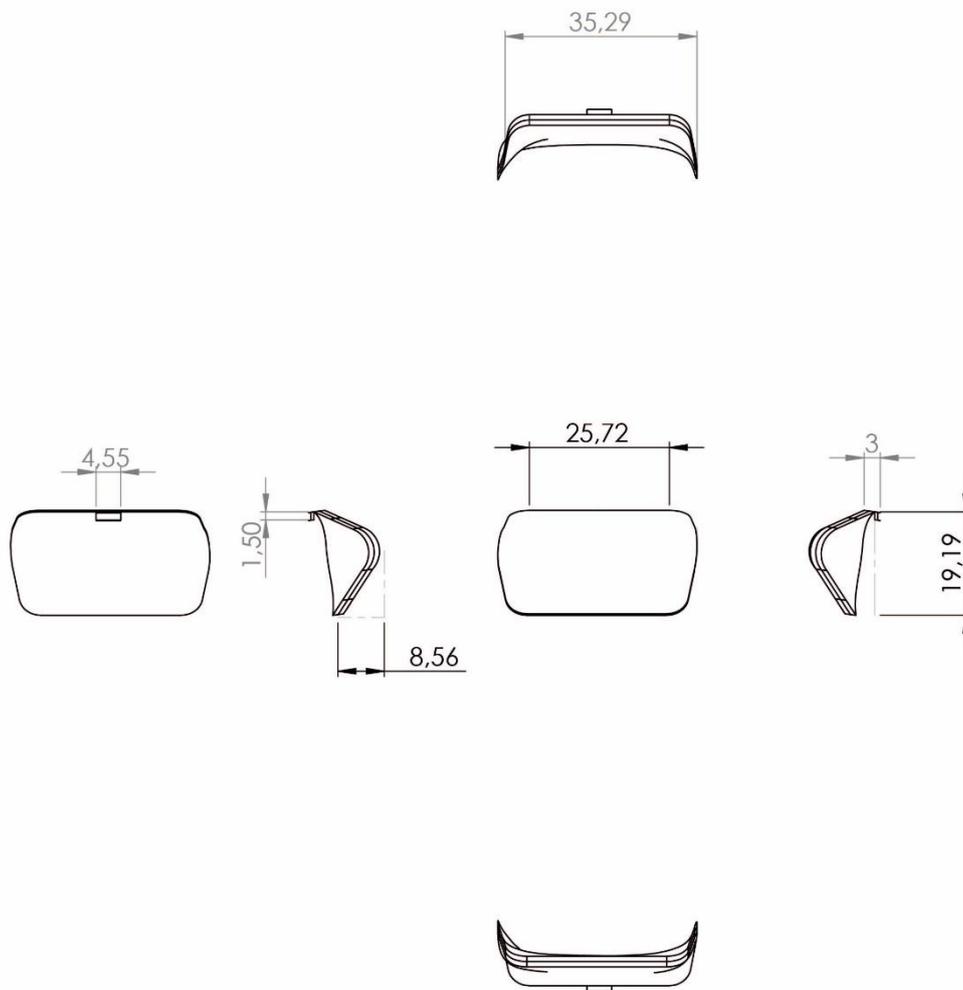
Apoio de braço lateral



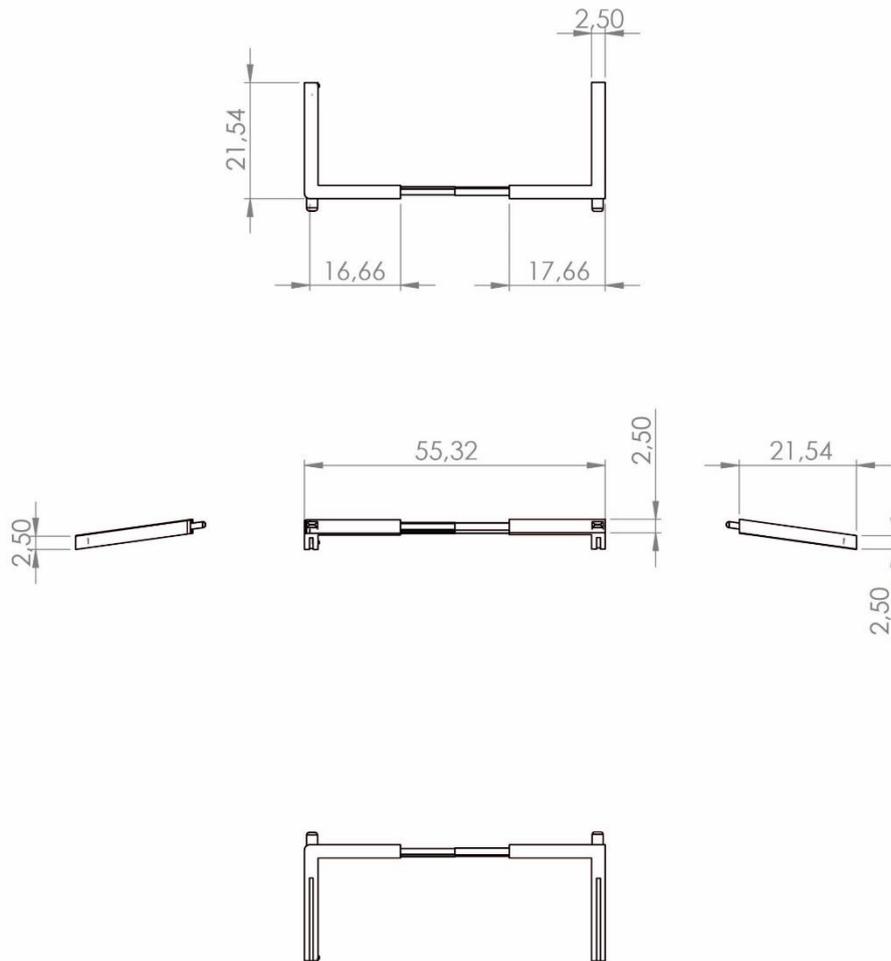
Apoio de braço central



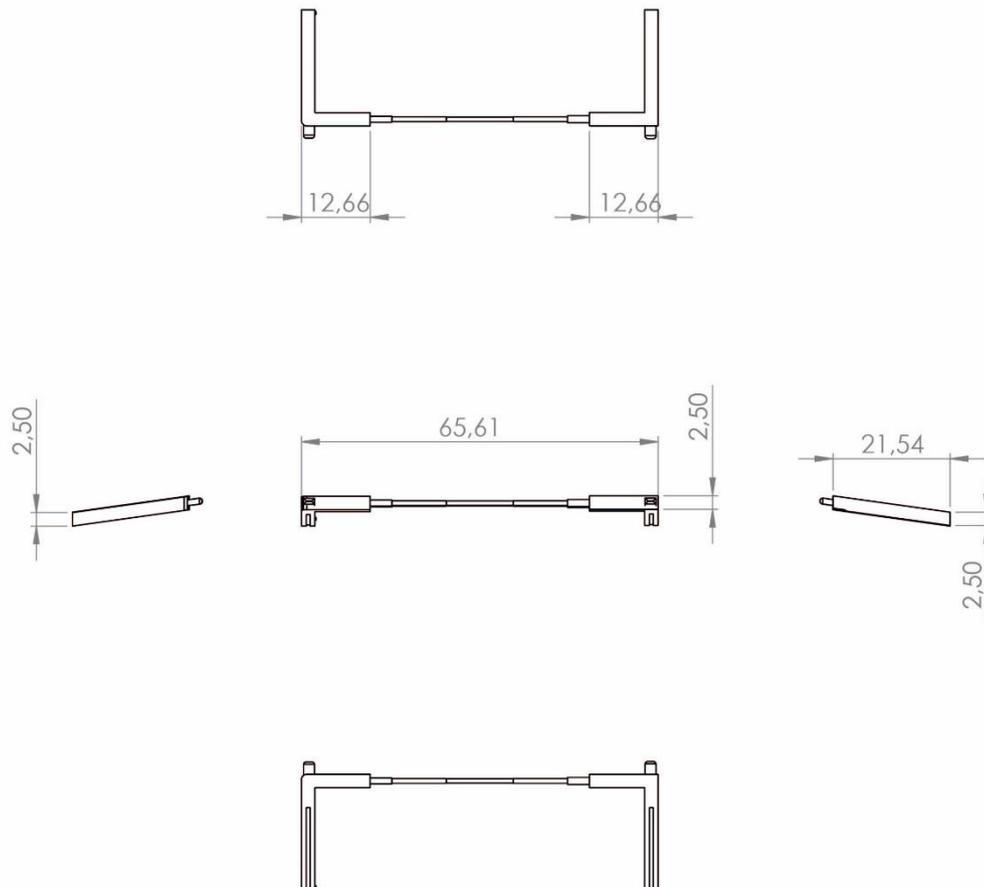
Apoio de cabeça



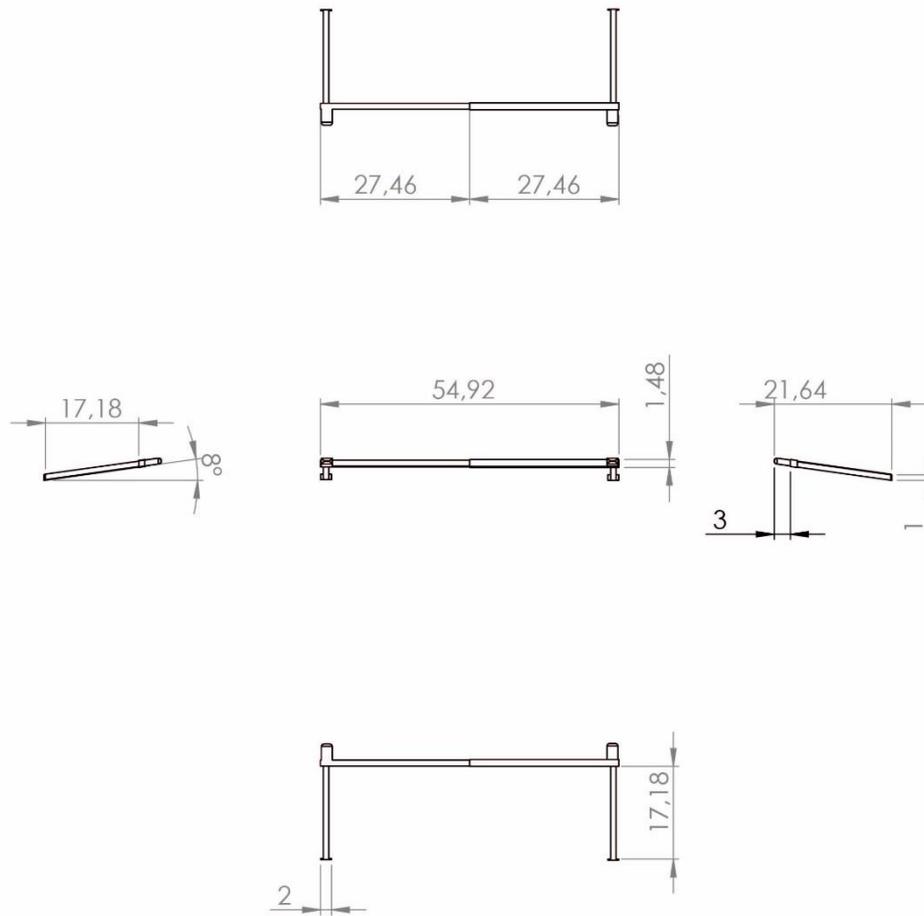
Estrutura dos assentos laterais



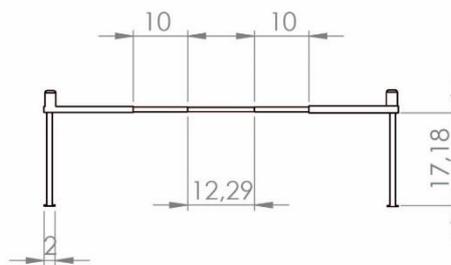
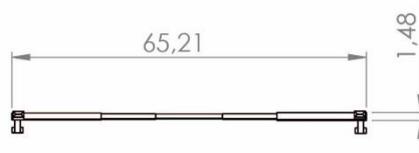
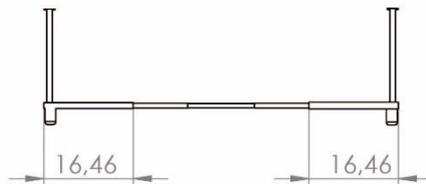
Estrutura do assento central



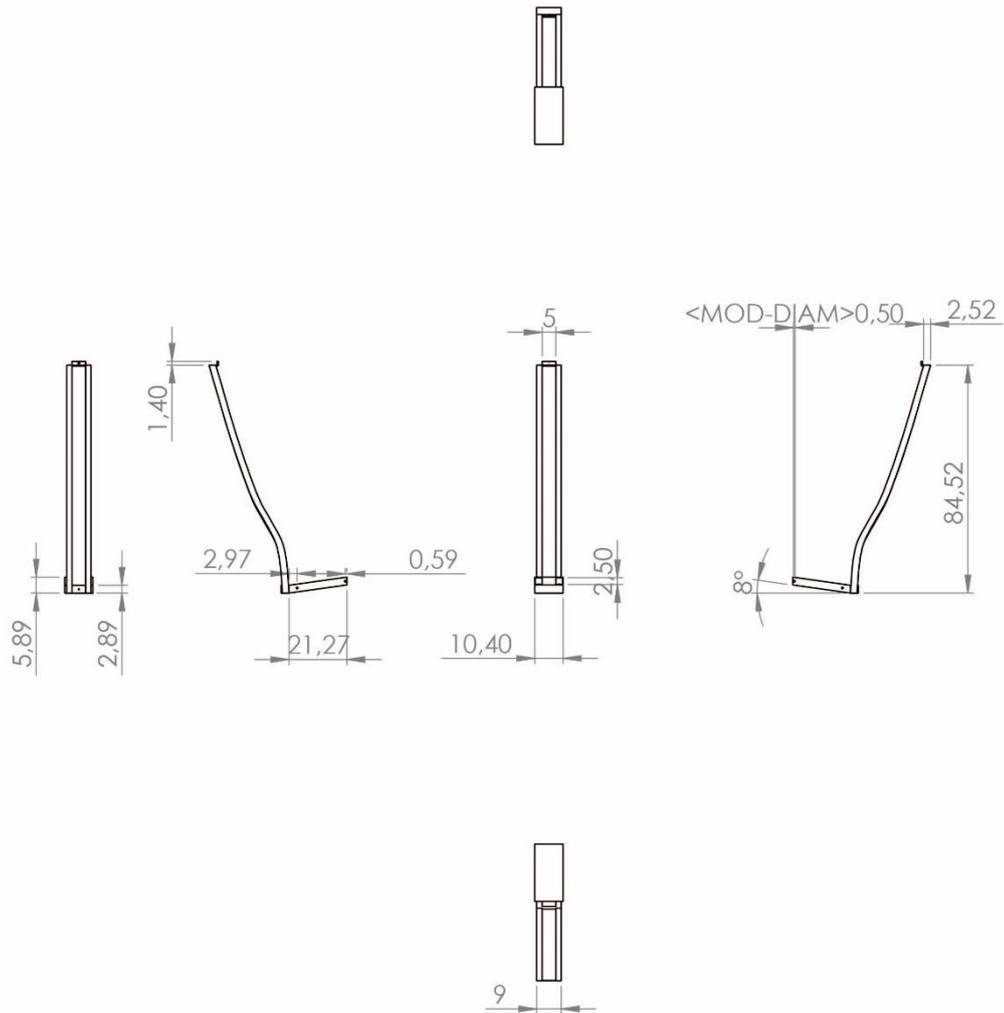
Varão interior dos assentos laterais



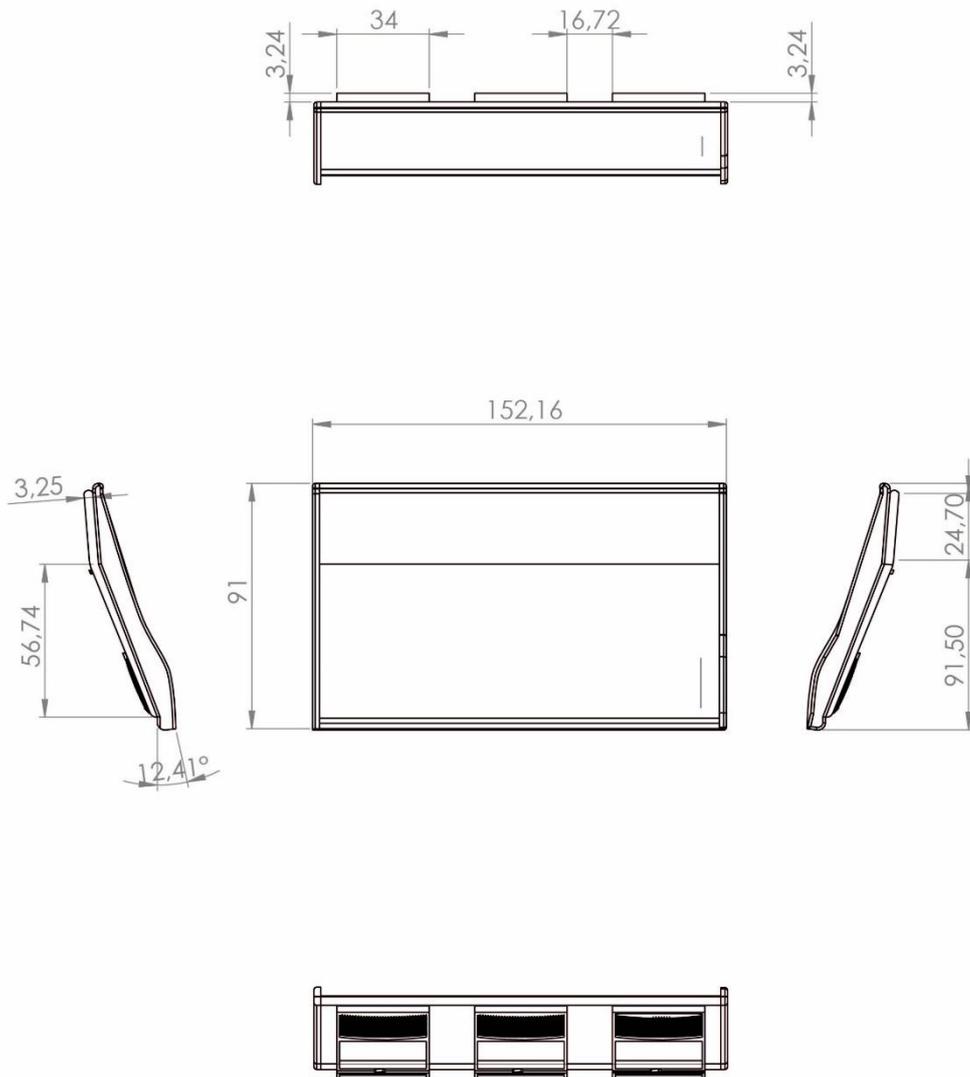
Varão interior do assento central



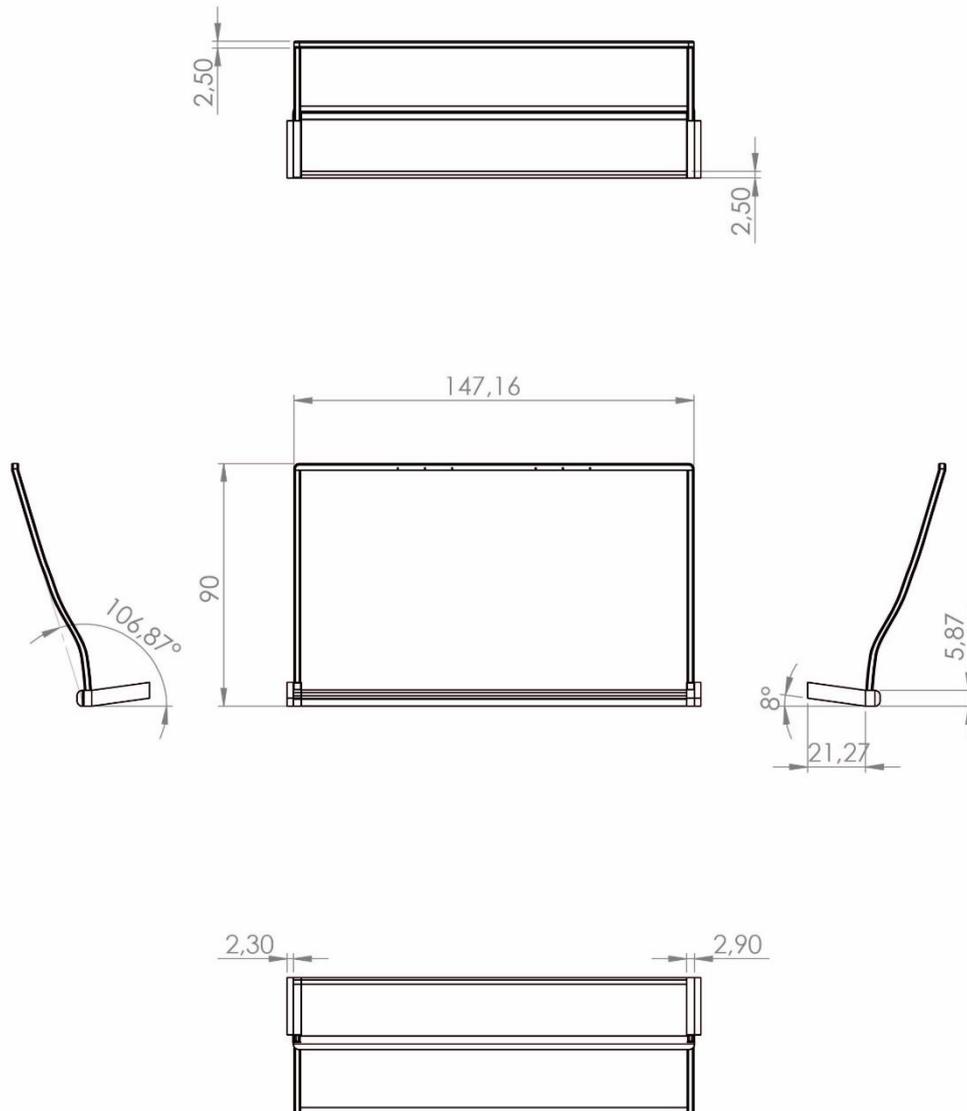
Divisória central



Estrutura de fora



Estrutura do modelo



SEDE ADMINISTRATIVA

FACULDADE DE **BELAS ARTES**

FACULDADE DE ENGENHARIA

