FELIPE MUJICA

**CONFORTO, DESCONFORTO E USABILIDADE NO DESIGN DE
INTERIORES DE AERONAVES: A ANÁLISE ERGONÔMICA DA
ATIVIDADE COMO FERRAMENTA DE PROJETO**

São Paulo

2016

FELIPE MUJICA

**CONFORTO, DESCONFORTO E USABILIDADE NO DESIGN DE
INTERIORES DE AERONAVES: A ANÁLISE ERGONÔMICA DA
ATIVIDADE COMO FERRAMENTA DE PROJETO**

Tese apresentada à Escola Politécnica da
Universidade de São Paulo para a obtenção do
título de Doutor em Ciências.

São Paulo

2016

Universidade de São Paulo

Janus

ATA DE DEFESA

Aluno: 3136 - 5028598 - 2 / Página 1 de 1

Ata de defesa pública de Tese do(a) Senhor(a) Felipe Mujica no Programa: Engenharia (Engenharia de Produção), do(a) Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

Aos 03 dias do mês de maio de 2016, no(a) realizou-se a Defesa da Tese do(a) Senhor(a) Felipe Mujica, apresentada para a obtenção do título de Doutor intitulada:

"Conforto, desconforto e usabilidade no design de interiores de aeronaves: a análise ergonômica da atividade como ferramenta de projeto"

Após declarada aberta a sessão, o(a) Sr(a) Presidente passa a palavra ao candidato para exposição e a seguir aos examinadores para as devidas arguições que se desenvolvem nos termos regimentais. Em seguida, a Comissão Julgadora proclama o resultado:

Nome dos Participantes da Banca	Função	Sigla da CPG	Resultado
Laerte Idal Sznaiwar	Presidente	EP - USP	<u>APROVADO</u>
Jurandir Itizo Yanagihara	Titular	EP - USP	<u>APROVADO</u>
Francisco José de Castro Moura Duarte	Titular	UFRJ - Externo	<u>APROVADO</u>
Roberto Funes Abrahao	Titular	UNICAMP - Externo	<u>APROVADO</u>
Uiara Bandineli Montedo	Titular	EP - USP	<u>APROVADO</u>

Resultado Final:

Parecer da Comissão Julgadora *

Eu, Elias Alves de Almeida, lavrei a presente ata, que assino juntamente com os(as) Senhores(as) São Paulo, aos 03 dias do mês de maio de 2016.

Jurandir Itizo Yanagihara

Francisco José de Castro Moura Duarte

Roberto Funes Abrahao

Uiara Bandineli Montedo

Laerte Idal Sznaiwar
Presidente da Comissão Julgadora

* Obs: Se o candidato for reprovado por algum dos membros, o preenchimento do parecer é obrigatório.

A defesa foi homologada pela Comissão de Pós-Graduação em 09/05/16 e, portanto, o(a) aluno(a) faz jus ao título de Doutor em Ciências obtido no Programa Engenharia (Engenharia de Produção) - Área de concentração: Engenharia de Produção.

CONFERI COMO VERDADEIRO
Fátima Regina Gonçalves Sanches Domingues
PÓS-GRADUAÇÃO - EP/USP
Chefe do Serviço de Pós-Graduação

Presidente da Comissão de Pós-Graduação
Prof. Dr. Raúl González Lima
Presidente da Comissão de Pós-Graduação

27/04/2016 14:43

FELIPE MUJICA

**CONFORTO, DESCONFORTO E USABILIDADE NO DESIGN DE
INTERIORES DE AERONAVES: A ANÁLISE ERGONÔMICA DA
ATIVIDADE COMO FERRAMENTA DE PROJETO**

Tese apresentada à Escola Politécnica da
Universidade de São Paulo para a obtenção do
título de Doutor em Ciências.

Área de Concentração:

Engenharia de Produção - Trabalho Tecnologia
e Organização

Orientador:

Professor Livre-Docente Laerte Idal Sznclwar

São Paulo

2016

Este exemplar foi revisado e corrigido em relação à versão original, sob responsabilidade única do autor e com a anuência de seu orientador.

São Paulo, _____ de _____ de _____

Assinatura do autor: _____

Assinatura do orientador: _____

Catálogo-na-publicação

Mujica, Felipe

Conforto, desconforto e usabilidade no design de interiores de aeronaves: a análise ergonômica da atividade como ferramenta de projeto / F. Mujica -- versão corr. -- São Paulo, 2016.

144 p.

Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Produção.

1.Design Centrado no Usuário 2.Mobilidade e Transportes Centrados em Humanos 3.Design, Mobilidade e Atividades Humanas 4.Técnicas e Ferramentas da Etnografia Aplicadas ao Projeto de Veículos 5.Sinergia entre Ergonomia e Processo de Desenvolvimento de Produto I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Produção II.1.

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

*Dedico este estudo a todos aqueles que viajam
e fazem uso de veículos para mobilidade
humana, por trazerem sentido à realização
deste trabalho.*

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço ao meu orientador, Professor Laerte Idal Sznelwar, pela orientação do trabalho aqui apresentado, bem como pela oportunidade para participar do Projeto Conforto, que me inspirou à redação desta tese. Agradeço também ao Professor Fausto Leopoldo Mascia, que coordenou a equipe de ergonomia da USP junto com o meu orientador, bem como ao coordenador geral do Projeto Conforto, Jurandir Itizo Yanagihara. Além dos coordenadores do projeto, é importante lembrar-se de todos os que contribuíram para a realização dos ensaios, redação de relatórios e preparação do simulador (em ordem alfabética), Alexandre Akio Xavier Honda, Amanda Mota Almeida, Carlos Henrique Uehara, Flávia Renata Dantas Alves Silva Ciaccia, Guilherme Marcos Guerreiro, Isabela Gallego, José Carlos Orsi Morel, Rafael Fortuna Vasto, Renato Keila, Renato da Silveira e Silva, Samuel da Cruz, Sidney Castilho Alves, Victor D'Afonseca e Silva, Vinicius Vaguetti da Costa.

Um passo importante foi dado com as contribuições da professora Uiara Bandineli Montedo e do professor Francisco José de Castro Moura Duarte, com sábias sugestões na banca de qualificação, que direcionaram este estudo de uma melhor forma. Além disso, outro grande passo foi dado para a entrega da versão revisada, com as sugestões dadas pelos professores Jurandir Itizo Yanagihara e Roberto Funes Abrahão, que participaram da banca na defesa da tese. Agradeço pela contribuição.

No Departamento e na universidade, agradeço ao pessoal da informática que deu apoio na instalação de softwares e possibilitou a realização de análises com o uso de computadores – Luis Antônio de Oliveira, Flávio Ferreira e Bruno Roque Dantas – bem como aos colegas e amigos com os quais tive troca de conhecimento e amizade, durante disciplinas cursadas, bem como socialização de ideias ao compartilhar os espaços de estudos, monitorias e laboratórios: Ivan Bolis, Sandra Morioka, Bruno Cesar Kawazaki, Cláudio Brunoro, Simone Lara, Henrique Chagas, George Felipe Bond Jager, Catalina Ramírez, Silas Ferreira, Ana Paula Lopes, Ana Facin, Luiz Durão, José Henrique Dell’Osso Cordeiro, Luiz Ojima Sakuda, Karine Liotino, Mauro Cascaes, Júlia Coelho Brandão, Diego Clemente e Vinicius Brasil.

Além disso, é importante agradecer ao meu pai, Jorge Tulio Mujica Ascui, primeiramente pela inspiração em seguir os passos da carreira acadêmica, bem como pelo seu apoio

fraterno. Aproveito para agradecer à minha irmã, Ximena Mujica Serdio, pelo apoio familiar e, pela ajuda ao traduzir o artigo que me levou ao congresso da AHFE, em 2014.

Este trabalho não teria sido possível sem o apoio das seguintes organizações que financiaram e gerenciaram o Projeto Conforto – EMBRAER (Empresa Brasileira de Aeronáutica S/A), FAPESP (Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo), FINEP (Agência Brasileira da Inovação) – nem sem o apoio do CNPQ (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) que forneceu a bolsa de doutorado.

“o gênio é uma grande paciência; sem pretender ser gênio, teimei em ser um grande paciente. As invenções são, sobretudo, o resultado de um trabalho teimoso, em que não deve haver lugar para o esmorecimento.”

Alberto Santos Dumont.

RESUMO

Estudos de literatura científica mostram que desenvolver produtos confortáveis não é algo trivial. No entanto, o conforto é um aspecto importante a ser considerado para valorizar e diferenciar linhas aéreas e produtos do setor automotivo. O objetivo inicial desta pesquisa era verificar a influência de acessórios e dispositivos de ajustes nos níveis de conforto e desconforto de passageiros em cabines de aviões. No entanto, com o amadurecimento dos métodos, dos protocolos e das ferramentas desta pesquisa, verificou-se que a metodologia proposta, além de ter utilidade para levantar as necessidades dos usuários, no design de cabines para passageiros, pode ser útil para a sensibilização de projetistas, ao integrar o Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP). Desta forma, o método criado a partir de conhecimentos das Ciências Sociais e Etnografia, com técnicas da Observação Participante e da Análise Ergonômica da Atividade, mostrou-se uma poderosa ferramenta para capacitação e sensibilização de projetistas, arquitetos, engenheiros e designers, para promover a inovação no projeto de ambientes e objetos. Portanto, esta tese discute a importância das atividades dos usuários no desenvolvimento de projetos, para permitir que projetistas possam criar soluções que vão mais além do que é sugerido e estabelecido por parâmetros apresentados em normas técnicas e legislação. Assim, apresenta-se aqui uma nova proposta metodológica para o Design de Produtos e Ambientes dedicados a Passageiros e Viajantes, de uma forma mais ampla, que favoreça a experiência em mobilidade.

Palavras-chave:

1. Design Centrado no Usuário 2. Mobilidade e Transportes Centrados em Humanos 3. Design, Mobilidade e Atividades Humanas 4. Técnicas e Ferramentas da Etnografia Aplicada ao Projeto de Veículos 5. Sinergia entre Ergonomia e Processo de Desenvolvimento de Produto.

ABSTRACT

Scientific studies show that the development of comfortable products is not trivial. However, comfort is an important aspect to be considered to enhance and distinguish airlines and automotive products and services. The initial objective of this research was to verify the influence of accessories and adjustable devices in passengers comfort and discomfort in aircraft cabins. However, with the maturation of the methods, protocols and tools from this research, it became clear that the proposed methodology, besides being useful to assess users' needs for designing passengers cabins, may be also useful for sensitization designers by integrating the Product Development Process (PDP). Thus, the method created from Social Sciences and Ethnography knowledge, with participant observations' techniques and Ergonomics' Activity Analysis, proved to be a powerful tool for training and sensitization designers, architects, engineers and designers, to promote innovation in interiors and objects design. Therefore, this thesis discusses the importance of users' activities on the development of projects, to empower designers in creating of solutions that go beyond what is suggested and established by parameters of technical legislation and standards. Thus, we present here a new methodological proposal for products and interiors design for passengers and travelers, in a wide focus, that favors experience in mobility.

Key-words:

1. Users' Centered Design
2. Human-Centered Mobility and Transportation
3. Design, Mobility and Humans' Activities
4. Ethnographic Technics and Tools Applied to Vehicles' Projects
5. Synergy between Ergonomics and Product Development Process.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Banner de divulgação do jato E190-E2.	33
Figura 2 – Requisitos mínimos para distâncias entre poltronas descritos pela AN64.....	35
Figura 3 – Dez fatores mais importantes na escolha da companhia para voos na classe econômica.	37
Figura 4 – Leiaute de aeronave modelo E-170.....	44
Figura 5: Etapas da Ação Ergonômica	55
Figura 6 – Escala continua de conforto e desconforto.....	61
Figura 7 – Escalas separadas para medir níveis de conforto e desconforto.....	61
Figura 8 – Modelo teórico de conforto e desconforto com diagrama que mostra diversos fatores que influenciam no conforto e no desconforto para a postura sentada.....	62
Figura 9 – Modelo proposto por Mujica e Sznelwar (MUJICA; SZNELWAR, 2014), com base no modelo criado por Vink & Hallbeck's (2012) com a inclusão de dois novos resultados de desconforto, um visual e outro de usabilidade propostos por nós (adaptado de Vink & Hallbeck, 2012).....	63
Figura 10 – Principais variáveis usadas em medidas de antropometria estática do corpo.	69
Figura 11 – Sessão transversal dos e-jets Embraer.	71
Figura 12 – Conjunto de ilustrações de passageiros em repouso com observação sobre apoios.	75
Figura 13 – Conjunto de ilustrações de passageiros em repouso, com observação da coluna suspensa e quadril sobre porção frontal do assento.	76
Figura 14 – Abdicar do encosto lateral apoiando o braço sobre o corpo	79
Figura 15 – Compartilhar o apoio de braço.....	80
Figura 16 – Escrita sobre mesa	83
Figura 17 – Organizar os itens da bandeja	87
Figura 18 – Comer com recipiente nas mãos	87
Figura 19 – Curvar região cervical para ler.....	90

Figura 20 – Baixa amplitude na reclinção máxima dificulta o repouso.	101
Figura 21 – Falta de encosto lateral para a cabeça, leva a tensão no pescoço e dificulta o repouso.....	103
Figura 22 – Cotovelo apoiado sobre apoio de braço central em uso individual (sem passageiro ao lado).	105
Figura 23 – Vista frontal com uso de apoios de braço compartilhado em ensaio duplo com repouso (esquerda) e leitura (direita).....	106
Figura 24 – Vista superior do uso de apoio de braço central compartilhado em atividade de alimentação.	107
Figura 25 – Foto de uso da mesa para repouso.	108
Figura 26 – Foto ilustrativa do uso de notebook sobre a mesa.	109
Figura 27 – Vista lateral com uso de mesa para atividade de alimentação.	110
Figura 28 – Vista lateral com os pés apoiados (calcanhares) no piso sem um dispositivo de auxílio	113
Figura 29 – Uso da side wall na tentativa de obter apoio para a cabeça.....	115
Figura 30 – Posicionamento do livro para o lado para a cabeça não fazer sombra	117
Figura 31 - Foto de Pen Drive Kingston 16GB.....	121
Figura 32 – Vista superior do braço com abas retráteis.	122
Figura 33 - Suporte de braço na condição de uso, com abas fechadas e com abas abertas	122
Figura 34 – Desenho técnico em vista superior do assento, com as abas escondidas em primeiro momento e com as abas abertas em segundo momento.	123
Figura 35 – Estrutura matricial da Embraer	128
Figura 36 - Organograma da Gerência de Conforto de Cabine	128
Figura 37 - Organograma do EMBRAER Design Studio.....	129

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resultados construídos em sessão de brainstorming.....	95
Tabela 2 – Legenda da Matriz de relação Atividade x Objeto.....	96
Tabela 3 – Matriz de relação Atividade x Objeto	97

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- ABERGO – Associação Brasileira de Ergonomia
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnica
- AEA – Análise Ergonômica da Atividade
- AET – Análise Ergonômica do Trabalho
- AN64 – Airworthiness Notice 64 (em português: nota técnica de aviação 64)
- ANAC – Agência Nacional de Aviação Civil
- AVOD – Audio-Video On Demand (em português: áudio e vídeo sob demanda)
- CAA/UK – Civil Aviation Authorities from United Kingdom (em português: Autoridade de Aviação Civil do Reino Unido)
- CAD – Computer-Aided Design (em português: Desenho Assistido por Computador)
- CAP – Computer Aided Planning (em português: Planejamento Assistido por Computador)
- CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
- C&L – Collaborative and Lean (em português: colaborativa e enxuta)
- CNPQ – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
- CM – Configuration Management (em português: configuração de gerenciamento)
- CSF – Critical Succes Factors (em português: fatores críticos de sucesso)
- DORT – Doenças Osteomusculares Relacionadas ao Trabalho
- EDS – EMBRAER Design Studio
- EMBRAER – Empresa Brasileira de Aeronáutica S.A.
- EPI – Equipamentos de Proteção Individual
- ERP – Enterprise Resource Planning (em português: Sistema de Planejamento de Recursos da Empresa)
- FACE – Friendly Aircraft Cabin Environment (em português: ambiente amigável em cabine de aeronave)

- FAPESP – Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo
- FINEP – Agência Brasileira da Inovação
- GCR – General Comfort Rating (em português: Classificação Geral de Conforto)
- HEACE – Health Effects in Aircraft Cabin Environment (em português: efeitos para a saúde em ambientes de cabines aeronáuticas)
- HCD – Human-Centered Design (em português: Design Centrado no Humano)
- IATA – International Air Transport Association
- IdEA-PACI – Identification of an Aircraft Passenger Comfort Index (em português: índice de identificação de conforto para passageiros de avião)
- IEA – International Ergonomics Association (em português: Associação Internacional de Ergonomia)
- IFE – In-Flight Entertainment System (em português: Sistema de entretenimento a bordo)
- INFRAERO – Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária
- ISO – International Organization for Standardization
- IT – Information Technology – (em português: tecnologia da informação)
- JAA – Joint Aviation Authorities
- Kgf – Quilograma força
- LER – Lesões por Esforço Repetitivo
- LPD – Local Posture Discomfort (Em português: Desconforto Local de Postura)
- MDO – Multidisciplinary Design Optimization (em português: Projeto de Otimização Multidisciplinar)
- MTE – Ministério do Trabalho e do Emprego
- N/A – Não Apresentado
- NPD – New Product Development (em português: desenvolvimento de novo produto)

- OEM – Original Equipment Manufacturer (em português: Equipamento Original do Fabricante)
- OMS – Organização Mundial da Saúde
- OP – Observação Participante
- PE – Projeto de Engenharia
- P&D – Pesquisa e Desenvolvimento
- PDP¹ - Product Development Process (em português: processo de desenvolvimento de produto)
- PDP² – Projeto e desenvolvimento do produto
- PICTA – Programa em Ciência e Tecnologia Aeroespacial
- PLM – Product LifeCycle Management (em português: Gerenciamento do Ciclo de Vida do Produto)
- PMO – Project Management Office (em português: escritório de Gerenciamento de Projetos)
- PPP – Processo de Planejamento e Projeto
- SAE – Society for Automobile Engineers (em português: Sociedade de Engenheiros Automobilísticos)
- SDEM - Solution-oriented system Development Engineering Methodology (Em português: Metodologia de Solução Orientada Sistema de Desenvolvimento em Engenharia)
- SEs – Systems Engineer (Em português: Sistemas de Engenharia)
- ST – Segurança no Trabalho
- SST – Saúde e Segurança no Trabalho
- UFSCar – Universidade Federal de São Carlos
- UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina
- USP – Universidade de São Paulo

- WBS – Work Breakdown Structure (em português: Estrutura de Trabalho Detalhada)

LÍSTA DE SÍMBOLOS

® - marca registrada

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	23
1.1	Apresentação do estudo	23
1.2	OBJETIVOS.....	27
1.2.1	Objetivos gerais	27
1.2.2	Objetivos específicos	30
1.3	Questão da Pesquisa e Justificativa	33
1.4	Hipóteses, pressupostos e proposições.	39
2	O ESTUDO, SEUS MÉTODOS E SUAS FERRAMENTAS.....	40
2.1	Métodos e Ferramentas da Fase 1 – Estudo teórico	41
2.2	Métodos e Ferramentas da Fase 2 – Projeto Conforto.....	43
2.2.1	Protocolos de observação.....	43
2.2.2	Ferramentas e equipamentos utilizados	46
3	O ESTUDO E A CONSTRUÇÃO DE SUA BASE TEÓRICA – FASE 1 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	49
3.1	Ergonomia	49
3.1.1	Análise Ergonômica do Trabalho (AET) e Análise Ergonômica da Atividade (AEA) como métodos para a melhoria na concepção de ambientes e objetos	51
3.1.2	A abordagem centrada na análise da atividade proposta pela AET.....	52
3.2	A pesquisa etnográfica e a observação participante como métodos e abordagens antropocêntricas auxiliares para o design e projeto de produto	56
3.3	Conforto e Desconforto.....	59
3.4	Atividades mediadas por artefatos: apropriação e propiciação	63
4	O ESTUDO E SEU DESENVOLVIMENTO EXPERIMENTAL E EXPLORATÓRIO	66
4.1	Resultados da Fase 2 – Informações obtidas no Projeto Conforto.....	67
4.1.1	Sujeitos da pesquisa e dados antropométricos.....	68
4.1.2	O simulador (mock-up) e suas características	70

4.1.3	A análise das situações típicas de uso da aeronave e seus resultados.....	72
4.1.4	Reunião para fechamento com sessão de Brainstorming para determinar parâmetros para projeto	94
4.1.5	Matriz de relações entre atividades e objetos	96
4.1.6	Parâmetros de projetos para diversos objetos	98
4.1.7	Considerações sobre a fase 2.....	120
4.2	Resultados da Fase 3 – Design e inovação - Proposta de produto – apoio para braços com abas individuais.....	121
5	Revisão bibliográfica e estudo bibliométrico complementares	124
5.1	Análise dos títulos e abstracts para eliminar publicações sem relevâncias e conhecer os temas publicados	125
6	DISCUSSÃO E PROPOSTA.....	127
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	133
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	135
9	GLOSSÁRIO	142
10	Apêndice.....	143
10.1	Descrição do processo busca bibliográfica complementar.....	143

1 INTRODUÇÃO

1.1 Apresentação do estudo

O conforto é um fator importante que pode diferenciar uma companhia aérea de suas concorrentes e fazer com que ela se destaque no mercado extremamente competitivo de mobilidade aérea. A importância do estudo de tal tema é apontada por diversos autores, visto que este é um mercado em amplo crescimento com um público cada vez mais exigente. (CIACCIA; SZNELWAR, 2012; LIESBETH et al., 2014; ROSSI et al., 2012; SILVA; SZNELWAR; SILVA, 2012; SOUZA et al., 2013; VINK; HALLBECK, 2011). Por outro lado, no mercado aeronáutico, um dos fatores usados para aumentar as vendas está ligado ao conforto proporcionado por recursos, equipamentos e o design interno das cabines a serem ocupadas pelos seus usuários. Além disso, assim como as companhias aéreas, as companhias de ônibus, também utilizam o fator conforto como um diferencial para tornar-se mais competitivas.

Além disso, conforme é possível verificar no artigo escrito por Peter Vink e seus colegas, em 2012, existe uma necessidade de estudar como os diversos fatores ligados ao uso do ambiente e seus componentes pode influenciar nas sensações de conforto e desconforto, ou simplesmente (des)conforto como termo utilizado pelos autores, em 2012 (VINK et al., 2012), para referir-se às duas faces, negativa e positiva, desta questão. Por este motivo, faz-se necessária uma pesquisa da relação entre o uso de acessórios e dispositivos de ajustes com os níveis de (des)conforto em poltronas de passageiros, pois, acredita-se que, com estes sistemas, seja possível reduzir problemas conhecidos como “Síndrome da Classe Econômica”, bem como trazer incrementos nos níveis de conforto. Para um melhor entendimento do objeto de pesquisa inicial – relação entre os sistemas de ajustes, *design* e conforto – pretende-se aplicar conceitos e práticas ergonômicas para desenvolver parâmetros de *design* e soluções de conforto e, serão aplicados métodos e conceitos de fisiologia e cognição, aliados a estudos sobre atividades e rotinas que ocorrem em situações de viagem.

O início desta pesquisa teve seu tema escolhido com base em um dos princípios básicos da ergonomia, a afirmação de que é importante adaptar as condições de trabalho e do uso de produtos ao ser humano e não o inverso (PANERO; ZELNIK,

2002). Esta afirmação pode ser considerada um dos principais motivos para a criação de acessórios e dispositivos de ajustes em produtos como cadeiras, poltronas e móveis em geral que, devem atender às diversas necessidades de seus usuários que, por sua vez, têm diferentes características – etnia, sexo, idade, peso, altura, dentro outros; visto que os produtos sem ajustes dificilmente podem atender a todas as características dos usuários e das suas atividades. (PANERO; ZELNIK, 2002; SANTOS; ZAMBERLAN; PAVARD, 2009; TILLEY, 2005). Além disso, conforme diversos autores, a antropometria (antropologia física), associada aos valores culturais (antropologia cultural), constitui um ponto importante nas questões que envolvem transferência de tecnologias – denominada antropotecnologia, conforme Wisner (1979, apud WISNER, 1994) – pois pode auxiliar no projeto de produtos para atender melhor às necessidades humanas.

É importante salientar que a pesquisa foi delineada inicialmente como um recorte dentro de um dos pacotes de estudos (ergonomia), parte de um projeto integrado “Conforto e Design de Cabine – Desenvolvimento e Análise Integrada de Critérios de Conforto e Metodologia de Design”, inserido no PICTA (Programa em Ciência e Tecnologia Aeroespacial) e financiado pela FAPESP (Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo), pela FINEP (Agência Brasileira da Inovação) e, pela EMBRAER (Empresa Brasileira de Aeronáutica S/A). Este estudo integrado, realizado em conjunto pela Universidade de São Paulo (USP) com a Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) e a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Este projeto foi dividido em diversos pacotes temáticos, dedicados às análises dos distintos fatores que podem influenciar o conforto de passageiros em cabines aeronáuticas, e os temas específicos tiveram equipes dedicadas ao estudo dos seguintes temas: vibro-acústica; conforto térmico; pressão atmosférica de cabine e; ergonomia – esta última, focada na análise da atividade do usuário, o uso dos objetos e sua relação com o ambiente.

Para atender à demanda da EMBRAER foram entregues diversos relatórios sobre experimentos e, no final, um guia com parâmetros de projetos para melhorias em conforto para passageiros e usuários de cabines aeronáuticas. Estes relatórios e o guia final foram elaborados com base na análise das informações adquiridas em ensaios em cabines de passageiros, tanto em mock-up (simulador) como em voos comerciais. Enquanto, para elaborar a tese, foram analisados os resultados do

trabalho apresentado à EMBRAER e realizados estudos sobre teorias relacionadas com conforto, métodos e ferramentas para gestão de projetos e desenvolvimento de produtos, para sugerir uma nova abordagem, para que equipes de projetos possam ser sensibilizadas e possam desenvolver projetos de forma mais dedicada a atender à necessidades dos usuários e suas atividades,

Inicialmente, como objetivo final desta pesquisa, esperava-se que as conclusões demonstrassem a importância da inclusão do projeto ergonômico na criação das poltronas para cabines de passageiros como um todo, desde sua concepção como produto de *design* e engenharia. Portanto, a pesquisa pretendia ampliar os conhecimentos existentes sobre os movimentos humanos durante as viagens de avião, com diversas considerações sobre os agentes envolvidos, em diferentes situações, com foco principal nos viajantes (passageiros). Para atingir os objetivos iniciais, este estudo verificou quais os requisitos exigidos pelos agentes envolvidos, para propiciar bom desempenho em suas ações, através de técnicas de pesquisa ligadas aos métodos de *observação participante* e *análise ergonômica da atividade* – além do uso de uma biblioteca de situações conhecidas. Como produto final desta pesquisa, pretendia-se criar novos conceitos e conhecimentos, bem como uma nova proposta metodológica para o desenvolvimento de projetos de ambientes para passageiros e viajantes.

Ao final das entregas dos relatórios à EMBRAER, foi possível verificar que o método criado durante os experimentos poderia ter uma utilidade adicional: capacitação de projetistas para criação de projetos centrada na atividade dos usuários, influenciada pela sensibilização em relação às suas necessidades.

A constatação desta possibilidade, aliada a uma demanda vinda de uma empresa do ramo automobilístico (Produção de caminhões), que procurou a USP solicitando um curso para capacitação de projetistas de cabines, alimentou a necessidade de entender melhor os métodos utilizados por projetistas das áreas aeroespacial e automobilística (carros, caminhões e ônibus) para melhor atendê-los. Esta empresa automobilística desejava um curso de capacitação que possibilitasse a inserção dos conceitos de ergonomia nas diversas fases de projeto com o objetivo de proporcionar melhorias relativas ao conforto e usabilidade para os usuários deste tipo de produtos. Portanto, neste momento surgiu a necessidade de entender como as equipes de projeto dos setores automobilístico e aeronáutico trabalham e como é

o fluxo de atividades e quais são os modelos adotados no Processo de Desenvolvimento de Projetos (PDP). Esta necessidade gerou um complemento à revisão bibliográfica, com o objetivo de analisar as lacunas e as relações entre as áreas de pesquisa sobre ergonomia, (des)conforto, design centrado no usuário e, gestão de projetos e processos de desenvolvimento de produtos, apresentada no capítulo cinco.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivos gerais

Esta pesquisa tem como objetivo principal entender as atividades dos usuários em cabines de passageiros, para que este conhecimento possa ser utilizado no projeto de Poltronas de passageiros e viajantes. Além disso, propõe a inclusão da análise da atividade no processo criativo para o projeto de poltronas para aeronaves, ônibus, trens e outros sistemas de transportes coletivos.

Conforme é possível verificar em trabalhos apresentados na fase inicial do “Projeto Conforto” (KEILA, 2007; SOUZA, 2010), o tema escolhido para esta pesquisa de doutorado é um recorte dentro de um tema maior. O projeto integrado “Conforto e Design de Cabine – Desenvolvimento e Análise Integrada de Critérios de Conforto e Metodologia de Design”, inserido dentro do PICTA (Programa em Ciência e Tecnologia Aeroespacial), foi constituído por diversas equipes de pesquisa dedicadas a temas distintos. Dentro deste conjunto de conhecimentos, o escopo específico desta pesquisa de doutorado tinha o plano inicial de estudar os níveis conforto proporcionados pelos diversos acessórios e dispositivos de ajustes de poltronas aeronáuticas. Além disso, tinha como proposta um novo método para design de produtos com base nas teorias e metodologias da *Análise Ergonômica da Atividade* (AEA) e da *Observação Participante* (OP).

Visto que este projeto temático foi elaborado em conjunto por diversas instituições (USP / UFSCar / UFSC / EMBRAER) e fez parte de um convênio firmado pela FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo) com a EMBRAER (Empresa Brasileira de Aeronáutica S.A.), vários aspectos relacionados ao conforto de cabines de passageiros foram estudados, dentre estes, o conforto proporcionado pelas poltronas aeronáuticas e o espaço da cabine, com seus monumentos e objetos.

Mais especificamente, é importante ressaltar que a literatura acadêmica apresenta estudos específicos sobre os níveis de conforto e desconforto proporcionados por poltronas existentes no mercado, com a comparação entre o desempenho dos materiais, das configurações e conformações de diversos projetos e produtos. No entanto, até o início do Projeto Conforto, a literatura ainda não possuía estudos que relacionassem as atividades dos usuários com conforto, desconforto e o uso dos

acessórios e dispositivos de ajustes. Além disso, mais um motivo que levou o pesquisador à escolha deste tema inicial foi o fato de ter realizado uma pesquisa sobre temática semelhante no mestrado, de forma que foi possível dar continuidade a um tema de pesquisa e aplicar os conhecimentos anteriormente construídos neste novo estudo - o tema da pesquisa de mestrado intitulado “Análise ergonômica do design de equipamentos para musculação: avaliação da usabilidade dos dispositivos de ajustes de alguns produtos de marcas brasileiras” teve como objetivo verificar o nível de facilidade/dificuldade em seu manuseio e o nível de adequação dos ajustes antropométricos e de postura - portanto, acreditou-se que, com o uso de algumas ferramentas e métodos já utilizados anteriormente, somados aos métodos em uso pelo grupo de TTO (Trabalho Tecnologia e Organização) e, à infraestrutura proporcionada pela Escola Politécnica da USP, bem como a todo o conhecimento compartilhado pelos diversos grupos da pesquisa integrada, seria possível desenvolver mais uma pesquisa que trouxesse a indicação de melhorias para o conforto de usuários de poltronas aeronáuticas, graças ao redesenho e/ou criação de acessórios e dispositivos de ajustes. Como resultado final, quando o Projeto Conforto foi concluído em novembro de 2012, foi entregue um guia com parâmetros de ergonomia para projetos de cabines de passageiros. O guia entregue à EMBRAER foi elaborado para demonstrar detalhadamente o método proposto e apresentar propostas de soluções para questões encontradas nos experimentos que foram realizados, mas não pode ser anexado a esta tese por questões de confidencialidade. Graças à apresentação do levantamento das necessidades dos usuários e soluções para as mesmas foram geradas novas ideias e este processo criativo está levando ao projeto de novos produtos a ser patenteados pela empresa EMBRAER, junto com a Universidade de São Paulo.

Visto que a finalização do projeto com a EMBRAER aconteceu no meio do desenvolvimento da tese e que, no decorrer do projeto, foi possível verificar que o método desenvolvido para a análise de conforto de passageiros teria outra grande utilidade, houve uma alteração no escopo da tese e ela passou a ter um novo objetivo para a pesquisa descrito a seguir. Como o método em questão, com suas ferramentas e técnicas, pode ser utilizado por equipes de projeto para realizar o estudo e a verificação dos níveis de conforto de novos produtos, com base em conhecimentos, técnicas e ferramentas vindos das ciências humanas e inspirados

na Observação Participante e na Análise Ergonômica da Atividade, a pesquisa foi alterada, com a intenção de demonstrar os benefícios e resultados que podem ser obtidos no projeto de produtos, com a sensibilização de equipes de projetos, para que os projetos possam ser elaborados com foco na atividade dos usuários. Portanto, deixa-se de lado o estudo específico de dispositivos de ajustes e acessórios, para trabalhar no aprimoramento e desenvolvimento de um método para sensibilização de equipes de projetos, que possibilite melhor entendimento das necessidades e atividades dos usuários.

Visto que para que o método proposto possa Neste momento, percebeu-se a necessidade de entender as práticas de projetos nos ambientes aeronáutico e automobilístico, desde a gestão, até as ferramentas utilizadas para inovação e Desenvolvimento de Novos Produtos, pois somente com esta aproximação seria possível propor uma capacitação, com nova abordagem, com a inserção da ergonomia centrada na atividade dos usuários, nos atuais sistemas de trabalho adotados pelas indústrias em questão. Espera-se que com isto, seja possível trazer mais conforto aos seus produtos. Para demonstrar que o método tem aplicação prática, na sessão 4.2 é apresentado um produto que foi desenvolvido como fruto do método proposto.

1.2.2 Objetivos específicos

Visto que a tese é um recorte dentro de um trabalho em equipe, alguns objetivos descritos a seguir fazem parte do Projeto Conforto, e deram suporte para a escrita da tese, enquanto outros objetivos são específicos da tese.

1.2.2.1 Objetivos da primeira fase da pesquisa – revisão bibliográfica e benchmarking

Inicialmente (entre o segundo semestre de 2007 e primeiro semestre de 2009), a equipe era constituída por professores do departamento de engenharia de produção, com conhecimentos avançados em ergonomia e por alunos de graduação em Engenharia e em Design. Estes alunos (futuros engenheiros e projetistas) possuíam conhecimento técnico sobre projeto, mas faltava familiaridade com a terminologia utilizada no mundo aeronáutico, bem como não possuíam conhecimentos avançados sobre ergonomia, anatomia humana, conforto e desconforto. A primeira fase do projeto teve o objetivo de fazer uma reflexão teórica, através da análise de conceitos e teorias expostos por autores dedicados à pesquisa sobre conforto e desconforto – ou (des)conforto – de usuários de produtos para mobilidade humana, bem como na postura sentada. Além disso, esta fase foi dedicada a um estudo de benchmarking para entender as necessidades de empresas do setor e a forma de trabalhar para criar soluções para proporcionar conforto e bem estar aos usuários. A equipe visitou à EMBRAER e outras empresas dos setor de aviação e automotivo que produzem produtos para serem utilizados em interiores de aviões, caminhões, carros, ônibus, bem como laboratórios de testes para pesquisa e desenvolvimento de produtos, onde são usados diversos equipamentos e manequins físicos para simulações – dentre as empresas visitadas pela equipe de pesquisa de ergonomia USP pode-se citar TAM linhas aéreas, Grammer do Brasil, Alston do Brasil, Faurecia Automotivo do Brasil e Johnson Controls. Além disso, foram feitos os primeiros experimentos em voos comerciais, para criar uma biblioteca de ações e primeiras observações sobre atividades de passageiros em cabines aeronáuticas. Para a tese, também foi necessária uma revisão bibliográfica e parte do trabalho realizado no Projeto Conforto, foi reaproveitado.

1.2.2.2 Objetivos da segunda fase da pesquisa – estudo de campo e simulações para criação de uma guia de parâmetros para projeto

A segunda fase da pesquisa teve o objetivo de elaborar um guia de parâmetros para projetos de interiores de cabines de aviões comerciais, com base na análise das atividades dos usuários. Para criar este guia foi desenvolvido um método misto de abordagem qualitativa, inspirado em métodos e ferramentas das ciências humanas e etnográficas, mais precisamente da Observação Participante (os pesquisadores faziam o papel de usuários), que foi utilizado na análise das atividades dos pesquisadores, nos experimentos de simulação de atividades em cabine aeronáutica. Ao fim desta fase, a apresentação dos parâmetros para projetos possibilitou a sugestão de soluções para desenvolver produtos e objetos que proporcionam incrementos no conforto dos usuários e na possibilidade de agir e desenvolver suas atividades. No início desta fase, foi necessário capacitar os pesquisadores para pudessem analisar as próprias atividades e as atividades dos colegas, através da sensibilização que é proposta no guia. Portanto, o objetivo do Guia não é de apresentar soluções prontas apenas para as questões encontradas na realização das atividades de simulação, mas sim de mostrar como é possível sensibilizar uma equipe para que possa se colocar no lugar dos usuários e entender melhor às suas necessidades. A construção deste método com suas ferramentas e protocolos foi fundamental para entregar à EMBRAER o Guia de parâmetros para projeto, e é a questão principal desta tese.

1.2.2.3 Objetivos da terceira fase da pesquisa – criação de um produto

A terceira fase tem o objetivo de apresentar uma solução de projeto de produto para atender algumas das necessidades percebidas durante os ensaios realizados para a elaboração do guia apresentado na fase dois. Portanto, nesta fase, faz-se a apresentação de uma solução para ilustrar como o método pode ser aplicado de forma prática e, que tipo de resultados pode ser alcançado. O produto em questão é um apoio para braços com abas individuais, criado a partir de ideias desenvolvidas no projeto, e foi patenteado no Brasil e nos Estados Unidos. A apresentação de um produto patenteado teve importância para ilustrar que há diálogo entre a teoria e a prática, de forma que o método desenvolvido no meio acadêmico pode trazer frutos para a indústria.

1.2.2.4 Objetivos da quarta fase da pesquisa – revisão bibliográfica sobre Metodologias de Projetos e Desenvolvimento de Produto

Esta fase aconteceu após a conclusão do Projeto Conforto e foi desenvolvida para melhor reflexão sobre os resultados alcançados no projeto. Após realizar o experimento da criação de um produto de forma isolada, notou-se que é importante entender como o método criado poderia fazer parte do sistema de gestão de projetos da empresa do ramo aeronáutico ou automobilístico. Portanto, fez-se necessário realizar nova revisão bibliográfica para entender melhor as relações que há entre conforto, desconforto e ergonomia, com Gestão de Projetos e Processo de Desenvolvimento de Produtos e Engenharia Simultânea. Neste momento, a revisão bibliográfica foi feita para verificar o estado da arte nestes campos do conhecimento, promover um diálogo e estabelecer novas propostas teóricas. Além da revisão, foi desenvolvido um estudo bibliométrico para verificar se há inter-relação entre as áreas citadas, na quase inexistente, que justifica o objetivo de trazer contribuição teórica ao estabelecer diálogo entre áreas que não se conversam, visto que se verificou que há uma lacuna entre as áreas de Ergonomia, Conforto e Desconforto, Projeto Centrado no Usuário e, Gestão de projetos e Desenvolvimento de novos Produtos.

1.2.2.5 Objetivos da quinta fase da pesquisa – sinergia entre o método proposto (com base na Análise Ergonômica da Atividade) e gestão de projetos

A quinta fase tem o objetivo de apresentar uma proposta para a inserção do método criado para realizar a análise do uso dos artefatos dos interiores de aviões. Ela foi desenvolvida com o objetivo de sensibilizar equipes de projetos e possibilitar a capacitação de profissionais ligados ao projeto de interiores aeroespaciais e automobilísticos, com os conhecimentos advindos da Análise Ergonômica da Atividade e da Observação Participante. Além disso, faz-se a proposta da inserção do método e suas ferramentas na Gestão de Projetos, no Processo de Desenvolvimento de Produtos.

1.3 Questão da Pesquisa e Justificativa

Os mercados aeronáutico e automobilístico são extremamente competitivos. Para vender produtos e serviços nestas áreas que envolvem a mobilidade humana é preciso apresentar custos competitivos (valores de compra e manutenção), aliados a desempenho (consumo de combustível, autonomia, número de passageiros) e conforto. Desta forma, ao mesmo tempo em que empresas de aviação desejam oferecer serviços de excelência, é necessário que o custo por poltrona seja o mais viável possível para garantir o lucro e crescimento da empresa. Portanto, é importante que os aviões oferecidos pela indústria aeronáutica atendam às necessidades das empresas de aviação, com compatibilidade entre gasto de combustível e quantidade de passageiros, de forma que levantar voo e realizar viagens seja viável e traga retorno financeiro. A imagem a seguir ilustra a preocupação da indústria aeronáutica em oferecer uma combinação entre capacidade de passageiros (quantidade de pessoas “transportadas”), alcance dos voos (autonomia e distância alcançada), com performance e economia de combustível, aliados ao conforto dado aos passageiros para experiências voo agradáveis.

Neste momento, em que as empresas enfrentam uma dicotomia entre custo por poltrona, espaço por passageiro e conforto oferecido, surge uma discussão

Figura 1 – Banner de divulgação do jato E190-E2.

Fonte: Web site da empresa Embraer (EMBRAER, 2016)

interessante que tem ganhado importância: a qualidade do ambiente oferecido aos passageiros. Esta questão foi motivo de um estudo desenvolvido pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), para classificar os espaços oferecidos com um

selo de qualidade, pois constantes reclamações estavam sendo feitas, por conta da falta de espaço para as pernas e o desconforto sofrido por passageiros na aviação civil no Brasil. Neste estudo, foi realizado um levantamento antropométrico da população brasileira, usuária de transporte aéreo nacional, para estabelecer parâmetros de qualidade relativo, (SILVA; MONTEIRO, 2009). O estudo sobre as medidas dos viajantes brasileiros propõe distâncias mínimas para conforto e segurança e, usa como base para as medidas propostas pela Agência de regulação da aviação comercial do Reino Unido – Civil Aviation Authorities from United Kingdom – Airworthiness Notice 64 (CAA/UK AN64), de março de 1989 – de forma que, para uma aeronave com 20 ou mais lugares receber certificação e poder circular, deveria haver, no mínimo, 26 polegadas (66 centímetros) de distância do encosto da poltrona da frente ao encosto da poltrona de trás para que uma pessoa possa sentar-se sem que os joelhos encostem na parte posterior da poltrona da frente. A figura 2 ilustra as medidas mínimas para acesso e saída de uma poltrona, bem como para permanecer sentado, mas nele não consta uma distância mínima para pitch (distância longitudinal medida de um ponto de uma determinada fileira de poltronas até o mesmo ponto na fileira seguinte ou anterior, ou qualquer outro ponto de referência de uma poltrona para a poltrona seguinte.). Para que o pitch seja adequado, deve-se respeitar as medidas A, B e C, e considerar a espessura do estofado da poltrona.

Figura 2 – Requisitos mínimos para distâncias entre poltronas descritos pela AN64

Dimensão	Descrição	Mínimo
A	Distância mínima entre o estofamento do encosto do assento e o encosto do assento, ou qualquer outra estrutura fixa da poltrona da frente.	26in (660mm)
B	Distância mínima entre a borda anterior de um assento e o encosto do outro assento ou qualquer outra estrutura fixa da frente.	7in (178mm)
C	Distância mínima de projeção vertical entre a borda anterior de um assento e o encosto de qualquer assento da fileira da frente ou qualquer outra estrutura fixa à frente do assento.	3in (76mm)

Fonte: Traduzido pelo autor, adaptado de Quigley e colegas (QUIGLEY et al., 2001).

No estudo realizado pelos pesquisadores da ANAC e da CAA/UK a preocupação principal estava ligada à segurança e saúde dos passageiros, pois as companhias de aviação estavam reduzindo os espaços de forma que os passageiros ficavam sujeitos a riscos em caso de necessidade de evacuação de aeronave, por falta de espaço para sair das poltronas, bem como sofriam com a falta de espaço para as pernas que traziam desconforto. Por sinal, problemas ligados à falta de espaço e impossibilidade de mudanças de postura podem trazer danos à saúde, conforto é relatado no Guia de saúde do viajante, desenvolvido pela Petrobrás, para prevenção de riscos à saúde de seus trabalhadores, que, por conta da expansão da empresa, têm viajado a trabalho com maior frequência. (PETROBRAS (SMS), 2004) Neste guia, destaca-se a preocupação com doenças tromboembólicas (trombose venosa profunda), que pode ser causada pelo coágulo no interior das veias, por

conta de imobilidade prolongada durante uma viagem. Portanto, o projeto de interiores de aeronaves deve ser elaborado com atenção para a liberdade de movimento e ação dos passageiros durante as viagens.

Por outro lado, além da lógica ligada a questões financeiras e técnicas, bem como à saúde dos viajantes, existe também uma preocupação em oferecer diferenciais para destacar-se dos concorrentes e, neste momento o conforto pode ser citado como um fator importante. Afinal, não basta “inserir” pessoas dentro de uma aeronave e transportá-las de um lugar para outro. Os passageiros, em sua posição de clientes farão a escolha de uma companhia por diversos fatores, como preço das passagens, possibilidade de acúmulo de milhas, bem como o conforto oferecido na experiência da viagem.

Neste momento, o espaço compatível com as diversas atividades que se deseja realizar em momentos de mobilidade deve ser concebido para atender às necessidades dos usuários que, cada vez mais desejam utilizar o espaço das aeronaves para realizar tarefas ligadas a trabalho e lazer, como pode ser visto em diversas publicações que estudam conforto e desconforto em aeronaves e outros meios de mobilidade, bem como as diversas variações posturais em atividades na postura sentada, com necessidade de variação. (KAMP; KILINCISOY; VINK, 2011; KAMP; VEEN; VINK, 2015; MENEZES, 1989; VINK et al., 2012; WANG, 2015). Um gráfico que ilustra as preferências de passageiros ao comprar uma passagem e escolher uma companhia aérea é ilustrado na figura a seguir.

Esta tese foi escrita com foco na aplicação de conhecimentos da ergonomia e da abordagem metodológica da Análise Ergonômica da Atividade, para a sensibilização

Figura 3 – Dez fatores mais importantes na escolha da companhia para voos na classe econômica.

Fonte: International Air Transportation Association (2009), adaptado de Souza (2010:22).

de projetistas. Ela foi desenvolvida com o objetivo de aprimorar os métodos de projeto em design de interiores de cabines aeronáuticas e automotivas, para promover o incremento no conforto de usuários. Portanto, se propõe aqui uma nova abordagem, que promove a sensibilização dos projetistas, com o uso de métodos, ferramentas e protocolos de pesquisa das ciências humanas e da etnográficas, para um melhor entendimento sobre as necessidades de uso dos viajantes, com o objetivo de criar ambientes mais compatíveis com as atividades que se propõem realizar.

Conforme diversos autores afirmam, o conforto pode ser visto como um diferencial competitivo, que pode maximizar o bem-estar e aceitação dos passageiros, para elevar a competitividade mercadológica nos setores aeronáutico e automobilístico, de forma que o tema é pertinente e ainda gera bastante debate, (CIACCIA, 2013; GREGHI, 2012; KAMP, 2012; KEILA, 2007; ROSSI, 2012; SILVA, 2013; SOUZA, 2010; VINK; BRAUER, 2011). Portanto, este estudo tem relevância para a indústria de poltronas, peças e objetos para interiores de carros, caminhões, ônibus, trens, aviões e outros meios de mobilidade individual e coletiva, bem como para empresas

que montam estes veículos, projetam estes interiores, compram e especificam estas poltronas e objetos. Desta forma, espera-se que as conclusões da tese possam servir de apoio para o estabelecimento de parâmetros de conforto para o projeto, bem como a introdução destes conceitos, técnicas e ferramentas, nos métodos adotados para o design e a produção deste tipo de produtos.

1.4 Hipóteses, pressupostos e proposições.

Esta pesquisa pretende contribuir com a construção de uma nova abordagem, a ser usada em projetos de produto. Propõe-se aqui o uso dos conhecimentos da ergonomia da atividade, do conforto e do desconforto para o design nas indústrias aeronáutica e automotiva. No capítulo 3 é apresentada uma revisão bibliográfica que dá subsídios teóricos para a realização de pesquisa empírica apresentada no capítulo 4. A partir dos métodos e protocolos descritos no capítulo 4, apresenta-se uma proposta de sensibilização para equipes de projeto, que pode trazer melhores resultados em conforto e usabilidade. Desta forma, os seguintes princípios e questões guiam este estudo:

Hipótese – O uso de Normas e dados antropométricos não são suficientes para atender às necessidades dos usuários de interiores aeronáuticos e automobilístico. Faz-se necessária uma nova forma de analisar as ações dos ocupantes nestes veículos, para proporcionar melhores condições de uso.

2 O ESTUDO, SEUS MÉTODOS E SUAS FERRAMENTAS.

Inicialmente, os métodos e ferramentas utilizados nesta pesquisa foram desenvolvidos durante os trabalhos realizados para atender às necessidades de um estudo feito para a EMBRAER. Ou seja, o método adotado neste trabalho segue os princípios da Análise Ergonômica da Atividade e utiliza ferramentas de análise da Observação Participante, oriundas das ciências humanas, antropologia, etnografia, com foco na atividade do usuário, para proporcionar um melhor entendimento das necessidades e contribuir na criação de melhores produtos.

Não obstante, é importante ressaltar que o método, os protocolos e as ferramentas desenvolvidas no estudo, para entregar o que foi solicitado pela Embraer, mostraram-se de grande utilidade – com certas adaptações e considerações – para capacitar projetistas da área aeroespacial, com o objetivo de trazer a sensibilidade necessária em pesquisas das ciências humanas, como no método da observação participante, para fazer com que designers e engenheiros possam desenvolver projetos seguindo os princípios do design centrado no usuário, em que há foco no usuário final de um produto, para atender às suas necessidades, de acordo com as atividades que são vividas e desenvolvidas em cabines aeronáuticas.

Desta forma, pode-se dizer que, do ponto de vista metodológico, a pesquisa teve três fases principais, a ser descritas como fase de estudo teórico (fase 1), fase de pesquisa para entrega de trabalhos solicitados pela EMBRAER no Projeto Conforto (fase 2) e, fase de pesquisa na área de projetos e na criação de uma proposta de capacitação (fase 3). É importante ressaltar que a numeração das fases foi criada para estabelecer melhor entendimento, mas não significa que sejam realizadas de forma sequencial, de forma que a fase 1 (revisão bibliográfica) tem sido distribuída, do ponto de vista cronológico, ao longo do estudo, não necessariamente antecedendo as fases 2 e 3. Além disso, a necessidade de melhor desenvolvimento da fase 3 (Proposta de capacitação) fez perceber a necessidade de reavaliação de informações produzidas na fase 2 (Projeto Conforto).

2.1 Métodos e Ferramentas da Fase 1 – Estudo teórico

Visto que esta pesquisa de doutorado teve seu início em 2011, com Projeto Conforto em andamento e a caminho da conclusão, foi necessário estudar o que havia sido produzido pelos colegas de pesquisa até dado momento. Portanto, o início do estudo teórico foi marcado pela leitura dos diversos produtos acadêmicos criados por estudantes que participaram do projeto e finalizaram sua participação antes do início da escrita desta tese.

Desta forma, o começo foi marcado por revisão bibliográfica sobre as teorias e conceitos de ergonomia, conforto e desconforto. Além disso, foram lidos relatórios anteriores para estudar as práticas realizadas em laboratório e campo. O estudo inicial teve leitura dos Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC), Dissertações de Mestrado e Teses de Doutorado apresentadas pelos participantes do projeto, tanto da Universidade de São Paulo (USP) como da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Esta revisão bibliográfica prévia teve grande utilidade, pois permitiu entender melhor qual o estado da arte relativo ao tema conforto e desconforto de usuário de cabines aeronáuticas, bem como verificar quais possibilidades haveria para que esta tese pudesse apresentar algo novo. Revisões bibliográficas tem utilidade, pois possibilitam a definição ou resolução de problemas, não somente conhecidos, mas também para ver o estado da arte de um determinado tema e analisar as lacunas que podem ser preenchidas por novos estudos.

Em parte, a realização desta revisão bibliográfica foi um dos motivos para a adição de novos objetivos a esta tese, pois se notou que haviam sido discutidos e apresentados diversos trabalhos sobre métodos e técnicas de estudo sobre conforto do usuário, praticamente saturando a possibilidade de elaborar algo inédito, visto que os trabalhos foram desenvolvidos em grupo e cada um apresentou um recorte do mesmo estudo. No entanto, a reflexão contínua sobre o tema trouxe à tona a necessidade de uma continuidade para o trabalho já realizado. Para trazer um incremento aos estudos já realizados, sugere-se então a adaptação dos métodos, técnicas e ferramentas desenvolvidas para este estudo do “Projeto Conforto”, com o intuito de possibilitar que estes conhecimentos sejam usados para a capacitação de profissionais da área de projetos aeroespaciais e automobilísticos. Além da capacitação dos profissionais, propõe-se a inserção destes métodos e ferramentas no Processo de Desenvolvimento de Produtos.

Portanto, a leitura dos trabalhos realizados por colegas possibilitou um primeiro contato com o tema, delineou os objetivos da pesquisa e, possibilitou verificar quais os principais autores que tem desenvolvido teorias e estudos sobre conforto e desconforto, postura sentada, e design de interiores automobilísticos e aeronáuticos. Com base nas leituras anteriores e um mapeamento de palavras-chave, foi realizada nova busca, nas principais bases de dados acadêmicos, para adquirir os artigos citados e poder revisar esta literatura mais a fundo e de forma direta (ISI Web of Science) – esta base de dados foi selecionada para a busca de artigos científicos pelos seguintes motivos:

- A base de dados principal do ISI web of Science faz busca de artigos publicados em revista com fator de impacto, indexadas pelo Journal of Citation Report (JCR);
- A base de dados gera arquivos em formato .xlsx, para serem abertos em software Microsoft Excel, com formato que permite organizar as informações sobre autores, títulos, resumos e demais informações pertinentes para realizar análise sobre métricas de publicação;
- A base de dados gera arquivos txt compatíveis com o software sitkis de análise bibliométrica, para elaborar bases de dados que podem ser lidas no software ucinet, para geração de mapas de citação, com o objetivo de estabelecer relações entre os autores e as teorias formuladas.

Está técnica de pesquisa em bases de dados foi adotada com base no exemplo dado por Fabien Brunes e colegas (BRONES; CARVALHO; ZANCUL, 2014).

Ao realizar esta pesquisa bibliográfica de forma contínua, após a leitura preliminar dos textos produzidos pelos colegas do Projeto Conforto, bem como pelos citados por eles, foi possível notar que novos trabalhos têm sido publicados e, adquirir novos conhecimentos para mapear o estado da arte sobre as publicações, teorias e métodos. Na fase final, esta revisão voltou a ser realizada e aprofundada, para que, quando a tese fosse entregue, a discussão teórica pudesse apresentar as últimas informações publicadas sobre as teorias sobre ergonomia, conforto e desconforto.

2.2 Métodos e Ferramentas da Fase 2 – Projeto Conforto

Nesta sessão são apresentadas as ferramentas que foram utilizadas para auxiliar no registro dos ensaios (experimentos em simulador com controle de variáveis) e na coleta de dados para o tratamento e interpretação das informações geradas. Algumas das ferramentas geraram dados quantitativos, para serem interpretados sob a ótica de abordagens qualitativas e validar as informações com precisão, baseada em resultados anteriormente validados e demonstrados na literatura. Outras informações são, desde o início, qualitativas e, foram trabalhadas com o objetivo de possibilitar um melhor entendimento sobre as razões que levam os usuários a sentir conforto ou desconforto, bem como ter facilidades ou dificuldades ao realizar suas atividades, além das estratégias utilizadas para conseguir realizar aquilo que se pretende da melhor forma possível, dadas as condições ambientais.

Para entender melhor como foram realizados estes trabalhos, seguem as descrições nas próximas sessões, com detalhes sobre o desenvolvimento do método, inspirado nas abordagens metodológicas francófonas da Análise Ergonômica do Trabalho e Análise Ergonômica da Atividade, bem como no método etnográfico da Observação Participante, com a adaptação de suas ferramentas, equipamentos e protocolos.

2.2.1 Protocolos de observação

Os protocolos utilizados para este estudo foram criados para estabelecer delineamentos de experimentos com controle de diversas variáveis, bem como uso de ferramentas para coleta de dados.

Neste estudo, foram realizados ensaios em três momentos, sendo uma etapa em voos comerciais (para conhecer diversas aeronaves e sensibilizar os pesquisadores em momento inicial) e, outras duas em simulador com controle de variáveis, com o objetivo de analisar situações diferentes, com foco nas variáveis relativas ao espaço disponível para o usuário. A descrição aqui será feita com detalhes sobre os ensaios controlados, com protocolos pré-definidos, realizados no simulador situado na Universidade de São Paulo (Campus Capital).

Antes do início dos ensaios foi realizada a medição antropométrica de todos os pesquisadores participantes dos ensaios a fim de balizar as conclusões de cada

pesquisador em relação ao desempenho das atividades analisadas e comparar as dificuldades encontradas com as características corporais.

Para os ensaios em simulador, no primeiro momento foram realizados ensaios dedicados a uma única tarefa/atividade, com os pesquisadores sentados no assento ao lado da janela, sem passageiro ao lado, com pitch de (36" = 91,44cm);

Posteriormente, foram realizados ensaios em duplas e com revezamento entre poltrona ao lado da janela e ao lado do corredor, com um pitch reduzido para 30" (74 cm), distância longitudinal mínima recomendada pela EMBRAER para classe econômica, conforme figura 1, que mostra o leiaute de um e-jet E-170:

Figura 4 – Leiaute de aeronave modelo E-170

Fonte: Brochura Embraer 170 – Cabin. (EMBRAER, 2013)

Os equipamentos utilizados e os parâmetros adotados para a coleta de informações foram os seguintes:

- câmeras fotográficas e de vídeo;
- manta de pressão;
- duração dos ensaios (40, 30 e 10 minutos – tempo variava conforme o protocolo para cada atividade simulada);
- observação feita por outro pesquisador (sentado em poltrona do outro lado do corredor);
- relatos escritos e comentários filmados após os ensaios;
- análise dos ensaios;

- preenchimento de planilha (cada pesquisador deveria observar os vídeos dos próprios ensaios e recapitular motivos das mudanças de postura, colando imagens correspondentes às ações);
- discussões e cruzamento de dados.

Foram realizadas três fases de experimentos:

- 1ª – voos comerciais: 4 pesquisadores em duplas para análise em voos comerciais, com passageiro ao lado.
- 2ª – ensaios individuais: 38 ensaios em mock-up realizados por 8 pesquisadores (1195 min.) sem passageiro ao lado;
- 3ª – ensaios em duplas: 15 em mock-up realizados por 6 pesquisadores (450 min.) com passageiro ao lado.

2.2.1.1 Ensaios em voos comerciais

- ensaio em duplas;
- pitch variável (conforme companhia aérea e modelo de aeronave);
- uso do cinto de segurança;
- passageiro janela ou corredor;
- alternância de atividades e posição (corredor/janela);
- tempo de ensaios ligado ao tempo de voo comercial de cada trecho.

2.2.1.2 Primeiro bloco de ensaios em mock-up

- ensaio individual;
- pitch estendido (36'' = 91,44cm);
- ausência do cinto de segurança;
- passageiro sempre na janela;
- Temperatura a 21°C e umidade relativa do ar a 50%;
- Sistema vibro acústico desligado.

2.2.1.3 Segundo bloco de ensaios em mock-up

- ensaio em duplas;
- pitch sugerido pela EMBRAER aos seus clientes como distância mínima entre fileiras de poltronas (30" = 76,2cm);
- uso do cinto de segurança abotoado;
- passageiro janela ou corredor;
- alternância de atividades e posição (corredor/janela);
- Temperatura a 21°C e umidade relativa do ar a 50%;
- Sistema vibro acústico desligado.

2.2.2 Ferramentas e equipamentos utilizados

Para auxiliar no registro e recapitulação, foram utilizadas diversas ferramentas e equipamentos com a finalidade de recolher informações precisas sobre as posturas adotadas pelos participantes, a alternância destas, assim como apoios utilizados, as tarefas realizadas, movimentos e estratégias adotados. A filmagem dos ensaios teve por objetivo proporcionar a apreensão mais próxima possível com relação ao curso das ações desenvolvidas pelos sujeitos. Além disso, visto que há certa dificuldade em lembrar e descrever as variadas posturas, bem como fazer referência de maneira detalhada, ao posicionamento dos diferentes segmentos corporais e às motivações, os recursos de gravação permitem que seja possível recuperar as informações em segundo momento, durante análises em laboratório. Portanto o uso de imagens filmadas que mostram esta dinâmica proporciona mais elementos para realizar uma análise mais acurada das posturas adotadas, pois permite que se faça uma explicitação com o sujeito, em relação às atividades que este desenvolveu. Seguem descritas nas próximas sessões as ferramentas e equipamentos que foram utilizados para permitir os registros e a recuperação de diversas informações e simulações virtuais para relacionar as posturas com possíveis mudanças de projeto.

2.2.2.1 Manta de Pressão

Equipamento fornecido pela empresa Xsensor – Modelo X3 PX100: 50.8cm x 81.28cm Xsensor 40.64.02. Manta de monitoramento de pressão composta por duas peças (Assento e Encosto). Utilizada com a finalidade de mapear os diversos pontos do corpo do participante em contato com o assento e o encosto. Através desta ferramenta é possível também evidenciar as mudanças posturais e as variações dos picos de pressão conforme as alterações posturais, bem como o passar do tempo. O equipamento foi amplamente utilizado na tese de doutorado da Flávia R. D. A. S. Ciaccia e no trabalho apresentado por ela no IEA 2012, nos quais podem ser mais bem verificados os resultados de seu uso (CIACCIA; SZNELWAR, 2012; CIACCIA, 2013).

2.2.2.2 Câmera filmadora de alta definição

Para realizar as filmagens, foi utilizada uma câmera da Samsung, modelo HMX-H105N. Utilizada para fazer o registro em vídeo dos ensaios nos Mock-ups e voos comerciais, assim como os comentários feitos pelos pesquisadores/voluntários. Posicionada no lado oposto do corredor do mock-up em nível superior ao da poltrona, de forma a capturar informações, em vista lateral, sobre as posições e posturas adotadas pelos participantes, a alternância destas, assim como apoios utilizados, as tarefas realizadas, movimentos e estratégias adotados. A filmagem dos ensaios teve por objetivo proporcionar a apreensão mais próxima possível com relação ao curso das ações desenvolvidas pelos sujeitos. A partir do segundo bloco de ensaios, foi utilizada uma lente grande-angular adicional, acoplada à câmera para possibilitar a captura de imagem mais ampla, com as duas pessoas.

2.2.2.3 Software Ramsis® – Versão 3.8.30 Standalone

O Ramsis® é um software utilizado para verificar adequações de projeto. Graças ao uso de manequins que simulam os limites articulares de movimentos humanos é possível diagnosticar, em simulador virtual, o que pode vir a acontecer na realidade. Desta maneira, pode-se economizar muito na elaboração de mock-ups para testes. O Ramsis® tem ajudado a entender melhor as relações entre o corpo humano e as

partes das poltronas, como as pressões geradas em partes do corpo, por conta da conformação das diversas partes dos objetos. Com esta ferramenta, é possível indicar, de forma mais precisa, sugestões para alterações de projeto, que podem gerar mais conforto, bem como simular o uso de poltronas com diversas configurações de pitch e o uso com vizinhos sentados ao lado. Além disso, é possível criar uma biblioteca de manequins com diversas características antropométricas e posturas relacionadas com diversas atividades, para utilizar durante a criação de espaços e objetos compatíveis com as necessidades dos usuários.

3 O ESTUDO E A CONSTRUÇÃO DE SUA BASE TEÓRICA – FASE 1 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo será desenvolvida discussão sobre teorias e conceitos que dão suporte para o método proposto pela tese. Portanto haverá explanação sobre conceitos de Conforto e Desconforto, Teoria da Atividade, *Design* e Projeto de Produto, bem como Ergonomia e, os métodos e abordagens Análise Ergonômica do Trabalho (AET), Análise Ergonômica da Atividade (AEA) e *Observação Participante* (OP).

3.1 Ergonomia

Do ponto de vista epistemológico, a Ergonomia é vista como uma ciência que estuda as condições de trabalho com o objetivo de trazer melhorias para a saúde e a produtividade do trabalhador. Visto que é uma ciência que tem o objetivo de trazer transformações às condições encontradas, também é vista como uma arte (prática técnica), pois é atuante e, do ponto de vista de método de pesquisa, pode-se dizer que é uma pesquisa-ação. (IIDA, 2005; WISNER, 2004)

Por conta de ser uma prática multidisciplinar, que tem diversos pontos de vista, é possível ver diferentes definições, segundo as visões de diversos autores. Além de vários pontos de vista, a ergonomia também recebe algumas classificações, conforme as questões das quais trata, para melhor entendimento das disciplinas que a constituem e as diversas forma de atuação. Em relação a definições, utilizamos a que é mais usada, por ser criada pela associação que representa os interessados em ergonomia no mundo.

Conforme a IEA – Associação Internacional de Ergonomia (2000), apud (ABERGO, 2016)

A Ergonomia (ou Fatores Humanos) é uma disciplina científica relacionada ao entendimento das interações entre os seres humanos e outros elementos ou sistemas, é à aplicação de teorias, princípios, dados e métodos a projetos a fim de otimizar o bem estar humano e o desempenho global do sistema. Os ergonomistas contribuem para o planejamento, projeto e a avaliação de tarefas, postos de trabalho, produtos, ambientes e sistemas de modo a torná-los compatíveis com as necessidades, habilidades e limitações das pessoas.

Para a IEA (2000), citada no site da Associação Brasileira de Ergonomia (ABERGO, 2016) a ergonomia relaciona-se principalmente com três áreas de atuação na saúde

e segurança ocupacionais (física, cognitiva e organizacional) e, seguem abaixo as definições que classificam os três campos de atuação:

Ergonomia física: está relacionada com as características da anatomia humana, antropometria, fisiologia e biomecânica em sua relação à atividade física. Os tópicos relevantes incluem o estudo da postura no trabalho, manuseio de materiais, movimentos repetitivos, distúrbios músculo-esqueléticos relacionados ao trabalho, projeto de posto de trabalho, segurança e saúde.

Ergonomia cognitiva: refere-se aos processos mentais, tais como percepção, memória, raciocínio e resposta motora conforme afetem as interações entre seres humanos e outros elementos de um sistema. Os tópicos relevantes incluem o estudo da carga mental de trabalho, tomada de decisão, desempenho especializado, interação homem computador, stress e treinamento conforme esses se relacionem a projetos envolvendo seres humanos e sistemas.

Ergonomia organizacional: concerne à otimização dos sistemas sócio-técnicos, incluindo suas estruturas organizacionais, políticas e de processos. Os tópicos relevantes incluem comunicações, gerenciamento de recursos de tripulações (CRM - domínio aeronáutico), projeto de trabalho, organização temporal do trabalho, trabalho em grupo, projeto participativo, novos paradigmas do trabalho, trabalho cooperativo, cultura organizacional, organizações em rede, tele-trabalho e gestão da qualidade.

Claro que esta é uma classificação que divide o conhecimento em partes e, esta forma de dividir as atribuições não necessariamente corresponde à realidade, pois em muitos casos as questões estão interligadas e não é possível dissociá-las. Em alguns casos os sintomas dos trabalhadores podem manifestar-se de forma física, mas as suas causas podem ser por conta de necessidades de reestruturação organizacional e redesenho das interfaces digitais utilizadas. Por este motivo, a abordagem ergonômica da AET francófona dá importância a estudos completos que analisam um conjunto de questões relativas à demanda inicial, a tarefa, a atividade, a situação de trabalho e o funcionamento da empresa como um todo, para entender o que está em jogo e aonde é possível realizar intervenções. (GUÉRIN et al., 2001; LAVILLE, 2007)

3.1.1 Análise Ergonômica do Trabalho (AET) e Análise Ergonômica da Atividade (AEA) como métodos para a melhoria na concepção de ambientes e objetos

A AET é uma abordagem metodológica proposta pela ergonomia que, a partir de um problema situado, se estrutura em um conjunto de etapas e ações (avaliação, diagnóstico e implementação) e tem como objetivo a compreensão e transformação do trabalho, através do estudo das diversas determinantes das atividades laborais e suas consequências para os trabalhadores e para o processo. Segundo Guérin colegas (GUÉRIN et al., 2001), toda AET é guiada por um problema ou situação apresentada para ser resolvida e/ou receber recomendações para sua solução.

O objetivo principal da Análise Ergonômica do Trabalho é o de trazer transformações que tragam melhorias às condições de trabalho a partir da análise da atividade, de forma que segue um caminho distinto de outra abordagem ergonômica muito conhecida e divulgada – Fatores Humanos – mais focada em questões ligadas à fisiologia, biomecânica e rendimento do trabalho humano do ponto de vista de tempos e métodos. As duas abordagens tem como objetivo melhorar as condições de trabalho e aumentar a produtividade, mas as suas formas de atingir os objetivos são distintas, assim como os métodos e ferramentas também.

Portanto, coloca-se aqui uma proposta de análise que leve em conta as atividades desenvolvidas pelos usuários de produtos/ambientes, bem como por trabalhadores em ambientes organizacionais, de forma que a análise tem como objetivo verificar como estes se apropriam dos objetos para desenvolver as atividades que pretendem realizar, com a verificação de dificuldades, facilidades e estratégias.

3.1.2 A abordagem centrada na análise da atividade proposta pela AET

Conforme é possível ver em Wisner (WISNER, 2004), ao realizar uma Análise Ergonômica do Trabalho (AET) é importante empregar recursos conceituais com o objetivo de encontrar soluções para determinadas situações a serem trabalhadas. Estas situações, por sua vez, podem ser semelhantes a outras anteriormente já estudadas e podem encaixar-se em modelos que fazem parte de uma espécie de inventário de estudos representativos, como parte da construção de um arcabouço de situações de referência para sistematização do trabalho.

O modelo de trabalho proposto pela abordagem da AET tem o objetivo de estudar as condições de trabalho daqueles que produzem algo, que, no neste trabalho, refere-se à produção industrial no setor aeronáutico. Para ter um bom entendimento e escolher da melhor maneira a situação a analisar, é preciso que seja feita uma boa análise da demanda que, pode ser uma inicialmente, mas pode ser reestruturada durante o levantamento de informações pertinentes. Além disso, ela pode ser apresentada por interlocutores pertencentes a uma esfera da empresa a ser estudada e, pode ser reformulada ao conversar com outros interlocutores que podem trazer novas informações, solicitações e necessidades.

A partir do momento em que se tem um entendimento sobre as necessidades da instituição estudada, finalmente pode-se seguir adiante com o estudo sobre o trabalho propriamente dito, com a análise das tarefas, das atividades, dos contratos de trabalho, das prescrições de procedimentos, cargos, funções, dos meios de produções, máquinas, equipamentos, ambiente de trabalho e as falas dos trabalhadores. Após ter em mãos estas informações e realizar uma análise sobre o trabalho é possível elaborar hipóteses e pré-diagnósticos, bem como almejar soluções. Desta forma, pode-se fazer um planejamento de observações sistemáticas que confirmem as hipóteses e, em concordância com os trabalhadores, podem ser validadas e ratificadas, com base na aceitação e apropriação por parte dos interlocutores, bem como o uso de conceitos que tenham embasamento teórico e científico.

Este modelo de análise aqui exposto de forma sucinta foi discutido por Alain Wisner no I Seminário Brasileiro de Psicologia Aplicada, em 1975 e publicado em Wisner (2004). Pode-se dizer que esta sequencia de ações explicitada, ilustra o espírito da ergonomia francófona e da Análise Ergonômica do Trabalho. Para entender melhor

os passos a serem seguidos numa AET, recorreremos a três leituras que podem ser feitas na língua portuguesa, “Compreender o trabalho para transformá-lo – a prática da ergonomia” (GUÉRIN et al., 2001), “Introdução à Ergonomia: da prática à teoria” (ABRAHÃO et al., 2009) e, o “manual de aplicação da Norma Regulamentadora 17” (MTE-SIT, 2002). Estas três publicações explicam como pode ser feita uma Análise Ergonômica do Trabalho, com sua sistemática, as idas e vindas, os pontos de vista das diferentes partes envolvidas e interessadas e, o entendimento do trabalho com o objetivo de trazer propostas de melhorias nas suas condições. A primeira leitura é de origem francesa, a segunda é brasileira e é baseada na visão francófona de ergonomia e, a terceira é o manual do Ministério do Trabalho e do Emprego (MTE) para cumprimento da NR17 que “visa estabelecer parâmetros que permitam a adaptação das condições de trabalho às capacidades psicofisiológicas dos trabalhadores, de modo a proporcionar um máximo de conforto, segurança e desempenho eficiente” (MTE, SIT, 2002:12). Algo em comum nas três publicações é a ênfase dada ao método da AET que pode ser definido da seguinte forma:

A análise ergonômica do trabalho é um processo construtivo e participativo para a resolução de um problema complexo que exige o conhecimento das tarefas, da atividade desenvolvida para realiza-las e das dificuldades enfrentadas para se atingirem o desempenho e a produtividade exigidos. (MTE, SIT, 2002:16)

Desta forma, para atender a estes princípios e objetivos, seguindo a mesma linha de raciocínio proposta por Wisner, pressupõe-se que uma AET deve conter as seguintes etapas em seu modelo metodológico (ABRAHÃO et al., 2009; GUÉRIN et al., 2001; MTE-SIT, 2002)

1. Análise da demanda;
2. Análise global da empresa (observações abertas);
3. Análise da população de trabalhadores (dados populacionais);
4. Definição das situações de trabalho a serem analisadas (hipóteses de primeiro grau);
5. Descrição das tarefas prescritas, das tarefas reais e das atividades desenvolvidas para executá-las;
6. Estabelecimento de um pré-diagnóstico (hipóteses de segundo grau);
7. Observação sistemática da atividade, bem como dos meios disponíveis para realizar a tarefa;
8. Diagnóstico ou diagnóstico global e local;

9. Validação do Diagnóstico;
10. Projeto de modificações ou caderno de encargos com sugestões de melhorias;
11. Cronograma de implementação de modificações (curto, médio e longo prazo);
12. Acompanhamento das modificações/alterações.

No caso deste estudo, pode-se dizer que a demanda apresentada inicialmente veio de uma empresa que produz aviões e está preocupada em trazer melhorias nos níveis de conforto oferecidos aos seus passageiros, de forma que, a demanda aqui explicitada relaciona-se a melhorias dos ambientes para que os passageiros realizarem suas atividades típicas (repousar, ler, utilizar notebook, entreter-se com o IFE, alimentar-se, escrever) da melhor forma possível, e com o mínimo de incômodos.

Para realizar este estudo, foi necessário adaptar este método à avaliação e projeto de produtos, como parte do processo criativo, de forma que o que inicialmente foi elaborado com o intuito de verificar as relações de trabalho, neste caso é utilizado para analisar as relações entre usuários e objetos.

É importante salientar que esta sequência exposta como um modelo a ser seguido tem suas fases sugeridas com etapas sequenciais, mas, nem sempre é possível fazer o trabalho da forma como é considerado ideal, pois ao realizar uma Análise Ergonômica do Trabalho há uma série de questões envolvidas que podem dificultar partes do trabalho e obrigar a seguir adiante e depois voltar atrás.

Por outro lado, é importante lembrar que mais importante do que realizar uma intervenção pontual, é importante que o trabalho desenvolvido em ergonomia passe a fazer parte cultura empresarial empresa, e que traga uma transformação nas relações de trabalho de forma que os operadores passem a ter poder de tomada de decisão e participem em questões ligadas aos projetos das situações de trabalho para que toda implantação tenha acompanhamento por parte daqueles que detêm o conhecimento prático da operação no dia-a-dia. Desta forma, a Análise Ergonômica do Trabalho pode promover transformações sequenciais em um ciclo de diagnóstico, implantação e avaliação, de forma sequencial e contínua, conforme ilustrado na figura 4:

Figura 5: Etapas da Ação Ergonômica

Fonte: Adaptado de Abrahão et al. (2009:181)

Este gráfico cíclico proposto por Abrahão e colegas (ABRAHÃO et al., 2009) segue os princípios de melhoria contínua que são difundidos pelos ciclos de melhoria contínuos, também propostos pelos métodos Kaizen e PDCA (DAVIS; AQUILANO; CHASE, 2001; SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

Para chegar ao diagnóstico, é interessante realizar entrevistas, consultar documentos com informações sobre a empresa, a saúde de seus empregados, questões epidemiológicas, dados de produção, manutenção de equipamentos, paradas, retrabalhos, defeitos. Isto pode auxiliar na realização de uma avaliação precisa que possibilite um bom projeto para implantação de melhorias que, consequentemente, possibilite uma avaliação positiva e que exija poucas mudanças.

No caso do projeto de poltronas, dispositivos de ajustes, acessórios bem como o ambiente de uma cabine para passageiros, com foco nas atividades dos viajantes, não se faz exatamente o passo-a-passo de todo um trabalho de AET, mas, os conceitos de entendimento sobre a atividade e as motivações podem ser utilizados para conhecer melhor as necessidades destes sujeitos que, no caso, em vez de ser

vistos como trabalhadores, são vistos como usuários e parte integral de um sistema. De forma que, no caso da concepção de novos produtos, onde há inovação envolvida, pode-se fazer uso de situações de referência para a construção de algo novo, que atenda às necessidades destes usuários. Por outro lado, para um melhor entendimento sobre estas atividades, lançar mão de métodos e ferramentas vindos das ciências humanas e antropologia, podem nos auxiliar a perceber melhor estas questões, com mais profundidade. Dentre estes métodos e técnicas vindos das ciências humanas, é possível citar a *Observação Participante*, sobre a qual fala o próximo tópico.

3.2 A pesquisa etnográfica e a observação participante como métodos e abordagens antropocêntricas auxiliares para o design e projeto de produto

Para entender melhor às necessidades dos clientes e usuários, cada vez mais as empresas de engenharia tem feito uso de técnicas e ferramentas de pesquisa oriundas da psicologia e das ciências humanas. Não obstante, as equipes de pesquisa e desenvolvimento (P&D), bem como equipes de projeto, têm sido constituídas por pessoas com diversas formações, de forma multidisciplinar, com o objetivo de trazer informações sobre as necessidades dos usuários e das tendências de mercado, aliadas ao conhecimento técnico sobre os materiais e possibilidades de produção para atender a estas necessidades. (GOODWIN, 2009; NORMAN, 2004, 2006)

Dentre estes métodos, técnicas e ferramentas, a observação é um dos elementos mais importantes para uma aproximação do olhar do pesquisador e/ou do projetista das necessidades do futuro usuário e, dentre os métodos de observação pode-se citar principalmente a observação sistemática, a observação participante e a observação não participante e este estudo fez uso dos três métodos descritos a seguir. A importância da observação está na coleta de dados para conseguir informações, com o uso dos sentidos para a obtenção de aspectos da realidade, não apenas com o olhar e o ouvir, mas também com a atenção direcionada aos fatos ou fenômenos que se deseja estudar. (LAKATOS; MARCONI, 2010)

Para a análise das atividades, a equipe de pesquisa trabalhou sempre em pares, de forma que um pesquisador fez o papel de usuário e o outro de pesquisador observador e, houve uma divisão de papéis, pré-determinadas para cada experimento. Para que a equipe estivesse preparada para atuar nas duas posições, foi necessária uma capacitação prévia, para estimular o poder de observação de duas formas diferentes.

No momento em que os pesquisadores se colocaram na posição de observadores externos, utilizaram-se bloco de notas, filmadora e cronômetro, de forma que foram feitas observações sobre mudanças posturais, gestos e semblantes dos pesquisadores-usuários que indicassem desconforto ou tranquilidade durante os experimentos. Nesta observação sistemática, foram utilizados instrumentos para análise em condições controladas, dentro de um simulador que permitia os ajustes que serão descritos na sessão 4.1.2 (ajustes de temperatura, umidade e configuração espacial).

Por outro lado, no momento em que os pesquisadores deste estudo se colocaram na posição de observadores participantes, eles fizeram o papel de usuários e faziam observações sobre seus próprios atos, suas sensações e analisavam como faziam uso dos objetos no ambiente disponível.

Ao comparar a observação sistemática com a observação participante, pode-se notar que são complementares neste estudo e, no final de cada ensaio, houve esclarecimento de dúvidas com entrevistas, onde quem participou com olhar externo relatava suas impressões ao pesquisador que fez papel de usuário, para que este confirmasse ou refutasse as impressões externas. Portanto, a complementaridade dos olhares foi fundamental nesta pesquisa.

Portanto, o diálogo e o entendimento dos motivos que levaram às ações, ajudaram a esclarecer os porquês de cada postura adotada durante as atividades, para um melhor entendimento sobre as necessidades e possibilidades de correção para projetos futuros. Resultado que não seria alcançado com a simples observação externa não participante, pois com os pesquisadores agindo no papel de usuários para conseguir informações mais profundas sobre as atividades.

Para entender melhor a origem dos métodos etnográficos adotados é interessante recorrer a alguns autores que descrevem como foram criados e utilizados estes

métodos de observação. O Método de Pesquisa Observação Participante tem suas origens nas ciências sociais e na antropologia. O seu objetivo principal era o de propiciar a vivência a antropólogos junto a tribos indígenas, para permitir-lhes saber como era a dinâmica do dia-a-dia. De suas origens para os dias de hoje, este método teve um desenvolvimento que o leva a servir de apoio para outras ciências, como as das engenharias. (SILVA; SZNELWAR; SILVA, 2012) Para apresentar melhor o método, seguem a seguir algumas definições e breve contextualização histórica sobre a criação do método.

A observação participante tem suas origens nos estudos antropológicos de Bronislaw Malinowski, no início do século XX, quando viajou para visitar povos nativos entre a Nova Guiné e a Austrália. Conforme pode ser visto na dissertação de Hélio Solha (SÔLHA, 1998:65), esse “método baseia-se na convivência continuada e cotidiana com os nativos, afastado de qualquer outra pessoa que não pertença ao grupo cultural estudado, além do domínio da língua, permitindo ao pesquisador participar das conversas e acontecimentos da aldeia.” O objetivo deste tipo de pesquisa etnográfica era de apresentar o ponto de vista dos nativos, para entender o seu relacionamento com a vida e visão de mundo. A partir da análise da origem do método, pode-se estabelecer uma relação entre o método original e a adaptação que sofreu para a análise de conforto e desconforto, de forma que no caso da pesquisa atual, o objetivo era de apresentar o ponto de vista do usuário, para entender a sua relação com a cabine aeronáutica, seu espaço e seus objetos.

Conforme Marconi e Lakatos (2011) a observação participante consiste na participação real do pesquisador com a comunidade ou grupo. Neste trabalho, o pesquisador incorpora-se ao grupo, confundindo-se com ele, de forma que fica tão próximo do membro do grupo que está estudando e participa das atividades normais deste. Embora esta pesquisa não tenha exatamente a participação dos pesquisadores em atividades de alguma comunidade, ao fazer o papel de usuários, os pesquisadores fazem esta imersão e se aproximam da realidade de forma muito próxima.

Conforme a Associação Internacional de Sociologia (INTERNATIONAL SOCIOLOGICAL ASSOCIATION, 2003), o métodos da observação participante é “às vezes, chamado de uma forma de sociologia subjetiva, não porque o pesquisador pretende impor suas crenças sobre o entrevistado (isso iria simplesmente produzir

dados inválidos), mas porque o objetivo é compreender o mundo social, a partir do ponto de vista do sujeito”. Portanto, a imersão possibilita que o pesquisador tenha um melhor entendimento sobre as experiências vividas pelos sujeitos. Sendo assim, é importante salientar que, no caso do estudo de conforto e desconforto em cabines aeronáuticas, este método tem se demonstrado muito eficaz, ao trazer à tona, observações que não seriam possíveis com o uso de questionários ou entrevistas, bem como sem a sensibilização daqueles que participam do experimento. A partir do momento que o observador é o próprio pesquisador, com conhecimento teórico e técnico sobre o tema, torna-se possível realizar avaliações qualitativas com resultados extremamente eficientes e eficazes.

3.3 Conforto e Desconforto

Visto que há uma ampla teoria sobre conforto e desconforto, que pode confundir o leitor, ou até mesmo fazê-lo pensar que falta citar autores, é importante ressaltar que o recorte metodológico e teórico faz referência a Conforto e Desconto, ou até mesmo simplesmente (des)conforto, relacionados com projeto de produto, *design* e postura sentada. Embora, ao procurar referências sobre a teoria ligada a (des)conforto seja possível encontrar estudos sobre sentimentos positivos e negativos por parte de pacientes hospitalizados, bem como pessoas com mobilidade reduzida, e usuários de cadeiras de rodas, foi realizado um recorte de forma que estes estudos não fazem parte do escopo.

Ao realizar um levantamento bibliográfico é possível verificar que o conforto é um aspecto importante para valorizar e diferenciar linhas aéreas e produtos do setor automotivo (Ciaccia & Sznclwar, 2012; Grosjean, Neboit, & Lorraine, 2000; Rossi, Greggi, Menegon, & Souza, 2012; Silveira e Silva, Sznclwar, & D’Afonseca e Silva, 2012; Vink, Bazley, Kamp, & Blok, 2012). Por outro lado, este estudo de literatura mostra que a tarefa de desenvolver produtos confortáveis não é fácil e que os assuntos ligados a conforto e desconforto – ou simplesmente (des)conforto por Vink & Hallbeck (2012) – ainda tem um vasto campo a ser explorado e está em plena discussão tanto do ponto de vista conceitual, como em relação aos métodos e técnicas de análise

Conforme é possível ver em artigos de diversos autores (Dumur, Barnard, & Boy, 2004; Ciaccia & Sznalwar, 2012; Rossi, Greggi, Menegon, & Souza, 2012; Vink & Hallbeck; 2012), os conceitos e modelos teóricos sobre (des)conforto têm evoluído e ainda não há um consenso sobre o que caracteriza conforto e o que caracteriza desconforto. Além disso, há diversas técnicas e ferramentas para aferir conforto e, por se tratar de uma sensação subjetiva, fruto de estímulos de diversas naturezas e influenciado pelo estado emocional das pessoas, bem como por sua história de vida, pode variar de forma que é difícil controlar as variáveis que influenciam os resultados. O modelo mais recente para representar conforto, foi proposto por Vink & Hallbeck (2012) no editorial redigido para a edição especial sobre conforto, da revista *Applied Ergonomics*. Desta forma, conforme a revisão bibliográfica apresentada por este editorial, bem como pelos outros autores anteriormente citados, a evolução dos conceitos e modelos sobre conforto e desconforto tem evoluído conforme será exposto nos próximos parágrafos.

Antes de tudo, é importante colocar alguns conceitos e definições dados para conforto. Conforme é possível ver em De Looze, Kuijt-Evers, & van Dieën (2003), Keith Slater no seu livro *Human Comfort* (SLATER, 1985), define conforto como “um estado de harmonia psicológico, psicossocial e físico entre ser estar humano e o ambiente”. Assim como Slater, considera a relação entre ambiente e ser humano, a definição dada por Julia Quehl em sua tese de doutorado (QUEHL, 2001) leva em conta também a interação com artefatos, como pode ser visto a seguir: “Conforto é uma sensação de bem-estar, prazer e satisfação percebida pelos indivíduos, em sua interação com o ambiente e artefatos.” Por outro lado, se adotamos a definição do dicionário Webster, “conforto é um estado ou situação em que você se sente relaxado e não tem nenhum sentimento de desconforto físico causado por dor, calor, frio etc.” (tradução feita pelo autor - “MERRIAM WEBSTER DICTIONARY ONLINE”, 2016). Ou seja, o bem estar e o conforto estão interligados e dependem de questões emocionais e físicas.

Do ponto de vista da evolução dos modelos, pode-se dizer que a discussão sobre conforto e desconforto teve início, a partir da década de 1950, época em que foram realizados os primeiros estudos sobre conforto e desconforto na postura sentada – posição mais relevante no caso de uma viagem em avião, trem ou automóvel, pois é a posição que se adota por maior parte do tempo. Um dos primeiros estudos que se

tem acesso é o feito por Hertzberg (1958), onde o conceito de conforto era associado à ausência de desconforto, e vice-versa, de forma que o estados de conforto seria marcado pela simples ausência de sensações desagradáveis. Este modelo criado no final da década de 1950 foi utilizado até final da década de 1960, quando surgiu uma nova proposta, com escala contínua, em que conforto e desconforto seriam os pontos extremos de uma escala edônica contínua, como a ilustrada na figura 6. (JACOBSON; RICHARDS, 1976; SHACKEL; CHIDSEY; SHIPLEY, 1969)

Figura 6 – Escala contínua de conforto e desconforto.

Fonte: criada com base em Shackel, Chidsey, e Shipley (1969) e, Richards (1976).

Em seguida, na própria década de 1980, alguns autores começaram a notar que, ao utilizar variáveis subjetivas os resultados traziam um tipo de resultados, enquanto com variáveis objetivas outro tipo. Esta dificuldade com a disparidade dos resultados fez perceber que seria melhor tratar informações de conforto e desconforto de forma separada, onde haveria duas escalas, uma para conforto e outra para desconforto (HELANDER; ZHANG, 1997; KAMIJO et al., 1892; ZHANG; HELANDER; DRURY, 1996). A separação das escalas é feita com o objetivo de avaliar diferentes quesitos de forma que é possível que a pessoa tenha sensações positivas (conforto) para algumas coisas, enquanto ao mesmo tempo sinta desconforto em relação a outras e, este tipo de respostas pode variar também conforme o passar do tempo, de forma que um modelo multidimensional também poderia ser proposto, além dos lineares mostrados na figura 7.

Figura 7 – Escalas separadas para medir níveis de conforto e desconforto.

Fonte: criado com base em Kamijo, Tsujimara, Obara e Katsumatu (1982), Zhang, Helander e Drudy (1996) e, Helander e Zhang (1997).

Para diferenciar melhor as sensações e os estímulos que influenciam conforto e desconforto, em 2003, De Looze e seus colegas criaram um novo modelo que é ilustrado na figura 7, com o objetivo de permitir um melhor entendimento sobre a relação entre os diversos tipos de estímulos que levam às sensações de (des)conforto. (DE LOOZE; KUIJT-EVERS; VAN DIEËN, 2003)

Figura 8 – Modelo teórico de conforto e desconforto com diagrama que mostra diversos fatores que influenciam no conforto e no desconforto para a postura sentada.

Fonte: adaptado de de Looze et al. (2003)

Finalmente, em 2012, chegamos ao modelo mais recente apresentado na literatura. Neste modelo apresentado, Vink & Hallbeck (2012) propõe uma revisão do modelo apresentado por de Looze e seus colegas (2003). A figura 9 ilustra o modelo proposto por Vink & Hallbeck (2012) e, tomamos a liberdade de adicionar dois resultados desconfortáveis, pois, em nossos ensaios, além dos incômodos musculoesqueléticos, foram percebidos também incômodos de caráter visual, bem como relativos à dificuldade ao manipular objetos trazendo desconforto por conta de incômodos relativos à usabilidade e propiciação.

A justificativa principal para a adição destas duas subcategorias para classificação de desconforto está ligada principalmente a questões relativas à luminosidade, reflexos e ofuscamento, bem como falta da possibilidade de ajustes de objetos para as atividades realizadas, dificultando as ações (uso).

Figura 9 – Modelo proposto por Mujica e Sznclwar (MUJICA; SZNELWAR, 2014), com base no modelo criado por Vink & Hallbeck's (2012) com a inclusão de dois novos resultados de desconforto, um visual e outro de usabilidade propostos por nós (adaptado de Vink & Hallbeck, 2012)

Fonte: Mujica e Sznclwar (2014).

Para finalizar esta sessão, colocamos aqui a definição de conforto utilizada pelo nosso grupo de pesquisa, com sua visão centrada na atividade do usuário: "Conforto é resultado das condições que o indivíduo dispõe para desenvolver com a maior facilidade possível as ações que ele deseja empreender. (SZNELWAR et al., 2008)

3.4 Atividades mediadas por artefatos: apropriação e propiciação

Ao analisar as teorias sobre a atividade humana e sua relação com o mundo, é possível estabelecer algumas ligações com o uso de objetos, artefatos, ferramentas, bem como ambiente e interfaces. Além da questão do material, existe também a questão comunicacional e simbólica envolvida que pode trazer diferentes significados, interpretações e formas de uso dos artefatos. Desta forma, este tema pode ser abordado sob o ponto de vista sociológico, das relações humanas, bem como do ponto de vista da teoria da comunicação, com semiótica e Gestalt. No entanto, por conta do tema escolhido para esta pesquisa, uma abordagem ligada às

atividades de trabalho, ou do uso de artefatos com o objetivo de produzir resultados e até mesmo transformação, talvez faça mais sentido. Desta forma, as atividades poder ser guiadas por objetivos de transformação ligados ao exercício profissional, ou até mesmo para alcançar simples objetivos pessoais.

Portanto, conforme os pontos de vista adotados, podemos utilizar diferentes modelos de representação para as teorias ligas à atividade humana. Considerando inicialmente o modelo construtivista, proposto por Vygotsky (VYGOTSKY, 1930), as atividades humanas podem mediadas por instrumentos. Além da mediação por instrumentos, Leontiev (LÉONTIEV, 1981) considera também o trabalho de forma coletiva, onde há compartilhamento, divisão e existência de regras para o bom funcionamento das atividades em conjunto, considerando ambiente de trabalho.

Com base nos autores anteriormente citados, Engestrom (ENGESTROM, 2000) assim como Folcher e Rabardel (FOLCHER; RABARDEL, 2007) apresentam modelos de atividade mediadas. Enquanto Engestrom apresenta o amadurecimento dos modelos ligados ao ambiente de trabalho como um todo, em Folcher e Rabardel é discutida a evolução dos modelos de interfaces Homens-Máquina.

Estes autores utilizam o construtivismo como base para que haja uma ressignificação dos artefatos, de forma que artefatos possam fazer o papel de instrumentos de mediação para que os sujeitos alcancem o objetivo da atividade, até mesmo modificando sua função original, ressignificando e apropriando-se.

Por outro lado, ao estudar as teorias do design emocional e da usabilidade, é possível ver que os autores dessa área preconizam que os objetos devem ser desenhados para atender à cognição humana e facilitar o uso da forma mais natural e intuitiva possível. Neste momento, o conceito de propiciação ganha força, de forma que os objetos devem ser propícios para as atividades para às quais são projetados. Portanto, deve haver fácil entendimento das formas de uso e, devem ser usados estereótipos populares e padrões, assim como, devem ser previstas e evitadas confusões e falhas. (ABRAHÃO et al., 2012; BASTIEN; SCAPIN, 2007; CYBIS; BETIOL; FAUST, 2010; NORMAN, 2004, 2006)

Em parte, tanto a apropriação, com a possibilidade de agir alterando os artefatos durante o uso ou até mesmo durante o projeto, como a propiciação, podem ser mais bem desenvolvidas, com o uso de objetos intermediários que servem para tornar

mais próxima a realidade quando se utiliza um cenário de projeto para antever uma atividade futura. Com estes recursos, as necessidades reais das atividades às quais os objetos propostos serão destinados tornam-se mais palpáveis e fáceis de entender. Os objetos intermediários auxiliam no entendimento do projeto, possibilitam a melhor visualização de cenários futuros e permitem a simulação de forma mais concreta para pessoas que não tenham o mesmo conhecimento técnico que os projetistas, podendo participar do desenvolvimento, colaborando com o conhecimento das atividades diárias para emitir opinião sobre a adequação do projeto antes de sua construção. (BITTENCOURT, 2014; BITTENCOURT et al., 2014; CONCEIÇÃO, 2011)

4 O ESTUDO E SEU DESENVOLVIMENTO EXPERIMENTAL E EXPLORATÓRIO

Como já foi colocado na introdução desta tese, o tema escolhido para esta pesquisa de doutorado teve seu início como um recorte dentro de um tema maior “Conforto e Design de Cabine – Desenvolvimento e Análise Integrada de Critérios de Conforto e Metodologia de Design”, parte integrante do PICTA (Programa em Ciência e Tecnologia Aeroespacial). Dentro do projeto integrado, multidisciplinar, que possuía diversos pacotes com seus estudos específicos, a nossa equipe de pesquisa dedicou-se à pesquisa de fatores ligados a ergonomia.

No decorrer da pesquisa de doutorado, e ao realizar a revisão bibliográfica, foi possível verificar que os métodos, ferramentas e técnicas criados durante o Projeto Conforto poderiam ter utilidade se adaptados para capacitar projetistas da área aeroespacial, com a sua sensibilização sobre as atividades e necessidades dos usuários, para incremento de qualidade e conforto ao utilizar os conhecimentos vindos da ergonomia da atividade. Portanto, o trabalho pode ser dividido em 3 fases a serem apresentadas a seguir, na sessão que fala sobre Métodos e Ferramentas.

4.1 Resultados da Fase 2 – Informações obtidas no Projeto Conforto

Antes de iniciar os estudos de doutorado, o autor deste texto trabalhou como pesquisador em treinamento técnico, no projeto financiado pelas organizações EMBRAER, FAPESP e FINEP, de forma que, foi possível participar da pesquisa e obter alguns resultados em conjunto com a equipe composta por alunos de iniciação científica, mestrado e doutorado.

Estes resultados adquiridos no trabalho em equipe geraram uma série de relatórios que foram entregues à EMBRAER para demonstrar como o trabalho foi desenvolvido e são ilustrados neste capítulo.

A partir do desenvolvimento do método e do aprimoramento do uso das ferramentas, espera-se que, após revisão bibliográfica aprimorada, este método possa ser adaptado para a capacitação de projetistas de interiores. As próximas sessões contêm diversos dados, informações e resultados que foram primeiramente apresentados à EMBRAER para atender às demandas do projeto e, agora são aqui expostos para ilustrar o desenvolvimento da pesquisa.

É importante ressaltar que, as informações aqui veiculadas foram editadas pelo autor desta tese, mas tem origem de um trabalho coletivo. Portanto, há dados e informações em comum que podem ser vistas também em outros trabalhos, como por exemplo, a tese apresentada pela colega *Flávia R. D. A. S. Ciaccia* (CIACCIA, 2013) e a dissertação de mestrado do colega Renato da Silveira e Silva (SILVA, 2013).

4.1.1 Sujeitos da pesquisa e dados antropométricos

Em um primeiro momento, apresentamos as medidas dos segmentos corporais de cada um dos sujeitos. Os participantes desta pesquisa são todos alunos que integraram a equipe de ergonomia da USP.

Tabela 2 – Valores Antropométricos da equipe Ergonomia USP

Medidas (cm)	1	2	3	4	5	6	7
Altura (m)	1,70	1,54	1,78	1,78	N/A	1,87	1,64
Peso (kg)	70	57	68	78	N/A	100	61
Altura da cabeça. A partir do assento, corpo ereto.	86,5	80	90,85	92,35	87,5	99	86
Altura dos olhos, a partir do assento, ereto.	75,5	69,1	80,25	79,9	76,7	86	74,1
Altura dos ombros, a partir do assento, ereto.	55	52,5	59,6	58,3	56,3	68,5	59,2
Altura do cotovelo, a partir do assento, ereto.	22,2	20,3	22,2	20,1	22,6	30	23,4
Altura do joelho, sentado.	51,5	50	53,3	55,5	51,6	58,5	53,2
Altura poplíteia (parte inferior da coxa).	45	44,2	45,3	44,2	44,1	44,5	39,6
Comprimento do antebraço, na horizontal até o centro da mão.	36,2	34	34,7	34,1	37,8	39,5	33,1
Comprimento nádega-poplíteia.	45,6	41,5	44,45	48,6	44,4	54,5	45,8
Comprimento nádega-joelho.	53,4	52,7	53,2	59,2	55,2	65	54,1
Comprimento nádega-pé, perna estendida na horizontal.	92,8	91,7	107	104,8	98	111,5	104,6
Altura da parte superior das coxas.	15	14	14,5	14,8	16,7	19,5	14,2
Largura entre cotovelos.	45,5	40,3	44,4	44	44	47	45
Largura dos quadris, sentado.	36,7	40,2	31,1	38,5	33,8	43	37,1

Fonte: Relatório trimestral de Dezembro de 2010 (SZNELWAR et al., 2010a).

As medidas apresentadas na tabela 2 foram aferidas seguindo o protocolo de medição da norma alemã DIN 33402, com o detalhamento sobre técnicas de medição disponíveis no livro do Itiro lida (IIDA, 2005:117), que pode ser visto na figura 10. No entanto, foram selecionadas apenas as medidas pertinentes para o projeto de cabine e poltronas aeronáuticas, de forma que medidas finas de cabeça, mãos e pés não fizeram parte do protocolo utilizado.

Figura 10 – Principais variáveis usadas em medidas de antropometria estática do corpo.

Fonte: Capítulo 4 – Antropometria: medidas (IIDA, 2005)

Algo importante a ser considerado ao realizar medições antropométricas é que as referências anatômicas para medição sejam devidamente identificadas para evitar distorções e garantir aferição correta, para poder comparar as medidas dos distintos indivíduos. Por este motivo é importante que a equipe que faça este trabalho tenha noções de anatomia para encontrar as marcações corretas, normalmente estabelecidas por processos, acrômios, fossas, e outros tipos de referências e saliências ósseas. Além disso, os equipamentos para medição devem estar devidamente calibrados e os objetos utilizados para medição devem garantir que a geometria seja precisa sem distorções ou falha nos ângulos das medições. Portanto, foram utilizados esquadros e réguas para garantir precisão nos ângulos, bem como trenas metálicas em ambiente com temperatura constante, sem exposição ao sol para evitar a dilatação do metal da fita de medição, além de trena eletrônica a laser, devidamente calibrada. Embora o estudo não tenha fins quantitativos e não haja objetivo de validar os dados estatisticamente em relação à população de viajantes no mundo, a variação das medidas dos pesquisadores permitiu uma análise do uso de espaços por pessoas que fazem parte de parcelas representativas da população desde o percentil 5% feminino até o 95% masculino (conforme tabelas

antropométricas DIN 33402 de 1981 e dados de adultos britânicos de acordo com Pheasant, de 1986 a 1996 – apud IIDA, 2005). Ao falar em antropometria é importante ressaltar que há estudos mais recentes e é possível comprar dados e informações com medidas para criar manequins virtuais, mas como não é o foco desta pesquisa, não foi realizado investimento neste sentido. (WEAR - WORLD ENGINEERING ANTHROPOMETRY RESOURCE, 2016)

4.1.2 O simulador (*mock-up*) e suas características

O simulador utilizado para realizar os ensaios descritos na tese foi criado com base na primeira geração dos e-jets da Embraer (E-170, E-175, E-190 e E-195), utilizando como base a sessão transversal da fuselagem ilustrada na figura 11, com disposição dos bancos com o padrão de classe econômica. O mock-up térmico, possui corredor central com 49cm de largura e duas filas com dois assentos de cada lado com 46cm de largura cada poltrona e apoio para braços compartilhado entre elas, com o mesmo tipo de poltronas e bagageiros que equipam as aeronaves comercializadas pela empresa, com os mesmos materiais e acabamentos, mas com número reduzido de lugares, totalizando 20 assentos equipados com cinto de segurança. Este simulador possui recursos que permitem configurar o ambiente e controlar algumas variáveis, como temperatura, umidade, ruído e vibração, além da distância entre as filas de bancos para proporcionar diversas configurações de pitch (distância longitudinal entre as poltronas). O pitch foi configurado em um primeiro bloco de ensaios com 36" (91,44cm) e em um segundo bloco de ensaios com 30" (74 cm) de distância, a temperatura sempre foi configurada com 21°C e 50% de umidade relativa do ar, para os experimentos da equipe de ergonomia. Os sistemas de vibração e ruído não foram acionados para ensaios descritos nesta tese. Havia wi-fi disponível para utilizar internet nos ensaios que contemplaram o uso de notebook.

Figura 11 – Sessão transversal dos e-jets Embraer.

Fonte: adaptado de modernairliners.com (2015)

4.1.3 A análise das situações típicas de uso da aeronave e seus resultados

Os protocolos utilizados para este estudo foram criados para estabelecer delineamentos dos experimentos com parâmetros para configurar às ferramentas para coleta de dados, bem como o controle das variáveis ambientais e de conformação espacial, conforme descrito nas sessões 2.2.1 e 4.1.2.

Dessa forma, espera-se que a metodologia desenvolvida e os protocolos criados, possam ser adaptados pelas equipes de projeto da EMBRAER para auxiliar em futuros projetos, ou atualizações de projetos já comercializados.

Nas sessões a seguir, são apresentados os ensaios que foram realizados no simulador (mock-up térmico) com o objetivo de analisar situações diferentes, focados na variável relativa ao espaço disponível para o usuário. Os métodos, ferramentas e protocolos já foram descritos no capítulo que trata dos métodos de pesquisa, de forma que aqui são mostrados o desenvolvimento dos experimentos e os resultados obtidos.

As questões principais observadas durante a análise das atividades foram posturas, ações, uso dos objetos e dos espaços, além de estratégias e ações para minimizar incômodos e desconforto.

O primeiro bloco de ensaios em simulador foi dedicado a atividades analisadas separadamente, de forma que uma dupla de pesquisadores se dirigia ao simulador, para que um fizesse o papel de usuário (observador-participante) e o outro de observador externo. As atividades analisadas individualmente e descritas nesta tese foram as seguintes: repousar, usar notebook, escrever, alimentar-se e ler. Para as atividades de repouso, uso de notebook e leitura o tempo dos ensaios foi pré-determinado em 40', enquanto para a atividade de escrita (preenchimento de fichas de imigração) foi de 10' e para a alimentação, o tempo foi livre, para permitir que cada um pudesse comer tranquilamente, de forma o mais natural possível. No primeiro bloco de ensaios o usuário deveria sentar-se na poltrona ao lado da janela. O pitch utilizado nestes ensaios foi de 36'' (91,44cm)'.

O segundo bloco de ensaios teve o objetivo de avaliar o uso do espaço reduzido. Para isto, os ensaios foram realizados com dois observadores participantes simultaneamente e, mais outros dois pesquisadores observadores externos. Houve uma mescla de atividades distintas para os ensaios de 40' de duração, enquanto

houve simultaneidade na realização de atividades de alimentação (dois sujeitos comendo ao mesmo tempo) e de escrita (10 dedicados para preenchimento de formulários de imigração simultaneamente). Adotando estes parâmetros, houve compatibilidade de tempo para avaliar como o uso do espaço das atividades e foi possível entender como uma atividade pode interferir na realização de outra atividade distinta quando em poltronas vizinhas. Para que a questão do constrangimento gerado por falta de espaço ficasse o mais semelhante possível às situações típicas, em voos comerciais, foi adotado o pitch de 30" (74 cm).

4.1.3.1 Atividade de repouso

O objetivo da atividade de repouso varia de maneira significativa, cada um tem intenções que podem ser muito distintas. Um mesmo sujeito pode desejar relaxar, cochilar ou dormir. Repousar não significa necessariamente dormir, a menos que dormir seja o objetivo pessoal do participante. Neste caso particular, dormir pode ser entendido como parte do sucesso da ação do repouso. Mas repousar pode também ser apenas estar apoiado na poltrona sem a intenção de exercer outra atividade (comer, ler, escrever, etc.).

De qualquer maneira, as fronteiras entre um pequeno cochilo e um sono profundo não são fáceis de serem estabelecidas e, o próprio sujeito passa frequentemente de um estado a outro sem controlar. Portanto, repousar, assim como outras atividades, é subjetivo, depende do que o sujeito deseja, depende do seu estado de espírito e, das condições que ele encontra no ambiente para desenvolver esta atividade.

A proposta, neste caso, foi o de avaliar as condições que os sujeitos encontraram para repousar, principalmente no que diz respeito às qualidades da poltrona e às condições ambientais (vibração, ruído, claridade, temperatura, características da poltrona) além, da presença de passageiro ao lado e do uso de cinto de segurança. Através da observação participante, procuramos evidenciar esses aspectos.

Os ensaios de repouso tiveram a duração de 40 minutos, sendo realizados no mock-up térmico. Os apoios de braço permaneceram abaixados, e a poltrona ficou inclinada durante todo o ensaio. A temperatura do mock-up era de 21° C, sem a presença de passageiros ao lado e sem vibração.

A atividade de repousar foi bastante difícil de ser realizada. A isso pode se atribuir o fato de que tal atividade depende bastante da predisposição dos participantes em realizá-la e também a ausência de qualquer tipo de distração, ou entretenimento, o que torna a atividade bastante monótona.

Análise da Atividade em mock-up

Durante os ensaios de repouso foi possível destacar algumas ações que se repetiram ao longo do curso da ação, relatadas pelos participantes. A partir destes ensaios, verificou-se que há certas semelhanças na busca pelo conforto, mesmo

com a existência de diferenças nas proporções e medidas corpóreas dos participantes.

Ainda, foi possível perceber que o ambiente pode influenciar as soluções comuns de conforto, condicionando diferentes sujeitos a repousar em posições semelhantes.

Estratégias, Posturas, Desconfortos e Efeitos

Estratégia: Buscar apoio em todas as partes do corpo

Figura 12 – Conjunto de ilustrações de passageiros em repouso com observação sobre apoios.

Fonte: Adaptado do Relatório Trimestral de Abril de 2011 (SZNELWAR et al., 2010b).

Alguns participantes iniciaram o ensaio de repouso na mesma posição, onde houve uma tentativa de encaixar o corpo na poltrona fazendo com que seu apoio fosse amplamente utilizado, distribuindo o peso do corpo de maneira mais equilibrada.

Posturas

Para adotar tal postura os participantes deixaram a coluna ereta, totalmente apoiada na poltrona, nádegas posicionadas de maneira a melhor distribuir o peso do tronco (ísquios bem apoiados), cotovelos apoiados nos encostos laterais, mãos relaxadas e apoiadas sobre o corpo, pescoço ereto, cabeça apoiada no encosto da poltrona e pés apoiados no chão.

Desconfortos

Tal estratégia ocorreu devido à tentativa de relaxar durante o ensaio, isso fez com que os participantes buscassem um apoio eficiente, que mantivesse o corpo numa posição estável, até mesmo quando a musculatura do corpo relaxa.

Efeitos

A duração dessa posição foi curta, devido ao esforço exigido para que o participante mantivesse as costas completamente apoiadas no encosto. Assim quando houve um relaxamento da musculatura o apoio se tornou ineficiente e fez com que o participante tivesse que mudar de posição, adotando outra estratégia para dar continuidade à atividade de repouso.

Estratégia: Deslizar o quadril sobre o assento

Figura 13 – Conjunto de ilustrações de passageiros em repouso, com observação da coluna suspensa e quadril sobre porção frontal do assento.

Fonte: Adaptado do Relatório Trimestral de Abril de 2011 (SZNELWAR et al., 2010b).

Nessa estratégia o quadril deslocou-se para frente concentrando parte do peso do corpo na região do sacro, assim os participantes ficaram sem o apoio da região lombar, fazendo estendendo a coluna durante a atividade.

Quatro dos participantes permaneceram em aproximadamente 15 minutos nessa posição (três deles chegando a mais de 25 minutos). Alguns participantes permaneceram apenas 3 minutos com tal postura.

Postura

A maior parte do peso do corpo ficou concentrada nos glúteos e nas regiões torácica e cervical da coluna, que ficam bem apoiadas na poltrona. Porém essa posição gerou um desconforto quase que imediato, causado pela tensão muscular na região lombar que não estava mais apoiada no encosto e também, pelo desconforto causado devido à falta de apoio para as coxas, incluindo um deslocamento das pernas para frente. Nesta situação, em alguns dos casos, o apoio dos pés também ficou prejudicado, ficando restrito basicamente ao calcanhar. Em alguns casos, encostou-se o joelho na poltrona da frente.

Desconfortos

A estratégia foi adotada por diferentes motivos, participantes de menor estatura (percentil 5% feminino) procuravam um melhor apoio para as pernas, já que a poltrona é um pouco alta para elas. Outros adotaram tal postura buscando se aproximar da posição deitada, mais comum de se realizar o repouso.

Efeitos

Ao longo do tempo, o esforço para manter-se na posição inicial fez com que se sentisse cansaço na região lombar e das pernas. Então, mudanças posturais ocorreram, indicando a procura de uma distribuição do peso diferente.

4.1.3.2 Uso de Notebook

O que se manteve nos dois blocos de ensaios em simulador (estratégias que se mantiveram)

Durante os ensaios de utilização de notebook, foi possível notar uma série de estratégias que se mantiveram do primeiro bloco para o segundo. Algumas dessas estratégias foram adotadas durante o curso da ação para minimizar ou solucionar algum problema encontrado.

Curvar-se sobre a mesa

Uma das estratégias utilizadas tanto no primeiro como no segundo bloco de ensaios foi a ação de curva-se sobre a mesa. Isso acontece, pois há uma necessidade de aproximação do notebook, tanto pela melhor visualização da tela, como pela melhor manipulação do objeto. Outro motivo, que explica a existência dessa conduta é a pouca altura da mesa de apoio em relação à poltrona. Como a altura da mesa não foi uma das variáveis alteradas, a estratégia permaneceu a mesma. Além disso, é válido lembrar que a região cervical ficou bastante tensionada para que a ação de se curvar pudesse ser realizada. Como a distância da mesa diminuiu, houve menor tensão na região torácica, como será mais bem explicado nos próximos tópicos.

Apoiar as costas no encosto da poltrona

O cansaço muscular e a tensão na região cervical foram as principais causas que levaram a adoção dessa medida. Após algum tempo, os pesquisadores relataram sentir bastante incômodo na região cervical, optando então por apoiar as costas no encosto da poltrona, relaxando o corpo. Essa estratégia pode ser realizada devido a menor distância da mesa em relação a poltrona, proporcionada pela diminuição do pitch.

Deslizar o quadril para frente da poltrona

Devido a pouca altura da mesa, a maioria dos participantes optou por deslizar o quadril para frente da poltrona, diminuindo assim a distância vertical entre a mesa e o passageiro. A estratégia também foi bastante utilizada no primeiro bloco de ensaios. Dessa maneira foi possível aliviar um pouco da tensão na região cervical, causada pela pouca altura da mesa.

O que se diferenciou (estratégias específicas)

A mudança de variáveis do primeiro para o segundo bloco de ensaio gerou algumas novas estratégias utilizadas durante o curso da ação. É interessante notar que algumas dessas estratégias acabam alterando a relação entre o usuário e os apoios, fazendo com que a limitação, proposta pelas novas variáveis, gerasse outras formas de interação.

Figura 14 – Abdicar do encosto lateral apoiando o braço sobre o corpo

Fonte: Adaptado do Relatório Trimestral de Abril de 2011 (SZNELWAR et al., 2010b).

A utilização do encosto de braço, durante a atividade de uso de notebook, é bastante frequente. Portanto, a presença de um passageiro ao lado, acabou modificando o modo de usar esse encosto e também limitando seu uso.

Uma das estratégias adotadas durante o ensaio foi abdicar do apoio de braço deixando o outro passageiro usá-lo. Tal medida foi adotada para que não houvesse constrangimentos entre os participantes. Porém, abdicar desse apoio trazia uma

maior tensão muscular, assim como foi relatado. Era preciso então apoiar o braço sobre o próprio corpo, relaxando a musculatura.

A estratégia adotada causou bastante incômodo, pois o apoio do braço no corpo não foi suficiente, e acabou limitando e interrompendo o curso da atividade.

Figura 15 – Compartilhar o apoio de braço

Fonte: Adaptado do Relatório Trimestral de Abril de 2011 (SZNELWAR et al., 2010b).

Outra estratégia, utilizada pela maioria dos participantes, foi compartilhar o apoio de braço com o passageiro ao lado. Dessa maneira os participantes não perdiam o apoio do cotovelo, o que facilitava o manuseio do notebook. Durante o compartilhamento do apoio de braço é possível perceber que cada participante explora uma parte do apoio, e que em alguns casos, esse compartilhamento não é favorável para os dois passageiros, ou seja, um fica limitado a utilizar um espaço que não é adequado para a realização de sua atividade em questão.

Observações gerais sobre os ensaios de notebook contemplando diferenças e semelhanças

Altura da mesa e distância da mesa

Mesmo após a mudança de algumas variáveis a altura reduzida da mesa continuou incomodando os pesquisadores. Com a aproximação da mesa, devido a mudança do pitch, a atividade de utilização do notebook foi facilitada, fazendo com que a região torácica não ficasse tão tensionada e propiciando para alguns um melhor uso do apoio de braço, quando os participantes digitavam ou navegavam na internet. Porém a distância e a altura da mesa não foram ajustadas em conjunto, fazendo com que a movimentação da região cervical tivesse que compensar a baixa altura. Isso trouxe incômodos aos pesquisadores, causando dores na cervical. Ainda é válido ressaltar que a redução do pitch não foi benéfica, apenas a aproximação da mesa de apoio trouxe benefícios para o curso da ação.

Dor na região cervical e na região torácica

A dor na região cervical foi uma reclamação percebida por todos os participantes. Um dos motivos foi a baixa altura da mesa, como já foi explicado acima. Porém outros fatores fizeram com que a tensão na cervical ficasse acentuada, como a dificuldade de visualizar a tela do notebook, ou como a presença de um passageiro ao lado, que acaba limitando o espaço e algumas posturas adotadas. Já a dor na região torácica ficou reduzida no segundo bloco de ensaio, já que a distância da mesa se tornou mais adequada, fazendo com que não fosse tão necessário tensionar tal região da coluna.

Dores após o término do ensaio

Após o término do ensaio a maioria dos pesquisadores relatou ter sentido dores. Provavelmente isso aconteceu pois durante a realização da atividade algumas posturas foram mantidas por muito tempo. No primeiro bloco de ensaios as reclamações foram bastante semelhantes. Talvez o uso do notebook faça com que os participantes fiquem bastante entretidos, inibindo a percepção de desconforto, assim as posturas são mantidas por mais tempo, juntamente com as tensões em certas regiões.

Grande utilização dos apoios de braço e a alteração deste uso

Devido à aproximação do pitch a mesa de apoio ficou mais próxima da poltrona. Tal fato auxiliou a utilização dos apoios de braço, já que alguns participantes conseguiam manipular o notebook ao mesmo tempo em que apoiavam os cotovelos. Além disso, a presença de outro passageiro, fez com que os participantes encontrassem nesse apoio uma maneira de se fixar, ou de encontrar seu próprio espaço. Como já foi visto, a divisão do apoio de braço entre os dois participantes também alterou o modo de usá-lo, fazendo com que fosse explorado todo seu espaço e também que fossem notados todos os seus problemas, como a pequena largura do apoio.

A utilização do notebook inibiu a percepção de desconforto

Uma das observações mais importantes, que merece destaque é o fato de que a utilização do notebook inibiu a sensação de conforto, tanto no primeiro como no segundo bloco de ensaio. Aparentemente, os participantes ficaram bastante entretidos e envolvidos na atividade realizada, fazendo com que o desconforto não fosse percebido com rapidez, durante os ensaios, de forma que isto contribuiu para a manutenção prolongada de posturas inadequadas e prejudiciais para a coluna vertebral.

4.1.3.3 Escrita

Como descrito anteriormente, o ensaio de escrita foi realizado em uma condição de mudança e controle das variáveis, como a presença de passageiro ao lado, aproximação entre as poltronas (mudança do pitch) e a presença de cinto de segurança.

Por ser um ensaio bastante curto e, em geral, com pouca movimentação dos participantes, a maior parte das estratégias adotadas foi mantida, se comparado ao ensaio realizado nas condições anteriormente apresentadas.

Como semelhanças observadas, considerando-se relatos e estratégias adotadas, pode-se ressaltar a dificuldade de realizar a ação dada a rugosidade da mesa, fato que desencadeou a adoção da estratégia de empilhar os cartões de embarque como forma de aumentar a superfície de contato entre eles, diminuindo a percepção da rugosidade da mesa.

Figura 16 – Escrita sobre mesa

Fonte: Adaptado do Relatório Trimestral de Abril de 2011 (SZNELWAR et al., 2010b).

Outra semelhança identificada foi a dificuldade em conseguir visualizar e identificar a informação contida nos documentos, dado o tamanho da fonte e a resolução de impressão dos cartões, problema este, contornado na situação do ensaio através da estratégia de escolha daqueles cartões de embarque que apresentavam letras com fontes maiores e melhores resoluções (livre na situação do ensaio, mas dificilmente em uma situação de voo comercial).

Estes incômodos continuaram existindo, mesmo com a nova configuração, sendo que um dos incômodos relacionados à postura adotada, como aquele observado na região torácica devido à distancia entre o passageiro e a mesa de alimentação na configuração inicial de pitch transformou-se em um incomodo na região cervical dado o ajuste horizontal da mesa sem que esta tenha a possibilidade de ser regulada com relação à sua altura.

Dessa forma, este incômodo postural, apesar de ter diferentes implicações quanto aos segmentos corporais solicitados, possui ampla ligação se relacionado ao ajuste conjunto da mesa quanto à sua disposição na horizontal e na vertical.

A principal diferença, além da descrita acima, esta relacionada à presença do passageiro ao lado, que apesar de não ter sido pontuado como um foco de incomodo pelos participantes gerou a necessidade da adoção de uma estratégia de compartilhamento do encosto dos braços para que este fornecesse um apoio necessário ao desenvolvimento da atividade da escrita.

A presença do cinto de segurança, como item adicional à poltrona pouco influenciou no ensaio, e não foi colocado como um fator de melhoria ou piora na situação de conforto se comparada com a situação inicial dos ensaios realizados.

Portanto, o cinto de segurança, no caso do ensaio de escrita, apesar de ser uma diferença relacionada a uma mudança das variáveis, não foi traduzido em uma diferença significativa quanto à adoção de novas estratégias para a realização das atividades.

Deve-se atentar fundamentalmente, no caso do ensaio de escrita, para a necessidade de um ajuste conjunto não só da possibilidade de regulagem da mesa na direção horizontal, para aproximar ou afastar a mesma do passageiro, como também para um ajuste de altura, para que os dois em conjunto possibilitem um melhor desenvolvimento da ação, sem que este desencadeie uma série de incômodos nos diversos segmentos das costas do passageiro.

4.1.3.4 Alimentação

O que se manteve nos dois blocos de ensaios (estratégias que se mantiveram)

Apesar das diferentes variáveis, utilizadas para a realização do segundo bloco de ensaios para atividade de alimentação, algumas estratégias se mantiveram durante o curso da ação.

Comer rapidamente

Nos dois blocos de ensaios, os participantes relataram que comeram rapidamente, adotando essa prática devido ao receio de derrubar os alimentos. Comendo de maneira mais rápida e eficiente os passageiros tentaram evitar constrangimentos, e possíveis desconfortos.

Delicadeza no manuseio dos talheres

O receio de derrubar os alimentos e a fragilidade dos talheres de plástico, fez com que os participantes manuseassem os talheres com bastante delicadeza. Mesmo assim, é válido lembrar que nos dois blocos de ensaios, alguns participantes acabaram quebrando seus talheres durante a atividade ao tentar cortar algum tipo de alimento mais rígido, interrompendo o curso da ação e aumentando o constrangimento.

Misturar os alimentos

Alguns pesquisadores misturaram os alimentos em um único recipiente. Tal atitude visava evitar a movimentação excessiva do participante, que precisava curvar-se a cada garfada, devido a pouca altura da mesa. Além disso, essa opção era bastante eficiente para diminuir a quantidade de recipientes, e também para evitar que o pesquisador derrubasse algum alimento.

Diferentes maneiras de depositar o lixo

A falta de um local específico para os resíduos gerados durante a atividade de alimentação, fez com que os participantes optassem por diferentes maneiras de depositar esse lixo, que foram um pouco limitadas no segundo bloco de ensaios devido à presença de um passageiro ao lado.

Curvar-se sobre a mesa

Embora a distância entre a mesa e a poltrona tenha diminuído com a redução do pitch, a altura da mesa continuou bastante baixa. Assim, nos dois blocos de ensaio os participantes se curvaram sobre a mesa para comer. O receio de derrubar os alimentos também foi uma das causas da adoção dessa estratégia.

O que se diferenciou (estratégias específicas)

Além das variáveis que foram alteradas, no segundo bloco de ensaio as condições em que foram realizados os ensaios de alimentação acabaram contribuindo para o surgimento de novas estratégias. Tais condições são:

- Bandejas maiores;
- Recipientes de comida mais rígidos, mais fundos e de menor área.

Figura 17 – Organizar os itens da bandeja

Fonte: Adaptado do Relatório Trimestral de Abril de 2011 (SZNELWAR et al., 2010b).

A organização pessoal da bandeja só pode ser realizada com maior liberdade no segundo bloco de ensaios, onde existia um maior espaço para tal. A causa principal para a adoção dessa estratégia era dinamizar a realização da atividade

Figura 18 – Comer com recipiente nas mãos

Fonte: Adaptado do Relatório Trimestral de Abril de 2011 (SZNELWAR et al., 2010b).

Com o receio de derrubar os alimentos, todos os participantes optaram, em algum momento da atividade, por comer com o recipiente nas mãos. Além disso, essa estratégia foi extremamente necessária para aliviar a tensão na região cervical, causada pela baixa altura da mesa de apoio, que fazia com que os pesquisadores precisassem curvar o pescoço para conseguirem se alimentar. Essa estratégia também ocorreu com bastante frequência no primeiro bloco de ensaios, porém foi muito privilegiada no segundo bloco de ensaios, pois os potes utilizados durante a atividade eram mais fundos, mais rígidos e de menor área, o que favoreceu a pega.

Observações gerais sobre os ensaios de alimentação contemplando diferenças e semelhanças

Grande utilização de apoios de braço

Com a mesa de apoio posicionada mais a frente, os participantes puderam explorar ainda mais os apoios de braço, pois era possível manipular os alimentos e se alimentar mantendo os braços sobre os apoios. Isso trouxe um maior conforto para os pesquisadores, porém a redução do pitch foi bastante incomoda, como alguns relataram.

Altura da poltrona

Para pesquisadores de menor estatura a poltrona incomodou durante o curso da ação, devido a sua altura.

A comida não inibiu a percepção dos desconfortos

Em nenhum dos blocos de ensaios a comida inibiu a percepção dos desconfortos, talvez isso tenha acontecido, pois a atividade de alimentação é bastante complexa de ser realizada, necessitando de condições mais adequadas para evitar desconfortos.

Restrição de espaço

A presença de um passageiro ao lado fez com que ficasse notável a redução do espaço útil de um único assento. A restrição de espaço foi bastante incômoda, principalmente no momento de cortar os alimentos, quando os participantes não podiam levantar os braços sem encostar-se ao passageiro ao lado. De acordo com o que foi relatado, a sensação de não conseguir realizar um movimento devido à falta de espaço era bastante desconfortável.

Ausência de local adequado para o lixo e para o copo

A ausência desses espaços fazia com que a bandeja ficasse desorganizada, aumentando também o receio de derrubar algum alimento ou lixo sobre o próprio corpo.

Dificuldade em abrir as embalagens (talheres e molhos)

Alguns participantes tiveram bastante dificuldade em abrir as embalagens disponíveis, causando certa irritação e também uma interrupção do curso da ação.

A distância e a altura da mesa devem ser reguladas em conjunto

Com a diminuição do pitch a distância entre a mesa e a poltrona foi reduzida, porém a altura da mesa não foi regulada. Embora a tensão na região torácica tenha sido amenizada, a tensão na região cervical ficou mais acentuada, para compensar a falta do ajuste de altura. Dessa maneira, foi possível perceber que esses dois ajustes devem estar em sintonia, para que uma área do corpo não fique mais tencionada em detrimento de outra.

Grande tensão na região cervical e pouca altura da mesa

Nos dois blocos de ensaio de alimentação a região cervical foi uma das mais afetadas. Todos os participantes relataram incômodos e dores que perduraram após o ensaio. Talvez isso seja explicado pela pouca altura da mesa, que permaneceu invariável em ambos os ensaios.

4.1.3.5 Leitura

O que se manteve nos dois blocos de ensaios (estratégias que se mantiveram)

Durante os ensaios de leitura, mesmo com a mudança de pitch (distância reduzida) e a restrição de espaço lateral devido à existência de outra pessoa ao lado, algumas posturas e estratégias se mantiveram, devido à necessidade de aproximar o olhar do objeto de leitura.

Curvar a região cervical direcionando o olhar para o livro

No caso de revistas, mais leves do que os livros, a facilidade em aproximar o objeto de leitura com as mãos não obrigou as pessoas a flexionar a cervical tanto quanto no caso da leitura de livros. Portanto, devido ao peso de livros proporcionar fadiga nos braços e, levar os pesquisadores a reduzir a flexão de cotovelo e, abaixar consequentemente o objeto, houve a necessidade de flexão cervical para aproximar o olhar do livro, por conta da falta de um apoio para o livro.

Figura 19 – Curvar região cervical para ler

Fonte: Adaptado do Relatório Trimestral de Abril de 2011 (SZNELWAR et al., 2010b).

Alternar a maneira de segurar o livro

Na atividade de leitura foi possível observar que os pesquisadores que tiveram que fazer leituras de livros agiram de forma diferente daqueles que leram revistas, devido ao peso dos livros escolhidos ser maior do que das revistas. Portanto, segurar objetos com várias páginas e peso maior (aproximadamente

1,5kg) gera fadiga muscular, que torna necessária a alternância de posturas para ativar circulação sanguínea e reduzir a sensação de cansaço na musculatura do braço, antebraço e ombros.

Cruzar as pernas

Para aumentar a altura para apoiar o livro e facilitar a aproximação do objeto ao olhar, principalmente em momentos de cansaço muscular nos braços, levou os usuários a cruzar as pernas para apoiar o livro sobre o joelho e a coxa cruzada por cima.

O que se diferenciou (estratégias específicas)

A mudança de pitch, bem como a redução de espaço lateral devido a um(a) colega ao lado levou a mudanças de estratégias e posturas, devido à restrição espacial proporcionada no segundo bloco de ensaios, descritas a seguir.

Limitação de posturas e estratégias

Ao reduzir o espaço para movimentação, devido ao pitch menor e à presença do passageiro ao lado, foi necessário agir de forma mais contida, bem como dividir o apoio central para braço com o(a) passageiro(a) ao lado.

Constrangimentos devido à presença do passageiro ao lado

A redução de espaço lateral e necessidade de dividir o apoio central de braço com passageiro ao lado levou à necessidade de algumas estratégias para permitir o uso compartilhado do apoio, bem como para manipular e segurar objetos de leitura.

A aproximação da mesa favoreceu o desenvolvimento da atividade

Na primeira fase dos ensaios a mesa ficou distante dos usuários, por conta do pitch estendido com 36". Em contrapartida, no segundo bloco de ensaios a mesa foi aproximada com a redução do pitch para 30". Devido à estrutura da mesa ser ligada à poltrona da frente e não haver sistema de aproximação, a redução do pitch teve um resultado positivo, ao aproximar a mesa do usuário e permitir que fosse usada

para apoio dos objetos de leitura, sem a necessidade de excessiva flexão de quadril e tronco para aproximar o olhar do objeto.

Observações gerais sobre os ensaios de leitura contemplando diferenças e semelhanças

A altura e a distância da mesa, bem como a restrição espacial, tanto lateral como para as pernas (longitudinal) foram os fatores que proporcionaram maior influência e mudanças para as ações e posturas dos usuários.

Os problemas relativos ao objeto utilizado para leitura continuaram sendo observados e, o peso dos livros de várias páginas foi um fator que levou a desconforto e fadiga em ambos os ensaios, pela falta de apoio adequado para evitar a sobrecarga da musculatura de braço, antebraço e ombros. No entanto, a opção de uso da mesa, no ensaio em duplas, possibilitou um apoio um pouco mais próximo, embora em altura baixa que leva à flexão cervical acentuada para aproximar o olhar do objeto. A leitura de revistas e jornais (mais leves) mostrou-se menos cansativa em ambos os ensaios.

Algo que trouxe um novo incômodo foi o compartilhamento do apoio para braços, no bloco de ensaios em duplas. A necessidade de dividir o apoio restringiu a possibilidade de agir e se movimentar, bem como trouxe dificuldades para compatibilizar o ponto de apoio com a ação de segurar ou algum objeto.

Em relação à iluminação do objeto, o posicionamento do spot, logo acima do usuário, pode sofrer falta de luz por sombra gerada pela cabeça. Portanto, em momentos de cansaço nos braços e com o objeto abaixo, caso fosse flexionada a coluna e a cabeça ficasse logo acima, a iluminação não alcançaria de forma apropriada o texto a ser lido.

Dado que a atividade de leitura requer proximidade do objeto em relação aos olhos para evitar fadiga ocular, mas o peso do objeto pode levar à fadiga muscular dos braços, antebraços e ombros, estabeleceu-se nos ensaios desta atividade uma espécie de dilema entre desconforto ocular, desconforto na coluna vertebral e fadiga muscular dos braços, de forma que os usuários alternava a postura conforme a parte do corpo que estivesse manifestando maior desconforto ou fadiga.

A falta de apoio para pés foi percebida, principalmente no momento em que os usuários fizeram uso da coxa para apoiar o objeto a ser lido. Como o único apoio existente para os pés era o piso, pessoas de baixa estatura e pernas de comprimento reduzido sentiram falta do apoio para elevar a coxa e usá-la como apoio para aproximar o livro do olhar.

4.1.4 Reunião para fechamento com sessão de Brainstorming para determinar parâmetros para projeto

Com base nas análises realizadas e nos relatórios produzidos, foi criado um guia de parâmetros para projeto que sintetiza as ideias e soluções para as questões levantadas durante os estudos com análises sistemáticas. O objetivo deste guia é estabelecer parâmetros de design, para que sejam criadas soluções que atendam às necessidades dos usuários de cabines aeronáuticas.

Para a criação do guia de parâmetros, primeira mente foi necessário realizar uma reunião de fechamento, para que a equipe pudesse expor pontos em comum de suas experiências como observadores participantes, bem como de suas observações como pesquisadores nas observações sistemáticas.

Após estabelecer pontos em comum, ligados aos ensaios de cada uma das atividades simuladas, iniciou-se uma sessão criativa, para que cada participante da sessão de brainstorming desse uma solução para o problema de forma rápida, espontânea, sem pensar em restrições técnicas ou impedimentos para a construção das soluções.

Na tabela 1 é possível ver as ideias que foram desenvolvidas durante a sessão de brainstorming, com as atividades (situações típicas de uso), as recomendações posturais e de formas de uso com soluções para possibilitar as ações recomendadas. Dentre as soluções, foram sugeridas adaptações outros produtos já existentes no mercado, bem como criação de novos objetos e artefatos ainda não existentes.

Pode-se dizer que a tabela 1 é a síntese do que foi exposto na sessão 4.3.1, com a apresentação de soluções para proporcionar melhorias às condições de uso. Para que as atividades sejam realizadas a contento e com conforto, é importante que o ambiente e os objetos possibilitem aos usuários condições de uso favoráveis ao sucesso de suas ações. A coluna da esquerda da tabela 1 foi elaborada com base nos depoimentos coletados durante os ensaios realizados pela equipe de pesquisa e, o foi criada com o objetivo de ilustrar quais as situações prioritárias para proposta de soluções, enquanto a coluna da direita apresentou soluções dadas de forma espontânea, em atividade de estímulo criativo livre (sessão de brainstorming), para resolver tais questões apontadas na coluna da esquerda.

Tabela 1 – Resultados construídos em sessão de brainstorming.

REPOUSO	
Recomendações <ul style="list-style-type: none"> • Deitar • Apoio adequado da cabeça • Manter o corpo na horizontal • Pés elevados • Pernas e pés apoiados • Sensação térmica agradável • Privacidade • Liberar o braço 	Soluções <ul style="list-style-type: none"> • Espuma mais macia e que molde o corpo (visco elástico) • Ter divisórias acolchoadas entre as poltronas para apoiar a cabeça • Ter apoio frontal da cabeça (dormir na escola) • Aumentar reclinção do encosto • Travesseiro para apoiar lombar e cabeça • Abas do apoio de cabeça (Flex wings) mais resistentes e reguláveis na altura • Apoio de braço pen drive Kingston • Prolongador de apoio de braço • Apoio de pé que vem da poltrona da frente (tipo ônibus) • Apoio de braço que abaixa (tipo de poltrona executiva) • Apoio de cabeça “quick massage”
ALIMENTAÇÃO	
Recomendações <ul style="list-style-type: none"> • Espaço para manuseio dos utensílios • Recipientes de comida mais profundos, mais rígidos, com menor área e circulares (melhor a pega) • Mesa com mais sustentação • Porta-copos que segure o copo 	Soluções <ul style="list-style-type: none"> • Solução para separar lixo orgânico de reciclável • Apoio do cotovelo no mesmo plano da mesa (mesa encaixa no apoio de braço) • Bandeja que envolve o passageiro • Usar porta revista como lixeira oficial • Mesa treliça (que aproxima e muda de altura)
USO DO NOTEBOOK	
Recomendações <ul style="list-style-type: none"> • Material aderente na mesa lanche • Compromisso olho x punho 	Soluções <ul style="list-style-type: none"> • Inclinação maior da mesa para permitir que a tela bascule • Ajuste da distância x altura da mesa (acoplados ou independentes) • Colar velcro para prender notebook na mesa lanche
USO DE EQUIPAMENTOS TABLETS OU DE ENTRETENIMENTO A BORDO (IN FLIGHT ENTERTAINMENT – IFE)	
Recomendações <ul style="list-style-type: none"> • Material aderente na mesa lanche 	Soluções <ul style="list-style-type: none"> • Suporte para apoiá-lo na mesa lanche • IFE escamoteável (solto ou preso quando o passageiro quiser) • Ajuste da iluminação individual • Mesa é o próprio IFE
LEITURA	
Recomendações <ul style="list-style-type: none"> • Ter ajuste de foco da iluminação individual • Ter apoio para o livro • Ter apoio para a cabeça • Ter apoio para pernas e pés • Ter apoio para cotovelos e braços • Possibilidade de cruzar as pernas 	Soluções <ul style="list-style-type: none"> • Usar mesa lanche como apoio • Suporte tipo partitura para segurar o livro • Cadeira baixa + pufe (apoiar perna para cima)
ESCRITA	
Recomendações <ul style="list-style-type: none"> • A mesa deve ser firme 	Soluções <ul style="list-style-type: none"> • Diminuir rugosidade do material da mesa

Fonte: Adaptado do Guia de parâmetros para conforto de cabines aeronáuticas (SZNELWAR et al., 2012)

4.1.5 Matriz de relações entre atividades e objetos

Após a sessão de brainstorming apresentada na sessão 4.1.4, com a criação de soluções de forma livre, foi proposta uma próxima etapa, mais criteriosa e sistemática, para estabelecer relações entre os objetos e monumentos com as posturas adotadas durante as atividades analisadas e, a partir desta análise, foi criada uma matriz de relação Atividade x Objeto, ilustrada na tabela 3.

O desenvolvimento das atividades e o uso dos objetos disponíveis tem relação com o *living space* (espaço de vivência do passageiro) e, como a maioria das atividades em voo é desenvolvida na postura sentada, a poltrona foi um dos principais focos de atenção para a análise.

Na tabela 3 é apresentada uma matriz que relaciona os objetos e atividades. Quanto mais escuro é o tom, maior o contato do objeto com o usuário durante a realização de determinada atividade, conforme apresentado na legenda da tabela 2..

Tabela 2 – Legenda da Matriz de relação Atividade x Objeto

Legenda com níveis de influência do objeto na atividade / interação do usuário com objeto:	
Indiferente	
Pouco	
Médio	
Muito	

Fonte: Adaptado do Guia de parâmetros para conforto de cabines aeronáuticas (SZNELWAR et al., 2012)

Tabela 3 – Matriz de relação Atividade x Objeto

	Objeto	Atividade					
		Leitura	Repouso	Escrita	Notebook	Alimentação	IFE
Poltrona	Assento						
	Encosto						
	Apoio Cabeça						
	Apoios de braço laterais (corredor/janela)						
	Apoios de braço centrais (entre poltronas da mesma fila)						
Acessórios	Mesa						
	Piso / Apoios pés e pernas						
Espaço / envoltório	Espaço entre poltronas (da frente - espaço para pernas)						
	Side wall						
	Corredor						
Regulação de ambiente	Spot para leitura (Iluminação dedicada e regulável)						
	Iluminação Geral						
	Gasper de ventilação regulável						
	Ventilação distribuída						

Fonte: Adaptado do Guia de parâmetros para conforto de cabines aeronáuticas (SZNELWAR et al., 2012)

4.1.6 Parâmetros de projetos para diversos objetos

A partir da avaliação dos objetos que fazem parte do mock-up e dos resultados obtidos após a análise das informações coletadas com os ensaios foi possível estabelecer relações entre as atividades, as ações, as posturas adotadas, o corpo humano e os objetos.

4.1.6.1 Poltrona

4.1.6.1.1 Relação entre assento e atividades

O assento é um artefato determinante na sensação de conforto pelo usuário, uma vez que é utilizado durante praticamente toda a duração do voo e suporta a maior parte do peso do usuário. De forma geral, deve-se atentar para sua altura em relação ao assoalho da aeronave, sua distância com relação à poltrona da frente, sua angulação em relação à horizontal, suas dimensões, a densidade do material de acolchoamento e o revestimento. Em relação ao material de acolchoamento é determinante a sua espessura, a densidade e o formato proposto, os quais devem ser definidos com atenção no momento do projeto. O material de revestimento deve proporcionar aderência suficiente para garantir a estabilidade das partes do corpo na postura desejada, evitando que haja o risco de escorregamento. Ainda este deve propiciar boas condições para as trocas térmicas com a pele.

Conforme já dito anteriormente, a altura do assento deve ser ajustável. As suas dimensões devem responder aos seguintes critérios. A profundidade do assento deve ser concebida de modo que se garanta que haja aproximadamente 2/3 do comprimento da coxa apoiado. Há uma restrição de projeto importante aí, pois não se pode propor que esta distância respeite nem as maiores nem as menores dimensões da população, uma vez que se fosse previsto para a maior população, os que têm menor dimensão das coxas, teriam um grande desconforto devido à compressão da fossa poplíteia. No caso contrário, haveria uma área muito pequena de apoio para as coxas da população maior. Assim, é necessário que se conceba o assento prevendo mecanismos de ajuste que possam alterar a sua profundidade, por exemplo, com ajustes na curvatura anterior. No que diz respeito à largura, o problema do dimensionamento está mais à necessidade de proporcionar espaço suficiente para que caiba a parcela da população com quadril mais largo (percentil 95% feminino), no que diz respeito à distância entre os trocânteres.

- **Leitura:** para atividade de leitura é importante que o assento possibilite alterações de posturas, pois ao segurar o livro há fadiga dos braços e, por conta disso, em alguns momentos o usuário pode preferir reclinar-se à frente, para ler com o livro sobre a mesa, bem como pode preferir reclinar-se para trás, com as costas encostadas no encosto. Portanto, a profundidade do assento deve ser tal para evitar que ao encostar-se a pessoa tenha sua região poplíteia pressionada ao colocar os pés em contato com o chão, bem como que o corpo deslize para frente e perca o apoio para as costas, por outro lado, esta angulação com a parte posterior do assento mais baixa pode levar a pressão na região poplíteia no caso de leitura com o livro sobre a mesa, de forma que o ideal seria que o assento tenha ajuste de altura e inclinação do assento, ou que fosse basculante para que quando a pessoa se reclinasse à frente, a região frontal do assento não pressionasse a região poplíteia, mas ao reclinar-se para trás, evitasse que o corpo escorregasse, aumentando a inclinação e evitando este deslocamento.
- **Repouso:** Para a atividade de repouso, sugere-se que a poltrona seja projetada de tal forma a deslocar levemente o assento para frente quando o usuário reclinar o encosto. Também, sugere-se que o assento possua uma leve angulação em relação à horizontal, de forma a manter a região do joelho um pouco acima do nível do quadril, para distribuir melhor as pressões nesta região do corpo. Quanto ao acolchoamento, sugere-se que este seja firme em sua base, com uma densidade mais baixa na superfície (especificação a determinar), para envolver minimamente a região do corpo em contato.
- **Alimentação e escrita:** Para a atividade de escrita e alimentação, o assento deve fornecer o apoio necessário para que o passageiro mantenha o corpo curvado à frente por um determinado período, evitando o acúmulo de pressão na região poplíteia.
- **Notebook e IFE:** Para a utilização do notebook e IFE (In Flight Entertainment), a poltrona deve novamente proporcionar alterações de postura pelo usuário, uma vez que devido a fatores como cansaço da vista e dos braços, o passageiro tende a mudar frequentemente sua postura, tanto se reclinando para frente e para trás como rotacionando lateralmente o corpo.

4.1.6.1.2 Relação entre encosto e atividades

O encosto é uma parte essencial da poltrona, a qual o passageiro utiliza por quase toda a extensão do voo. De forma geral, deve-se atentar para a capacidade de reclinção, a qual deve variar desde a posição vertical para pousos e decolagens até a mais propícia para o repouso, isto é, o mais próximo possível da horizontal, dentro das possibilidades do projeto. O formato do encosto deve possibilitar o apoio desde a lombar do passageiro até seus ombros e cabeça (em conjunto com o apoio de cabeças), de forma a criar uma distribuição de pressão que respeita as curvaturas da coluna vertebral, propiciando ajustes ou alternativas de apoios específicos, principalmente nas colunas lombar e cervical. Os materiais e a espessura de revestimento devem conferir estabilidade para as posições adotadas pelo passageiro, evitando que este escorregue pela poltrona, e ao mesmo tempo evitando excessiva dureza, para possibilitar a manutenção mais confortável da posição. Suas dimensões devem considerar o percentil 95% da população. Com relação aos apoios lombares e cervicais, os seus posicionamentos e ajustes devem respeitar os percentis 5 e 95%. Também, é importante lembrar que o encosto não deve prejudicar a mobilidade do passageiro, uma vez que é natural que este altere de posição no decorrer do voo.

- Leitura, notebook e IFE: Para as atividades de leitura, notebook e IFE, sugere-se que o encosto, além da possibilidade de reclinção, possua apoio firme para a região da lombar, uma vez que os usuários tendem a escorregar o quadril na poltrona, prejudicando o apoio nesta região. Além disso, é possível que o passageiro curve-se à frente com o intuito de aproximar o olhar do material, de forma que o encosto deve proporcionar apoio à lombar também nesta situação.
- Repouso: Para a atividade de repouso, deve-se atentar para a capacidade de reclinção do encosto, a qual é crítica para a sensação de conforto pelo usuário, uma vez que este busca adotar uma posição mais próxima possível da horizontal, com membros estendidos. Sugere-se que o encosto possua uma reclinção que propicie a realização da atividade (quanto mais reclinar, melhor para o repouso), sem comprometer o espaço do passageiro localizado na poltrona de trás no pior cenário, isto é, passageiro da frente completamente reclinado e passageiro de trás com encosto na vertical, uma

vez que a utilização deste recurso pelos usuários nem sempre é uniforme durante o voo e o encosto da frente pode vir a reduzir o espaço para as pernas e joelhos do passageiro de trás, caso seja muito reclinado. Também, durante a atividade de repouso, é comum os passageiros escorregarem o quadril para frente, o que prejudica o apoio da região lombar. O ideal seria que o encosto possuísse um ajuste permitindo o apoio desta região. Além disso, durante esta atividade, pode-se girar o corpo na poltrona, de forma que o encosto tenha um formato que suavize o vértice criado entre o encosto e o apoio de braços.

Figura 20 – Baixa amplitude na reclinção máxima dificulta o repouso.

Fonte: Adaptado do Guia de parâmetros para conforto de cabines aeronáuticas (SZNELWAR et al., 2012)

- Alimentação e escrita: Para a atividade de alimentação e escrita, sugere-se que o encosto proporcione o apoio necessário à lombar do passageiro, o qual se mantém durante um período constante (apesar de relativamente curto) reclinado curvado para frente. Recomenda-se que o encosto proporcione firmeza à posição do passageiro, sem prejudicar sua mobilidade.

4.1.6.1.3 *Relação entre apoio de cabeça e atividades*

O apoio de cabeça é um dispositivo essencial para a sensação de conforto do passageiro, visto que é comum este apoiar a cabeça como forma de aliviar tensões na região cervical, ou para fins de repouso. Para que sua utilidade não seja prejudicada seria recomendável que o dispositivo tenha um ajuste de altura, uma vez que a posição da cabeça varia notavelmente de acordo com a estatura do usuário. Novamente, deve ser considerada a população entre os percentis 5% e 95%.

- **Leitura e IFE:** Para as atividades de leitura, utilização do IFE, os apoios de cabeça são utilizados quando o passageiro busca aliviar a tensão criada na cervical. Sugere-se que o apoio possibilite ao passageiro manter o olhar horizontal ou levemente abaixado em direção ao material, sem que o suporte à cabeça seja prejudicado.
- **Repouso:** Para a atividade de repouso, o apoio de cabeça é crítico, uma vez que é utilizado constantemente por um tempo maior que nas outras atividades. Sugere-se que o apoio de cabeça tenha regulagens que possibilitem ao usuário as seguintes ações: (1) Inclinação vertical da cabeça (rotação da cabeça no plano sagital, no eixo transversal); (2) Inclinação lateral da cabeça (rotação da cabeça no plano transversal, em torno do eixo sagital); (3) Apoio da cabeça nas laterais do dispositivo. Vale ressaltar que estas regulagens não devem criar tensões no pescoço do usuário, e devem ser suficientemente rígidas em sua estrutura para que a posição desejada seja mantida quando estiver submetida às forças criadas.

Figura 21 – Falta de encosto lateral para a cabeça, leva a tensão no pescoço e dificulta o repouso.

Fonte: Adaptado do Guia de parâmetros para conforto de cabines aeronáuticas (SZNELWAR et al., 2012)

4.1.6.1.4 Relação entre apoios de braços (laterais) e atividades

Os apoios de braços (laterais) são determinantes na sensação de conforto pelo usuário e são essenciais para a manipulação de materiais e descanso. Uma vez que estes não devem ser compartilhados, suas dimensões devem considerar apenas um passageiro, possuindo largura mínima correspondente à largura dos antebraços de modo a apoiá-los sem criar zonas de pressão excessiva e que tenham comprimento suficiente para que as mãos também possam ser apoiadas, comprimento mínimo – comprimento do conjunto antebraço e mão, considerando o percentil 95%.

- **Leitura:** Para a atividade de leitura, sugere-se que o apoio de braço tenha um ajuste que possibilite ao usuário travar o dispositivo em uma determinada altura, assim é necessário que haja um ajuste suficiente para atender os percentis 5 e 95%, considerando-se a distância cotovelo assento. Além disso, deve-se atentar para os materiais de revestimento e acolchoamento do apoio de braços produzam atrito suficiente para que não escorreguem e ao mesmo tempo tenham densidade e espessura compatíveis para proteger os braços do contato com a estrutura metálica, que poderia trazer desconforto devido à concentração de pressão excessiva.

- Repouso: Para a realização da atividade de repouso, sugere-se que o apoio de braços possua também revestimento e acolchoamento na lateral, uma vez que muitos usuários giram o corpo, apoiando a região do quadril e lombar no dispositivo. Além disso, novamente recomenda-se que o revestimento tenha densidade adequada que proporcione distribuição da pressão gerada pelo contato, pois muitas vezes adota-se uma posição na qual se apoia o cotovelo no dispositivo com o objetivo de se suportar a cabeça com as mãos, o que gera uma grande concentração de pressão no cotovelo.
- Escrita, notebook e IFE: Para a atividade de escrita, sugere-se que o apoio de braços seja estável para não prejudicar a realização atividade e que sua altura seja compatível com a da mesa, uma vez que normalmente se apoia o antebraço no dispositivo e a mão deve alcançar o material na mesa. Novamente, o ideal seria a possibilidade de travamento do apoio de braços em diferentes posições.
- Alimentação: Para a atividade de alimentação, sugere-se também que o apoio de braços proporcione um apoio estável para o usuário, o qual irá manipular a comida e diversos utensílios em um espaço restrito. Um apoio firme evita o desconforto gerado pela preocupação do usuário de derrubar algo ou de se movimentar excessivamente.

Observação: entre a mesa e os apoios para braços deve haver continuidade, no mesmo nível e sem degraus, para propiciar uma maior superfície útil e de apoio.

4.1.6.1.5 *Relação entre apoios de braços (centrais – entre poltronas da mesma fila) e atividades*

Os apoios de braços centrais possuem as mesmas características que os laterais, com a adição de restrições tratadas neste item. De forma geral, sugere-se que os apoios de braços sejam individuais e com ajustes de altura. Caso isto não seja possível (individualização), devem possuir um ajuste que possibilite a expansão lateral para que haja área suficiente para o apoio de cotovelos/antebraços de dois passageiros. As relações entre as atividades e o uso de apoio central para braços são as mesmas já citadas no item anterior.

- **Leitura:** Para a atividade de leitura e utilização do notebook, o apoio de braços central é crítico, uma vez que ambas as atividades demandam a utilização do dispositivo pelo usuário. Sendo assim, o ideal seria que o apoio de braços central proporcionasse apoio simultaneamente para dois passageiros, isto é, possuísse uma largura equivalente a dois antebraços, entre os percentis de 95% da população para evitar constrangimentos relativos à divisão do objeto que não atende dois passageiros sentados lado a lado.

Figura 22 – Cotovelo apoiado sobre apoio de braço central em uso individual (sem passageiro ao lado).

Fonte: Adaptado do Guia de parâmetros para conforto de cabines aeronáuticas (SZNELWAR et al., 2012)

- **Repouso:** Para a atividade de repouso, o ideal seria a separação dos apoios de braços para cada assento, por meio de uma divisória ou pequeno anteparo, uma vez que os passageiros podem se movimentar inconscientemente, causando desconforto no passageiro ao lado. Também, sugere-se que o apoio de braços, ao ser rebatido (posição vertical, geralmente adotada quando não há passageiro ao lado e deseja-se utilizar ambas as poltronas), consiga acompanhar a reclinção do encosto, de forma a não reduzir o espaço útil do usuário.

Figura 23 – Vista frontal com uso de apoios de braço compartilhado em ensaio duplo com repouso (esquerda) e leitura (direita).

Fonte: Adaptado do Guia de parâmetros para conforto de cabines aeronáuticas (SZNELWAR et al., 2012)

- Escrita: Para a escrita, apesar de a atividade quase que obrigatoriamente necessitar do apoio de braço, a largura deste não é tão crítica quanto em outras atividades, pois esta geralmente possui uma duração menor e pode não ser simultânea entre os passageiros. Entretanto, um fator que gera desconforto é o pouco espaço lateral disponível para a realização da atividade, uma vez que geralmente adota-se uma postura na qual, por conta da flexão de cotovelo e abdução do braço ao escrever, leva o sujeito a invadir o espaço do passageiro ao lado.
- Alimentação: Para a atividade de alimentação, o apoio de braços central também é determinante no conforto, entretanto, mais especificamente no sentido de espaço lateral.
- O uso compartilhado de apoio para braço central pode trazer desconforto e por isso sugere-se o projeto de apoios individuais ou a possibilidade de expansão para atendimento a duas pessoas. A imagem a seguir ilustra o problema de falta de espaço, por meio de uso de manequins Ramsis®.

Figura 24 – Vista superior do uso de apoio de braço central compartilhado em atividade de alimentação.

Fonte: Adaptado do Guia de parâmetros para conforto de cabines aeronáuticas (SZNELWAR et al., 2012).

4.1.6.2 Acessórios

4.1.6.2.1 Mesa

Relação entre mesa e atividades

A mesa é um dos principais objetos utilizados pelo passageiro na cabine, de forma que seu projeto adequado é essencial para proporcionar conforto aos usuários.

- **Leitura e escrita:** Para as atividades de leitura e escrita, sugere-se que a superfície da mesa apresente um coeficiente de atrito que propicie o apoio do material sem que o usuário tenha que realizar grandes esforços para mantê-lo na posição. Ainda sobre o apoio, o ideal seria que para a realização a atividade de leitura, que a mesa possua ajustes para angulação de sua superfície de modo a manter sua face voltada para o usuário, com o objetivo de posicionar o material de leitura em frente aos olhos do usuário, evitando assim que este se curve excessivamente sobre o material. Também, é necessário atentar para a altura da mesa, a qual deve ser compatível com a altura do apoio de braço, para que não sejam geradas tensões no pulso do passageiro quando este utiliza a mesa para estas atividades. Finalmente,

seria recomendado que a mesa tivesse um ajuste horizontal, que possibilitasse ao usuário afastar ou aproximar a mesa de si.

- Repouso: Para a atividade de repouso, foi observado que a maior parte dos usuários que realizaram os ensaios optou por manter a mesa fechada e travada no encosto anterior, de forma que é importante que a mesa, quando nesta posição, interfira minimamente no espaço do passageiro. Entretanto, apesar de não ser uma das funções primárias da mesa, foi observado que alguns passageiros utilizaram a mesa para apoiar a cabeça. Este tipo de uso não é recomendado por questões de segurança, mas deve ser levado em conta no projeto para que o objeto resista às cargas produzidas por este tipo de uso.
- Notebook: Para a utilização do notebook, é necessário que a estrutura da mesa seja capaz de suportar o peso do equipamento, além da carga produzida pelo apoio dos braços. Além disso, deve possuir ajustes de altura, profundidade e inclinação para facilitar a leitura da tela e o uso do teclado.

Figura 25 – Foto de uso da mesa para repouso.

Fonte: Adaptado do Guia de parâmetros para conforto de cabines aeronáuticas (SZNELWAR et al., 2012)

Figura 26 – Foto ilustrativa do uso de notebook sobre a mesa.

Fonte: Adaptado do Guia de parâmetros para conforto de cabines aeronáuticas (SZNELWAR et al., 2012)

- Alimentação: Sugere-se que a mesa possua um coeficiente de atrito suficiente para que a bandeja utilizada não escorregue durante a atividade. Além disso, o ajuste horizontal mencionado acima é, para esta atividade, de suma importância, visto que um dos maiores desconfortos gerados pela atividade de alimentação na cabine é proveniente da possibilidade de se derrubar o alimento. Além disso, o ideal seria que para a realização desta atividade, houvesse um ajuste que possibilitasse o travamento da mesa aproximadamente na altura do apoio para braços, correspondente à distância cotovelo-assento. Também, é necessário que a estrutura da mesa seja capaz de se manter estável.

Figura 27 – Vista lateral com uso de mesa para atividade de alimentação.

Fonte: Adaptado do Guia de parâmetros para conforto de cabines aeronáuticas (SZNELWAR et al., 2012)

Analizando todas as dificuldades observadas, assim como os parâmetros elaborados para o projeto de uma mesa, acredita-se que este dispositivo possa ser ainda muito aperfeiçoado. Pensando em inovação e no conforto dos usuários, está em processo de elaboração um projeto conceitual para este acessório, com as seguintes características:

- **Mecanismo:** A mesa deve possuir um mecanismo que possibilite o seu movimento descendente de báscula a partir da posio vertical travada, diminuindo gradativamente a angulao em relao  horizontal até o nível apropriado para a alimentao, isto , variando do ângulo 90° (aproximado, relativo ao travamento na poltrona anterior) até 0°. Além disso, para a realizao de diferentes atividades,  necessário que a mesa possua travamentos intermediários entre estas duas posies de acordo com a vontade do indivíduo, sendo eficiente para diversos usos. Acredita-se também na importância de ajustes horizontais, que permitem ao usuário aproximar ou afastar a mesa de si, assim como ajustes verticais, que permitem a adaptao da altura do dispositivo para a melhor utilizao de diferentes sujeitos.
- **Aspectos da forma:** A mesa deve apresentar curvatura na aresta que entra em contato com o usuário, para que a conformao cncava possibilite melhor aproximao e envolvimento na regio abdominal, bem como apoios

para os antebraços, em continuidade aos apoios para braço. Além disso, suas bordas devem ser suavizadas com o intuito de evitar quaisquer acidentes ou mesmo o desconforto gerado pelo apoio em cantos vivos. Também, é importante que haja anteparo para evitar que livros, notebooks ou outros tipos de dispositivos eletrônicos (IFE, *tablet*) fiquem sem apoio e escorreguem sobre o usuário.

Outros: É necessário que a superfície da mesa possua um coeficiente de atrito que dificulte a movimentação involuntária dos diversos materiais utilizados nas atividades, não sendo, entretanto rugoso, e sim plano para não prejudicar a escrita em materiais de pouca espessura.

4.1.6.3 Piso e apoios para pés e pernas

Relação entre piso e atividades

O piso possui características que são determinantes na sensação de conforto ou desconforto pelo usuário, uma vez que a postura sentada propicia pode proporcionar variadas condições para o apoio dos pés, dependendo das características antropométricas do usuário (comprimento da perna e da coxa) e da altura do assento em relação ao piso, bem como da profundidade do assento para apoio das costas no encosto. Ao adotar a postura sentada, a melhor maneira de apoiar os pés é no piso – melhor do que barras e pedais. Além da possibilidade de apoiar os pés no piso, é importante que seja disponibilizada uma largura suficiente para que os pés possam ficar alinhados com a largura dos quadris de forma que deve ser prevista uma área no piso equivalente à largura dos quadris da parcela percentil 95% feminino. No que diz respeito à profundidade, a área prevista deve considerar a possibilidade de se estender os joelhos para permitir a alternância postural que, no limite seria as pernas à frente com joelhos e quadris estendidos. As dimensões a serem calculadas devem considerar o tamanho da perna da população, considerando-se os percentis superiores, ao menos 95.

Além do dimensionamento, é importante que o material de revestimento do piso não seja escorregadio, para que o sujeito consiga fixar os pés segundo o seu desejo.

Apesar de ser o ideal poder apoiar os pés no piso, o uso de acessórios que propiciem alternativas para apoiá-los é bem vinda. Há diferentes tipos de apoio, mas o que se deve buscar é a utilização de dispositivos que permitam a maior área de apoio possível. Assim, podem ser previstos apoios que se restrinjam exclusivamente aos pés, ou para garantir maior conforto, dispositivos que permitam também apoiar as pernas. Eles são muito úteis para que o passageiro possa adotar uma maior variação de posturas dos membros inferiores, o que somente o apoio no piso não é suficiente devido à angulação das articulações.

Na perspectiva de garantir o conforto para os Membros Inferiores, facilitando o retorno venoso à posição sentada, esta alternância postural é muito importante. Todavia, é importante que faça parte dos projetos futuros a possibilidade de que haja ajuste na altura dos assentos, respeitando a diversidade da população e de modo a incluir, baseado na altura das pernas, ajustes para a população mais baixa e mais alta. As medidas de referência são os percentis 5 e 95 a altura poplíteia, na posição sentada, determinada pelo comprimento das pernas.

- Repouso: Os apoios de pés e pernas são acessórios úteis para a realização da atividade de repouso, uma vez que são utilizados por um longo tempo e conferem firmeza à posição adotada pelo passageiro. No desenvolvimento desta atividade o sujeito busca a maior área de apoio possível para conseguir um nível mais propício de relaxamento muscular para poder repousar ou mesmo dormir. Sugere-se que o apoio dos pés possibilite ao usuário posicionar os mesmos em diferentes alturas entre o piso e o assento da poltrona anterior. Também, seria recomendável que este apoio possuísse um ajuste horizontal que possibilitasse ao usuário afastar ou aproximar o objeto, de forma que consiga flexionar ou estender os joelhos, sem realizar grandes esforços para manter a posição. Conforme dito anteriormente, a área de apoio deve ser ampla o suficiente para que os pés fiquem bem apoiados, respeitando ao mínimo a distância entre os trocânteres e o tamanho dos pés, considerando-se sempre as medidas mais elevadas da população (percentil 95%) (tamanho dos pés), em relação ao apoio para pernas o ideal seria que este pudesse ser elevado ao nível do assento em uma posição mais próxima da horizontal, criando uma posição propícia ao repouso. Entretanto, caso isso não seja possível, sugere-se que o apoio possa ser elevado até a altura da

parte inferior do assento anterior, possibilitando ao máximo o relaxamento da região poplíteia.

Figura 28 – Vista lateral com os pés apoiados (calcanhares) no piso sem um dispositivo de auxílio

Fonte: Adaptado do Guia de parâmetros para conforto de cabines aeronáuticas (SZNELWAR et al., 2012)

- Para as demais atividades, vale o que foi dito anteriormente.

4.1.6.4 Espaço de envoltório (living space)

4.1.6.4.1 Espaço entre poltronas (da frente – espaço para as pernas)

Relação entre poltronas e atividades

O espaço entre poltronas é determinante para a sensação de conforto pelos usuários, por permitir que adotem posições variadas no decorrer do voo e que consigam aliviar tensões e movimentar-se. Para o espaço entre as poltronas, principalmente na região superior, é importante atentar para a reclinagem, uma vez que o espaço pode ser alterado quando o passageiro da frente reclinou o encosto. De forma geral, o espaço entre as poltronas deve ser tal que interfira o mínimo possível na mobilidade do passageiro durante o voo.

A distância mínima a ser prevista entre as poltronas deve considerar não apenas as medidas antropométricas estáticas, mas também a necessidade de se movimentar

(antropometria dinâmica funcional), ao manter-se na postura sentada, e ao desenrolar das atividades, bem como ao entrar e sair da poltrona. Assim, considere-se que, a dimensão da coxa que ultrapassa o assento em torno de 1/3 da sua dimensão total, mantendo o restante apoiado no assento. Para que se possa movimentar com mais facilidade no momento de entrada e saída da poltrona seria importante que o espaço reservado fosse baseado na largura dos quadris com referência percentil 95.

- **Leitura:** Para a atividade de leitura, deve-se atentar para o espaço entre as poltronas quando o passageiro cruza as pernas, de forma a elevar o material lido. Também, é comum que o passageiro escorregue o corpo na poltrona, aproximando os joelhos da poltrona à frente.
- **Repouso:** Dentre as atividades listadas, o espaço entre as poltronas é mais crítico para o repouso. Sugere-se que o espaço entre as poltronas seja o maior possível no projeto em execução, em especial na parte do assento (membros inferiores), de forma que o passageiro consiga adotar a posição desejada (joelhos e quadril semi-estendidos) sem encostar os joelhos e/ou pernas na poltrona à frente.
- **Escrita:** Para a atividade de escrita, deve-se atentar para o espaço entre as poltronas na região superior do assento, uma vez que o passageiro tende a curvar-se para realizar a atividade.
- **Notebook e IFE :** Para a utilização do notebook e IFE, diversas posturas são adotadas. Desta forma, sugere-se que o espaço entre as poltronas na região do assento seja suficientemente grande para o passageiro adotar uma posição relaxada sem encostar os joelhos e/ou pernas na poltrona à frente. Na região superior, é necessário atentar para o ângulo formado entre a mesa e a poltrona anterior, uma vez que a tela do notebook é virada para cima quando o passageiro adota uma posição ereta.

Observação: Além da preocupação com o espaço para as pernas, é importante que o material empregado na parte traseira do encosto, bem como outros objetos e partes posteriores da poltrona não possuam cantos vivos, e sejam produzidos em materiais que não causem lesões/desconforto ao apoiar-se neles.

4.1.6.4.2 Parede lateral (side wall)

Relação entre parede lateral e atividades

A parede lateral, ou parte interna da fuselagem, não é projetada considerando o uso pelo passageiro e a influência no conforto. Entretanto a parede lateral (side wall) é também usada durante as atividades de repouso e leitura.

- Leitura: Conforme a tabela 3 possui pouca influência nessa atividade, uma vez que é incomum o seu uso para se apoiar durante a leitura, porém isso acontece. Assim, pode-se atentar ao material de revestimento da side wall de modo a proporcionar um apoio confortável para a cabeça com uso de revestimento e possível acolchoamento.
- Repouso: Conforme os experimentos realizados, há uso da side wall para apoiar a cabeça durante o repouso. Assim, pode-se atentar ao material de revestimento da side wall de modo a proporcionar um apoio confortável para a cabeça com uso de revestimento e possível acolchoamento.

4.1.6.4.3 Corredor

Relação entre corredor e atividades

Figura 29 – Uso da side wall na tentativa de obter apoio para a cabeça.

Fonte: Adaptado do Guia de parâmetros para conforto de cabines aeronáuticas (SZNELWAR et al., 2012).

O corredor, apesar de ser uma via de passagem de pessoas e objetos, é também incorporado ao espaço utilizado pelos passageiros que estão sentados. Sendo assim, pode-se dizer que o corredor influencia na sensação de conforto pelo passageiro, que utiliza o espaço de maneira não convencional. De forma geral, ao se definir os parâmetros no projeto do corredor, deve-se atentar para a capacidade de mobilidade dos passageiros e outros objetos (malas, trolleys, etc.), para facilitar a passagem de pessoas e objetos.

- Repouso: Para a atividade de repouso, o corredor é eventualmente usado por passageiros, como área de expansão do espaço individual para as pernas. Embora isto ocorra, não se considera que seja foco de alteração de projeto, pois o uso do mesmo para expansão do *living space* não é compatível com normas de segurança.

4.1.6.5 Regulação de ambiente (iluminação / ventilação)

4.1.6.5.1 Spot (iluminação dedicada e regulável)

Relação entre spot e atividades

O spot de iluminação dedicada, em conjunto com a iluminação geral da cabine, gera a iluminação necessária para a realização das atividades pelo passageiro. Em caso de diminuição da iluminação geral da cabine, o spot torna-se ainda mais importante, podendo se tornar a única fonte luminosa. Por isso, sugere-se que este objeto tenha um dimmer que possibilite ao passageiro utilizar o spot em situações que variam desde um pequeno aumento na intensidade luminosa durante o dia, até a iluminação como uma única fonte de luz que possibilite a utilização de algum material durante o período de repouso de um voo noturno. Também, sugere-se que o passageiro possa, sem grandes esforços ou mudanças de postura, interagir com este objeto, o qual não pode ficar fora do alcance do passageiro quando este estiver sentado.

- **Leitura:** Para a atividade de leitura, é necessário atentar para o posicionamento deste objeto, uma vez que observamos que o passageiro pode se posicionar entre o foco de luz e o material, fazendo sombra sobre o mesmo.
- **Escrita:** Para a atividade de escrita, sugere-se que o spot seja posicionado de tal forma a não gerar uma sombra excessiva tanto pelo corpo (tronco e cabeça) quanto pela mão do usuário.

Figura 30 – Posicionamento do livro para o lado para a cabeça não fazer sombra

Fonte: Adaptado do Guia de parâmetros para conforto de cabines aeronáuticas (SZNELWAR et al., 2012).

4.1.6.5.2 Iluminação geral

Relação entre iluminação geral e atividades

- **Leitura:** Para a realização da leitura e escrita, a iluminação do ambiente é crítica. Sugere-se uma iluminação que em conjunto com o spot, proporcione entre 500 e 600lux de iluminância sobre a mesa, conforme se vê nas normas ISSO/CIE8995-1, NBR5382 e NBR5413, sobre iluminação de ambientes de trabalho, edificações em geral, e procedimentos para medição de iluminância (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT), 1985, 1992, 2013).
- **Repouso:** Para o conforto do passageiro em situação de repouso, o ideal seria um ambiente sem luminosidade. Entretanto, isto não é possível devido à diversas fontes luminosas pequenas (informativas) e necessidade de orientação de passageiros que necessitem se deslocar na cabine. Dessa maneira, sugere-se que a iluminação geral possua dimerização, a fim de prejudicar ao mínimo o repouso do passageiro, e ao mesmo tempo não escurecer totalmente o ambiente.
- **Notebook e IFE:** Para a utilização do notebook e do IFE, deve-se atentar para o posicionamento das fontes luminosas (geralmente posicionadas entre a side wall e compartimentos superiores em toda a extensão da aeronave) uma vez que é comum haver reflexo destas fontes nas telas dos aparelhos, o que gera desconforto no usuário. Sugere-se que a iluminação seja bem distribuída na cabine de forma a evitar o reflexo da fonte luminosa.
- **Alimentação:** Para a atividade de alimentação, apesar de a iluminação não ser crítica para a realização da atividade, ela influencia na sensação de conforto pelo usuário, o qual geralmente acende o spot individual a fim de enxergar melhor o alimento. Sugere-se novamente que a iluminação geral tenha dimerização, de forma a não criar um ambiente excessivamente claro, mas que em conjunto com o spot não prejudique a alimentação.

4.1.6.5.3 Gasper de ventilação regulável

Relação entre ventilação regulável e atividades

O gasper (ventilação regulável individual) influencia na realização das atividades e é determinante na sensação de conforto pelo passageiro. Sugere-se que o passageiro possa, sem grandes esforços ou mudanças de postura, interagir com este objeto, o qual não pode estar fora do alcance do passageiro quando este estiver sentado. Também, a regulagem deve permitir que o fluxo de ar pudesse ser ajustado conforme a vontade do usuário em cada momento, influenciando ao mínimo os passageiros ao lado.

- Repouso: Foi observado que o fluxo de ar proveniente deste objeto pode ser desconfortável durante o repouso, de forma que se sugere a possibilidade de o fluxo ser interrompido.
- Notebook e IFE: Para a utilização do notebook e do IFE, sugere-se que o gasper seja projetado de tal forma que o fluxo de ar tenha alcance até a mesa, uma vez que estes aparelhos aquecem e geram a sensação de calor nesta região.
- Alimentação: Para a realização da alimentação, sugere-se que o fluxo de ar possa ser interrompido a fim de evitar o resfriamento acelerado dos alimentos.

4.1.6.5.4 Ventilação distribuída

Relação entre ventilação distribuída e atividades

- Repouso: A ventilação distribuída influencia na realização do repouso e é determinante na sensação de conforto pelo passageiro. Uma vez que este estudo analisa a interação entre objetos e atividades, sugere-se que a ventilação distribuída possa ser minimamente controlada em relação ao fluxo de ar (já que a temperatura é definida para toda a cabine) pelo passageiro, que poderá atuar localmente sem afetar globalmente a temperatura da cabine.

4.1.7 Considerações sobre a fase 2

Ao realizar uma análise geral sobre o trabalho desenvolvido, pode-se dizer que é importante que os projetos atendam às expectativas e necessidades dos usuários finais. Para que isso ocorra, devem existir sistemas e dispositivos de ajustes capazes de se adequarem às diversas atividades que são realizadas em espaço reduzido e que atendam às variações antropométricas das populações de usuários. Situações recorrentes em cabines de aeronaves comerciais, principalmente no caso da classe econômica.

Para que um projeto atenda a essas necessidades e o processo de projeto traga resultados esperados, a equipe de desenvolvimento de produto deve levar em conta os aspectos ergonômicos, com uso de referências e medidas antropométricas dinâmicas, tanto ligadas às atividades previstas no uso convencional “prescrito” ao se projetar os elementos da cabine, mas também é importante considerar a cabine de modo que atenda ao uso real feito pelos usuários, levando em consideração às atividades e suas posturas diversas, distintas daquelas anteriormente previstas e consideradas como “padrão”.

Para entender melhor as necessidades dos usuários, a pesquisa foi elaborada com inspiração no método e nas técnicas da observação participante, pois, para este grupo de pesquisa, é essencial que os projetistas tenham um domínio sobre as situações típicas de uso e das atividades, de forma que entendam melhor como estas se desenvolvem para poder criar soluções que tragam conforto e facilidades para a sua realização a contento e de forma realmente satisfatória. Desta forma, sugere-se que este método com suas técnicas e ferramentas seja usado para sensibilizar os projetistas, por meio de imersão nos ambientes, e experiência de uso dos objetos na realização de atividades que são normalmente vivenciadas em ambientes de cabines aeronáuticas. A atividade de imersão e simulação é essencial para um melhor processo criativo.

4.2 Resultados da Fase 3 – Design e inovação - Proposta de produto – apoio para braços com abas individuais.

Após a realização de todas as etapas propostas pelo método apresentado (MUJICA; SZNELWAR, 2014), finalmente chegamos à fase final com a demonstração de um resultado concreto, em forma de produto patenteado. De forma resumida, pode-se dizer que este produto é fruto de uma sequencia de trabalho, que teve seu início com a formação de uma equipe de pesquisadores, que foi capacitada (sensibilização) para a participação em ensaios e análises das informações, seguidas de reuniões para discussão sobre o desenvolvimento das atividades propostas. Com base na análise dos ensaios – a partir das dificuldades, pontos positivos e estratégias para desenvolver as ações – houve uma geração de ideias para melhorias de conforto nas cabines e, dentre as diversas ideias que foram geradas (Tabela 1 – página 94), uma delas foi escolhida para a criação de um produto que servisse de modelo para demonstrar que o método poderia gerar frutos positivos.

Visto que o incômodo gerado ao compartilhar o apoio de braços central causa desconforto na grande maioria dos passageiros de aviões, e esta seria uma solução relativamente simples de criar, com apresentação de desenhos técnicos, modelos virtuais e físicos, bem como protótipos, a ideia escolhida foi a do apoio de braços com abas retráteis, que teve como inspiração o pen drive da marca Kingston, ilustrado na figura 31. Os desenhos a seguir ilustram a ideia do produto.

Figura 31 - Foto de Pen Drive Kingston 16GB

Fonte: adaptado de kingston.com/br (KINGSTON, 2016)

Figura 32 – Vista superior do braço com abas retráteis.

Fonte: Adaptado da patente registrada nos Estados Unidos (ALMEIDA et al., 2015).

A solução então adota a mesma ideia do pen drive usado como fonte de inspiração, de forma que cria-se um ponto de giro, para que uma aba oculta (representadas pelas peças 3 e 5) seja puxada para fora e sirva para ampliar a área de apoio para o cotovelo e o braço do passageiro, conforme pode ser visto na figura 32. Para que a aba possa ser guardada, o braço fixo central contém uma estrutura fixa com tampa superior representada pela peça 2.1.

Para entender melhor a sua forma de uso, a figura 33 mostra fotos do modelo funcional em escala 1:1, instalado em poltrona de aeronave.

Figura 33 - Suporte de braço na condição de uso, com abas fechadas e com abas abertas

Fonte: Adaptado de Ciaccia (2013)

Figura 34 – Desenho técnico em vista superior do assento, com as abas escondidas em primeiro momento e com as abas abertas em segundo momento.

Legenda: 7 – encosto / 2 – apoio para braço lateral / 2.1 – apoio de braço central com abas retráteis / 9.1 – assento / 5 – Aba escamoteável aparente

Fonte: Adaptado da patente registrada nos Estados Unidos (ALMEIDA et al., 2015).

5 Revisão bibliográfica e estudo bibliométrico complementares

Após o término do “Projeto Conforto”, marcado pela apresentação do guia com parâmetros para projeto e a criação de um produto patenteado como exemplo de resultado possível, surgiu uma inquietude que levou o autor desta tese a continuar com a pesquisa. Esta inquietude veio à tona ao perceber a falta de diálogo entre a academia e a indústria, mais precisamente, dos conhecimentos de ergonomia da atividade, conforto e desconforto com as áreas de gestão de projetos e desenvolvimento de produtos. Esta percepção gerou a necessidade de um novo levantamento bibliográfico, para entender melhor as lacunas e as relações entre quatro áreas de pesquisa:

- Ergonomia;
- Conforto e Desconforto
- Design Centrado no Usuário;
- Gestão de Projetos e Desenvolvimento de Produto.

Para realizar este estudo complementar, foi realizada uma busca bibliográfica na base de dados ISI Web of Science, com uso de palavras chave que tivessem ligação com as quatro áreas de conhecimentos que se desejava analisar e, foram usados filtros para limpar as pesquisas e chegar a resultados com número que possibilitasse uma análise bibliométrica no software sitkis, conforme pode ser visto no apêndice. Portanto, foram usados filtros para restringir a pesquisa a artigos científicos da área de engenharia e, desta forma, foram alcançados os seguintes resultados:

- Ergonomia – 82
- Conforto e Desconforto – 192
- Design Centrado no Usuário – 272 artigos.
- Gestão de Projetos e Desenvolvimento de Produto – 221 artigos.

Após fazer as buscas, os dados foram inseridos no software sitkis para que a base de dados juntasse as 4 áreas, com o objetivo de criar mapas de citação. No entanto, o número elevado (764 artigos) não permitiu elaborar mapas que estabelecessem ligação entre as quatro áreas. Visto que a soma simples das quatro áreas é 767, percebe-se que praticamente não há interseção entre as áreas. Para que houvesse interseção significativa entre as áreas, de forma que vários artigos seria encontrados

com os métodos de busca adotados para as quatro áreas, ao alimentar a base de dados com todos, o número total deveria ter correspondido a 50% do total.

Esta pesquisa inicial mostra que há uma lacuna e é necessário realizar estudos para que as pesquisas de conforto, desconforto e ergonomia da atividade, bem como os métodos de design centrado no usuário, tenham melhor inserção nos processos de desenvolvimento de produtos. Pode-se dizer que falta diálogo entre os autores das áreas.

Visto que o número de artigos gerado impossibilitava a criação de mapas, foi realizada uma nova etapa, com análise de conteúdo, por meio de triagem de artigos, utilizando uma planilha no Microsoft Excel, para eliminar artigos que não tivesse relação direta com criação de modelos ou teorias relacionadas com as quatro áreas de interesse.

5.1 Análise dos títulos e abstracts para eliminar publicações sem relação direta com a busca e conhecer os temas publicados

Visto que, embora tenham sido utilizadas técnicas de pesquisa com palavras-chave e filtros para restringir a amostra a artigos de relevância e interesse, muitos dos artigos pesquisados apareceram nas buscas, pois em algum momento houve coincidência no uso de palavras-chave em algum trecho do artigo, mas o tema não era de interesse e foi necessário descartar o artigo. Ao realizar a leitura dos abstracts foi possível elaborar algumas observações e entender o teor das publicações nas diferentes áreas:

- **Conforto** aparece como palavra em muitos resumos, mas a maioria desenvolve algum estudo de redução de vibração, principalmente na área automotiva e, ao dizer que isso gera bons resultados em conforto para o usuário, a palavra é indexada. No entanto, artigos que discutam formas de medir conforto ainda são restritos e a teoria de conforto, ainda está em discussão e são poucos os autores e artigos dedicados a discutir teoria sobre conforto, de forma que este campo ainda pode amplamente ser desenvolvido e explorado;
- Em relação a modelos e ferramentas para **Ergonomia** da atividade, a maioria dos trabalhos publicados citam o método da Ergonomia Participativa. A

Ergonomia de concepção de produtos tem poucas publicações. A maioria das publicações é ligada a reestruturação de ambientes de trabalho, em sua maioria, industriais. Ergonomia para projeto de produtos tem muito a explorar.

- Para **design centrado no usuário** há uma série de publicações ligadas a produtos eletrônicos (**usabilidade**), bem como para pessoas com deficiência física, com foco em **desenho universal**. Para a criação de produtos físicos e objetos há poucas publicações.
- Em **Gestão de Projetos e Desenvolvimento de Produto**, há muitas publicações sobre a redução de custos em sistemas produtivos, com propostas de algoritmos, implantação de softwares de gerenciamento de recursos da empresa (ERP) ou de ciclo de vida de produto (PLM). Muitos estudos de caso são apresentados com a verificação e validação de modelos de gestão. Alguns artigos falam sobre projetos de produto e a importância da ergonomia, mas no caso a palavra ergonomia é usada associada a antropometria e uso de softwares de simulação com manequins. Ainda falta que seja considerada a atividade do usuário como direcionador de projetos.

6 DISCUSSÃO E PROPOSTA

O projeto de produtos de alta complexidade, como os que são produzidos na indústria aeronáutica, exige esforços por parte da organização para alcançar o sucesso em um mercado altamente competitivo. Para a criação de uma aeronave é preciso dominar diversos conhecimentos e faz-se necessário o trabalho multidisciplinar. Tradicionalmente, a uma empresa da indústria aeroespacial deve dominar quatro áreas de conhecimento: aerodinâmica, dinâmicas de voo, propulsão e estrutura. (SADRAEY, 2013)

Conforme modelos clássicos para projetos de aeronaves, o desenvolvimento de um novo avião costuma seguir uma sequência com quatro fases de design:

- projeto conceitual;
- projeto preliminar;
- detalhamento de projeto;
- produção / construção.

Em geral, conforme pode ser visto em Zancul, Marx e Metzker (2006) a adoção de times e de atividades em paralelo não garante a integração efetiva entre as áreas funcionais. Ao realizar um estudo sobre a estrutura organizacional da EMBRAER e o seu fluxo de trabalho para projetos de aeronaves, Renato Keila (2007), em seu Trabalho de Conclusão de Curso, relatou que a empresa é estruturada de forma matricial. Há uma divisão do trabalho em departamentos especializados em diversas funções (Recursos Humanos; Gerencia de Conforto de Cabine; Eng. de Sistemas; Eng. de Interiores; Eng. Aeronáutica; Eng. de Estruturas) e, ao mesmo tempo, há equipes dedicadas programas dedicados ao projeto específico de aeronaves (Programa Lineage, Programa Phenon, Programa E-jets, Programa Legacy) conforme pode ser visto na figura 36.

Figura 35 – Estrutura matricial da Embraer

Fonte: adaptado de Keila (2007)

Dentre os departamentos que participam dos projetos na EMBRAER, foi citado o Depto. de Engenharia de Interiores. No início do Projeto Conforto, em 2008, este departamento era o responsável pelo desenvolvimento de Conforto de Cabine (Gerência de conforto de Cabine), através do EMBRAER Design Studio (EDS), que por sua vez tinha uma equipe de ergonomia atrelada a ele. Para melhor entender como funcionava esta estrutura no início do projeto, podem ser vistos os organogramas nas figuras 36 e 37.

Figura 36 - Organograma da Gerência de Conforto de Cabine

Fonte: adaptado de Keila (2007)

Figura 37 - Organograma do EMBRAER Design Studio

Fonte: adaptado de Keila (2007)

Conforme é relatado por Renato Keila (2007), o time de ergonomia de produto (ou interiores) é responsável pela análise dos objetos existentes e deve dar suporte às outras equipes do EDS. Dentre as tarefas da equipe de ergonomia estão o desenvolvimento de projetos de objetos de cabine, análises antropométricas, análises biomecânicas, de visibilidade, de acessibilidade, de usabilidade e de cognição. Em geral, a equipe de ergonomia faz um trabalho de validação dos projetos das outras equipes e isto gera um fluxo de trabalho com idas e vindas, de forma que eles tinham um papel de verificação e validação final, no início do projeto.

A proposta da sensibilização de equipe é apresentada nesta tese com o objetivo de proporcionar maior autonomia às equipes, de forma que ao terem maiores conhecimentos sobre as atividades dos usuários, os projetos não precisariam ser apresentados para verificação com tanta frequência ao time de ergonomia. Portanto, o desenvolvimento de sensibilização e empatia, preconizadas pelos modelos de design thinking e design centrado no usuário, pode auxiliar estes profissionais, reduzindo às consultas a manuais e normas de ergonomia e conforto como guia para projeto. (ALMEIDA, 2014; GOODWIN, 2009)

A estrutura organizacional de uma empresa (divisão de trabalho) tem íntima relação com o poder de inovar de uma organização e, para que o Projeto e Desenvolvimento de Produtos tenha maior agilidade, uma capacitação maior dos seus trabalhadores, com incrementos em suas competências, pode proporcionar melhorias ao fluxo de trabalho.

A partir de um trabalho com uma equipe capacitada para entender às necessidades dos usuários, é possível gerar ideias e criar soluções para o desenvolvimento de produtos que proporcionem melhor conforto e propiciação. Com base no trabalho

que foi desenvolvido em campo e em simulador, sugere-se a seguinte forma de trabalho, descrita no modelo a seguir.

Este trabalho demonstrou que é possível usar o método proposto para criar produtos adequados às necessidades dos usuários e, a revisão bibliográfica realizada a complementar (capítulo cinco) demonstra que é necessário estabelecer um diálogo entre as quatro áreas estudadas, pois a sinergia entre elas pode vir a gerar melhores resultados para projetos da indústria aeronáutica.

Conforme pode ser visto na figura 2, a sequencia de trabalho gera uma lógica de verificações de projetos que, poderia ser mais ágil se os próprios projetistas desenvolvessem os projetos com conhecimento sobre a atividade dos usuários eliminando substancialmente as verificações.

Para finalizar a discussão, é apresentada a proposta completa do passo-a-passo do método, dividido em seis fases, que foi descrito e discutido nesta tese e apresentado no AHFE 2014 (MUJICA; SZNELWAR, 2014).

Fase 1 – preparação inicial

- Revisão Bibliográfica;
- Bencharking com empresas dos setores aeronáutico e automobilístico;
- Entrevistas com especialistas em projetos de interiores de cabines dos setores aeronáutico e automobilístico;
- Coleta de dados sobre as atividades e situações típicas para criar uma biblioteca de situações de referência e elaborar protocolos para os experimentos;
- Escolha das atividades a serem realizadas e posturas a serem estudadas durante os experimentos.

Fase 2 – preparação da equipe e dos experimentos

- Criação dos protocolos dos experimentos para teste piloto;
- Ensaios individuais para sensibilização – capacitação da equipe de observadores-participantes e teste piloto dos protocolos para experimentos;
- Definição dos parâmetros para a realização dos experimentos;
- Criação dos protocolos para experimentos da fase 3.

Fase 3 – primeiro ciclo de experimentos (individuais)

- Realização dos experimentos individuais, com as seguintes atividades: leitura, uso de notebook, uso de IFE, escrita e alimentação;
- Gravação de entrevistas logo após os ensaios para coletar relato das impressões imediatas;
- Análise dos vídeos, realização de análise com preenchimento de tabela para estabelecer relações entre o tempo, as mudanças posturais, incômodos, aspectos positivos e estratégias de ação para a realização das atividades nas condições do ambiente e objetos;
- Encontro com a equipe para reuniões com verificação dos pontos em comum e observações sobre conforto, desconforto, posturas, estratégias e criação de biblioteca de imagens com registro de posturas e/ou ações comuns e/ou diferentes.

Fase 4 – Segundo ciclo de experimentos (em dupla)

- Realização dos experimentos com passageiro ao lado, com as seguintes atividades: leitura, uso de notebook, uso de IFE, escrita e alimentação;
- Gravação de entrevistas logo após os ensaios para coletar relato das impressões imediatas;
- Análise dos vídeos, realização de análise com preenchimento de tabela para estabelecer relações entre o tempo, as mudanças posturais, incômodos, aspectos positivos e estratégias de ação para a realização das atividades nas condições do ambiente e objetos;
- Encontro com a equipe para reuniões com verificação dos pontos em comum e observações sobre conforto, desconforto, posturas, estratégias e criação de biblioteca de imagens com registro de posturas e/ou ações comuns e/ou diferentes.

Fase 5 – Análise final dos ensaios e início do processo criativo

- Reunião para comparação entre os ensaios individuais e em duplas;
- Criação de matriz para estabelecer relações entre as atividades, o ambiente e os objetos;
- Reunião para processo criativo livre, com sessão de brainstorming para gerar ideias e propor soluções que resolvam as questões levantadas durante os experimentos.

Fase 6 – Desenvolvimento de projeto

- Desenhos de novas propostas (esboços, desenhos técnicos e propostas de conceitos);
- Testes virtuais com uso de CAD e manequins virtuais em duas e três dimensões (2D e 3D);
- Prototipação e criação de modelos físicos para testes de verificação;
- Elaboração de um guia para projeto, com detalhes sobre os métodos e protocolos, como objetivos de oferecer uma ferramenta para sensibilizar projetistas de interiores aeronáuticos.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta tese é fruto de um trabalho em equipe e um convênio entre a esfera pública de ensino do Brasil e uma empresa com tecnologia de ponta em busca de melhorias no projeto de seus produtos e no conforto dos usuários. Sem estas condições, o estudo não teria gerado os resultados que aqui foram mostrados. Graças a esta parceria, foi possível realizar ensaios em um simulador de altíssima qualidade, com a possibilidade de diversos ajustes para simular variadas condições ambientais e de configuração espacial. Além disso, o trabalho em equipe foi fundamental para desenvolver um método que somente em conjunto pôde ser maturado, verificado e lapidado.

Conforme descrito no capítulo três o tema que trata sobre conforto e desconforto, ou simplesmente (des)conforto, ainda pode ser amplamente explorado, tanto do ponto de vista do desenvolvimento de teorias e modelos, bem como do ponto de vista de métodos para avaliação. Embora o confortos vibro-acústico e térmico tenham sido amplamente estudados e apresentem grande número de publicações, o conforto e a usabilidade do ponto de vista do uso de produtos e objetos ainda pode ser melhor explorado.

Além disso, esta pesquisa mostrou que há uma lacuna no diálogo entre as áreas de Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP), ergonomia da atividade e, conforto e desconforto. Com a apresentação do método aqui proposto, pretende-se preencher um pouco desta lacuna. Mesmo assim, sabe-se que ainda há um longo caminho a ser percorrido, conforme foi verificado na segunda fase de estudo bibliográfico, apresentada no capítulo cinco.

Sobre a hipótese proposta no início da pesquisa, foi possível demonstrar que o método proposto pode gerar resultados positivos, com a sensibilização de equipes de projetos, aos tornar os projetistas mais próximos da realidade dos usuários. Afinal, manuais de ergonomia apresentam parâmetros de antropometria, fisiologia e biomecânica, mas não apresentam informações sobre as estratégias durante o uso de produtos, bem como as motivações para as posturas a serem adotadas, que foram trabalhadas neste método inspirado na Observação Participante.

É importante salientar que o método proposto não pretende substituir outras técnicas, ferramentas ou tipos de estudos, como por exemplo, aplicação de

questionários e entrevistas com usuários e consumidores. Este método é complementar aos métodos que já existem e apresenta uma ferramenta de projeto para sensibilização de projetistas, para que eles possam se colocar no lugar dos usuários e elaborar os projetos gerando melhores resultados, e para trazer agilidade aos Processos de Desenvolvimento de Produtos.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABERGO. **Abergo**. Disponível em: <http://www.abergo.org.br/internas.php?pg=o_que_e_ergonomia>. Acesso em: 24 fev. 2016.
- ABRAHÃO, J. I. et al. **Introdução à ergonomia: da prática à teoria**. São Paulo: Blucher, 2009.
- ABRAHÃO, J. I. et al. **Ergonomia e usabilidade: em ambiente virtual de aprendizagem**. São Paulo: Blucher, 2012.
- ALMEIDA, A. M. **Contribuições do Design Thinking a partir de um projeto de acessibilidade na aviação**. [s.l.] 2014, 215P. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC - Bacharelado em Design), Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.
- ALMEIDA, A. M. et al. **Seat comprising a structure for arm support**. Patente. EMBRAER S.A., Sao Jose dos Campos/SP (BR); Universidade de São Paulo (USP), São Paulo/SP (BR); Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), Sao Carlos, SP (BR), 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 5382 - Verificação de iluminância de interiores**. Rio de Janeiro: ABNT, 1985.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 5413: Iluminância de interiores**. Rio de Janeiro: ABNT, 1992.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR-ISO_CIE 8995_IluminacaoDeAmbientesDeTrabalho_Parte1.pdf**. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.
- BASTIEN, C.; SCAPIN, D. A concepção de programas de computador interativos centrada no usuário. In: **Ergonomia**. 1^a. ed. São: Editora Blucher, 2007. p. 383–382.
- BITTENCOURT, J. M. et al. **Simulation with a Lego scale model and other intermediary objects**. Human factors in organizational design and management – XI. **Anais...**2014
- BITTENCOURT, J. M. V. DE Q. **Expressão da experiência de trabalho em projeto: argumentos para uma engenharia de objetos intermediários**. [s.l.] 2014,

313P. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, 2014.

BRONES, F.; CARVALHO, M. M. DE; ZANCUL, E. D. S. Ecodesign in project management: a missing link for the integration of sustainability in product development? **Journal of Cleaner Production**, v. 80, p. 106–118, 2014.

CIACCIA, F. R. D. A. S. **Entre a vivência do conforto e do desconforto em cabines de aeronaves: uma abordagem baseada na atividade**. [s.l.] 2013, 274P. Tese (Doutorado), Departamento de Engenharia de Produção, Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, 2013.

CIACCIA, F. R. D. A. S.; SZNELWAR, L. I. An approach to aircraft seat comfort using interface pressure mapping. **Work**, v. 41, n. SUPPL.1, p. 240–245, 2012.

CONCEIÇÃO, C. S. DA. **Do uso para o projeto: a transferência de experiência operacional para a concepção de espaços de trabalho em plataformas offshore**. [s.l.] 2011. 212P. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, 2011.

CYBIS, W.; BETIOL, A. H.; FAUST, R. **Ergonomia e usabilidade: Conhecimentos, métodos e aplicações**. 2ª edição ed. São Paulo: NOvatec Editora, 2010.

DAVIS, M. M.; AQUILANO, N. J.; CHASE, R. B. **Fundamentos da administração da produção**. 3ª edição ed. Porto Alegre: Bookman Editora, 2001.

DE LOOZE, M. P.; KUIJT-EVERS, L. F. M.; VAN DIEËN, J. Sitting comfort and discomfort and the relationships with objective measures. **ERGONOMICS**, v. 46, n. 10, p. 985–997, 2003.

DE LOOZE, M. P.; KUIJT-EVERS, L. F. M.; VAN DIEËN, J. Sitting comfort and discomfort and the relationships with objective measures. **Ergonomics**, v. 46, n. 10, p. 985–97, ago. 2003.

DUMUR, E.; BARNARD, Y.; BOY, G. Designing for comfort. 2004.

EMBRAER. **Embraer 170 - Cabin**. Disponível em: <www.embraercommercialaviation.com>.

EMBRAER. **Embraer E190-E2 - By the numbers**. Disponível em: <<http://www.embraercommercialaviation.com/Pages/Ejets-190-E2.aspx>>. Acesso

em: 21 fev. 2016.

ENGESTROM, Y. Activity theory as a framework for analyzing and redesigning work. **ERGONOMICS**, v. 43, n. 7, p. 960–974, jul. 2000.

FOLCHER, V.; RABARDEL, P. Homens, artefatos, atividades: perspectiva instrumental. In: **Ergonomia**. São Paulo: Editora Blucher, 2007. p. 207–222.

GOODWIN, K. **Designing for the Digital Age: How to create Human-Centered Products and Services**. Indianapolis: Wiley Publishing, Inc. 740P, 2009.

GREGHI, M. F. **Conforto e desconforto de passageiros em cabines de aeronaves**. [s.l.] Universidade Federal de São Carlos, 2012.

GROSJEAN, J. C.; NEBOIT, M.; LORRAINE, C. DE. Ergonomie et prévention en conception des situations de travail. 2000.

GUÉRIN, F. et al. **Compreender o trabalho para transformá-lo - a prática da ergonomia**. São Paulo: Editora Edgard Blücher LTDA, 2001.

HELANDER, M. G.; ZHANG, L. J. Field studies of comfort and discomfort in sitting. **ERGONOMICS**, v. 40, n. 9, p. 895–915, 1997.

IIDA, I. **Ergonomia: projeto e produção**. 2^a ed. rev ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.

INTERNATIONAL SOCIOLOGICAL ASSOCIATION. **Research Methods: Participant Observation**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<http://www.sociology.org.uk/mpoprint.pdf>>.

JACOBSON, I. D.; RICHARDS, L. G. RIDE QUALITY EVALUATION .2. MODELING OF AIRLINE PASSENGER COMFORT. **ERGONOMICS**, v. 19, n. 1, p. 1–10, 1976.

KAMIJO, K. et al. Evaluation of seating comfort. **SAE technical paper series**, n. 820761, 1982.

KAMP, I. **Comfortable car interiors: Experiments as a basis for car interior design contributing to the pleasure of the driver and passenger**. [s.l.] 2012, 215P. Thesis (PhD). Faculty of Industrial Design Engineering, Technische Universiteit Delft, 2012.

KAMP, I.; KILINC SOY, Ü.; VINK, P. Chosen postures during specific sitting activities. **Ergonomics**, v. 54, n. November 2011, p. 1029–1042, 2011.

KAMP, I.; VEEN, S. A. T. VAN; VINK, P. Comfortable mobile offices : A literature review of the ergonomic aspects of mobile device use in transportation settings. **Work**, v. 52, p. 279–287, 2015.

KEILA, R. **A consideração do conforto em projetos de cabine de aviões : contribuições da ergonomia**. São Paulo: 2007, 113P. Departamento de Engenharia de Produção, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

KINGSTON. **Kingston website**. Disponível em: <www.kingston.com/br>.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. DE A. **Fundamentos de metodologia científica**. São Paulo: [s.n.].

LAVILLE, A. Referências para uma história da ergonomia francófona. In: **Ergonomia**. 1ª. ed. São Paulo: Editora Blucher, 2007. p. 21–32.

LÉONTIEV, A. N. **Problems of the development of mind**. Moskou: Progress, 1981.

LIESBETH, G. et al. Activities, postures and comfort perception of train passengers as input for train seat design. **Ergonomics**, v. 57, n. 8, p. 1154–1165, 2014.

MARCONI, M. DE A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostras e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados**,. 7ª edição ed. São Paulo: Atlas, 2011.

MENEZES, J. B. DE. **Parâmetros ergonômicos para projeto de cadeiras de trabalho**. [s.l.] Universidade de São Paulo, 1989.

Merriam Webster Dictionary Online. Disponível em: <<http://www.merriam-webster.com/>>.

MODERNAIRLINERS.COM. **E-jets fuselage**. Disponível em: <<http://modernairliners.com/wp-content/uploads/2015/08/E-Jet-fuselage.png>>. Acesso em: 20 jul. 2016.

MTE-SIT. **Manual de Aplicação da Norma Regulamentadora 17**. 2ª edição ed. Brasília: [s.n.].

MUJICA, F.; SZNELWAR, L. I. **Development of a Method Based on Ergonomics Activity Analysis in Order to Enhance Knowledge and Skills in Product Design Comfort** (T. Ahram, K. Karwowski, T. Marek, Eds.)5th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics (AHFE). **Anais...**Kraków: 2014

NORMAN, D. A. **Emotional Design: why we love (or hate) everyday things**. 1st. ed. New York, NY, USA: Basic Books, 2004.

NORMAN, D. A. **O design do dia-a-dia**. 1. ed. Rio de Janeiro: Rocco, 2006.

PANERO, J.; ZELNIK, M. **Dimensionamento humano para espaços interiores: um livro de consulta e referência para projetos**. 1. ed. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 2002.

PETROBRAS (SMS). **Guia de saúde do viajante: para os profissionais de saúde da petrobrás**. Rio de Janeiro: Petrobras, 2004.

QUEHL, J. **Comfort Studies on Aircraft Interior Sound and Vibration**. [s.l.] 2001. 210f. PhD thesis. TheCarl Von Ossietzky Universität Oldenburg, Oldenburg, 2001.

QUIGLEY, C. et al. **Anthropometric Study to Update Minimum Aircraft Seating Standards**. Loughborough: [s.n.]. Disponível em: <[https://dspace.lboro.ac.uk/dspace-jspui/bitstream/2134/701/1/EC1270 AR2215 Anthropometric seating.pdf](https://dspace.lboro.ac.uk/dspace-jspui/bitstream/2134/701/1/EC1270_AR2215_Anthropometric_seating.pdf)>.

ROSSI, T. N. **Contribuições do entretenimento a bordo no conforto e desconforto em voos comerciais**. [s.l.] 2012. 164f. Dissertação (mestrado). UFSCar: Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2012.

ROSSI, T. N. et al. Activity analysis: contributions to the innovation of projects for aircrafts cabins. **Work (Reading, Mass.)**, v. 41 Suppl 1, p. 5288–95, jan. 2012.

SADRAEY, M. H. **Aircraft Design: A systems Engineering Approach**. Chichester: John Wiley & Sons, Ltd., 2013.

SANTOS, V.; ZAMBERLAN, M. C.; PAVARD, B. **Confiabilidade humana e projeto ergonômico de centros de controle de processos de alto risco**. Rio de Janeiro: Synergia: IBP, 2009.

SHACKEL, B.; CHIDSEY, K. D.; SHIPLEY, P. A. T. The Assessment of Chair Comfort. **Ergonomics**, v. 12, n. 2, p. 269–306, 1969.

SILVA, S. C. DA; MONTEIRO, W. D. **Levantamento do perfil antropométrico da população brasileira usuária do transporte aéreo nacional – projeto conhecer**. 1ª. ed. Brasília: ANAC, 2009.

SILVA, R. D. S. E; SZNELWAR, L. I.; SILVA, V. D. E. The use of participant-

observation protocol in an industrial engineering research. **Work (Reading, Mass.)**, v. 41 Suppl 1, p. 120–6, jan. 2012.

SILVA, R. DA S. E. **Contribuições da ergonomia para o projeto de engenharia: utilização de método baseado na observação participante**. [s.l.] 2013. 162f. Dissertação (mestrado). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. 3ª edição ed. São Paulo: Atlas, 2009.

SLATER, K. **Human comfort IL: Thomas**. Springfield: C.C. Thomas, 1985.

SÔLHA, H. L. **Construção dos olhares: Imagem e antropologia visual**. [s.l.] 1998. 253F. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1998.

SOUZA, J. B. G. DE. **Parâmetros para o projeto de poltronas aeronáuticas: revisão da literatura e as práticas da indústria no setor de transportes**. [s.l.] 2010. 137f. Dissertação (mestrado). UFSCar: Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2010.

SOUZA, J. B. G. DE et al. Parâmetros relacionados ao conforto de passageiros: uma pesquisa das práticas adotadas por fabricantes de poltronas. **Produção**, v. 23, n. 1, p. 157–167, mar. 2013.

SZNELWAR, L. I. et al. **RELATÓRIO nº RT-M03-ER2: Conceitos e parâmetros de conforto em ergonomia - Novembro de 2008**. São Paulo, 2008, 59P, Brasil: [s.n.].

SZNELWAR, L. I. et al. **Relatório nº RT-M24-ER: Resultados dos ensaios de ergonomia e condições para ensaios integrados - Dezembro de 2010**. São Paulo, 2010. 259P, Brasil: [s.n.].

SZNELWAR, L. I. et al. **Relatório nº RT-M26-ER: Análise comparativa dos resultados de ensaios em mock-up térmico: primeiro e segundo bloco de ensaios em ergonomia - Dezembro de 2010**. São Paulo: Universidade de São Paulo. 2010. 28P, Brasil: [s.n.].

SZNELWAR, L. I. et al. **Guia de parâmetros para conforto de cabines aeronáuticas AUTORES**: São Paulo: Universidade de São Paulo. 2012, 57P: [s.n.].

TILLEY, A. R. **As Medidas do homem e da mulher: fatores humanos em design**. 1. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

VINK, P. et al. Possibilities to improve the aircraft interior comfort experience. **Applied Ergonomics**, v. 43, n. 2, p. 354–359, 2012.

VINK, P.; BRAUER, K. **Aircraft Interior Comfort and Design**. CRC Press ed. Boca Raton: [s.n.].

VINK, P.; HALLBECK, S. Editorial: comfort and discomfort studies demonstrate the need for a new model. **Applied ergonomics**, v. 43, n. 2, p. 271–6, mar. 2011.

VYGOTSKY, L. S. La méthode instrumentale en psychologie. In: SHNEWLY, B. (Ed.). **. La méthode instrumentale en psychologie**. Neufhâtel: BRONCKART, J.P., 1930. p. 39–48.

WALKER, S.; GIARD, J.; WALKER, H. L. **The Handbook of Design for Sustainability**, 2013. Disponível em: <<http://books.google.com/books?id=sahLAQAAQBAJ&pgis=1>>

WANG, C. **AIRCRAFT INTERIOR DESIGN IN 2050**. [s.l.] 2015, 187P. Delft: Faculty of Industrial Design and Engineering, Technical University of Delft, 2015.

WEAR - WORLD ENGINEERING ANTHROPOMETRY RESOURCE. **WEAR - World Engineering Anthropometry Resource**. Disponível em: <<http://www.bodysizeshape.com/>>. Acesso em: 19 jul. 2016.

WISNER, A. **A inteligência no trabalho: textos selecionados de ergonomia**. São Paulo: Fundacentro, 1994.

WISNER, A. Questões epistemológicas em ergonomia e em análise do trabalho. In: **A ergonomia em busca de seus princípios: debates epistemológicos**. São Paulo: Edgard Blücher, 2004. p. 29–55.

ZANCUL, E. D. S. et al. Organização do trabalho no processo de desenvolvimento de produtos: a aplicação da engenharia simultânea em duas montadoras de veículos. 2006.

ZHANG, L. J.; HELANDER, M. G.; DRURY, C. G. Identifying factors of comfort and discomfort in sitting. **HUMAN FACTORS**, v. 38, n. 3, p. 377–389, 1996.

9 GLOSSÁRIO

- Bin: bagageiro superior para bagagem de mão;
- Galley: espaço para armazenar e preparar alimentos e bebidas;
- Monumento: objeto do interior da aeronave que compõe o ambiente (exemplo: poltrona, bagageiro, galleys, sanitário, lavatório);
- Prototipação: uso de objetos, desenhos e artefatos para auxílio no processo criativo;
- Side-wall: parede lateral;

10 Apêndice

10.1 *Descrição do processo busca bibliográfica complementar*

Para realizar a busca inicial, foram feitas quatro pesquisas individuais seguindo os seguintes roteiros. Primeiro, foram escolhidas as palavras chave, com base na leitura de livros que são referência das áreas, bem como em sites de indústrias ligadas aos setores estudados, e revistas comerciais especializadas. O primeiro passo da busca segue listado abaixo, com a apresentação da sequência de palavras-chave escolhidas (busca em modo tópico – título, abstract ou palavras-chave).

1 - Model* OR method* OR tool* (Para as 4 áreas)

2 - AND Aircraft OR Aerospace OR Automotive OR Vehicle OR Bus OR Train OR Boat (para restringir buscas em projeto de produto)

3- AND Projeto de Produto e Gestão: “Project* Manag*” OR “Design* product*” OR “Product* Develop* Process*” OR “Simultan* Engineering”

4- AND Projeto Centrado no Usuário: “Human Centered Design” OR “User Centered Design” OR “Design Thinking” OR “Post Occupancy Evaluation” OR “Post Occupancy Analysis” OR “Universal Design” OR “Intermediary Object*” OR “Serious Play”

5 – AND Ergonomics: “Concep* Ergonomics” OR “Participa* Ergonomics” OR “Activit* Ergonomics” OR “Ergonomics Activit* Analysis” OR “Ergonomics Work* Analysis”

6 – AND Comfort and Discomfort: “Sit* *comfort” OR “Seat *Comfort” OR “aircraft* interior* *comfort” OR “Aerospace* interior* *comfort” OR “Automotive* interior* *comfort” OR “Vehicle* interior* *comfort” OR “Bus Interior* *Comfort” OR “Train* interior* *comfort”

OR “Boat interiors *comfort” OR “Passenger* *comfort”

Portanto, foram feitas 4 buscas individuais com as seguintes combinações.

Busca 1

1 - Model* OR method* OR tool* (Para as 4 áreas)

2 -Aircraft OR Aerospace OR Automotive OR Vehicle OR Bus OR Train OR Boat
(para restringir buscas em Projeto de Produto e Gestão)

3- Projeto de Produto e Gestão: “Project* Manag*” OR “Design* product*” OR
“Product* Develop* Process*” OR “Simultan* Engineering”

Busca 2

1 - Model* OR method* OR tool* (Para as 4 áreas)

4- Projeto Centrado no Usuário: “Human Centered Design” OR “User Centered Design” OR “Design Thinking” OR “Post Occupancy Evaluation” OR “Post Occupancy Analysis” OR “Universal Design” OR “Intermediary Object*” OR “Serious Play”

Busca 3

1 - Model* OR method* OR tool* (Para as 4 áreas)

5 – AND Ergonomics: “Concep* Ergonomics” OR “Participa* Ergonomics” OR
“Activit* Ergonomics” OR “Ergonomics Activit* Analysis” OR “Ergonomics Work* Analysis”

Busca 4

1 - Model* OR method* OR tool* (Para as 4 áreas)

6 – AND Comfort and Discomfort: “Sit* *comfort” OR “Seat *Comfort” OR “aircraft* interior* *comfort” OR “Aerospace* interior* *comfort” OR “Automotive* interior* *comfort” OR “Vehicle* interior* *comfort” OR “Bus Interior* *Comfort” OR “Train* interior* *comfort” OR “Boat interiors *comfort” OR “Passenger* *comfort”